PHÂN VIỆN KHOA HỌC ĐO ĐẠC VÀ BẢN ĐỒ PHÍA NAM

Phân viện Khoa học Đo đạc và Bản đồ phía Nam là đơn vị sự nghiệp trực thuộc Viện Khoa học Đo đạc và Bản đồ, là cơ quan đại diện của Viện Khoa học Đo đạc và Bản đồ tại các tỉnh phía Nam, có chức năng thực hiện các hoạt động nghiên cứu khoa học và triển khai công nghệ về trắc địa, bản đồ, tham gia đào tạo sau đại học về trắc địa và bản đồ.

Phân viện Khoa học Đo đạc và Bản đồ phía Nam là đơn vị hạch toán phụ thuộc, có con dấu riêng, được mở tài khoản theo quy định của pháp luật.

Các tổ chức trực thuộc Phân viện gồm:

+ Phòng Hành chính - Tổng hợp;
+ Trung tâm Khoa học công nghệ đo đạc và bản đồ.

Phân viện có trụ sở tại :

Địa chỉ: 200 Lý Chính Thắng, Phường 9, Quận 3, TP. Hồ Chí Minh.
Điện thoại: (848) 3 740 3824 Fax: (848) 3 740 3824

TRUNG TÂM TRẮC ĐỊA CÔNG TRÌNH VÀ ĐỊA CHÍNH

Trung tâm Trắc địa Công trình và Địa chính là đơn vị sự nghiệp trực thuộc Viện khoa học Đo đạc và Bản đồ có chức năng nghiên cứu khoa học và triển khai công nghệ đo đạc bản đồ trong lĩnh vực trắc địa công trình và địa chính phục vụ công tác quản lý nhà nước và phát triển kinh tế - xã hội.

Thực hiện các dự án, đề tài nghiên cứu khoa học, ứng dụng các công nghệ mới trong trắc địa công trình, bản đồ công trình ngầm, đo đạc địa chính, đo đạc công trình biển, bản đồ chuyên đề, thử nghiệm công nghệ mới trong thành lập bản đồ công trình, địa chính để phục vụ quản lý tài nguyên đất và các tài sản gắn liền với đất.

Ký kết và thực hiện các hợp đồng kinh tế, các công trình dịch vụ, tư vấn, đào tạo, chuyển giao công nghệ, liên danh, liên kết hợp tác thực hiện các công trình, dự án về đo đạc bản đồ, bản đồ công trình ngầm với các đơn vị, tổ chức, cá nhân trong và ngoài nước theo quy định của pháp luật.

Trụ sở: 479 Đường Hoàng Quốc Việt, Cầu Giấy, Hà Nội
Điện thoại: (024) 6 269 4427 - (024) 6 269 4428

TRUNG TÂM TRIỂN KHAI CÔNG NGHỆ ĐO ĐẠC VÀ BẢN ĐỒ

Trung tâm Triển khai Công nghệ Đo đạc và Bản đồ là đơn vị sự nghiệp trực thuộc Viện Khoa học Đo đạc và Bản đồ, có chức năng nghiên cứu triển khai, ứng dụng và chuyển giao công nghệ mới, thực hiện các dự án về trắc địa bản đồ.

Nghiên cứu khoa học và phát triển công nghệ ứng dụng, sản xuất thử nghiệm và chuyển giao công nghệ trong lĩnh vực Đo đạc và Bản đồ.

Nghiên cứu khoa học và thực tiễn ứng dụng các phương pháp trắc địa cao cấp để xây dựng, xử lý các mạng lưới trắc địa quốc gia phục vụ cho việc phát triển hệ tọa độ động, hệ thống trọng lực Quốc gia và xác định mặt Kvazigeoid trên lãnh thổ Việt Nam.

Xây dựng mạng lưới địa động lực để xác định sự dịch chuyển của vỏ trái đất phục vụ công tác dự báo các tai biến thiên nhiên.

Tư vấn thiết kế, khảo sát các công trình trong lĩnh vực giao thông, xây dựng, địa chất…

Xây dựng cơ sở dữ liệu trong lĩnh vực đo đạc bản đồ và môi trường.

Kiểm định các thiết bị, kiểm tra nghiệm thu các sản phẩm đo đạc và bản đồ.

Một số công trình tiêu biểu đã thực hiện

Quan trắc lún thành phố Hà Nội, thành phố Hồ Chí Minh và các tỉnh thuộc đồng bằng sông Cửu Long.

Khảo sát thành lập bản đồ đất ngập nước tỷ lệ 1:5000 khu vực bán đảo Cà Mau, tứ giác Long Xuyên.

Xây dựng mạng lưới địa động lực trên lãnh thổ Việt Nam.

Xây dựng mạng lưới trọng lực hạng II quốc gia.

Thành lập bản đồ địa hình 1:500 phục vụ lập quy hoạch chi tiết thành phố giáo dục quốc tế Thanh Hoá.

Ứng dụng công nghệ đo toàn đạc không gương Trimble S8 và máy đo sâu Trimble HYDROTRAC II đo đạc thành lập bản đồ địa hình 1:1000, huyện Thủy Nguyên, TP. Hải Phòng.

Xây dựng mô hình số độ cao khu vực Trại Sơn, TP. Hải Phòng.

Khảo sát thành lập bản đồ địa hình tỷ lệ 1:1000 mỏ sắt Quý Xa tỉnh Lào Cai.

Trụ sở: 479 Hoàng Quốc Việt, Cầu Giấy, Hà Nội
Điện thoại: (024) 6 270 0358

TRUNG TÂM TIN HỌC TRẮC ĐỊA VÀ BẢN ĐỒ

Trung tâm Tin học Trắc địa và Bản đồ là đơn vị sự nghiệp trực thuộc Viện Khoa học Đo đạc và Bản đồ với nhiều kinh nghiệm nghiên cứu và hoạt động trong lĩnh vực Đo đạc và Bản đồ như sau: Nghiên cứu chế tạo và phát triển các loại thiết bị phục vụ tự động hóa công tác đo đạc, khảo sát như: thiết bị định vị GNSS, thiết bị bay không người lái (UAV), quét lidar mặt đất và lidar trên UAV, thiết bị xe tự hành địa hình (AGV), xuồng không người lái (USV), thành lập bản đồ địa hình, địa chính, xây dựng cơ sở dữ liệu tài nguyên môi trường và các ngành khác như: khảo sát giao thông, xây dựng, thủy lợi…; Nghiên cứu, triển khai, tư vấn, chuyển giao công nghệ thành lập các loại bản đồ số, bản đồ điện tử và xây dựng cơ sở dữ liệu trắc địa, bản đồ, địa chính; kiểm định các thiết bị và kiểm tra nghiệm thu các sản phẩm đo đạc và bản đồ.

Trụ sở: 479 Hoàng Quốc Việt, Cầu Giấy, Hà Nội
Điện thoại: (024) 6 269 4449

ISBN: 978-604-952-659-6

Tài liệu không kinh doanh

NGHIÊN CỨU ỨNG DỤNG, PHÁT TRIỂN HẠ TẦNG DỮ LIỆU KHÔNG GIAN ĐỊA LÝ QUỐC GIA: VAI TRÒ CỦA CÔNG NGHỆ ĐO ĐẠC BẢN ĐỒ HIỆN ĐẠI

BỘ TÀI NGUYÊN VÀ MÔI TRƯỜNG
VIỆN KHOA HỌC ĐO ĐẠC VÀ BẢN ĐỒ

TUYỂN TẬP BÁO CÁO KHOA HỌC

NGHIÊN CỨU ỨNG DỤNG, PHÁT TRIỂN HẠ TẦNG DỮ LIỆU KHÔNG GIAN ĐỊA LÝ QUỐC GIA: VAI TRÒ CỦA CÔNG NGHỆ ĐO ĐẠC BẢN ĐỒ HIỆN ĐẠI

NHÀ XUẤT BẢN TÀI NGUYÊN - MÔI TRƯỜNG VÀ BẢN ĐỒ VIỆT NAM

HỘI ĐỒNG KHOA HỌC

1	TS. Nguyễn Phi Sơn	Chủ tịch
2	GS. TSKH. Đặng Hùng Võ	Phó chủ tịch
3	ThS. Dương Văn Hải	Phó chủ tịch
4	ThS. Trịnh Anh Cơ	Ủy viên
5	GS. TS. Võ Chí Mỹ	Ủy viên
6	GS. TSKH. Hoàng Ngọc Hà	Ủy viên
7	TS. Nguyễn Thị Thanh Hương	Ủy viên
8	PGS. TS. Phạm Minh Hải	Ủy viên
9	TS. Lê Anh Dũng	Ủy viên
10	TS. Đào Ngọc Long	Ủy viên
11	TS. Đồng Thị Bích Phương	Ủy viên
12	TS. Chu Hải Tùng	Ủy viên
13	PGS.TS. Nguyễn Văn Sáng	Ủy viên
14	TS. Nguyễn Đại Đồng	Ủy viên
15	TS. Lê Đại Ngọc	Ủy viên
16	PGS.TS. Trịnh Lê Hùng	Ủy viên
17	PGS.TS. Bùi Quang Thành	Ủy viên
18	TS. Ngô Anh Tú	Ủy viên
19	TS. Bùi Đăng Quang	Ủy viên
20	TS. Lại Văn Thủy	Ủy viên
21	ThS. Nguyễn Thanh Thủy	Thư ký

Chịu trách nhiệm xuất bản:

Tổng giám đốc - Tổng biên tập: ThS. Kim Quang Minh
Phó Tổng biên tập: KS. Nguyễn Văn Chính
Biên tập viên: ThS. Đào Thị Hậu
Trình bày bìa và thiết kế in: Trần Việt Cường
Sửa bản in: Đinh Tài Nhân
Quyết định xuất bản: Số: 37/QĐ-TMBVN
Cấp ngày: 6 tháng 10 năm 2021

In 200 cuốn, khổ 19 x 27cm tại nhà in Văn phòng phẩm Quang Minh
Địa chỉ: 109 K3 Đường Nguyễn Phong Sắc, P. Nghĩa Tân, Q. Cầu Giấy, Hà Nội
Số xác nhận đăng ký xuất bản: 3006-2021/CXBIPH/01-596/BaĐ
In xong nộp lưu chiểu quý IV năm 2021

BỘ TÀI NGUYÊN VÀ MÔI TRƯỜNG
VIỆN KHOA HỌC ĐO ĐẠC VÀ BẢN ĐỒ

TUYỂN TẬP BÁO CÁO
HỘI THẢO KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ TOÀN QUỐC

NGHIÊN CỨU ỨNG DỤNG, PHÁT TRIỂN HẠ TẦNG DỮ LIỆU KHÔNG GIAN ĐỊA LÝ QUỐC GIA: VAI TRÒ CỦA CÔNG NGHỆ ĐO ĐẠC BẢN ĐỒ HIỆN ĐẠI

NHÀ XUẤT BẢN TÀI NGUYÊN - MÔI TRƯỜNG VÀ BẢN ĐỒ VIỆT NAM

LỜI GIỚI THIỆU

Ngành Đo đạc và Bản đồ đã trải qua hơn 60 năm xây dựng và phát triển. Sự đóng góp to lớn của ngành đối với các nhiệm vụ xây dựng và bảo vệ Tổ quốc đã được Đảng và Nhà nước ghi nhận với nhiều phần thưởng cao quý. Ngày nay, trong quá trình phát triển của đất nước, công tác đo đạc bản đồ có vai trò quan trọng, phục vụ cho các ngành, các cấp trong phát triển kinh tế - xã hội, quản lý lãnh thổ, điều tra cơ bản, quản lý tài nguyên, bảo vệ môi trường, phòng chống thiên tai và ứng phó với biến đổi khí hậu. Xã hội ngày càng ứng dụng nhiều hơn các sản phẩm của đo đạc và bản đồ, điều đó đặt ra nhiều thách thức cho công tác quản lý nhà nước cũng như công tác nghiên cứu khoa học và phát triển công nghệ. Với tầm quan trọng của thông tin dữ liệu đo đạc bản đồ, "hạ tầng không gian địa lý quốc gia" được coi là một trong các "hạ tầng kỹ thuật" quan trọng của một quốc gia.

Đo đạc và bản đồ là một ngành kỹ thuật, sự phát triển không ngừng trong thời gian qua có sự đóng góp không nhỏ của hoạt động nghiên cứu khoa học, bao gồm nghiên cứu cơ bản, nghiên cứu ứng dụng và phát triển công nghệ. Với mục tiêu cung cấp kịp thời, chính xác, đầy đủ và hiệu quả hơn các sản phẩm của đo đạc bản đồ và thông tin địa lý, phục vụ trực tiếp cho các lĩnh vực trong ngành tài nguyên và môi trường nói riêng và các bộ ngành/địa phương và xã hội nói chung. Đặc biệt các sản phẩm và công nghệ của đo đạc bản đồ đã và đang bắt kịp với xu thế của cuộc cách mạng công nghiệp lần thứ tư, với các chủ trương chính sách của Đảng và nhà nước về chuyển đổi số quốc gia, xây dựng chính phủ điện tử.

Với vai trò nêu trên, việc đầu tư các nguồn lực (nhân lực, vật lực) cho ngành Đo đạc và Bản đồ là rất cần thiết, đặc biệt đầu tư cho nghiên cứu khoa học và phát triển công nghệ. Đảm bảo nâng cấp hệ thống công trình hạ tầng đo đạc bản đồ cơ bản, các mạng lưới đo đạc quốc gia, xây dựng hạ tầng dữ liệu không gian địa lý quốc gia thống nhất trong cả nước và đảm bảo hội nhập quốc tế. Phát triển các ứng dụng phục vụ xã hội và ứng dụng dân sinh như việc sử dụng dữ liệu nền địa lý cho công tác quy hoạch, xây dựng đô thị thông minh, quản lý và phòng chống thiên tai, đảm bảo quốc phòng, an ninh…

Năm 2021, Viện Khoa học Đo đạc và Bản đồ được Bộ giao nhiệm vụ tổ chức Hội thảo khoa học và công nghệ quy mô toàn quốc với sự tham gia đồng tổ chức của Hội Trắc địa, Bản đồ, Viễn thám Việt Nam, Cục Đo đạc, Bản đồ và Thông tin địa lý Việt Nam. Đây là sự kiện hết sức có ý nghĩa, nhằm giới thiệu các kết quả nghiên cứu mới trong và ngoài nước, giới thiệu các công nghệ, thiết bị, sản phẩm mới, là dịp để đánh giá đúng tầm quan trọng và vai trò của ngành Đo đạc, Bản đồ và thông tin địa lý với xã hội và quốc gia. Là dịp để các tổ chức, cá nhân trao đổi để đề xuất phát triển các ứng dụng hữu ích trong kỷ nguyên số quốc gia.

Với ý nghĩa và mục tiêu như vậy, thay mặt Lãnh đạo Bộ Tài nguyên và Môi trường, tôi chúc cho Hội thảo khoa học và công nghệ của Viện Khoa học Đo đạc và Bản đồ thành công tốt đẹp./.

Nguyễn Thị Phương Hoa
THỨ TRƯỞNG BỘ TÀI NGUYÊN VÀ MÔI TRƯỜNG

Hà Nội, tháng 11 - 2021

MỤC LỤC

TT	Nội dung	Tên tác giả	Trang
I	**ĐỊNH VỊ VAI TRÒ CỦA THÔNG TIN DỮ LIỆU ĐỊA LÝ QUỐC GIA, ĐO ĐẠC BẢN ĐỒ HIỆN ĐẠI TRONG CHUYỂN ĐỔI SỐ QUỐC GIA**		
1	Một số nhiệm vụ và giải pháp xây dựng hạ tầng dữ liệu không gian địa lý quốc gia	Hoàng Ngọc Lâm Nguyễn Đại Đồng	1
2	Công nghệ thông tin địa lý (GIT): xu hướng và sản phẩm mới	Nguyễn Phi Sơn	6
3	Khung kế hoạch hành động thực hiện để phát triển và đẩy mạnh quản lý nguồn tài nguyên thông tin dữ liệu không gian địa lý tích hợp	Nguyễn Hải Ninh Philippe Vernant Lương Ngọc Dũng Trần Đình Trọng Nguyễn Chiến Thắng Lê Văn Tình	17
4	Nghiên cứu, phân tích vai trò các yếu tố kỹ thuật trong xây dựng hạ tầng dữ liệu không gian địa lý quốc gia	Hoàng Dương Huấn Nguyễn Quang Tuấn	27
5	Nghiên cứu, tích hợp công nghệ nhằm thiết lập nền tảng hạ tầng dữ liệu không gian phục vụ chuyển đổi số ngành tài nguyên môi trường - áp dụng thử nghiệm cho quy mô tỉnh/thành phố	Nguyễn Tất Thắng Lê Đình Dũng Đoàn Trung Đức Đào Ngọc Đức	35
6	Bàn về phương hướng và giải pháp xây dựng hạ tầng dữ liệu không gian địa lý quốc gia phù hợp với sự phát triển công nghệ, đáp ứng yêu cầu thực tiễn ở nước ta	Trần Hồng Quang	45
7	Kinh nghiệm của các nước trên thế giới và cơ chế, chính sách, giải pháp thực hiện đối với hạ tầng dữ liệu không gian địa lý quốc gia của Việt Nam	Nguyễn Văn Thảo	56
8	Vai trò của hệ thống tiêu chuẩn quốc gia, quy chuẩn kỹ thuật quốc gia thuộc lĩnh vực đo đạc và bản đồ trong quá trình chuyển đổi số quốc gia	Bùi Thị Xuân Hồng	66

II	**ỨNG DỤNG CÔNG NGHỆ TIÊN TIẾN, THIẾT BỊ VÀ PHƯƠNG TIỆN HIỆN ĐẠI TRONG THU NHẬN THÔNG TIN DỮ LIỆU ĐỊA LÝ**		
1	Đánh giá khả năng ứng dụng phương pháp biến đổi sóng nhỏ trong phân tích biến dạng vỏ trái đất ở Việt Nam	Đặng Hùng Võ Dương Chí Công Lại Văn Thuỷ	79
2	Một số đánh giá hiện trạng và đề xuất về sử dụng công nghệ GPS/GNSS đo đạc trực tiếp	Vũ Tiến Quang	90
3	Giới thiệu giải pháp xây dựng hệ thống thông tin chuyển dịch địa động lực bằng công nghệ WebGIS	Hoàng Thị Tâm Nguyễn Thế Công Trần Thị Minh Đức Nguyễn Thị Chi Nguyễn Thị Thảo	98
4	Quan trắc chuyển dịch ngang công trình nhà cao tầng bằng máy quét laser: so sánh giữa máy quét loại pha và loại xung	Phạm Trung Dũng Cao Xuân Cường Nguyễn Như Tuấn Anh Nguyễn Văn Hùng	109
5	Ứng dụng công nghệ địa không gian xây dựng dữ liệu không gian địa lý 3D cho thành phố thông minh	Nguyễn Văn Trung Phạm Thị Làn Tống Sĩ Sơn Lê Thị Thu Hà Cao Xuân Cường Lê Văn Cảnh Nguyễn Đăng Phương Lã Phú Hiến Nguyễn Quang Minh Lưu Thành Trung	123
6	Nghiên cứu giải pháp nâng cao độ chính xác xác định nhiệt bề mặt đất từ ảnh vệ tinh LANDSAT-8	Lương Chính Kế Trần Ngọc Tưởng Nguyễn Văn Hùng	134
7	Sử dụng kỹ thuật phân tích cấu trúc trên dữ liệu ảnh Landsat trong nghiên cứu biến động diện tích rừng thông tại thành phố Đà Lạt, tỉnh Lâm Đồng, giai đoạn 2008 - 2020	Nguyễn Trường Ngân Đoàn Thanh Trúc	145
8	Quản lý đất đai hiện đại trên cơ sở ảnh chụp độ phân giải siêu cao của máy bay không người lái	Trần Trung Anh Nguyễn Trường Khoa Trần Trường Sinh	157
9	Đánh giá tác động giảm nhiệt đô thị của không gian cây xanh và mặt nước bằng ứng dụng công nghệ viễn thám và GIS trong quy hoạch đô thị sinh thái	Trần Ngọc Tưởng Lương Chính Kế	166

10	Nghiên cứu mối quan hệ thực nghiệm giữa PM_{10} và độ dày quang học SOL khí ở khu vực Hà Nội	Nguyễn Thị Thuý Hằng Nguyễn Công Sơn Phan Doãn Thành Long Vũ Duy Tân Bùi Thị Lê Hoàn Vũ Trung Thành Đào Thị Bích Hồng	177
11	Ứng dụng thiết bị bay không người lái (UAV) phục vụ giám sát các hệ sinh thái đới bờ biển: nghiên cứu tại quần thể Hòn Yến, tỉnh Phú Yên	Nguyễn Trọng Đợi Nguyễn Hữu Xuân Ngô Anh Tú Trần Văn Trường Đỗ Tấn Nghị Phạm Viết Thành	187
12	Ứng dụng kỹ thuật định vị điểm chính xác (PPP) để xác định tọa độ tâm ảnh của thiết bị bay không người lái	Phạm Cần Nguyễn Ngọc Lâu	200
13	Nghiên cứu kết hợp tư liệu viễn thám và hệ thông tin địa lý phục vụ quản lý, bảo tồn và phát triển bền vững vùng đất ngập nước khu vực bán đảo Cà Mau	Đỗ Thị Hoài Lê Minh Hằng Nguyễn Đức Mạnh	210
14	Ứng dụng hệ thống phân tích đường bờ kỹ thuật số (DSAS) và tư liệu viễn thám nghiên cứu biến động đường bờ biển khu vực cửa sông Lạch Ghép - Thanh Hóa	Nguyễn Thị Thu Hà Nguyễn Đắc Vệ Nguyễn Mai Lựu	220
15	Tiềm năng ứng dụng dữ liệu ảnh viễn thám Landsat trên nền tảng Google Earth Engine (GEE) phục vụ công tác kiểm kê đất đai trên phạm vi toàn quốc	Trần Trọng Phương Phan Thành Nội	228
16	Ứng dụng phần mềm UR - SCAPE và phương pháp phân tích Grid - based phục vụ phân vùng nhạy cảm lan truyền dịch COVID - 19 qua tiếp xúc	Bùi Hồng Sơn Nguyễn Đình Gia Bảo Nguyễn Văn Thọ Lê Thị Dung Dương Thị Thúy Nga Lê Trung Chơn Đồng Thị Bích Phương.	237
17	Thành lập bản đồ phân vùng ưu tiên bảo vệ hệ sinh thái đất ngập nước trên cơ sở ứng dụng công nghệ GIS, viễn thám và phân tích cảnh quan (thử nghiệm tại Đồng Tháp Mười)	Nguyễn Thanh Thủy Nguyễn Thị Thanh Hương Đinh Thị Thanh Vũ Thị Hằng Trần Tuấn Anh Lê Lan Lam Vũ Mỹ Linh Dương Tấn Thạnh	248

18	Nghiên cứu giải pháp kỹ thuật xây dựng mô hình 3D phục vụ thành lập bản đồ 3D tỷ lệ lớn từ dữ liệu UAV LiDAR DT26E	Lê Doãn An Đặng Thanh Tài	261
19	Ứng dụng công nghệ thông tin địa lý đánh giá biến động sử dụng đất và xây dựng kịch bản sử dụng đất đến năm 2030 tại phường Long Trường thành phố Thủ Đức - Thành phố Hồ Chí Minh	Nguyễn Thị Ngọc Ánh Trần Hiếu Nghĩa	270
20	Giới thiệu công nghệ thành lập bản đồ ảnh 3D khổ lớn và một số sản phẩm nổi 3D từ ảnh viễn thám, mô hình số độ cao và cơ sở dữ liệu địa lý	Vũ Văn Chất Nguyễn Tuấn Anh	279
21	Nghiên cứu, chế tạo phổ kế siêu cao tần băng L gắn trên thiết bị bay không người lái phục vụ đo vẽ hệ thống thủy văn	Doãn Minh Chung Huỳnh Xuân Quang Mai Thị Hồng Nguyên Nguyễn Thanh Thủy Phạm Lê Phương Vũ Mỹ Linh Trần Tuấn Anh	292
22	Kiểm định máy toàn đạc điện tử theo tiêu chuẩn quốc tế	Nguyễn Văn Sáng Bùi Đăng Quang Vũ Trung Rụy	303
23	Tích hợp thiết bị đo sâu hồi âm và hệ thống GNSS - RTK - IMU trên xuồng tự hành (USV) phục vụ khảo sát địa hình dưới nước	Lưu Hải Âu Ngô Thị Liên Phạm Thành Việt Lưu Hải Bằng	315
III	**PHÁT TRIỂN CÁC KỸ THUẬT, PHƯƠNG PHÁP MỚI TRONG XỬ LÝ, PHÂN TÍCH, CHIA SẺ THÔNG TIN DỮ LIỆU ĐỊA LÝ TRÊN CÁC NỀN TẢNG CÔNG NGHỆ HIỆN ĐẠI**		
1	Phương pháp địa thống kê với dữ liệu thông tin địa không gian	Đặng Nam Chinh Nguyễn Duy Đô	329
2	Sử dụng dữ liệu GNSS và kỹ thuật lọc Kalman trong phân tích chuyển dịch phục vụ công tác điều tra cơ bản	Hoàng Ngọc Hà	339
3	Đặc điểm biến dạng hiện đại vỏ trái đất khu vực bậc thang thủy điện Sông Đà trên cơ sở tài liệu đo lặp trọng lực và GPS	Cao Đình Trọng Lê Văn Dung Nguyễn Phi Sơn Cao Đình Triều	348
4	Sử dụng dữ liệu Gradient trọng lực để tính chuyển độ cao chuẩn về độ cao chính	Lại Văn Thủy	363

5	Khai triển ảnh đa phổ bằng dạng phổ đơn giản và ứng dụng trong phân loại tự động lớp phủ	Nguyễn Đình Dương Lê Minh Hằng	371
6	Nghiên cứu kết hợp công nghệ viễn thám và phương pháp trắc lượng hình thái trong theo dõi hiện tượng phân mảnh rừng phục vụ đánh giá chất lượng rừng ngập mặn với hai khu vực thử nghiệm tại tỉnh Quảng Ninh và Cà Mau	Phạm Minh Hải Nguyễn Thị Ngọc Hồi Hoàng Thị Thu Hà Trần Hoàng Minh Đỗ Thị Hoài	381
7	Xây dựng quy trình ứng dụng thuật toán tự động số hóa nhà 3D từ dữ liệu LiDAR hàng không	Lê Đình Hiển Bùi Ngọc Quý Dương Anh Quân	392
8	Giới thiệu quy trình ứng dụng thuật toán tự động phân loại điểm địa hình từ dữ liệu LiDAR hàng không	Lê Đình Hiển Hoàng Thị Vân Nguyễn Minh Hoàng Phạm Như Hách	401
9	Nghiên cứu sử dụng mạng học sâu kết hợp các kỹ thuật tính toán tiến hóa trong phân loại hướng đối tượng trên ảnh viễn thám độ phân giải cao	Trịnh Lê Hùng Vũ Văn Trường Lê Văn Phú Lê Minh Hằng	410
10	Phương pháp đánh giá biến động lớp phủ đất sử dụng phân loại bán giám sát từ dữ liệu ảnh viễn thám	Mai Đình Sinh Nguyễn Như Hùng Tống Thị Hạnh Nguyễn Thị Thu Nga	422
11	Nghiên cứu xây dựng mô hình cơ sở dữ liệu nền địa lý đa tỷ lệ gắn với giải pháp tổng quát hóa bản đồ tự động - thử nghiệm đối với một số đối tượng thuộc tỷ lệ 1:2.000, 1:5.000 và 1:10.000	Nguyễn Thị Hồng Hạnh Vũ Xuân Cường Nguyễn Thị Huệ	435
15	Đánh giá mức độ hấp dẫn về nơi ở tại khu vực quận Cầu Giấy, thành phố Hà Nội theo tiếp cận vị thế - chất lượng và chất lượng cuộc sống đô thị	Lê Phương Thúy Bùi Ngọc Tú Phạm Lê Tuấn Nguyễn Xuân Linh Nguyễn Thị Thu Hà Hoàng Hữu Phê Trần Quốc Bình	450
12	Ngoại suy số liệu radar phục vụ dự báo mưa lớn hạn cực ngắn tại Thành phố Hồ Chí	Trần Duy Thức Nguyễn Quang Trung	464

	Minh	Vũ Văn Thăng	
13	Ứng dụng điện toán đám mây và máy học trong theo dõi sự mở rộng của đô thị tại Việt Nam	Vũ Thùy Trang Tạ Hoàng Trung Nguyễn Văn Tuấn Trần Duy Hạnh	475
14	Đánh giá biến động địa hình vùng biển nông ven bờ châu thổ Sông Hồng từ dữ liệu hải đồ	Nguyễn Đắc Vệ Bùi Văn Vượng Đặng Hoài Nhơn Nguyễn Thị Thu Hà	486
16	Phân tích nguy cơ trượt lở khu vực thành phố Sơn La	Nguyễn Văn Minh	496
17	Giới thiệu bản đồ quảng bá chỉ dẫn địa lý sâm Ngọc Linh	Vũ Văn Chất Trần Thị Tuyết Mai Ngô Gia Long Trần Thị Tuyết Vinh	505

HỘI THẢO KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ TOÀN QUỐC NGHIÊN CỨU ỨNG DỤNG, PHÁT TRIỂN HẠ TẦNG DỮ LIỆU KHÔNG GIAN ĐỊA LÝ QUỐC GIA: VAI TRÒ CỦA CÔNG NGHỆ ĐO ĐẠC BẢN ĐỒ HIỆN ĐẠI

CÁC BÁO CÁO KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ

ĐỊNH VỊ VAI TRÒ CỦA THÔNG TIN DỮ LIỆU ĐỊA LÝ QUỐC GIA, ĐO ĐẠC BẢN ĐỒ HIỆN ĐẠI TRONG CHUYỂN ĐỔI SỐ QUỐC GIA

Hà Nội, tháng 11 - 2021

MỘT SỐ NHIỆM VỤ VÀ GIẢI PHÁP XÂY DỰNG HẠ TẦNG DỮ LIỆU KHÔNG GIAN ĐỊA LÝ QUỐC GIA

Hoàng Ngọc Lâm, Nguyễn Đại Đồng

Cục Đo đạc, Bản đồ và Thông tin địa lý Việt Nam

Tóm tắt. *Báo cáo này trình bày những kết quả về quá trình xây dựng hạ tầng dữ liệu không gian địa lý ở Việt Nam, và định hướng nhiệm vụ và giải pháp xây dựng hạ tầng dữ liệu không gian địa lý quốc gia Việt Nam trong giai đoạn tới.*

1. HIỆN TRẠNG VIỆC XÂY DỰNG HẠ TẦNG DỮ LIỆU KHÔNG GIAN ĐỊA LÝ QUỐC GIA

Luật Đo đạc và bản đồ ngày 14 tháng 6 năm 2018, Nghị định số 27/2019/NĐ-CP ngày 13 tháng 3 năm 2019 của Chính phủ quy định chi tiết một số điều của Luật Đo đạc và bản đồ đã quy định nội dung và một số nhiệm vụ cơ bản về hạ tầng dữ liệu không gian địa lý quốc gia, bao gồm: xây dựng chiến lược phát triển, kế hoạch triển khai thực hiện; chính sách, nguồn lực để xây dựng, phát triển; công nghệ, tiêu chuẩn, quy chuẩn kỹ thuật; xây dựng, tích hợp dữ liệu không gian địa lý; xây dựng, vận hành Cổng thông tin không gian địa lý Việt Nam. Các văn bản trên đây là cơ sở pháp lý quan trọng để triển khai, phát triển hạ tầng dữ liệu không gian địa lý quốc gia ở Việt Nam.

- Về hiện trạng dữ liệu không gian địa lý

Ở nước ta, Chính phủ và các cơ quan quản lý nhà nước đã sớm nhận thấy tầm quan trọng và những lợi ích to lớn từ dữ liệu không gian địa lý mang lại. Nhiều năm qua, các Bộ, ngành nói chung và ngành tài nguyên và môi trường nói riêng đã tập trung đầu tư xây dựng hệ thống dữ liệu không gian địa lý phục vụ nhu cầu quản lý nhà nước, phát triển kinh tế - xã hội, đảm bảo quốc phòng, an ninh. Đặc biệt trong giai đoạn từ năm 2008 đến năm 2012, Chính phủ đã quan tâm đầu tư cho ngành Đo đạc và Bản đồ, trong đó có 02 Dự án Chính phủ "Thành lập cơ sở dữ liệu nền thông tin địa lý ở tỷ lệ 1:10.000 gắn với mô hình số độ cao phủ trùm cả nước" và "Thành lập cơ sở dữ liệu nền thông tin địa lý ở tỷ lệ 1:2.000, 1:5.000 các khu vực đô thị, khu công nghiệp, khu kinh tế trọng điểm". Sản phẩm của các Dự án gồm cơ sở dữ liệu nền địa lý và bản đồ địa hình tỷ lệ 1:2.000, 1:5.000, 1:10.000 đã được bàn giao cho các tỉnh, thành phố trên toàn quốc.

Đến nay, dữ liệu phục vụ xây dựng hạ tầng dữ liệu không gian địa lý quốc gia hiện có:

+ Dữ liệu khung gồm: dữ liệu về hệ thống các điểm gốc đo đạc quốc gia, các mạng lưới đo đạc quốc gia; dữ liệu nền địa lý quốc gia, dữ liệu bản đồ địa hình quốc gia; dữ liệu ảnh hàng không, dữ liệu ảnh viễn thám; dữ liệu bản đồ chuẩn biên giới quốc gia; dữ liệu bản đồ địa giới hành chính; dữ liệu địa danh. Về cơ bản, các dữ liệu nêu trên đã được xây dựng đầy đủ theo tiêu chuẩn dữ liệu thống nhất. Đối với dữ liệu bản đồ chuẩn biên giới quốc gia, Bộ Tài nguyên và Môi trường đang khẩn trương thực hiện theo kết quả

phân giới cắm mốc giữa Việt Nam và các nước láng giềng.

+ Dữ liệu chuyên ngành: dữ liệu địa chính; dữ liệu bản đồ hiện trạng sử dụng đất; dữ liệu bản đồ điều tra, đánh giá tài nguyên nước; dữ liệu bản đồ địa chất, khoáng sản; dữ liệu bản đồ thổ nhưỡng; dữ liệu bản đồ hiện trạng rừng; dữ liệu bản đồ hiện trạng công trình ngầm; dữ liệu bản đồ hàng không dân dụng; dữ liệu hải đồ vùng nước cảng biển và luồng, tuyến hàng hải, vùng biển; dữ liệu bản đồ về phòng, chống thiên tai, cứu hộ, cứu nạn, khắc phục sự cố môi trường, ứng phó với biến đổi khí hậu; dữ liệu bản đồ giao thông; dữ liệu bản đồ quy hoạch cấp quốc gia, quy hoạch vùng, quy hoạch tỉnh, quy hoạch đơn vị hành chính - kinh tế đặc biệt, quy hoạch đô thị, quy hoạch nông thôn. Số lượng các loại dữ liệu này là rất lớn và thuộc phạm vi trách nhiệm của hầu hết các Bộ, ngành và địa phương. Tuy nhiên, hiện nay các dữ liệu này chưa được xây dựng theo các tiêu chuẩn dữ liệu thống nhất, chưa đảm bảo để tích hợp, chia sẻ sử dụng chung trên Cổng thông tin không gian địa lý Việt Nam. Dữ liệu bản đồ hiện trạng công trình ngầm chưa được các bộ, Ủy ban nhân dân cấp tỉnh triển khai xây dựng.

- Về chuẩn dữ liệu và chuẩn dịch vụ

Trong những năm qua, Bộ Tài nguyên và Môi trường đã chủ trì, phối hợp với các Bộ, ngành xây dựng hệ thống tiêu chuẩn, quy chuẩn kỹ thuật, quy định kỹ thuật về dữ liệu bao gồm: 31 Thông tư quy định kỹ thuật về dữ liệu cơ bản và chuyên ngành; 01 quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về chuẩn thông tin địa lý cơ sở; 06 quy chuẩn quốc gia về dữ liệu không gian địa lý cơ bản và chuyên ngành; công bố 13 tiêu chuẩn quốc gia về đo đạc và bản đồ cơ bản, 06 tiêu chuẩn quốc gia về đo đạc và bản đồ chuyên ngành xây dựng. Các tiêu chuẩn, quy chuẩn kỹ thuật quốc gia, quy định kỹ thuật hiện có về cơ bản đã đáp ứng yêu cầu xây dựng dữ liệu không gian địa lý quốc gia. Hệ thống tiêu chuẩn, quy chuẩn kỹ thuật, quy định kỹ thuật về dịch vụ hiển thị, chia sẻ, chuyển đổi, tích hợp, tra cứu và tải dữ liệu không gian địa lý đang được Bộ Tài nguyên và Môi trường nghiên cứu xây dựng đồng thời với việc xây dựng Cổng thông tin không gian địa lý Việt Nam.

- Về công nghệ

Các công nghệ tiên tiến được đưa vào áp dụng như: công nghệ định vị toàn cầu GNSS; đo vẽ bản đồ địa hình đáy biển bằng công nghệ số; ứng dụng công nghệ bay chụp ảnh số, công nghệ đo vẽ ảnh hàng không, ảnh vệ tinh để thành lập bản đồ địa hình, công nghệ bay quét laser kết hợp công nghệ thông tin địa lý (GIS) để xây dựng cơ sở dữ liệu nền địa lý quốc gia và thành lập bản đồ địa hình quốc gia phủ trùm cả nước.

- Về tồn tại, hạn chế

Phần lớn dữ liệu không gian địa lý chưa được cập nhật kịp thời, do đó chưa phù hợp với thực tế hiện nay và thiếu đồng bộ của các dữ liệu có liên quan; việc tích hợp giữa các loại dữ liệu còn xảy ra mâu thuẫn, chưa thống nhất; còn tình trạng dữ liệu chưa được cung cấp, chia sẻ để sử dụng chung mà do các cơ quan, tổ chức lưu giữ riêng, gây lãng phí và chồng chéo trong xây dựng dữ liệu địa lý.

Chưa có cơ chế khuyến khích các tổ chức, cá nhân phối hợp, tham gia cập nhật, cung cấp, chia sẻ dữ liệu không gian địa lý để tận dụng nhân lực, công nghệ và tài chính của toàn xã hội.

Chưa chú trọng công tác đào tạo về thông tin địa lý ở các cơ sở giáo dục để nâng cao hiểu biết và khả năng sử dụng dữ liệu không gian địa lý vào các công việc phục vụ các mục đích của xã hội và nâng cao dân trí.

Trước yêu cầu phát triển của đất nước đòi hỏi ngành Đo đạc và Bản đồ Việt Nam phải tiếp tục phát triển mạnh mẽ, đẩy nhanh việc xây dựng hạ tầng dữ liệu không gian địa lý quốc gia, đảm bảo tích hợp, chia sẻ dữ liệu không gian địa lý giữa các cơ quan, ban ngành, giữa trung ương với địa phương phục vụ xây dựng Chính phủ điện tử, hướng tới Chính phủ số, nền kinh tế số, xã hội số; tham gia, kết nối vào mạng lưới hạ tầng dữ liệu không gian địa lý khu vực, toàn cầu.

2. MỤC TIÊU VÀ ĐỊNH HƯỚNG XÂY DỰNG HẠ TẦNG DỮ LIỆU KHÔNG GIAN ĐỊA LÝ QUỐC GIA

Để đáp ứng các yêu cầu nhiệm vụ trên, thực hiện nhiệm vụ Chính phủ giao, Bộ Tài nguyên và Môi trường đã hoàn thành dự thảo Chiến lược xây dựng hạ tầng dữ liệu không gian địa lý quốc gia đến năm 2030, tầm nhìn đến năm 2045 với mục tiêu cụ thể sau:

a) Đến năm 2030: Xây dựng và quản lý hạ tầng dữ liệu không gian quốc gia đảm bảo tích hợp, chia sẻ dữ liệu không gian địa lý giữa các cơ quan, ban ngành, giữa trung ương với địa phương phục vụ xây dựng Chính phủ điện tử, hướng tới Chính phủ số, nền kinh tế số, xã hội số; tham gia, kết nối vào mạng lưới hạ tầng dữ liệu không gian địa lý khu vực. Đảm bảo 100% dữ liệu không gian địa lý kết nối, chia sẻ trên toàn quốc phục vụ cung cấp thông tin, dịch vụ công cho tổ chức, cá nhân.

b) Tầm nhìn đến năm 2045: Phát triển hạ tầng dữ liệu không gian địa lý quốc gia đảm bảo tạo dựng, duy trì, nâng cao giá trị thông tin, dữ liệu, sản phẩm đo đạc và bản đồ, đáp ứng yêu cầu về dữ liệu không gian địa lý của toàn xã hội, phục vụ các nhiệm vụ về quốc phòng, an ninh, Chính phủ số, nền kinh tế số, xã hội số; tham gia, kết nối vào mạng lưới hạ tầng dữ liệu không gian địa lý toàn cầu.

3. CÁC NHIỆM VỤ VÀ GIẢI PHÁP XÂY DỰNG HẠ TẦNG DỮ LIỆU KHÔNG GIAN ĐỊA LÝ QUỐC GIA

Để thực hiện các mục tiêu xây dựng hạ tầng dữ liệu không gian địa lý quốc gia trên, Bộ Tài nguyên và Môi trường xác định các nhiệm vụ và giải pháp đồng bộ bao gồm:

3.1. Hoàn thiện thể chế, chính sách pháp luật về đo đạc và bản đồ

a) Xây dựng kế hoạch triển khai thực hiện xây dựng hạ tầng dữ liệu không gian địa lý quốc gia, trình Chính phủ phê duyệt.

b) Xây dựng mô hình tổ chức, quy định về quản lý và chia sẻ dữ liệu không gian địa lý giữa các bộ, ngành, giữa trung ương và địa phương, giữa các sở ngành thuộc địa phương.

c) Xây dựng quy định về quyền hạn, vai trò và trách nhiệm của từng cơ quan, tổ chức trong việc tham gia xây dựng hạ tầng dữ liệu không gian địa lý quốc gia.

d) Xây dựng quy định về báo cáo, giám sát kết quả thực hiện xây dựng hạ tầng dữ liệu không gian địa lý quốc gia.

3.2. Xây dựng, hoàn thiện hệ thống tiêu chuẩn, quy chuẩn kỹ thuật về hạ tầng dữ liệu không gian địa lý

a) Xây dựng tiêu chuẩn, quy chuẩn kỹ thuật về dữ liệu không gian địa lý, siêu dữ liệu; các chuẩn phương pháp, chuẩn quy trình, chuẩn dịch vụ.

b) Xây dựng tiêu chuẩn, quy chuẩn kỹ thuật, quy định kỹ thuật về kiến trúc hệ thống của hạ tầng dữ liệu không gian địa lý gồm các tiêu chuẩn về kiến trúc mạng, hạ tầng thông tin mạng.

c) Xây dựng tiêu chuẩn, quy chuẩn kỹ thuật, quy định kỹ thuật về dịch vụ hiển thị, chia sẻ, chuyển đổi, tích hợp, tra cứu và tải dữ liệu không gian địa lý.

3.3. Xây dựng, cập nhật cơ sở dữ liệu nền địa lý quốc gia

a) Xây dựng, cập nhật cơ sở dữ liệu nền địa lý quốc gia và bản đồ địa hình quốc gia làm dữ liệu khung phục vụ xây dựng hạ tầng dữ liệu không gian địa lý quốc gia.

b) Tăng cường năng lực trang thiết bị kỹ thuật, công nghệ trong công tác cập nhật, quản lý, khai thác, vận hành cơ sở dữ liệu nền địa lý quốc gia.

3.4. Xây dựng, vận hành Cổng thông tin không gian địa lý Việt Nam

a) Xây dựng Cổng thông tin không gian địa lý Việt Nam theo mô hình trung tâm dữ liệu không gian địa lý đảm bảo liên kết và quản lý thống nhất các cơ sở dữ liệu không gian địa lý thông qua địa chỉ truy cập trên mạng Internet; có khả năng kết nối, đồng bộ với Cổng dữ liệu quốc gia; phát triển các dịch vụ dữ liệu thông qua Cổng thông tin không gian địa lý Việt Nam. duy trì, vận hành Cổng thông tin không gian địa lý Việt Nam đảm bảo liên tục, an toàn an ninh.

b) Xây dựng, kết nối và tích hợp dữ liệu không gian địa lý quốc gia vào Cổng thông tin không gian địa lý Việt Nam bao gồm các dữ liệu sau: dữ liệu khung, dữ liệu chuyên ngành, dữ liệu địa chỉ, dữ liệu thống kê.

3.5. Đổi mới việc quản lý, nâng cao hiệu quả khai thác, sử dụng thông tin, dữ liệu không gian địa lý

a) Tăng cường tuyên truyền về giá trị của thông tin, dữ liệu không gian địa lý hỗ trợ cho việc ra quyết định và phát triển kinh tế-xã hội.

b) Đa dạng hóa các dịch vụ cung cấp thông tin, dữ liệu không gian địa lý bao gồm việc xây dựng và cung cấp dữ liệu mở; hỗ trợ kỹ thuật, công nghệ đối với người dùng trong việc chia sẻ, khai thác sử dụng dữ liệu không gian địa lý dễ dàng hiệu quả.

c) Xây dựng mô hình quản lý, cơ chế tích hợp, chia sẻ lợi ích để sử dụng chung thông tin, dữ liệu không gian địa lý hiệu quả giữa các bộ ngành, giữa trung ương và địa phương và các nhà đầu tư.

d) Thiết lập hợp tác liên ngành, lĩnh vực, tổ chức, cá nhân trong và ngoài nước trong xây dựng, duy trì, chia sẻ thông tin, thông tin, dữ liệu không gian địa lý nâng cao hiệu quả sử dụng chung thông tin, dữ liệu không gian địa lý phù hợp với cơ chế thị trường.

3.6. Nghiên cứu khoa học, ứng dụng và phát triển công nghệ, hợp tác quốc tế về hạ tầng dữ liệu không gian địa lý

a) Xây dựng chương trình hành động cụ thể để nghiên cứu, chuyển giao, triển khai các công nghệ mới trong xây dựng hạ tầng dữ liệu không gian địa lý quốc gia.

b) Lựa chọn ưu tiên nghiên cứu một số công nghệ lõi như: điện toán đám mây, trí tuệ nhân tạo, phân tích dữ liệu lớn trong thu nhận, cập nhật, xử lý và cung cấp thông tin, dữ liệu không gian địa lý.

c) Tăng cường hội nhập và hợp tác quốc tế để thúc đẩy việc đào tạo nguồn nhân lực chất lượng cao, trao đổi chuyên gia, nghiên cứu, ứng dụng và chuyển giao công nghệ trong xây dựng hạ tầng dữ liệu không gian địa lý.

3.7. Đào tạo, bồi dưỡng nguồn nhân lực đáp ứng cho xây dựng hạ tầng dữ liệu không gian địa lý quốc gia

a) Nâng cao chất lượng đào tạo đại học, sau đại học, đổi mới chương trình, nội dung, phương pháp giảng dạy về đo đạc và bản đồ phù hợp với xu hướng phát triển của ngành Đo đạc và Bản đồ và xây dựng hạ tầng dữ liệu không gian địa lý quốc gia.

b) Tăng cường đào tạo ở nước ngoài cho các lĩnh vực, chuyên ngành mà Việt Nam chưa có điều kiện đào tạo để phát triển đội ngũ cán bộ đo đạc và bản đồ chuyên sâu, chất lượng cao về hạ tầng dữ liệu không gian địa lý quốc gia.

c) Xây dựng chương trình và đào tạo về đo đạc và bản đồ, điện toán đám mây, trí tuệ nhân tạo, phân tích dữ liệu lớn trong thu nhận, cập nhật, xử lý và cung cấp thông tin, dữ liệu không gian địa lý trong các trường đại học có liên quan đến đo đạc và bản đồ, công nghệ thông tin.

d) Tổ chức đào tạo, bồi dưỡng nâng cao năng lực chuyên môn nghiệp vụ cho đội ngũ cán bộ liên quan đến hạ tầng dữ liệu không gian địa lý quốc gia tại các bộ, ngành, địa phương.

Để thực hiện những nhiệm vụ trên, Cục Đo đạc, Bản đồ và Thông tin địa lý Việt Nam thuộc Bộ Tài nguyên và Môi trường là cơ quan có chức năng xây dựng, cập nhật, quản lý, khai thác hạ tầng dữ liệu không gian địa lý sẽ phối hợp chặt chẽ với các cơ quan, tổ chức có liên quan để đảm bảo dữ liệu không gian địa lý kết nối, chia sẻ trên toàn quốc phục vụ xây dựng Chính phủ điện tử, hướng tới Chính phủ số, nền kinh tế số, xã hội số./.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. Quốc hội, 2018. Luật Đo đạc và bản đồ, Luật số 27/2018/QH14, Hà Nội.

[2]. Chính phủ, 2019. Nghị định số 27/2019/NĐ-CP của Chính phủ quy định chi tiết một số điều của Luật đo đạc và bản đồ.

[3]. Thủ tướng Chính phủ, 2008. Quyết định số 33/2008/QĐ-TTg phê duyệt Chiến lược phát triển ngành Đo đạc và Bản đồ Việt Nam đến năm 2020.

[4]. Nhóm nghiên cứu chung của Ngân hàng Thế giới và Bộ Tài nguyên và Môi trường do GS.TSKH Đặng Hùng Võ làm Trưởng nhóm, 2012. Nghiên cứu chiến lược phát triển hạ tầng thông tin quốc gia cho Việt Nam, Hà Nội.

[5]. Trần Bạch Giang, 2018. Xây dựng, phát triển và quản lý hạ tầng dữ liệu không gian địa lý quốc gia việt Nam. Tuyển tập báo cáo Hội nghị Khoa học, công nghệ toàn quốc ngành đo đạc và bản đồ.

[6]. Dự thảo ”Chiến lược phát triển ngành Đo đạc và Bản đồ Việt Nam và xây dựng hạ tầng dữ liệu không gian địa lý quốc gia đến năm 2030,tầm nhìn đến năm 2045”.

CÔNG NGHỆ THÔNG TIN ĐỊA LÝ (GIT): XU HƯỚNG VÀ SẢN PHẨM MỚI

Nguyễn Phi Sơn

Viện Khoa học Đo đạc và Bản đồ, Bộ Tài nguyên và Môi trường

Ngày nhận bài: 26/7/2021 - Ngày phản biện: 29/7/2021 - Ngày chấp nhận đăng: 15/08/2021

Tóm tắt. *Công nghệ thông tin địa lý (GIT) đang được nhắc đến như một công nghệ lớn của thế kỷ 21, bao trùm toàn bộ dữ liệu, công nghệ của đo đạc bản đồ, công nghệ thông tin và truyền thông. GIT được coi như một nền tảng cho chuyển đổi số, đổi mới sáng tạo và xã hội thông minh. Bài báo này sẽ phân tích các xu hướng của thế giới, thực trạng GIT ở Việt Nam và đề xuất phát triển các sản phẩm mới từ GIT phù hợp với sự phát triển của các xu hướng công nghệ và quá trình chuyển đổi số quốc gia trong cách mạng công nghiệp lần thứ tư ở Việt Nam.*

Từ khóa: *công nghệ thông tin địa lý; GIT; dữ liệu không gian địa lý; đo đạc bản đồ; ICT.*

1. GIỚI THIỆU

Trong nhiều thập kỷ qua thuật ngữ GIS - hệ thống thông tin địa lý đã trở nên quen thuộc và phổ biến. Trong những năm gần đây, một khái niệm mới "Công nghệ thông tin địa lý" (Geographic Information Technologies - GIT) đã được đề cập đến với phạm vi rộng hơn, hiện đại hơn GIS và nó đã trở thành một thuật ngữ khá phổ biến trong hệ sinh thái địa lý [3]. GIT bao gồm các thành phần: viễn thám (RS), hệ thống thông tin địa lý (GIS), hệ thống định vị vệ tinh toàn cầu (GNSS), công nghệ thông tin và truyền thông (ICT) [6, 7]. Trên thực tế, Bộ Lao động Hoa Kỳ đã chỉ định công nghệ thông tin địa lý là một trong ba "công nghệ lớn" của thế kỷ 21 - ngay sau công nghệ nano và công nghệ sinh học [10]. Sự chấp nhận và tác động rộng rãi của GIT với xã hội ngày nay dựa trên sự phát triển vượt bậc của công nghệ thông tin, các phương tiện điện tử thông minh, dữ liệu thông tin địa lý đã được khẳng định và được coi trọng "một số hệ thống thông tin có tầm quan trọng chiến lược đối với nền kinh tế của mỗi quốc gia - một dạng cơ sở hạ tầng quốc gia, bên cạnh các cơ sở hạ tầng khác" [6].



Hình 1. Mô hình của GIT (Nguồn Internet)

Việt Nam đã phê duyệt Chương trình chuyển đổi số quốc gia đến năm 2025, định hướng đến 2030 (Quyết định số 749/QĐ-TTg ngày 3/6/2020), nhằm đáp ứng yêu cầu phát

triển đất nước trong thời kỳ mới. Đây là kế hoạch quan trọng của Chính phủ nhằm thực hiện nghị quyết số 52-NQ/TW ngày 27/9/2019 của Bộ chính trị về một số chủ trương, chính sách chủ động tham gia cuộc cách mạng công nghiệp lần thứ tư, trong đó nhấn mạnh yêu cầu cấp bách để đẩy nhanh quá trình chuyển đổi số. Trong xu hướng kỷ nguyên số toàn cầu, cuộc cách mạng công nghiệp 4.0 ở Việt Nam đã được các ngành, các cấp, các thành phần kinh tế bắt nhịp một cách mạnh mẽ nhằm đổi mới công nghệ, phương thức sản xuất gắn liền với phát triển xã hội số, kinh tế số, chính phủ số, quốc gia số, đô thị thông minh… Đây là cơ hội và thách thức đối với phát triển dữ liệu không gian địa lý quốc gia nói riêng và GIT nói chung. GIT liên tục phải đổi mới, nhanh hơn, chính xác hơn, kịp thời hơn, hiệu quả hơn và "thông minh" hơn là những mục tiêu đặt ra cho GIT trong bối cảnh đó [4].

Luật Đo đạc và bản đồ 2018 khi đề cập đến các vấn đề về công nghệ, dữ liệu, quản lý thông tin và chia sẻ dữ liệu đều dựa trên nền tảng công nghệ số. Dữ liệu số được xây dựng dựa trên các việc tích hợp các công nghệ mới như Blockchain, trí tuệ nhân tạo, dữ liệu lớn với GIS đã làm phong phú thêm nội dung của GIT và thúc đẩy sự đổi mới GIT. Bên cạnh đó Việt Nam đã hoàn thành và đưa vào sử dụng mạng VNGEONET quốc gia, đảm bảo cung cấp thông tin định vị, dẫn đường và các dịch vụ về vị trí không gian cho nền kinh tế… Tất cả nền tảng này đã góp phần đẩy nhanh các ứng dụng của GIT ở Việt Nam [1].

Với bối cảnh của GIT ở trên thế giới như vậy, cần phải nhìn nhận và định hướng rõ ràng, đầy đủ về sự phát triển của GIT ở Việt Nam trong từ 10 đến 20 năm tới nhằm đánh giá đúng vai trò của dữ liệu không gian địa lý trong tiến trình phát triển của đất nước. Đặc biệt là việc nghiên cứu, phát triển các ứng dụng mới, sản phẩm mới phù hợp với sự phát triển chung của GIT trên thế giới gắn liền với việc phát triển kinh tế - xã hội, quản lý tài nguyên, bảo vệ môi trường.

2. TỔNG QUAN GIT Ở VIỆT NAM

Để đánh giá tổng quan về GIT đối với một quốc gia là rất khó khăn, bởi thông tin chính xác, định lượng cần phải được điều tra khá tỉ mỉ. Việc tiếp cận GIT theo quan điểm "trụ cột" hình thành và "vai trò" phát triển sẽ cung cấp cái nhìn khái quát về GIT ở Việt Nam. Xu hướng của GIT đó là mối liên kết chéo của công nghệ không gian địa lý và kỹ thuật số, tức là dữ liệu địa lý được thu nhận, xử lý, lưu trữ và cung cấp trên các nền tảng khác để tạo ra kiến thức và các giải pháp hữu ích. GIT bao gồm 3 trụ cột chính: thu nhận và xử lý; tiêu chuẩn và quy trình; quản lý và chia sẻ. Về vai trò, GIT cần được xem xét trong chức năng, nhiệm vụ của ngành Đo đạc và Bản đồ với các chiến lược, chương trình lớn của quốc gia.

Về công nghệ thu thập và xử lý: lĩnh vực Đo đạc và Bản đồ đã đi được một chặng đường dài, từ việc sử dụng thiết bị kinh vĩ đo góc, đo cạnh; biên tập, biên vẽ bản đồ trên giấy… cho đến nay, các thiết bị công nghệ đã phát triển vượt trội, thu nhận thông tin, dữ liệu nhanh hơn, chính xác hơn, tiện ích hơn, đặc biệt dữ liệu đều ở dạng số. Đề cập đến

công nghệ đo đạc, bản đồ và thông tin địa lý trong thu nhận dữ liệu có nhiều cách tiếp cận và đánh giá trình độ công nghệ, năng lực khác nhau. Theo chuyên môn bao gồm công nghệ đo cao, công nghệ định vị, công nghệ đo sâu, công nghệ viễn thám, công nghệ GIS…; theo sản phẩm bao gồm công nghệ thu nhận dữ liệu, công nghệ phân tích và xử lý dữ liệu, công nghệ chia sẻ và lưu trữ dữ liệu… hoặc theo phạm vi triển khai có công nghệ đo đạc biển, công nghệ đo đạc bằng tàu bay, công nghệ đo đạc mặt đất… hầu hết đều được thu nhận, xử lý và chia sẻ trên nền tảng ICT.

Mặt bằng công nghệ chung của đo đạc bản đồ nước ta từ các cơ quan nhà nước đến các doanh nghiệp đang ở mức khá so với các nước trong khu vực. Các kết quả ứng dụng công nghệ đo vẽ ảnh số, công nghệ LiDAR trong thành lập bản đồ địa hình, bản đồ địa chính, mô hình số độ cao; ứng dụng công nghệ đo sâu chùm tia trong đo đạc, thành lập bản đồ địa hình đáy biển; nghiên cứu ứng dụng hệ thống thông tin địa lý (GIS) trong việc xây dựng và hoàn thiện cơ sở dữ liệu nền địa lý quốc gia; xây dựng và phát triển mạng lưới trạm định vị vệ tinh thường trực quốc gia (VNGEONET); phát triển hạ tầng dữ liệu không gian địa lý quốc gia… đã tạo ra nhiều bộ bản đồ địa hình, cơ sở dữ liệu nền địa lý quốc gia phủ trùm lãnh thổ.

Về thiết bị công nghệ, các đơn vị, doanh nghiệp trong lĩnh vực đo đạc bản đồ đều đang sử dụng của các hãng thiết bị lớn và uy tín trên thế giới như Trimble, SOKIA, Leica, NIKON, TOPKON, GEOMAX…, về phần mềm công nghệ, có thể kế đến như ESRI, INTERGRAPH, ERDAS, Bernese… Từ 2003, Việt Nam đã tiếp nhận và khai thác trạm thu ảnh viễn thám SPOT, đã có vệ tinh VNRedSat thuộc hệ thống giám sát tài nguyên thiên nhiên và môi trường.

Về tiêu chuẩn và quy trình: Luật Đo đạc và bản đồ là văn bản pháp lý quan trọng và cao nhất, điều chỉnh mọi hoạt động đo đạc và bản đồ đã được Quốc hội thông qua năm 2018. Dưới Luật đã có 02 nghị định quy định chi tiết một số điều của Luật, quy định về xử phạt hành chính trong lĩnh vực đo đạc bản đồ; 12 tiêu chuẩn, quy chuẩn kỹ thuật quốc gia; hơn 20 thông tư ban hành về quy định kỹ thuật, quy trình công nghệ, định mức kinh tế - kỹ thuật. Nói chung về hành lang pháp lý trong hoạt động đo đạc và bản đồ đã và đang được hoàn thiện một cách kịp thời, có tầm nhìn, hiện đại, phù hợp với chính sách, pháp luật của Nhà nước, đặc biệt là các văn bản về kỹ thuật - công nghệ đã phát huy được trong thực tiễn, đáp ứng theo phát triển của xã hội, xu thế về công nghệ trong tương lai. Bên cạnh đó, các văn bản quy định về hoạt động viễn thám nói chung và công nghệ - kỹ thuật ứng dụng viễn thám nói riêng cũng đã được ban hành.

Về quản lý và chia sẻ: tất cả dữ liệu đo đạc và bản đồ đều được lưu trữ ở dạng số, việc khai thác, sử dụng tài nguyên số này là bài toán của công nghệ thông tin và truyền thông, các phương tiện được sử dụng để cung cấp các giải pháp đưa tri thức, đưa thông tin, đưa tài nguyên đến người dùng cuối thông qua Internet vạn vật (IoT), trí tuệ nhân tạo (AI). Vì vậy, điện toán đám mây (IC), truyền dẫn không dây băng thông rộng và dữ liệu

lớn (WBB), phương tiện truyền thông xã hội, ứng dụng di động và các cổng thông tin Web (nói chung là các nền tảng cung cấp - Delivery platforms). Trong thời gian gần đây, các vấn đề về ứng dụng ICT vào khai thác dữ liệu bản đồ, dữ liệu nền địa lý quốc gia, khai thác WebGIS đã được nhiều cơ quan, đơn vị sử dụng. Đặc biệt việc nghiên cứu ứng dụng "khoa học máy tính hiện đại" như CSDL, trí tuệ nhân tạo, cấu trúc dữ liệu và thuật giải, học máy, học sâu… đã tạo ra và cung cấp kiến thức mới, sản phẩm mới cho người dùng một cách hiệu quả và thông minh hơn.

Nói tóm lại các nền tảng cơ bản về thông tin, dữ liệu, công nghệ, thiết bị đo đạc bản đồ ở Việt Nam cơ bản đáp ứng cho sự phát triển của GIT trong tương lai. Hiện nay, chính phủ cũng như người dân đang đòi hỏi những vấn đề rất cụ thể đối với GIT, đó là *vai trò của GIT trong chuyển đổi số, chính phủ điện tử, phát triển NSDI, xây dựng thành phố thông minh (smart city)…* Dữ liệu nền cơ sở địa lý quốc gia các tỷ lệ đã phủ trùm lãnh thổ, đáp ứng độ chính xác, mức độ chi tiết và thống nhất, đáp ứng sứ mệnh của Đo đạc và Bản đồ trong quá trình chuyển đổi số quốc gia, xây dựng chính phủ điện tử và xây dựng đô thị thông minh.

3. CÁC XU HƯỚNG CỦA GIT TRONG CUỘC CÁCH MẠNG ICT

Một báo cáo gần đây của Ủy ban cố vấn không gian địa lý quốc gia Hoa Kỳ (NGAC) đã xác định các công nghệ mới, đang lên trong thập kỷ tới có tầm quan trọng đối với các cơ quan Liên bang và cộng đồng, đó là công nghệ không gian địa lý. NGAC đã xác định 5 xu hướng công nghệ đang tạo điều kiện, cấu trúc lại và thúc đẩy sự phát triển công nghệ thông tin địa lý [5] đó là: cuộc cách mạng thời gian thực; thu nhỏ công nghệ; sự phổ biến của nền tảng cảm biến và lập bản đồ di động; mở rộng mạng không dây và Web; những tiến bộ trong năng lực tính toán cho nghiên cứu không gian địa lý.

Theo yêu cầu của Ủy ban Liên hợp quốc các chuyên gia về Không gian địa lý Quản lý thông tin toàn cầu, Cục Bản đồ Vương quốc Anh, tháng 10 năm 2020 [10], đã đưa ra 4 nhóm động lực và xu hướng mới của thông tin không gian địa lý trong 5 đến 10 năm tới. Trong đó, sự gia tăng về cơ sở hạ tầng kỹ thuật số của tương lai sẽ phát triển theo hướng kết nối phổ biến thông qua 5G; ứng dụng bản sao kỹ thuật số (Digital Twin) trong xây dựng thành phố thông minh; hệ thống giao thông thông minh và điện toán biên (edge computing); công nghệ trực quan hóa và trải nghiệm thực tế ảo (immersive experience); tạo dựng cộng tác cùng các chuẩn. Xu hướng gia tăng của trí tuệ nhân tạo, dữ liệu lớn và phân tích dữ liệu tập trung vào việc nhận diện giá trị thông qua dữ liệu lớn và phân tích dữ liệu; tiềm năng của trí thông minh nhân tạo đối với các sản phẩm không gian địa lý. Xu hướng công nghệ và định hướng hướng tương lai về xây dựng, bảo trì và quản lý dữ liệu sẽ tập trung vào sự phát triển các làn sóng xây dựng dữ liệu mới (dựa vào các công nghệ và phương pháp tạo dựng dữ liệu mới); quản lý một "thế giới" các dữ liệu; tích hợp thông tin thống kê và không gian địa lý; kết nối dữ liệu; điện toán đám mây; phát triển các chuẩn mở phù hợp với mục đích; tạo và bảo trì dữ liệu theo hướng chuyên nghiệp.

Xu hướng phát triển luật pháp, chính sách và đạo đức tập trung vào việc nâng cao nhận thức của các chính phủ; tăng cường tạo dựng quan hệ đối tác nhằm cung cấp tài chính cho việc thu nhận dữ liệu của thế giới thực đang thay đổi; tạo dựng, cung cấp dữ liệu mở; cấp phép, định giá và "quyền sở hữu" dữ liệu; quyền riêng tư dữ liệu, "đạo đức" dữ liệu và an ninh mạng; sự khác biệt giữa tiến bộ công nghệ và khuôn khổ pháp lý và chính sách.

Công ty phần mềm SuperMap (www.supermap.com) đã đề cập đến 5 xu thế ảnh hưởng đến sự phát triển của GIT trong những năm tới đây. Trong đó, xu hướng GIS 3D đã dần trở thành một trong những hướng nghiên cứu chủ đạo của GIS với sự phát triển không ngừng của các lý thuyết và công nghệ khác nhau của công nghệ GIS, công nghệ máy tính, đồ họa máy tính, công nghệ thực tế ảo, công nghệ đo đạc và bản đồ…; xu hướng trí tuệ nhân tạo GIS (AI GIS), bao gồm ba nội dung cốt lõi là GeoAI, AI cho GIS và GIS cho AI; xu hướng dữ liệu lớn GIS, bao gồm quản lý dữ liệu lớn không gian mới nổi và hiệu suất tính toán của dữ liệu không gian truyền thống; xu hướng Cloud GIS (Cloud Native GIS) đề cập đến các công nghệ liên quan đến GIS được thiết kế và tối ưu hóa cho môi trường đám mây; xu hướng GIS đa nền tảng đề cập đến cùng một tập hợp các hạt nhân cơ bản của GIS, hỗ trợ nhiều thiết bị phần cứng và hoạt động cùng lúc bằng cách cung cấp cấu trúc dữ liệu thống nhất, thuật toán phân tích, hiển thị trực quan, giao diện truy cập và phát triển và phương pháp hoạt động của người dùng.

Ngoài ra còn một số các nghiên cứu khác liên quan đến các xu hướng phát triển hay chiến lược phát triển của GIT nói chung đều dựa trên nền tảng phát triển của công nghệ thông tin - truyền thông [9, 11]. Qua tổng hợp các công bố của các tác giả, chúng tôi nhận thấy 6 xu hướng cơ bản của GIT trong những thập kỷ tới đó là:

Xu hướng 1. Dữ liệu thời gian thực

Dữ liệu thời gian thực ngày càng có sẵn nhờ mức độ kết nối cao, cũng như khả năng lưu trữ dữ liệu trên dịch vụ điện toán đám mây và truy cập thông qua điện toán biên. Dữ liệu thời gian thực có ứng dụng rộng rãi trong tất cả các lĩnh vực cần thông tin, kịp thời xử lý, phân tích, đánh giá và ra quyết định hoặc tự động quyết định phương án. Sự đổi mới này đang hoạt động như một tác nhân thay đổi cốt lõi trong lĩnh vực bản đồ địa lý, khoa học GIS và nhiều lĩnh vực không gian địa lý liên quan. Nó thiết lập lại một cách sâu sắc các mối quan hệ và cấu trúc truyền thống; mở rộng các hướng nghiên cứu mới; chuyển đổi các cách thức mà dữ liệu địa lý hiện được thu thập, lập bản đồ, mô hình hóa, đặc biệt là kịp thời cập nhật thông tin không gian và thuộc tính của các đối tượng, hiện tượng và quá trình. Đây chính là một phương thức mới tạo sự đồng bộ giữa tính không gian và tính thời gian của dữ liệu mà GIT phải hướng tới.

Xu hướng 2. Cảm biến ở khắp mọi nơi

Do sự gia tăng của điện thoại thông minh, công nghệ không dây, thiết bị di động, hệ thống cảm biến đa phương tiện được lắp đặt ở khắp mọi nơi trên bề mặt đất, trên UAV, ô tô, tàu thủy, đến những hệ thống quan sát trái đất như vệ tinh viễn thám hay các vệ tinh

nhỏ… đã tạo ra mạng lưới các cảm biến thu nhận thông tin, hình ảnh chỉ thị, chỉ số… cho hầu hết các ngành, lĩnh vực. Phương thức thu nhận dữ liệu này sẽ đảm bảo cho hoạt động giám sát và thu nhận dữ liệu liên tục theo thời gian thực. Việc hoàn thiện công nghệ thu nhận, cải thiện phương pháp kỹ thuật xử lý, đồng bộ, đồng hóa, chuẩn hóa dữ liệu từ đó cung cấp, chia sẻ dữ liệu, sản phẩm và dịch vụ một cách hiệu quả nhất cho người dùng. Ở đây cũng đặt ra vấn đề pháp lý trong điều chỉnh hoạt động thu nhận, cung cấp hay thương mại hóa dữ liệu địa lý của doanh nghiệp, cá nhân, tổ chức ngoài nhà nước.

Xu hướng 3. Kết nối và tương lai 5G

Thông tin dữ liệu có ở khắp mọi nơi, từ cá nhân, đơn vị hay tổ chức, ở nhiều thời điểm và hình thức lưu trữ rất đa dạng, sự kết nối và truyền dẫn dữ liệu theo phương thức nào để khai thác hiệu quả, an toàn và kịp thời là vấn đề quan trọng trong những năm tới đây. Khả năng kết nối là một yếu tố quan trọng đối với công nghệ không gian địa lý vì nó cho phép dữ liệu được truyền nhanh hơn ở nhiều địa điểm hơn, nhiều định dạng hơn. Đo đạc GNSS - CORS - RTK là một ví dụ về vấn đề kết nối và đường truyền thời gian thực, hay trong tương lai việc cập nhật thông tin địa lý thông qua các thiết bị cầm tay đồng bộ về máy chủ, hay việc truy cập và khai thác cổng thông tin địa lý quốc gia… là những vấn đề mà GIT cần đánh giá và dự báo kịp thời để xu hướng này đáp ứng được nhu cầu ngày càng tăng về các phương pháp truyền dữ liệu được cải tiến và phân phối dữ liệu không gian địa lý cho người dùng cuối. Điều này đang tạo cơ sở cho các cơ quan, tổ chức và người dùng trên chia sẻ và sử dụng rộng rãi hơn dữ liệu không gian.

Xu hướng 4. Trí tuệ nhân tạo

Trí tuệ nhân tạo (AI) và máy học (ML) là các kỹ thuật thuộc các khoa học máy tính hiện đại, có vai trò thực hiện các nhiệm vụ cần có trí thông minh của con người, chẳng hạn như phân tích dữ liệu, nhận thức trực quan, đánh giá định lượng hoặc ra quyết định… AI/ML ngày càng được sử dụng nhiều hơn trong lĩnh vực không gian địa lý và rất hiệu quả vì nó có thể cung cấp những kiến thức hữu ích không thể chiết xuất được từ quá trình xử lý thủ công một lượng lớn dữ liệu. Đây là một xu hướng vô cùng quan trọng trong bài toán phân tích, xử lý của GIT. Vấn đề máy móc từng bước hỗ trợ và thay thế từng phần trí tuệ của con người phải dựa trên thông tin, dữ liệu, mẫu huấn luyện… đó chính là vai trò của GIT.

Xu hướng 5. Điện toán đám mây và điện toán biên

Sự gia tăng nhanh chóng về khả năng tạo ra lượng lớn dữ liệu, khả năng lưu trữ, xử lý và phân tích dữ liệu cũng tăng lên một cách tương ứng. Công nghệ đám mây đã mang lại khả năng lưu trữ dữ liệu với chi phí thấp, luôn sẵn sàng mọi lúc và mọi nơi. Lưu trữ một gigabyte dữ liệu có giá 250.000 bảng vào năm 1980 đến nay chỉ còn 0,01 bảng [9], có nghĩa là người dùng hiện có thể phân tích các tập dữ liệu khổng lồ mà trước đây không thể lưu trữ. Điện toán biên cho khả năng xử lý và lưu trữ dữ liệu nhanh hơn, có nghĩa là các ứng dụng yêu cầu dữ liệu thời gian thực và xử lý gần như ngay lập tức hiện có thể thực hiện được.

Xu hướng 6. Trực quan hóa dữ liệu

Dữ liệu địa lý khác các nguồn dữ liệu khác là khả năng hiển thị theo vị trí, theo tính chất và đặc trưng ở dạng mô hình hóa (ký hiệu hóa) và dưới nhiều hình thức như bản đồ giấy, bản đồ số trên nhiều phương tiện, hình ảnh hay mô hình. Từ sản phẩm dữ liệu thông tin bản đồ trên 2D, đến nay các công nghệ hình ảnh hóa mới cho phép biểu diễn ở định dạng 3D theo thời gian thực 4D, thậm chí các bản đồ động (Dynamic Map) biểu thị tức thời các hiện tượng, quá trình theo thời gian thực [9] một cách trực quan hóa tối đa. Vai trò của GIT thể hiện ở việc định dạng dữ liệu bản đồ, biểu đồ trên các phương tiện khác nhau như điện thoại thông minh, thiết bị cầm tay, laptop, máy tính để bàn… phương pháp biểu thị dữ liệu, bản đồ trên các phương tiện đó.

Có thể nhận thấy 6 xu hướng GIT đều xuất phát từ sự phát triển của ICT. Phát triển GIT sẽ góp phần vào sự tăng trưởng của nền kinh tế, làm cơ sở cho các ngành công nghiệp, nông nghiệp và khai thác tài nguyên bền vững, bảo vệ môi trường, phòng chống thiên tai và biến đổi khí hậu. Trong những thập niên tới, máy tính hay thiết bị điện tử thông minh sẽ luôn đồng hành cùng con người trong công việc và đời sống. Như vậy, những cơ quan về GIT cần nhận diện và xây dựng kế hoạch, chiến lược hợp lý để bắt nhịp tốt với xu thế chung của xã hội, phù hợp chiến lược phát triển bền vững Việt Nam giai đoạn 2021 - 2030 (Quyết định 432/QĐ-TTg).

4. ƯU TIÊN PHÁT TRIỂN MỘT SỐ SẢN PHẨM CỦA GIT Ở VIỆT NAM

Những thay đổi trong công nghệ ICT ngày nay đòi hỏi những người làm công tác đo đạc và bản đồ phải xác định được vai trò của bản đồ, dữ liệu địa lý, của số liệu tọa độ, độ cao, trọng lực… trong quá trình hoạt động của các ngành kinh tế - xã hội, cơ quan nhà nước các cấp và người dân. Sự đa dạng của sản phẩm, phương thức cung cấp và chia sẻ dữ liệu… đặc biệt là công nghệ thu nhận nhanh hơn, chính xác hơn và kịp thời hơn nhằm đáp ứng yêu cầu người dùng… là những vấn đề cụ thể mà các cơ quan, tổ chức, doanh nghiệp cần định hướng để đào tạo, nâng cao nguồn nhân lực trong hoạt động của mình. Trong thời gian tới khi xã hội cần đến dữ liệu không gian nhiều hơn, các ngành kinh tế, các thành phần xã hội sẽ dùng đến định vị và dẫn đường nhiều hơn, đây chính là cơ hội để các trường đại học nâng cao chất lượng và phạm vi đào tạo kỹ sư địa tin học, đo đạc bản đồ; các doanh nghiệp, tổ chức cần phải đổi mới công nghệ, đầu tư nguồn lực để bắt kịp với xu hướng. Ở Hoa Kỳ, sự tác động và tăng trưởng của GIT đã được chính phủ đánh giá là một trong ba công cụ quan trọng nhất trong các lĩnh vực mới nổi và đang phát triển, ước tính hơn 950.000 việc làm thêm từ 2005 - 2015 [4].

Bên cạnh các dòng sản phẩm truyền thống của đo đạc bản đồ hiện nay như bản đồ địa hình quốc gia, CSDL nền địa lý quốc gia, dữ liệu định vị tọa độ, độ cao; bản đồ chuyên đề, chuyên ngành… lĩnh vực Đo đạc và Bản đồ cần phải tiếp tục mở rộng tầm ảnh hưởng, phạm vi ứng dụng và hiệu quả khai thác đối với công nghệ thông tin địa lý để xứng tầm là một dạng hạ tầng kỹ thuật quốc gia, đó là phát triển các dạng sản phẩm mới phục vụ

đời sống, phát triển kinh tế, quản lý tài nguyên, bảo vệ môi trường và quản lý xã hội.

1. Phát triển bản đồ Web tương tác (Interactive Web Services - IWS)

Các thư viện script như jQuery, các ngôn ngữ đánh dấu như HTML5 và ngôn ngữ lập trình JavaScript... rất hữu ích cho việc xây dựng các ứng dụng web phục vụ việc lập bản đồ kỹ thuật số và GIS. Những công cụ này giúp các nhà phát triển GIS dễ dàng hơn trong việc xây tạo ra các loại bản đồ có tính tương tác cao, giúp thông tin dễ dàng được người dùng tiếp nhận. Với khả năng xử lý nhanh hơn và nhiều thiết bị hơn có khả năng thu nhận, trích xuất một lượng lớn các loại dữ liệu từ video, bản đồ kỹ thuật số từ đó tự động cập nhật theo thời gian thực và thể hiện tốt hơn các yếu tố theo không gian và thời gian [2]. Ngày càng có nhiều trang Web cung cấp nhiều lớp bản đồ mở rộng, cho phép người dùng tùy biến theo nhu cầu cá nhân. Các tiêu chuẩn trao đổi dữ liệu và khả năng tương tác đang được áp dụng để tăng cường tính linh hoạt khi hiển thị, phân tích dữ liệu và tải dữ liệu trên các ứng dụng Web.

2. Phát triển các ứng dụng GIS thời gian thực (Realtime GIS)

Theo Esri, GIS thời gian thực có thể được triển khai như một dịch vụ cho phép nhập, phân tích và lưu trữ hàng triệu sự kiện mỗi giây một cách đáng tin cậy, giúp người dùng nhanh chóng hình dung, xem xét, nghiên cứu và thực hiện phân tích nhanh, hàng loạt. Số lượng thiết bị được kết nối đang tăng lên nhanh chóng, tạo ra nhiều dữ liệu hơn theo cấp số nhân, tạo ra nhu cầu về tốc độ nhập dữ liệu cao hơn và phân tích nhanh hơn. GIS thời gian thực với tư cách là một dịch vụ được quản lý bao gồm một kiến trúc điện toán phân tán được thiết kế để nhập, phân tích và xử lý các luồng dữ liệu thời gian thực từ rất nhiều loại thiết bị như GNSS, cảm biến, thiết bị di động và nhà cung cấp phương tiện truyền thông xã hội.

3. Phát triển sản phẩm bản đồ động

Bản đồ động là một khái niệm được sử dụng để mô hình hóa các hiện tượng, đối tượng biến đổi theo chuỗi thời gian, không gian liên tục. Một cách biểu thị bản đồ hiện trạng thoát ra khỏi không gian truyền thống, trở nên thân thiện hơn với người dùng. Bản đồ động có thể được tạo theo yêu cầu, cập nhật tự động và được chia sẻ dưới dạng mô hình số không gian. Sự phát triển mạnh mẽ của công nghệ thực tế ảo sẽ là tiền đề và thế mạnh cho biểu diễn bản đồ động. Bản đồ động chỉ có thể phát triển được khi ICT phát triển mạnh. Nhiều lĩnh vực chuyên môn rất cần đến bản đồ động trong công bố thông tin, dữ liệu, số liệu, hiện tượng, quá trình… theo thời gian thực cho cộng đồng như lĩnh vực môi trường, lĩnh vực khí tượng thủy văn, lĩnh vực giao thông…

4. Phát triển và cung cấp dịch vụ bản đồ thuê bao (Mapping As A Service - MaaS)

Từ sự phát triển của các công nghệ điện toán đám mây, tự động hóa kỹ thuật số và phân phối Internet, khái niệm "bản đồ thuê bao" đã được tạo ra và là một dạng dịch vụ chuyên ngành đối với các cơ quan đo đạc và bản đồ. Dịch vụ bản đồ thuê bao đã được một số tổ chức cung cấp, tuy nhiên ở Việt Nam chưa định danh cho loại dịch vụ này. Một

cơ quan, tổ chức, doanh nghiệp cung cấp một sản phẩm bản đồ theo thời gian, được cập nhật và sản xuất theo yêu cầu của khách hàng và thu phí kèm theo các điều khoản cam kết và pháp lý phù hợp được gọi chung là "dịch vụ bản đồ thuê bao". Việc thuê bao dịch vụ và sản phẩm này sẽ trở thành phương thức thu thập thông tin, dữ liệu chuyên ngành hợp lý và hiệu quả nhất, đặc biệt là đối với các tổ chức cần mức độ bao phủ cập nhật thường xuyên. Ví dụ cụ thể về MaaS như việc cung cấp bản đồ định giá đất thị trường cho các tập đoàn đầu tư bất động sản, các tập đoàn này có thể thuê bao bản đồ này từ cơ quan bản đồ hoặc từ cơ quan định giá. Có một số loại dịch vụ thuê bao này, có thể kể đến như bản đồ chỉ dẫn đường phố, bản đồ giao thông, bản đồ hàng không… Ở đây, vai trò của nhà cung cấp MaaS là cập nhật thường xuyên, kịp thời và duy trì các tiện ích, tăng cường nội dung theo yêu cầu đặt hàng. Nhu cầu về MaaS đã tạo ra một xu hướng cho các cơ quan đo đạc bản đồ ở Việt Nam trong thập kỷ tới.

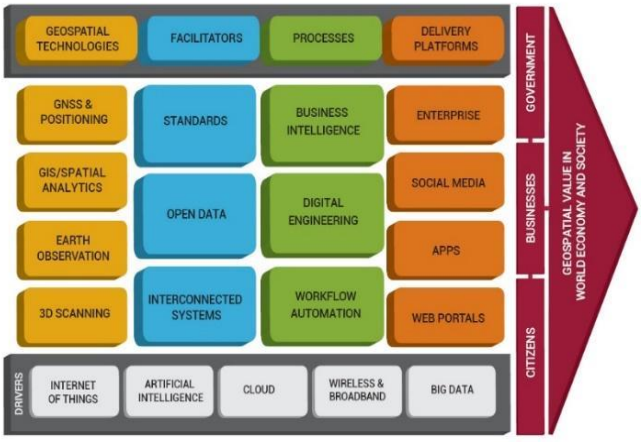
5. Phát triển các ứng dụng từ thông tin địa lý tình nguyện(VGI - Volunteered Geographic Information)

Thông tin địa lý tình nguyện mới được hình thành trong những năm gần đây, là một xu hướng mới trong thu nhận thông tin không gian địa lý nhằm khai thác nguồn lực cộng đồng và sự tự nguyện của người dùng Internet. VGI được đề xuất dựa trên ý tưởng sử dụng Internet để cùng tạo dựng một kho thông tin dữ liệu, có thể chia sẻ, trực quan hóa kiến thức địa lý dành cho cộng đồng và người quản trị WebSite, thông qua việc sử dụng nhiều thiết bị (máy tính/điện thoại thông minh/thiết bị cầm tay…). Cuộc cách mạng về "thu nhận thông tin địa lý mới" về cơ bản đã làm thay đổi cách thu thập, duy trì, phân tích, trực quan hóa dữ liệu không gian địa lý, mang lại hiệu quả kinh tế, tính kịp thời trong thời đại xã hội số và cuộc cách mạng công nghiệp lần thứ 4. Điều này tác động đến đến quy trình cập nhật thông tin địa lý và hỗ trợ chỉnh lý bản đồ địa hình truyền thống, vì nó cho phép thu nhận kiến thức rộng hơn, đầy đủ hơn, nhanh chóng, kịp thời, mọi lúc, mọi nơi. Việc ứng dụng VGI cho phép theo dõi mọi thứ đang diễn ra ở đâu và khi nào - trong thời gian gần thực dựa trên các nguồn lực và sự tự nguyện của cộng đồng.

6. Phát triển các ứng dụng của hạ tầng dữ liệu không gian địa lý quốc gia (NSDI)

Luật Đo đạc và bản đồ có 6 điều quy định về xây dựng, quản lý các thành phần hạ tầng dữ liệu không gian địa lý quốc gia bao gồm: chính sách, tổ chức, thể chế, tiêu chuẩn, công nghệ, dữ liệu và nguồn lực. Việc xây dựng và phát triển NSDI Việt Nam bao gồm các nội dung: xây dựng chiến lược phát triển, kế hoạch triển khai thực hiện NSDI; xây dựng cơ chế, chính sách, nguồn lực để tổ chức triển khai thực hiện chiến lược phát triển, kế hoạch triển khai thực hiện NSDI; lựa chọn, phát triển công nghệ, xây dựng tiêu chuẩn, quy chuẩn kỹ thuật về NSDI; xây dựng, tích hợp dữ liệu không gian địa lý; xây dựng, vận hành Cổng thông tin không gian địa lý Việt Nam và các ứng dụng, dịch vụ dữ liệu không gian địa lý. NSDI là công cụ trợ giúp trực tiếp vào xây dựng chính phủ điện tử và cải cách hành chính, phát triển kinh tế, ổn định xã hội, bảo vệ môi trường và ứng phó với biến đổi khí hậu.

Nhìn vào Hình 2 có thể thấy giá trị của dữ liệu không gian địa lý trong phát triển kinh tế - xã hội quốc gia.



Hình 2. Vai trò của dữ liệu và công nghệ không gian địa lý trong phát triển KT - XH (Nguồn Internet)

5. KẾT LUẬN

Như vậy, GIT đã tác động nhiều đến tầm quan trọng của chúng ta về sản phẩm của đo đạc và bản đồ. Theo đó, đo đạc bản đồ thay vì chỉ đơn thuần cung cấp các dữ liệu đầu vào cho việc đo, đếm, định vị, dẫn đường, thống kê… mà còn có vai trò tích cực và quan trọng trong quá trình phân tích, đánh giá, lượng hóa và ra quyết định dựa trên công nghệ thông tin địa lý. Chính vì vậy sự đổi mới sáng tạo mạnh mẽ, đáp ứng các nhu cầu ngày càng gia tăng, phức tạp hơn của các lĩnh vực kinh tế - xã hội trong thế kỷ 21.

Các ngành khoa học không gian địa lý phải đối diện với nhiều thách thức lớn về công nghệ thông tin trong thế kỷ 21. Sự đa dạng của nhu cầu xã hội, mức độ sử dụng thông tin dữ liệu và sự mở rộng của các tiện ích… sẽ thúc đẩy nghiên cứu khoa học về đo đạc bản đồ sớm cung cấp cho xã hội các dạng sản phẩm như đã đề cập ở trên, như một xu hướng chung của toàn cầu.

GIT là một phần của cuộc sống, sự song hành của đo đạc bản đồ và ICT đang tạo ra những cơ hội mới cho một ngành kỹ thuật đã hơn 60 năm xây dựng và trưởng thành. Cơ hội mới cũng đặt ra nhiều thử thách và đòi hỏi lớn lao đối với đội ngũ các nhà làm đo đạc bản đồ nước ta. Tương lai đang rộng mở và điều đó phục thuộc vào hành động, tư duy và sự quyết tâm của các nhà đo đạc bản đồ nói chung.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. Luật Đo đạc và bản đồ số 27/2018/QH14 ngày 14/6/2018

[2]. Berry J.K. (Ed.) (2013) Topic 27: GIS Evolution and Future Trends. In Beyond Mapping III.Achived on 30/06/2021 at http://www.innovativegis.com/basis/mapanalysis/Topic27/Topic27.htm

[3]. Datta A. (2019). How are digital technologies influencing geospatial technology trends?.Achived on 30/06/2021 at https://www.geospatialworld.net/blogs/geospatial - technologies - in - digital - platforms/.

[4]. Donert, K. (2015) Digital Earth - Digital World: strategies for geospatial technologies in twenty - first century education. In Geospatial technologies and geography education in a changing world: geospatial practices and lessons learned, ed. O. Muñiz, A. Demirci, and J. van der Schee, 195 - 204. Japan: Springer

[5]. Doug R. (2017) Five Tech Trends Driving New Geospatial Development.Achived on 30/06/2021 at https://www.esri.com/about/newsroom/arcnews/five - tech - trends - driving - new - geospatial - development/

[6]. Ehrensperger, A.; Wymann von Dach, S.; Kakridi Enz, F. (2007). Geographic Information Technologies for Natural Resource Management (InfoResources Focus 3/07). Zollikofen, Switzerland: InfoResources

[7]. Hussain, M., Arsalan, M.H., Siddiqi, K., Naseem, B. và Rabab, U.(2005) Emerging geo - information technologies (GIT) for natural disaster management in Pakistan: an overview. Proceedings of 2nd International Conference on Recent Advances in Space Technologies, 2005. RAST 2005., 2005, pp. 487 - 493, doi: 10.1109/RAST.2005.1512618.

[8]. Maio, C., Tenenbaum, D.E., Brown, C.J., Mastone, V.T., & Gontz, A. (2013). Application of geographic information technologies to historical landscape reconstruction and military terrain analysis of an American Revolution Battlefield: Preservation potential of historic lands in urbanized settings, Boston, Massachusetts, USA. Journal of Cultural Heritage, 14, p317 - 331. https://doi.org/10.1016/j.culher.2012.08.002

[9]. Nelson, A., Tiago, O., & Marco, P. (2020). Understanding the determinants of GIT post - adoption: perspectives from Mozambican institutions. Heliyon, 6(5), e03879. https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e03879

[10]. Ordnance Survey. (2015) Future Trends in Geospatial Information Management: The Five to Ten Year Vision (2nd ed.) Southampton, UK: Ordnance Survey. ISBN 978 - 0 - 319 - 08792 - 3.

[11]. Warnecke, L., Beattie, J., Kollin, C., Lyday, W., và French, W. (1998) Geographic information technology in cities and counties: A nationwide assessment. Washington, DC: URISA & American Forests.

KHUNG KẾ HOẠCH HÀNH ĐỘNG THỰC HIỆN ĐỂ PHÁT TRIỂN VÀ ĐẨY MẠNH QUẢN LÝ NGUỒN TÀI NGUYÊN THÔNG TIN DỮ LIỆU KHÔNG GIAN ĐỊA LÝ TÍCH HỢP

Nguyễn Hải Ninh[1], Philippe Vernant[2], Lương Ngọc Dũng[3], Trần Đình Trọng[3], Nguyễn Chiến Thắng[4], Lê Văn Tình[5]

[1]Cục Đo đạc, Bản đồ và Thông tin địa lý Việt Nam,
[2]Trường Đại học Montpellier, Cộng hòa Pháp,
[3]Trường Đại học Xây dựng, [4]Viện Vật lý địa cầu,
[5]Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường TP. Hồ Chí Minh

Ngày nhận bài: 05/8/2021 - Ngày phản biện: 06/8/2021 - Ngày chấp nhận đăng: 12/08/2021

Tóm tắt. *Báo cáo này giới thiệu tổng quan về Khung kế hoạch hành động thực hiện để phát triển và đẩy mạnh quản lý nguồn tài nguyên thông tin dữ liệu không gian địa lý tích hợp do tổ chức UN - GGIM của Liên hợp quốc (United Nations - Global Geospatial Information Management) nghiên cứu đề xuất. Nhằm mục đích cung cấp tài liệu cơ sở và hướng dẫn, tham khảo để xây dựng kế hoạch hành động cấp quốc gia cho các nước có mức thu nhập thấp đến trung bình và các nước đang phát triển.*

Khung kế hoạch hành động được thực hiện dựa trên bảy (7) nguyên tắc cơ bản, đưa ra tám (8) mục tiêu và chín (9) đường lối chiến lược các lộ trình thực hiện để các quốc gia thiết lập thực tiễn và xây dựng chính sách quản lý thông tin dữ liệu không gian địa lý quốc gia phù hợp với nhu cầu và hoàn cảnh của từng quốc gia.

Từ khóa: *khung kế hoạch hành động, NSDI, thông tin dữ liệu không gian.*

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Thông tin dữ liệu không gian địa lý tích hợp chính là "*tiền kỹ thuật số"* của quốc gia [1]. Năm 2013, theo các nghiên cứu người ta đã ước tính rằng giá trị kinh tế toàn cầu của dịch vụ thông tin dữ liệu không gian địa lý chiếm khoảng 0,2% GDP toàn cầu [2]. Thông tin dữ liệu không gian địa lý tích hợp là một thành phần quan trọng của cơ sở hạ tầng dữ liệu quốc gia và nền kinh tế tri thức, là phương tiện để tích hợp và tận dụng nhiều loại hình dịch vụ của chính phủ, doanh nghiệp, cung cấp nền tảng tích hợp và là *"chất kết dính"* cho tất cả dữ liệu dạng số có hoặc có thể không có tọa độ vị trí, kích thước xác định [1]. Tất cả các quốc gia và tất cả các lĩnh vực đều cần thông tin dữ liệu không gian địa lý và với sự hỗ trợ công nghệ để đưa ra quyết định về các chính sách quốc gia, các ưu tiên chiến lược và thực hiện các mục tiêu phát triển bền vững của Chương trình nghị sự 2030 [7], góp phần vào tăng trưởng kinh tế, an ninh quốc phòng, xã hội phát triển, môi trường bền vững và thịnh vượng quốc gia.

Tuy nhiên, hiện tại nhiều quốc gia tiếp tục phải đối mặt với một loạt trở ngại làm

trầm trọng thêm khả năng và cơ hội để tham gia đầy đủ vào sự thay đổi mang tính chuyển đổi số bởi khả năng hạn chế về thông tin dữ liệu không gian địa lý. Trong khi đó, sự thay đổi này là thực sự cần thiết để hỗ trợ sự phát triển quốc gia, nền kinh tế thịnh vượng và thông qua đó là một nền kinh tế toàn cầu và kinh tế thông tin dữ liệu số. Hiện tại, nhiều quốc gia vẫn phải cần thu hẹp khoảng cách về công nghệ, kỹ thuật số đối với thông tin dữ liệu không gian địa lý. Việc thu hẹp này đòi hỏi phải xây dựng năng lực cho con người, thiết lập mô hình quản trị và triển khai dữ liệu, công nghệ và quy trình để duy trì khả năng về thông tin dữ liệu không gian địa lý của quốc gia. Điều này chỉ đạt được khi thông qua việc triển khai một Khung kế hoạch hành động thực hiện về thông tin dữ liệu không gian địa lý tích hợp phù hợp với các chiến lược và sắp xếp quốc gia để nó có thể được đưa vào các ưu tiên phát triển đất nước.

Liên Hợp Quốc đã thành lập tổ chức UN - GGIM chuyên về quản lý thông tin không gian địa lý toàn cầu. UNGGIM đã tiến hành nghiên cứu và đúc rút kinh nghiệm từ thực tiễn xây dựng, quản lý thông tin dữ liệu không gian địa lý của một số quốc gia phát triển để đề xuất Khung kế hoạch hành động thực hiện để phát triển và đẩy mạnh quản lý nguồn tài nguyên thông tin dữ liệu không gian địa lý tích hợp (sau đây gọi tắt là Khung kế hoạch hành động). Mục tiêu khung kế hoạch hành động là:

- Cung cấp tài liệu cơ sở hướng dẫn, tham khảo cho các kế hoạch hành động cấp quốc gia, để vận hành và đảm bảo tính bền vững của cơ sở hạ tầng thông tin dữ liệu không gian địa lý quốc gia.

- Nhắm mục tiêu cụ thể vào các quốc gia có mức thu nhập thấp, trung bình và các nước đang phát triển.

- Có thể áp dụng cho cấp quốc gia và cấp địa phương.

Khung kế hoạch hành động cung cấp cơ sở và hướng dẫn để phát triển, tích hợp, củng cố và tối đa hóa quản lý thông tin dữ liệu không gian địa lý và các nguồn lực liên quan ở tất cả các quốc gia. Nó sẽ hỗ trợ các quốc gia tìm kiếm các giải pháp để phát triển kinh tế, xã hội và môi trường bền vững, để tác động đến sự thay đổi xã hội toàn diện và mang tính chuyển đổi số đối với mọi công dân, doanh nghiệp theo các ưu tiên và hoàn cảnh của quốc gia và để không ai bị bỏ lại phía sau [1].

Để đáp ứng "*lời kêu gọi hành động"* này, các Quốc gia thành viên cần phát triển, củng cố và hiện đại hóa các cách tiếp cận để quản lý thông tin dữ liệu không gian địa lý, bao gồm các khía cạnh liên quan như: chính sách và tài liệu pháp lý, quản trị, tích hợp dữ liệu và cơ sở hạ tầng, giáo dục, đổi mới, người sử dụng và hợp tác.

2. KHUNG KẾ HOẠCH HÀNH ĐỘNG THỰC HIỆN ĐỂ PHÁT TRIỂN VÀ ĐẨY MẠNH QUẢN LÝ NGUỒN TÀI NGUYÊN THÔNG TIN DỮ LIỆU KHÔNG GIAN ĐỊA LÝ TÍCH HỢP

Khung kế hoạch hành động cung cấp hướng dẫn chiến lược cho phép chuẩn bị và thực hiện các kế hoạch hành động cụ thể của từng quốc gia. Lợi ích trực tiếp đem lại sẽ

bao gồm các cách tiếp cận đổi mới và sáng tạo đối với việc quản lý thông tin dữ liệu không gian địa lý quốc gia, thực hiện các giải pháp tích hợp ra quyết định dựa trên bằng chứng khoa học và tối đa hóa, tận dụng hệ thống thông tin được điều chỉnh cho phù hợp với tình hình và hoàn cảnh của từng quốc gia.

Khung kế hoạch hành động nhằm hỗ trợ các quốc gia tiến tới nền kinh tế số, xã hội số, dịch vụ số và thương mại số để cải thiện các dịch vụ cho người dân, nâng cao năng lực để sử dụng công nghệ thông tin không gian địa lý, tăng cường các quá trình ra quyết định của các cơ quan, chính phủ… tạo điều kiện thúc đẩy cho sự phát triển của khu vực tư nhân, đưa ra các hành động cụ thể để đạt được việc chuyển đổi số và kết nối thông tin không gian địa lý số được thực hiện trong các chiến lược ưu tiên quốc gia và Chương trình nghị sự 2030 vì sự phát triển bền vững.

Khung kế hoạch hành động được thực hiện bằng cách sử dụng bảy (7) nguyên tắc cơ bản, đưa ra tám (8) mục tiêu và chín (9) đường lối chiến lược các lộ trình thực hiện như một phương tiện để các chính phủ thiết lập thực tiễn và xây dựng chính sách quản lý thông tin dữ liệu không gian địa lý quốc gia.

2.1. Bảy nguyên tắc nền tảng

Bảy nguyên tắc là đặc điểm chính và giá trị cung cấp sự định hướng để thực hiện Khung kế hoạch hành động và cho phép các phương pháp được điều chỉnh phù hợp với nhu cầu và hoàn cảnh của từng quốc gia trong các giai đoạn. Những nguyên tắc này đại diện cho các đặc điểm cốt lõi và giá trị được sử dụng làm hướng dẫn khi triển khai khung kế hoạch hành động. Bảy nguyên tắc và giá trị của nó làm nền tảng cho Khung kế hoạch hành động là:

Nguyên tắc 1. Sự hỗ trợ chiến lược

Yêu cầu phải có sự hỗ trợ về mặt chính trị và tài chính cho việc thực hiện khung kế hoạch hành động, do đó khung kế hoạch hành động phải có sự hỗ trợ của chính phủ và phù hợp với định hướng chiến lược về các vấn đề như tăng trưởng kinh tế, phúc lợi xã hội, tạo việc làm, giám sát quản lý và bảo quản tài nguyên thiên nhiên và môi trường, phục vụ các nhiệm vụ về quốc phòng, an ninh, phục vụ xây dựng Chính phủ điện tử, hướng tới Chính phủ số, nền kinh tế số, xã hội số và đô thị thông minh.

Nguyên tắc 2. Minh bạch và có trách nhiệm

Nguồn tài nguyên thông tin dữ không gian địa lý quốc gia được quản lý, phát triển và chia sẻ với các nguyên tắc chính về tính minh bạch và có trách nhiệm để các cơ quan chính phủ, khu vực công và khu vực tư nhân và mọi công dân có quyền truy cập vào nền tảng và sử dụng nguồn tài nguyên quốc gia có giá trị này.

Nguyên tắc 3. Đáng tin cậy, dễ sử dụng và dễ dàng tiếp cận

Nguồn tài nguyên thông tin dữ liệu không gian địa lý quốc gia phải là những thông tin, dữ liệu đáng tin cậy và được cung cấp rộng rãi và có thể truy cập được để từ đó có thể được sử dụng để nghiên cứu và phát triển, được sử dụng để kích thích đổi mới sáng

tạo và hỗ trợ tạo ra các dịch vụ và sản phẩm bền vững để thúc đẩy phát triển xã hội, kinh tế và môi trường, đảm bảo quốc phòng, an ninh.

Nguyên tắc 4. Phối hợp và hợp tác

Sự phối hợp và hợp tác (giữa các bên: chính phủ, doanh nghiệp, nhà khoa học, xã hội dân sự và các nhà tài trợ…) phải được đưa vào quá trình thực hiện của Khung kế hoạch hành động để tăng cường chia sẻ thông tin giữa các nhà cung cấp và người dùng, giảm thiểu sự trùng lặp, chồng chéo trong khu vực chính phủ, tạo ra một hệ thống mạnh mẽ, cũng như cung cấp sự rõ ràng về vai trò và trách nhiệm của các bên liên quan.

Nguyên tắc 5. Giải pháp tích hợp

Việc thực hiện khung kế hoạch hành động phải có tính chất tích hợp và xem xét cách thức dựa trên các yếu tố về con người, tổ chức bộ máy, hệ thống, luật pháp và chính sách các cấu trúc làm việc cùng nhau để tạo thành một hệ thống hiệu quả để quản lý và sử dụng thông tin dữ liệu không gian địa lý.

Nguyên tắc 6. Bền vững và có giá trị

Việc thực hiện Khung kế hoạch hành động sẽ được tiến hành theo cách để nâng cao hiệu quả và năng suất quốc gia, bền vững trong dài hạn và được triển khai theo cách thức cung cấp giá trị nền tảng cho chính phủ để cải tiến các dịch vụ cho người dân và doanh nghiệp.

Nguyên tắc 7. Lãnh đạo và cam kết

Việc triển khai Khung kế hoạch hành động sẽ phải theo yêu cầu, dưới sự chỉ đạo và cam kết của lãnh đạo, thường ở cấp cao nhất, để nâng cao giá trị dài hạn của các khoản đầu tư vào hạ tầng thông tin dữ liệu không gian địa lý quốc gia. Việc này sẽ đạt được thông qua quá trình phân tích cẩn thận, sắp xếp các thứ tự ưu tiên và phát triển một kế hoạch hành động với các biện pháp can thiệp trong thời gian ngắn hạn, trung hạn và dài hạn được áp dụng và điều này phải nhận được sự cam kết của các cấp lãnh đạo và sự hỗ trợ của chính phủ.

2.2. Tám Mục tiêu

Để đạt được tầm nhìn bao quát, Khung kế hoạch hành động phải xác định theo tám mục tiêu. Thành tựu tiến bộ của những mục tiêu này sẽ đưa các quốc gia hướng tới trong tương lai có năng lực và kỹ năng tổ chức, quản lý, sắp xếp và tận dụng thông tin dữ liệu không gian địa lý để nâng cao năng lực ra quyết định và chính sách của chính phủ; thu hẹp khoảng cách về công nghệ, kỹ thuật số trong thông tin dữ liệu không gian địa lý; ảnh hưởng toàn diện và thay đổi xã hội; đạt được nền kinh tế thịnh vượng và phát triển xã hội; và đảm bảo sự quản lý môi trường hiệu quả. Tám mục tiêu đó là:

Mục tiêu 1. Quản lý thông tin không gian địa lý hiệu quả

Cho phép quản lý thông tin không gian địa lý, chính sách và thể chế, các sắp xếp đảm bảo quản lý thông tin không gian địa lý hiệu quả, đáp ứng các yêu cầu và sắp xếp của tổ chức cá nhân và phù hợp với các khuôn khổ chính sách quốc gia và toàn cầu.

Mục tiêu 2. Nâng cao năng lực, chuyển giao khả năng và kiến thức

Các cơ chế được thiết lập để nâng cao nhận thức về giá trị và việc sử dụng thông tin dữ liệu không gian địa lý quốc gia, thúc đẩy năng lực, khả năng và xây dựng tư duy sáng tạo và đổi mới trong chính phủ, các bộ ngành, học viện, khu vực công và tư nhân.

Mục tiêu 3. Hệ thống thông tin dữ liệu không gian địa lý tích hợp và Dịch vụ

Thông tin dữ liệu không gian địa lý, bao gồm cả thông tin cộng đồng được tích hợp trong khu vực chính phủ và tối đa hóa cho các chính sách khi dựa trên các minh chứng và ra quyết định.

Mục tiêu 4. Lợi ích kinh tế đem lại trên sự đầu tư

Lợi ích kinh tế đem lại trên sự đầu tư phải được thực hiện thông qua quản lý thực tiễn tốt nhất, khai thác và sử dụng sáng tạo thông tin dữ liệu không gian địa lý tích hợp.

Mục tiêu 5. Giáo dục bền vững và chương trình đào tạo

Các chương trình giáo dục và đào tạo được thiết lập để tăng số lượng các chuyên gia trong lĩnh vực thông tin không gian địa lý, khoa học dữ liệu và công nghệ thông tin về không gian địa lý và phát triển các kỹ năng chuyên môn liên quan đến hệ thống tài chính, chính sách, luật pháp và quản lý dự án về thông tin dữ liệu không gian địa lý.

Mục tiêu 6. Thúc đẩy hợp tác và đối tác Quốc tế

Hợp tác quốc tế và quan hệ đối tác được tận dụng theo cách thúc đẩy việc quản lý và trao đổi thông tin dữ liệu không gian địa lý trong sự hỗ trợ lợi ích phát triển quốc gia.

Mục tiêu 7. Tăng cường cam kết Quốc gia và kết nối

Tất cả các nhóm, bên liên quan và cụ thể là những người ra quyết định cấp cao và người đứng đầu, cần phải tham gia đầy đủ vào các giá trị của thông tin dữ liệu không gian địa lý tích hợp phục vụ quá trình ra quyết định và phát triển kinh tế xã hội.

Mục tiêu 8. Giá trị và lợi ích xã hội phong phú

Phát triển kinh tế, xã hội và môi trường bền vững và phong phú thông qua việc tăng mức độ sử dụng các sản phẩm và dịch vụ thông tin dữ liệu không gian địa lý tích hợp.

2.3. Chín đường lối chiến lược

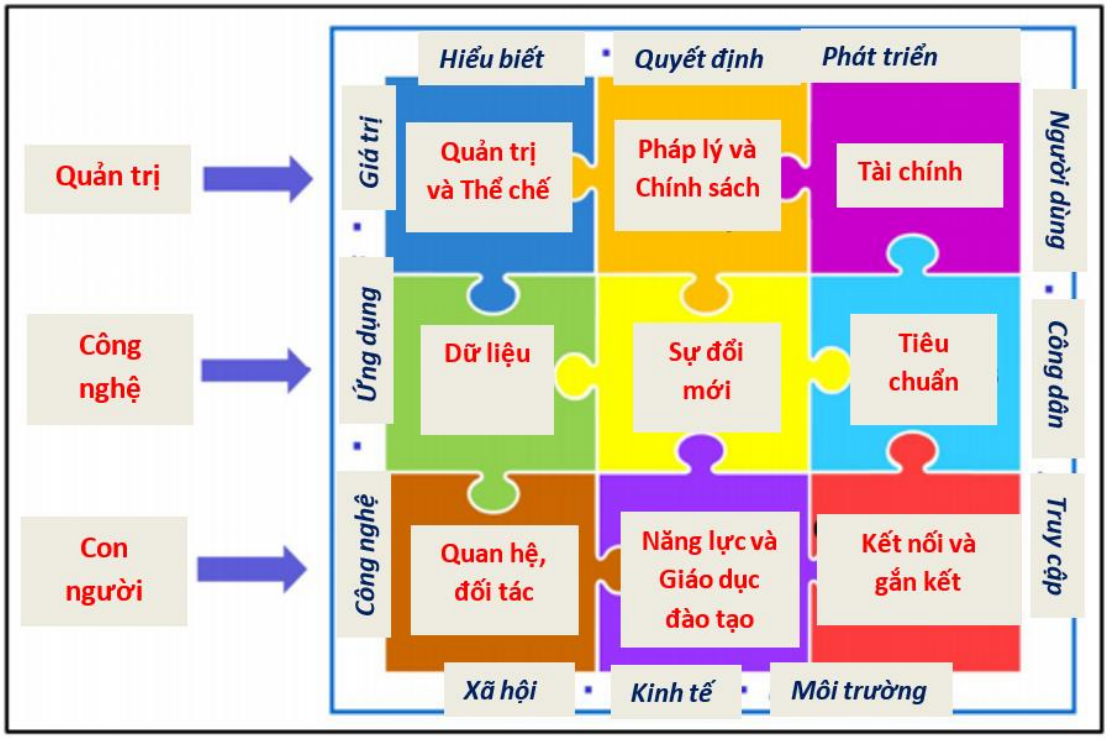
Khung kế hoạch hành động được định hướng bởi chín đường lối chiến lược trong ba lĩnh vực ảnh hưởng chính là: quản trị; công nghệ; và con người. Mục tiêu của những đường lối chiến lược này là hướng dẫn chính phủ hướng tới triển khai hệ thống thông tin không gian địa lý tích hợp theo cách đưa ra một tầm nhìn về phát triển xã hội, kinh tế và môi trường bền vững. Mỗi đường lối chiến lược được tăng cường bởi các mục tiêu cụ thể để hỗ trợ quốc gia đạt được các kết quả cần thiết. Hình 1 minh họa chín đường lối chiến lược được bao quanh bởi những lợi ích có thể đạt được khi thực hiện cùng nhau.

Đường lối chiến lược 1. Quản trị và Thể chế

Đường lối chiến lược này gồm bốn thành tố cơ bản sau: mô hình quản trị; khả năng lãnh đạo; cơ cấu thể chế; đề xuất giá trị.

Mục tiêu đường lối chiến lược này là đạt được sự tán thành về chính trị, củng cố các

nhiệm vụ thể chế và xây dựng môi trường chia sẻ dữ liệu, hợp tác thông qua sự hiểu biết chung về giá trị của khung thông tin dữ liệu không gian địa lý tích hợp, vai trò và trách nhiệm để đạt được tầm nhìn.



Hình 1. Khung kế hoạch hành động được định hướng bởi chín đường lối chiến lược và ba lĩnh vực ảnh hưởng chính

Đường lối chiến lược 2. Pháp lý và Chính sách

Đường lối chiến lược này bao gồm bốn thành tố cơ bản được kết hợp với nhau: pháp luật; định mức, chính sách và hướng dẫn; thực hiện và trách nhiệm giải trình; bảo vệ dữ liệu và cấp phép.

Mục tiêu là giải quyết các vấn đề pháp lý và chính sách hiện tại bằng cách cải thiện luật pháp và chính sách liên quan và có tác động đến quản lý thông tin không gian địa lý tích hợp; và bằng cách chủ động giám sát môi trường pháp lý và chính sách, đặc biệt liên quan đến việc chỉ định trách nhiệm chính thức cho việc sản xuất dữ liệu và liên quan đến các vấn đề về công nghệ và việc sử dụng đổi mới và sáng tạo đang ngày càng phát triển đối với thông tin dữ liệu không gian địa lý.

Đường lối chiến lược 3. Tài chính

Đường lối chiến lược này bao gồm bốn thành tố cơ bản: mô hình kinh doanh; quan hệ đối tác và cơ hội; đầu tư; nhận được lợi ích.

Mục tiêu là đạt được sự hiểu rõ về chi phí thực hiện cần thiết và cam kết tài chính liên tục để cung cấp cho việc xây dựng, quản lý thông tin dữ liệu không gian địa lý tích hợp có thể bền vững và duy trì lâu dài.

Đường lối chiến lược 4. Dữ liệu

Đường lối chiến lược này bao gồm bốn thành tố cơ bản: các chủ đề dữ liệu cơ bản; giám sát, thu thập và quản lý; liên kết giữa các chuỗi cung ứng dữ liệu; quản lý và phân phối dữ liệu.

Mục tiêu là cho phép cơ quan quản lý dữ liệu đáp ứng dữ liệu của họ quản lý, chia sẻ và tái sử dụng các nghĩa vụ đối với chính phủ và cộng đồng người dùng thông qua việc thực hiện các chuỗi cung ứng dữ liệu được xác định rõ ràng để tổ chức, lập kế hoạch, thu thập, tích hợp, quản lý, duy trì, quản lý, xuất bản và lưu trữ thông tin dữ liệu không gian địa lý.

Đường lối chiến lược 5. Sự đổi mới

Đường lối chiến lược này bao gồm bốn thành tố cơ bản: tiến bộ công nghệ; cải tiến quy trình; thúc đẩy đổi mới và sáng tạo; thu hẹp khoảng cách kỹ thuật số.

Mục tiêu là kích thích việc sử dụng các công nghệ mới nhất, tiết kiệm chi phí, luôn cải tiến quy trình và đổi mới để chính phủ có thể đi tắt đón đầu và thành công đối với công nghệ tiên tiến nhất về hệ thống và thông lệ quản lý thông tin dữ liệu không gian địa lý.

Đường lối chiến lược 6. Tiêu chuẩn

Đường lối chiến lược này bao gồm bốn thành tố cơ bản được kết hợp với nhau: khả năng tương tác pháp lý; khả năng tương tác dữ liệu; khả năng tương tác ngữ nghĩa; khả năng tương tác kỹ thuật.

Mục tiêu là cho phép các hệ thống thông tin khác nhau có thể giao tiếp và trao đổi dữ liệu, cung cấp kiến thức khám phá và tham khảo giữa các hệ thống sử dụng có ý nghĩa, rõ ràng và cung cấp cho người dùng quyền truy cập hợp pháp và sử dụng lại nguồn thông tin dữ liệu không gian địa lý.

Đường lối chiến lược 7. Quan hệ, đối tác

Đường lối chiến lược này bao gồm bốn thành tố cơ bản: hợp tác liên ngành và đa ngành; các quan hệ đối tác và liên doanh trong ngành; sự tham gia của cộng đồng; hợp tác quốc tế.

Mục tiêu là tạo ra và duy trì giá trị của thông tin dữ liệu không gian địa lý thông qua một nền văn hóa dựa trên quan hệ đối tác đáng tin cậy và các liên minh chiến lược thừa nhận các nhu cầu nguyện vọng chung và các ưu tiên quốc gia.

Đường lối chiến lược 8. Năng lực và Giáo dục đào tạo

Đường lối chiến lược này gồm bốn thành tố cơ bản sau: nâng cao nhận thức; giáo dục đào tạo chính quy; tinh thần kinh doanh; đào tạo tập huấn vị trí công việc chuyên nghiệp.

Mục tiêu là nâng cao nhận thức và mức độ hiểu biết về khoa học thông tin dữ liệu không gian địa lý. Điều này bao gồm phát triển và củng cố các kỹ năng, khả năng, quy trình và nguồn lực mà tổ chức và cộng đồng yêu cầu sử dụng thông tin dữ liệu không gian địa lý để đưa ra quyết định.

Đường lối chiến lược 9. Kết nối và gắn kết

Đường lối chiến lược này bao gồm bốn thành tố cơ bản: nhận dạng các bên liên quan; các chiến lược gắn kết tích hợp; lập kế hoạch và thực hiện; giám sát và đánh giá.

Mục tiêu là cung cấp hiệu quả và quy trình kết nối và gắn kết hiệu quả để khuyến khích đầu vào nhiều hơn từ các bên liên quan để đạt được sự minh bạch quy trình ra quyết định khi thực hiện Khung thông tin dữ liệu không gian địa lý tích hợp.

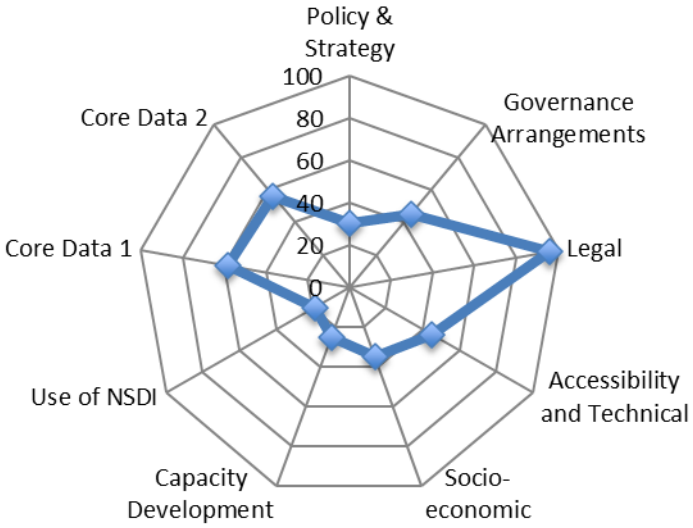
3. ĐÁNH GIÁ HIỆN TRẠNG PHÁT TRIỂN NSDI TẠI VIỆT NAM CỦA WB VÀ FAO THEO KHUNG KẾ HOẠCH HÀNH ĐỘNG

Luật Đo đạc và bản đồ đã được Quốc hội thông qua tại Kỳ họp thứ 5 Quốc hội khóa XIV và có hiệu lực thi hành kể từ ngày 01 tháng 01 năm 2019. Đây cũng là văn bản quy phạm pháp luật đầu tiên do Quốc hội ban hành quy định về các vấn đề liên quan đến NSDI, làm cơ sở pháp lý để thống nhất quản lý nhà nước về NSDI trong phạm vi cả nước, thúc đẩy NSDI phát triển với những mục tiêu cơ bản như sau: xây dựng và phát triển hạ tầng dữ liệu không gian địa lý quốc gia làm nền tảng quan trọng và cơ bản, cung cấp dịch vụ thông tin dữ liệu không gian địa lý cho các ngành, lĩnh vực để thực hiện chuyển đổi số, đáp ứng yêu cầu quản lý nhà nước, phục vụ xây dựng Chính phủ điện tử, hướng tới Chính phủ số, nền kinh tế số, xã hội số và đô thị thông minh; phục vụ các nhiệm vụ về quốc phòng, an ninh; đáp ứng yêu cầu về dữ liệu không gian địa lý của toàn xã hội; tham gia, kết nối vào mạng lưới hạ tầng dữ liệu không gian địa lý khu vực và thế giới [5].

Đối với Việt Nam là một nước có mức thu nhập trung bình thấp, trong hội thảo về NSDI Việt Nam [8,9] tại Cục Đo đạc, Bản đồ và thông tin địa lý Việt Nam, Ngân hàng Thế giới (WB) và Tổ chức Nông lương Liên Hiệp Quốc (FAO) đã phối hợp nghiên cứu, đánh giá hiện trạng theo các tiêu chí phát triển NSDI tại Việt Nam như Hình 2. Đồng thời WB và FAO đã khuyến nghị các bước cơ bản cần thực hiện tiếp theo cho NSDI tại Việt Nam như sau:

- Quản trị: thiết lập cơ chế điều phối
- Chính sách và Chiến lược: xây dựng, phát triển chiến lược NSDI, kết nối NSDI với các chính sách ưu tiên của Chính phủ
- Chia sẻ dữ liệu: xây dựng tiêu chuẩn, siêu dữ liệu, thỏa thuận chia sẻ dữ liệu, cấp phép, giá cả…
- Khả năng truy cập: thiết lập cổng thông tin về NSDI, có thể tương tác với cổng Chính phủ điện tử
- Phân tích kinh tế - xã hội: giúp để thiết lập các ưu tiên đầu tư
- Phát triển năng lực: bao gồm các trường đại học, khu vực tư nhân, các bộ, ngành, thành phố, tỉnh.
- Các tập (gói) dữ liệu: sử dụng công nghệ mới để giảm chi phí và giảm thời gian cần thiết.

- Sử dụng NSDI: chỉ ra các trường hợp và hoàn thành nhanh chóng, thiết kế lại quy trình kinh doanh để hưởng lợi từ hệ thống và khả năng tương tác dữ liệu



Hình 2. Đánh giá hiện trạng phát triển NSDI tại Việt Nam của WB và FAO [6]

Trên cơ sở hiện trạng NSDI và nguồn nhân lực hiện có cần nghiên cứu, xem xét, cân nhắc thứ tự ưu tiên trong việc thực hiện lộ trình xây dựng các thành phần hạ tầng dữ liệu không gian địa lý quốc gia để thống nhất (đồng bộ) với Kế hoạch hành động quốc gia thực hiện Chương trình nghị sự 2030 nhằm tránh trùng lặp, dư thừa và dữ liệu không nhất quán giữa Trung ương, các bộ, ngành và địa phương [7].

4. KẾT LUẬN

Khung kế hoạch hành động của UN - GGIM đã được hình thành và phát triển như một hướng dẫn tham khảo cho sự phát triển và tăng cường trong quản lý thông tin dữ liệu không gian địa lý quốc gia. Nó đã được thiết kế đặc biệt cho các nước thu nhập thấp đến trung bình và các nước đang phát triển.

Khung kế hoạch hành động mang tính chất bao quát bằng cách sử dụng bảy nguyên tắc cơ bản, đưa ra tám mục tiêu và dựa trên chín đường lối chiến lược để hỗ trợ các chính phủ hành trình triển khai thực tiễn, quản lý thông tin dữ liệu không gian địa lý tích hợp lý và đưa Khung kế hoạch hành động lồng ghép vào các kế hoạch và chiến lược phát triển quốc gia. Nó sẽ được sử dụng như một công cụ tương tác để mang lại sự phối hợp, cộng tác và gắn kết trong chính phủ khi hướng tới sự tăng cường trong quản lý thông tin dữ liệu không gian địa lý quốc gia.

Đường lối chiến lược về pháp lý, chính sách và tiêu chuẩn là đặc biệt quan trọng cần được ưu tiên thực hiện trước vì chúng tác động đến nhiều đường lối khác. Đây được coi là nơi cung cấp các chế tài, công cụ mang tính ràng buộc pháp lý. Đường lối chiến lược này giải quyết một loạt các vấn đề ảnh hưởng đến việc thu thập, sử dụng, lưu trữ và phân phối thông tin dữ liệu không gian địa lý.

Đối với Việt Nam, để thực hiện và đạt được những mục tiêu cơ bản nêu trong Luật Đo đạc và bản đồ [5], căn cứ vào đánh giá và khuyến nghị các bước cần thực hiện của WB và FAO, đặc biệt căn cứ vào Khung kế hoạch hành động của UN - GGIM, Việt Nam cần thiết phải nghiên cứu xây dựng và triển khai Khung kế hoạch hành động cấp quốc gia của riêng mình phù hợp với các chính sách pháp luật phát triển NSDI, phù hợp với hiện trạng NSDI và nguồn nhân lực ở nước ta hiện nay. Đặc biệt cần ưu tiên thực hiện sớm đường lối chiến lược về pháp lý, chính sách và tiêu chuẩn cho NSDI.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. UN - GGIM (2019). Integrated Geospatial Information Framework (IGIF), [Online] Available at http://ggim.un.org/igif

[2]. Oxera (2013). What is the Economic Impact of Geo Services, [Online] Available at https://www.oxera.com/wp - content/uploads/2018/03/What - is - the - economic - impact - of - Geoservices_1 - 1.pdf, accessed July 2018.

[3]. UN - GGIM (2017). Trends in national institutional arrangements in global geospatial information management. E/C.20/2017/6/Add.1. http://ggim.un.org/meetings/GGIM - committee/7th - Session/documents/.

[4] Nhóm nghiên cứu chung của Ngân hàng Thế giới và Bộ Tài nguyên và Môi trường, 2012. Nghiên cứu chiến lược phát triển hạ tầng thông tin địa lý quốc gia cho Việt Nam, Hà Nội.

[5]. Quốc hội (2018). Luật Đo đạc và bản đồ, Luật số 27/2018/QH14, Hà Nội.

[6]. Nhóm nghiên cứu chung của Ngân hàng Thế giới và Tổ chức Nông lương Liên Hiệp Quốc FAO (2018). Hội thảo nghiên cứu, đánh giá hiện trạng NSDI Việt Nam, Hà Nội.

[7]. Trần Hồng Quang (2018). Đo đạc và Thông tin địa lý với chương trình nghị sự 2030 vì sự phát triển bền vững ở nước ta, Tuyển tập báo cáo Hội nghị Khoa học, công nghệ toàn quốc ngành đo đạc và bản đồ, Hà Nội.

[8]. Cục Đo đạc, Bản đồ và Thông tin địa lý Việt Nam - Bộ Tài nguyên và Môi trường (2018). Hội thảo Kinh nghiệm quốc tế về xây dựng và phát triển hạ tầng dữ liệu không gian địa lý quốc gia, Hà Nội.

[9]. Cục Đo đạc, Bản đồ và Thông tin địa lý Việt Nam và Ngân hàng Thế giới (World Bank) (2019). Hội thảo Khung pháp lý xây dựng hạ tầng dữ liệu không gian địa lý của Việt Nam, Hà Nội.

NGHIÊN CỨU, PHÂN TÍCH VAI TRÒ CÁC YẾU TỐ KỸ THUẬT TRONG XÂY DỰNG HẠ TẦNG DỮ LIỆU KHÔNG GIAN ĐỊA LÝ QUỐC GIA

Hoàng Dương Huấn[1], Nguyễn Quang Tuấn[2]

[1]Công ty TNHH MTV Trắc địa Bản đồ, Cục Bản đồ

[2]Trường Đại học Khoa học, Đại học Huế

Ngày nhận bài: 23/7/2021 - Ngày phản biện: 23/7/2021 - Ngày chấp nhận đăng: 18/08/2021

Tóm tắt. *Trong những năm qua, Đảng và Nhà nước ta luôn quan tâm và ưu tiên cho phát triển công nghệ thông tin, đã đầu tư nhiều nguồn lực trong việc hiện đại hoá mô hình văn phòng không giấy, xây dựng cơ sở dữ liệu chuyên ngành,... bằng nhiều chủ trương, chính sách cụ thể [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8]. Đặc biệt là việc đẩy mạnh nghiên cứu, xây dựng, phát triển hạ tầng dữ liệu dùng chung cấp quốc gia phục vụ mục đích khai thác, sử dụng, chia sẻ cho các đơn vị có nhu cầu nhằm bảo đảm sự thống nhất, hiệu quả, tiết kiệm kinh phí. Chính vị vậy, việc phải nghiên cứu, xây dựng hệ thống SDI quốc gia là rất cấp thiết. Bài báo tập trung phân tích vai trò của các yếu tố kỹ thuật liên quan đến công tác xây dựng cơ sở dữ liệu hạ tầng không gian quốc gia để từ đó có cái nhìn toàn diện về một hệ thống SDI hoàn chỉnh, cũng như tầm quan trọng của các yếu tố thành phần để có sự đầu tư nghiên cứu, triển khai đảm bảo đầy đủ, đúng trọng tâm, trọng điểm đạt hiệu quả cao.*

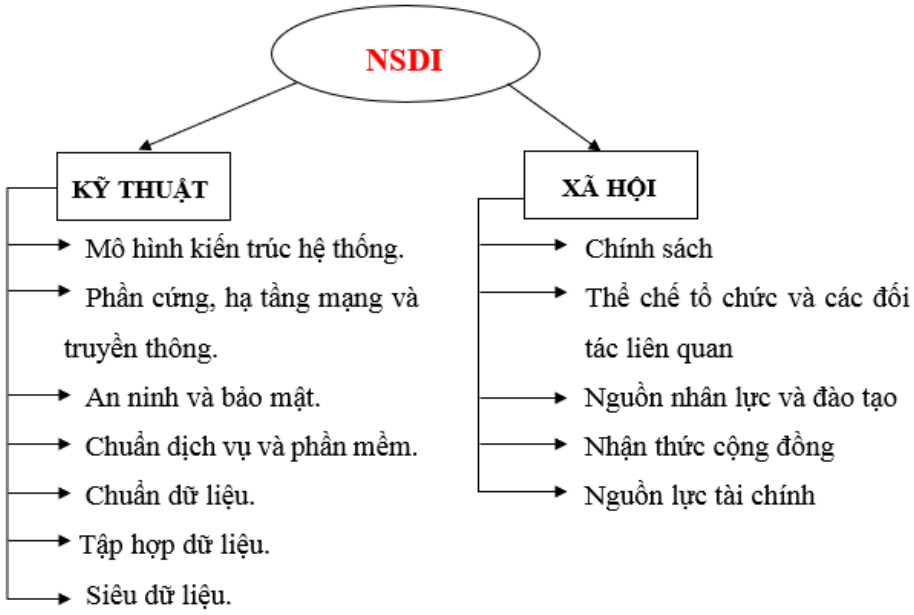
Từ khóa: *hạ tầng dữ liệu không gian, SDI, GSDI, VNSDI.*

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Hiện nay tại Việt Nam, các dự án hệ thống thông tin địa lý đã được triển khai ở nước ta từ những năm 90 thế kỷ trước đang sử dụng rộng rãi trong các cơ quan nhà nước, các doanh nghiệp, tư nhân và cộng đồng xã hội. Tuy nhiên, cấu trúc hệ thống phần nào đã lạc hậu cả về công nghệ và kỹ thuật khoa học. Hệ thống rườm rà, lưu trữ và chia sẽ dữ liệu chưa thực sự thông minh, chưa đa dạng. Bên cạnh đó, các sản phẩm dữ liệu không gian ở Việt Nam ngày càng đa dạng, đã có những hiệu quả hỗ trợ tích cực cho phát triển KT - XH nhưng đang ở dạng đơn lẻ, manh mún chưa thành một thể thống nhất. Hiệu quả sử dụng sản phẩm không gian chưa cao, chia sẻ dữ liệu trong việc giải quyết các vấn đề bức xúc toàn cầu như thiên tai, bệnh tật, đói nghèo, môi trường, bảo vệ tài nguyên thiên nhiên,… chưa đạt hiệu quả cao. Chưa khai thác triệt để tránh lãng phí các sản phẩm của các dự án liên quan đến dữ liệu không gian. Mặt khác, nhu cầu cấp thiết về chia sẻ thông tin không gian giữa các cơ quan nhà nước, bộ ngành và các tổ chức khác, cộng đồng trong xã hội là rất lớn, đặc biệt là đối với Bộ Tài nguyên và Môi trường, Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn, Bộ Xây dựng,… ở các cấp địa phương, các tổ chức phi chính phủ, doanh nghiệp và các cá nhân [12].

2. TỔNG QUAN CHUNG VỀ HẠ TẦNG DỮ LIỆU KHÔNG GIAN ĐỊA LÝ QUỐC GIA

Có thể định nghĩa hạ tầng dữ liệu không gian (SDI) là nền tảng cơ sở gồm nhiều thành phần để chia sẻ, khai thác dữ liệu không gian giữa đối tượng cung cấp và sử dụng dữ liệu không gian. Thuật ngữ "Cơ sở hạ tầng" được sử dụng để nhấn mạnh khái niệm của môi trường hỗ trợ tin cậy, tương tự như một hệ thống giao thông hoặc mạng viễn thông. Ý tưởng của SDI là cung cấp dữ liệu không gian tương đồng với ý tưởng điện toán đám mây rất hiện đại hiện nay đó là không cần biết các server đang ở đâu chỉ biết môi trường được tạo ra để sử dụng theo nhu cầu. SDI không phải là một Trung tâm dữ liệu hay một cơ sở dữ liệu không gian. Sự khác biệt giữa thiết lập SDI và xây dựng các CSDL hay hệ thống thông tin phổ biến đó là cách tiếp cận SDI mang tính mở, tính chia sẻ với ý nghĩa hạ tầng. Còn các CSDL hay hệ thống thông tin (kể cả mở) thường có tính đóng hơn và phục vụ những mục đích xác định. SDI tạo ra sự truy nhập dễ dàng các thông tin có liên quan tới dữ liệu không gian, thông qua sử dụng các chuẩn, giao thức và những đặc tả kỹ thuật. SDI tạo sự thuận tiện để chuyển các dữ liệu thông tin không gian tới cộng đồng. Hạ tầng dữ liệu không gian địa lý quốc gia (NSDI) là SDI được xem xét ở cấp độ quốc gia.



Hình 1. Các thành phần của NSDI

Đặc điểm nổi bật của NSDI là khả năng tích hợp và công bố các thông tin không gian từ các nguồn dữ liệu khác nhau. Để triển khai một NSDI, yếu tố quan trọng cần phải có sự thỏa thuận của những tổ chức cung cấp và khai thác dữ liệu không gian, sự cộng tác và quản lý ở các cấp khác nhau và của cộng đồng. Hiệu quả của nó mang lại chính là sự tiết kiệm trong việc thu thập dữ liệu, nâng cao hiệu quả sử dụng dữ liệu và đưa ra các quyết định toàn diện và tốt hơn.

NSDI là một hạ tầng thông tin quan trọng đang được chính phủ các nước rất quan

tâm vì đã mang lại hiệu quả cao cho quản lý đất nước trong một thế giới đang có nhiều thay đổi. Quá trình phát triển vừa qua trên toàn hành tinh đã dẫn tới quá trình toàn cầu hóa, các đất nước không thể đứng một mình mà tồn tại và phát triển trong mối quan hệ với các nước khác. Để bảo vệ tính bền vững của toàn hành tinh trong quá trình phát triển, cần tới hạ tầng thông tin không gian của từng quốc gia và toàn cầu [9].

Quy luật phát triển công nghệ đã đưa thế giới chuyển sang nền văn minh thông tin, trong đó thông tin không gian đóng vai trò cơ sở để chuyển tải các thông tin khác. NSDI là một công cụ không thể thiếu để phát triển xã hội thông tin và kinh tế tri thức.

Mục tiêu của NSDI chính là cung cấp giải pháp chia sẻ dữ liệu không gian giữa các tổ chức, cá nhân nhằm nâng cao hiệu quả quản lý dữ liệu không gian phục vụ phát triển KT - XH, bảo vệ môi trường... NSDI còn làm cho đơn giản hóa việc truy cập dữ liệu không gian thông qua việc sử dụng chung hạ tầng và các dịch vụ với khả năng kết nối dữ liệu tử các hệ thống phân tán khác nhau. Thúc đẩy thị trường GIS bằng cách chỉ dẫn khai thác, sử dụng lại dữ liệu GIS của các tổ chức để xây dựng các ứng dụng với kinh phí đầu tư ít nhất về mặt dữ liệu với độ tin cậy cao về chất lượng cũng như pháp lý [11].

Bài báo tập trung nghiên cứu, phân tích vai trò các yếu tố kỹ thuật trong xây dựng CSDL hạ tầng không gian quốc gia.

3. VAI TRÒ CÁC YẾU TỐ KỸ THUẬT TRONG XÂY DỰNG HẠ TẦNG DỮ LIỆU KHÔNG GIAN ĐỊA LÝ QUỐC GIA

3.1. Mô hình kiến trúc hệ thống

Thiết kế kiến trúc hệ thống có một vai trò đặc biệt quan trọng nhằm tạo hiệu quả cao trong ghép nối một hệ thống tin học vào trợ giúp hoạt động của một hệ thống hành chính. Hiện nay, Việt Nam chưa có một hệ thống mang tên NSDI. Dữ liệu thường được lưu trữ, quản lý trong từng cơ quan riêng biệt. Việc áp dụng hệ thống tin học vào quản lý cũng chỉ ở mức đơn giản trong từng cơ quan đơn lẻ.

Việc thiết kế kiến trúc hệ thống cho hạ tầng dữ liệu không gian địa lý Việt Nam (VNSDI) cần bảo đảm các mục tiêu: i) phục vụ cho việc đưa VNSDI vào hệ thống chính phủ điện tử; ii) kết nối thông tin trực tiếp giữa chính quyền các cấp và doanh nghiệp, người dân để tạo điều kiện tốt cho cộng đồng tham gia quản lý; iii) kết nối thông tin với VNSDI của các nước và GSDI toàn cầu.

Để đảm bảo nâng cao hiệu quả sử dụng VNSDI, các nguyên tắc xây dựng kiến trúc ứng dụng như sau:

- Nâng cao khả năng trao đổi thông tin giữa các hệ thống khác nhau.

Mô hình kiến trúc đưa ra không những phải đảm bảo khả năng kết nối, trao đổi thông tin dễ dàng giữa các hệ thống khác nhau trong hạ tầng VNSDI mà còn cho phép các hệ thống ứng dụng khác kết nối để khai thác các dữ liệu không gian phục vụ cho mục đích riêng của mình.

- Định hướng nghiệp vụ, sử dụng mô hình kiến trúc theo hướng dịch vụ.

- Hỗ trợ mô hình điện toán tiên tiến.
- Tạo ra một môi trường mở cho phép nhiều chủ thể tham gia khai thác, chia sẻ thông tin.
- Phân vùng rõ ràng, tạo điều kiện để lập kế hoạch ưu tiên cho từng nhánh của hệ thống.

Do đó, đối với hệ thống lớn như VNSDI, việc thiết kế một mô hình kiến trúc hệ thống hợp lý, tối ưu hoá, đảm bảo các mục tiêu, yêu cầu đặt ra của VNSDI là một bài toán không dễ. Đây là nhiệm vụ tương đối phức tạp mà hợp phần thiết kế mô hình kiến trúc hệ thống cần giải quyết trong quá trình xây dựng và triển khai VNSDI.

3.2. Phần cứng, hạ tầng mạng và truyền thông

Đối với VNSDI, để có thể vận hành được thì thiết bị phần cứng, hạ tầng mạng và truyền thông là yêu cầu bắt buộc. So với trước đây, với sự phát triển nhanh chóng của công nghệ thông tin, hiện nay, chúng ta không còn phải quan tâm nhiều đến cấu hình, thông số của các thiết bị nữa mà thay vào đó chúng ta có thể xem xét thiết kế các Trung tâm dữ liệu (Data Center) đồng bộ, hiện đại, phù hợp với nhu cầu của hệ thống cùng với việc tiếp thu, ứng dụng các thành tựu mới của khoa học công nghệ như điện toán đám mây...

Bên cạnh đó, với đặc thù chia sẻ dữ liệu không gian qua mạng bằng các dịch vụ web, việc thiết kế và lựa chọn giải pháp hạ tầng mạng thông tin và truyền thông là yếu tố hết sức quan trọng trong việc xây dựng VNSDI.

Hạ tầng mạng viễn thông của Việt Nam hiện nay đã có chất lượng cao hơn so với tình trạng trước đây và ngày càng tốt hơn.

Công nghệ web ở Việt Nam cũng đã phát triển kịp với mức công nghệ hiện nay trên thế giới. Hơn nữa, nhiều kết quả nghiên cứu đã đề xuất giải pháp sử dụng hạ tầng mạng thông tin hiện tại để thiết kế mạng diện rộng chuyên ngành dưới dạng ảo. Đây là thuận lợi trong việc lựa chọn giải pháp hạ tầng mạng thông tin và truyền thông để tổ chức hệ cơ sở dữ liệu trao đổi và cổng thông tin dữ liệu không gian cho VNSDI.

Yêu cầu của hợp phần này chính là việc đề xuất, lựa chọn giải pháp phần cứng, hạ tầng mạng và truyền thông đáp ứng nhu cầu tích hợp, trao đổi, chia sẻ dữ liệu thông tin không gian giữa các đối tác liên quan trong VNSDI.

3.3. An ninh và bảo mật

An ninh và bảo mật thông tin là chủ đề được quan tâm đối với hệ thống thông tin nói chung và đặc biệt quan trọng đối với các hệ thống thông tin sử dụng các dịch vụ web.

Dịch vụ Web (Web Service) và OGC Web Service đều dựa trên ngôn ngữ XML để mã hóa các thông điệp và dữ liệu giữa các ứng dụng hay hệ thống với nhau.

Việc sử dụng XML và Web Service dễ có các lỗ hổng về an ninh và bảo mật nếu không quan tâm, xem xét vấn đề này một cách đúng mức. Các công nghệ hiện tại có thể bảo đảm an ninh các mạng có sử dụng Web Service nhưng không có khả năng mở rộng để đảm nhiệm hết nhiệm vụ an ninh trong những môi trường có Web Service.

Cũng giống như một trang web bình thường khác, Web Service hay các hệ thống theo kiến trúc hướng dịch vụ dựa trên nền web đều phải hiện thực các giải pháp an ninh

mức mạng như FireWalls, VPN,… Do vậy, ngoài các vấn đề an toàn, an ninh mạng ở mức mạng cần phải có đối với một hệ thống thông tin thông thường, nội dung này cần phải đề xuất thêm cái nhìn toàn diện về an ninh và bảo mật khi áp dụng Web Service trong kiến trúc SOA ở mức ứng dụng (mức mà các dịch vụ trao đổi thông điệp với nhau).

Các vấn đề cần xem xét đối với an ninh bảo mật bao gồm:

- Xác định các quy tắc bảo mật, quy trình và tổ chức;
- Xác định vai trò người dùng và quyền truy cập;
- Xác định quá trình xác thực người sử dụng;
- Xác định tính bảo mật và toàn vẹn dữ liệu;
- Xác định các mối đe dọa và các mục tiêu bảo mật liên quan;
- Xác định tính ràng buộc truy xuất nguồn gốc truy cập (ai, khi nào, ở đâu);
- Xác định tính ràng buộc vật chất và tổ chức.

Các nguyên tắc cơ bản về an ninh và bảo mật cần được thực hiện đó là: chứng thực, phân quyền (ủy nhiệm), bảo mật và hỗ trợ chữ ký điện tử. Đó là cơ sở nền tảng cho việc đảm bảo an ninh trong trao đổi, giao tiếp qua các Web Service.

Ngoài ra, do đặc thù của dịch vụ web cũng cần phải cân nhắc các vấn đề như tính mở rộng, linh hoạt, quản lý tập trung và các cuộc tấn công ác ý.

Do vậy, vấn đề an ninh và bảo mật là một thành phần quan trọng không thể thiếu khi xây dựng và vận hành VNSDI.

3.4. Chuẩn dịch vụ và phần mềm

Đối với xây dựng VNSDI, chuẩn dịch vụ và phần mềm có mối quan hệ rất chặt chẽ với nhau.

Chuẩn dịch vụ là một tập các tiêu chuẩn để trao đổi thông tin cần thiết để có thể chia sẻ thông tin dữ liệu không gian từ các hệ thống khác nhau.

Việc phát triển và áp dụng các chuẩn dịch vụ được bắt đầu từ năm1994 khi Ủy ban kỹ thuật về chuẩn thông tin địa lý ISO/TC211 và Hiệp hội không gian mở OGC được thành lập. Ngay từ đầu, các chuẩn dịch vụ đã được hình thành dựa trên các chuẩn về công nghệ thông tin và truyền thông khác.

Theo mô hình và kinh nghiệm của thế giới cho thấy chuẩn dịch vụ là thành phần không thể thiếu trong quá trình xây dựng VNSDI.

Với điều kiện hiện nay của Việt Nam, các chuẩn dịch vụ VNSDI cần xem xét áp dụng hoặc phát triển thêm trên cơ sở một số chuẩn dịch vụ của thế giới đã có.

Phần mềm là một thành phần bắt buộc, là bộ não để cho một hệ thống thông tin nói chung có thể vận hành được. Tương tự như việc lựa chọn phần cứng và hạ tầng mạng, việc lựa chọn giải pháp phần mềm đóng vai trò then chốt đóng góp sự thành công trong quá trình xây dựng VNSDI. Hiện tại, việc lựa chọn giải pháp phần mềm ứng dụng cần được xem xét, lựa chọn phần mềm thương mại có bản quyền hay phát triển trên các phần mềm mã nguồn mở. Các phần mềm tiêu biểu cho hai nhóm này đang được sử dụng nhiều

ở Việt Nam để chia sẻ dữ liệu không gian có thể kể đến là phần mềm thương mại ArcGIS Server của hãng ESRI (Mỹ) và phần mềm mã nguồn mở GeoServer của Open Planning Project (TOPP).

Theo đó, cần có sự phân tích, đánh giá đầy đủ trước khi đưa ra sự lựa chọn phù hợp với từng điều kiện cụ thể trong đó có yêu cầu rất quan trọng đó là mức độ hỗ trợ chuẩn dịch vụ của các phần mềm.

3.5. Chuẩn dữ liệu

Việc phát triển và áp dụng các chuẩn thông tin địa lý được bắt đầu từ năm 1994 khi Ủy ban kỹ thuật về chuẩn thông tin địa lý ISO/TC211 được thành lập. Các chuẩn thông tin địa lý đã được hình thành dựa trên các chuẩn về công nghệ thông tin và truyền thông khác.

Theo đó, trong quá trình xây dựng và phát triển VNSDI cần đề xuất các chuẩn về dữ liệu, về siêu dữ liệu phù hợp với điều kiện Việt Nam và áp dụng cho VNSDI.

Với điều kiện hiện nay của Việt Nam về chuẩn dữ liệu và chuẩn siêu dữ liệu, trước mắt có thể xem xét việc áp dụng các chuẩn dữ liệu địa lý [2, 3, 4, 6] và chuẩn dữ liệu địa chính [5] đã được ban hành để chuẩn hoá dữ liệu và siêu dữ liệu.

Đối với các chuẩn này, trong quá trình thực hiện cần thiết sẽ điều chỉnh, bổ sung cho phù hợp với việc xây dựng VNSDI và sự phát triển chung của công nghệ trên thế giới [11, 12].

3.6. Tập hợp dữ liệu

Dữ liệu không gian bao gồm tất cả các dữ liệu về vị trí và hình học của các đối tượng địa lý và các thông tin khác có liên quan tới đối tượng địa lý đó. Theo cách hiểu thông dụng, nó bao gồm các lớp thông tin về bề mặt đất như lớp độ cao bề mặt địa hình, lớp hệ thống thủy văn, lớp hệ thống giao thông, lớp phủ thực vật, lớp phủ đất, lớp hiện trạng sử dụng đất, lớp hệ thống địa giới hành chính, lớp dân cư, lớp địa chính, lớp giá trị đất, lớp quy hoạch sử dụng đất, lớp địa hình đáy biển, lớp bề mặt nước biển. Đối với mỗi nước, các lớp thông tin này thường đã có trong hệ thống bản đồ địa hình, bản đồ địa chính, bản đồ hiện trạng sử dụng đất, bản đồ quy hoạch sử dụng đất, bản đồ thổ nhưỡng và có thể được cập nhật thường xuyên hoặc không được cập nhật. Đối với các nước phát triển, các lớp thông tin này đã được chuẩn hóa và được cập nhật thường xuyên bằng thông tin từ hệ thống quản lý, từ ảnh vệ tinh, từ dữ liệu của những cơ quan khảo sát đo đạc. Đối với các nước đang phát triển, cũng có thể thiếu một số lớp thông tin, hoặc có nhưng dữ liệu đã quá cũ, không được cập nhật. Đối với Việt Nam, Bộ Tài nguyên và Môi trường đang là đơn vị chủ trì và quản lý chính về dữ liệu không gian cả nước nên tương đối thuận lợi cho quá trình xây dựng VNSDI.

Đối với VNSDI dữ liệu bao gồm có hai phần đó là dữ liệu khung và dữ liệu chuyên đề. Các bộ dữ liệu khung là hợp phần cơ bản để thiết lập nên hạ tầng dữ liệu không gian địa lý quốc gia và toàn cầu. Do vậy, tính hoàn thiện, độ chính xác, tần suất cập nhật của dữ liệu khung là rất quan trọng trong quá trình chia sẻ dữ liệu không gian của VNSDI.

Dữ liệu khung có thể sử dụng làm nền để thể hiện được các loại dữ liệu không gian khác. Nó bao gồm các lớp thông tin chính về bề mặt đất có liên quan tới tự nhiên và con người.

Do vậy, nội dung này cần xác định dữ liệu khung của VNSDI gồm những lớp thông tin nào, tỷ lệ hoặc độ phân giải bao nhiêu và dữ liệu chuyên đề gồm các lớp thông tin nào...

Đồng thời phải xác định được đơn vị đối tác quản lý, cập nhật và cung cấp từng bộ dữ liệu khung và dữ liệu chuyên đề khi tham gia VNSDI.

Đối với từng tập hợp dữ liệu, cần tập trung vào: i) đánh giá cụ thể về khối lượng và chất lượng của các lớp thông tin; ii) đánh giá khả năng đưa vào sử dụng trong VNSDI; iii) cách thức hoàn chỉnh, cập nhật để trở thành hạ tầng thông tin không gian thỏa mãn các yêu cầu đặt ra.

3.7. Siêu dữ liệu

Siêu dữ liệu (Metadata) là dữ liệu mô tả các thông tin liên quan đến tình trạng dữ liệu trong cơ sở dữ liệu. Các thông tin này cho biết: loại dữ liệu, thời gian xây dựng, cập nhật dữ liệu, chất lượng dữ liệu, tính pháp lý của dữ liệu, phương thức lưu trữ dữ liệu, các thủ tục truy cập và phân phối dữ liệu,...

Siêu dữ liệu mô tả nguồn gốc của dữ liệu không gian và theo dõi việc thay đổi dữ liệu theo thời gian. Siêu dữ liệu giúp trả lời câu hỏi ai, cái gì, tại sao, ở đâu, khi nào về bộ dữ liệu không gian.

Với vai trò của mình, siêu dữ liệu có ý nghĩa rất lớn đối với VNSDI. Nó là thông tin giúp cho đơn vị quản lý, cung cấp nắm chắc được hiện trạng dữ liệu mình đang quản lý để có chiến lược, kế hoạch phát triển tiếp theo tránh việc đầu tư trùng lắp đồng thời giúp cho cộng đồng khai thác thông tin có được thông tin tình trạng của dữ liệu trước khi quyết định sử dụng nó.

Với tầm quan trọng, ảnh hưởng của siêu dữ liệu đối với VNSDI, nội dung này cần đề xuất phương án lập siêu dữ liệu cho các bộ dữ liệu khung và siêu dữ liệu cho các bộ dữ liệu chuyên đề của các đối tác liên quan.

4. KẾT LUẬN

Bài báo đã tập trung phân tích vai trò của các yếu tố kỹ thuật liên quan đến công tác xây dựng cơ sở dữ liệu hạ tầng không gian quốc gia để từ đó có cái nhìn toàn diện về một hệ thống VNSDI hoàn chỉnh, cũng như tầm quan trọng của các yếu tố thành phần để có sự đầu tư nghiên cứu, triển khai đảm bảo đầy đủ, đúng trọng tâm, trọng điểm đạt hiệu quả cao.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. Bộ Tài nguyên và Môi trường (2015), *Thông tư 63/2015/TT-BTNMT ngày 21 tháng 12 năm 2015 quy định về kiểm tra, thẩm định và nghiệm thu chất lượng công trình, sản phẩm đo đạc và bản đồ*, Hà Nội

[2]. Bộ Tài nguyên và Môi trường (2020), *Thông tư số 06/2020/TT-BTNMT ngày 31 tháng 08 năm 2020 về quy định quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về chuẩn thông tin địa lý cơ sở*, Hà Nội.

[3]. Bộ Tài nguyên và Môi trường (2019), *Thông tư 23/2019/TT-BTNMT, ngày 25 tháng 12 năm 2019 quy định kỹ thuật về mô hình cấu trúc, nội dung cơ sở dữ liệu nền địa lý quốc gia tỷ lệ 1:2.000 và 1:5.000*, Hà Nội.

[4]. Bộ Tài nguyên và Môi trường (2020), *Thông tư 15/2020/TT-BTNMT, ngày 30 tháng 11 năm 2020 quy định kỹ thuật về mô hình cấu trúc, nội dung cơ sở dữ liệu nền địa lý quốc gia tỷ lệ 1:10.000, 1:25.000*, Hà Nội.

[5]. Bộ Tài nguyên và Môi trường (2013), *Thông tư 55/2013/TT-BTNMT ngày 30 tháng 12 năm 2013 quy định về thành lập bản đồ địa chính*, Hà Nội.

[6]. Bộ Tài nguyên và Môi trường (2017), *Thông tư số 35/2017/TT-BTNMT ngày 04 tháng 10 năm 2017 Ban hành Định mức kinh tế - kỹ thuật xây dựng cơ sở dữ liệu đất*, Hà Nội.

[7]. Bộ Tài nguyên và Môi trường (2010), *Thông tư 75/2015/TT-BTNMT ngày 28 tháng 12 năm 2015 Quy định kỹ thuật về cơ sở dữ liệu đất đai,* Hà Nội.

[8]. Bộ Xây dựng (2012*), Thông tư 06/2012/TT-BXD ngày 10/10/2012 về việc quy định Chế độ báo cáo thống kê tổng hợp ngành Xây dựng*;

[9]. Bộ Xây dựng (2016), *Thông tư số 12/2016/TT-BXD ngày 29/6/2016 về việc quy định về hồ sơ của nhiệm vụ và đồ án quy hoạch xây dựng vùng, quy hoạch đô thị và quy hoạch xây dựng khu chức năng đặc thù*.

[10]. Cục Công nghệ Thông tin - Bộ Tài nguyên và Môi trường (2009), *Dự án Xây dựng cơ sở dữ liệu tài nguyên và môi trường*, Hà Nội.

[11]. Cục Đo đạc và Bản đồ - Bộ Tài nguyên và Môi trường (2005), *Dự án chuẩn hóa hệ thống thông tin địa lý cơ sở quốc gia*, Hà Nội.

[12]. Thủ tướng Chính phủ (2018), *Quyết định số 950/QĐ-TTg ngày 01 tháng 08 năm 2018 của Thủ tướng Chính phủ về việc Phê quyệt Đề án phát triển đô thị thông minh bền vững Việt Nam giai đoạn 2018 - 2025 và định hướng đến năm 2030*, Hà Nội.

NGHIÊN CỨU, TÍCH HỢP CÔNG NGHỆ NHẰM THIẾT LẬP NỀN TẢNG HẠ TẦNG DỮ LIỆU KHÔNG GIAN PHỤC VỤ CHUYỂN ĐỔI SỐ NGÀNH TÀI NGUYÊN MÔI TRƯỜNG - ÁP DỤNG THỬ NGHIỆM CHO QUY MÔ TỈNH/THÀNH PHỐ

Nguyễn Tất Thắng[1], Lê Đình Dũng[1], Đoàn Trung Đức[1], Đào Ngọc Đức[2]

[1]Công ty Công nghệ thông tin Tập đoàn Bưu chính Viễn thông Việt Nam

[2]Trung tâm Công nghệ Thông tin, Sở Tài nguyên và Môi trường Thanh Hóa

Ngày nhận bài: 15/7/2021 - Ngày phản biện: 23/7/2021 - Ngày chấp nhận đăng: 29/08/2021

Tóm tắt. *Hạ tầng không gian địa lý (SDI) trong đó quản lý dữ liệu nền địa lý một cách trực quan bằng các công nghệ hiện đại, sẵn sàng tích hợp vào các chuyên ngành khác là thành phần hết sức quan trọng trong lời giải cho bài toán chuyển đổi số nói chung, ngành Tài nguyên Môi trường nói riêng. Trong khuôn khổ bài báo này, nhóm tác giả sẽ trình bày về kết quả nghiên cứu đã thực hiện nhằm thiết lập giải pháp tích hợp bản đồ nền, kiến trúc công nghệ từ tổng quan đến chi tiết trong tổ chức, quản lý dữ liệu nền địa lý theo quy phạm kỹ thuật và dữ liệu không gian chuyên ngành. Ứng dụng thử nghiệm các giải pháp đề xuất vào quản lý Tài nguyên Môi trường ở quy mô Tỉnh/Thành phố.*

Từ khóa: *hạ tầng không gian địa lý, GIS, bản đồ, tài nguyên môi trường.*

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Ngày nay, dữ liệu không gian địa lý đa phần được số hóa sử dụng trong phân tích và cả trình bày trên các phần mềm GIS - MAP thay vì dưới dạng bản đồ giấy trước đây [3]. Cùng với sự phát triển của công nghệ thông tin cả về phần cứng, phần mềm và hệ thống mạng, cách nhìn nhận về vai trò, tầm quan trọng trong trao đổi, chia sẻ, khai thác dữ liệu không gian cũng thay đổi nhanh chóng, khái niệm về hạ tầng dữ liệu không gian là một xu hướng nằm trong sự phát triển đó. Dù khái niệm và việc ứng dụng GIS tại Việt Nam muộn hơn so với thế giới do những hạn chế về mặt công nghệ xong đã dần bắt kịp xu thế này. Từ đầu những năm 2000, đã có nhiều nghiên cứu, báo cáo, định hướng hạ tầng dữ liệu nền địa lý quốc gia [4]. Những vấn đề chung của hạ tầng dữ liệu không gian vì vậy cũng ngày càng phổ biến và được đưa vào chiến lược phát triển của các cơ quan quản lý cũng như sự quan tâm của các công ty công nghệ.

1.1. Sự phổ biến của hệ thống thông tin địa lý

Từ cuối những năm 1970, khái niệm về Hệ thống thông tin địa lý (Geographic Information System - GIS) đã hình thành và ngày càng phổ biến, được tiếp nhận trong giới nghiên cứu, giáo dục, doanh nghiệp và cả cá nhân [5]. Trong vài thập kỷ tiếp theo, GIS được nhìn nhận như ứng dụng đơn chạy trên các máy tính độc lập và được các công

ty phát triển phần mềm quảng bá như một hệ thống với tập chức năng chuyên biệt trong việc phân tích, mô hình hóa dữ liệu từ đó làm đầu vào cho hỗ trợ ra quyết định. Đi kèm với sự phát triển vượt bậc về phần cứng cũng như máy tính cá nhân, GIS phát triển từ chỉ chạy trên các máy tính với khả năng tính toán lớn (Mainframes Computer) tới các máy chủ tính toán nhỏ (Minicomputers) và dần phổ biến tới hệ thống máy tính cá nhân (Desktop).

Đến thời điểm hiện tại, hệ thống bản đồ với các tính năng GIS cơ bản ngày càng phổ biến trên Internet, được cung cấp dưới dạng các dịch vụ và tiếp cận tới người dùng phổ thông qua các thiết bị hỗ trợ trình duyệt Internet hoặc ứng dụng di động. Trên cơ sở đó, dữ liệu không gian sẽ ngày càng phổ biến, dễ tiếp cận, khai thác và được ứng dụng sâu hơn vào giải quyết các bài toán thực tế nhờ vào các dịch vụ GIS online.

1.2. Internet và Hạ tầng dữ liệu không gian

Sự lớn mạnh của GIS nói chung và dữ liệu địa lý số nói riêng được hỗ trợ bởi sự phát triển vượt bậc, ngày càng phổ biến, dễ tiếp cận với giá thành hợp lý của các công nghệ quan sát, chụp ảnh trái đất và hệ thống định vị toàn cầu GPS (Global Positioning System - GPS) [5]. Ngay từ năm 1993, Hội đồng nghiên cứu quốc gia Hoa Kỳ (US Nation Research Council) đã đề xuất một tầm nhìn, một định hướng cho việc xây dựng và sử dụng dữ liệu không gian: hạ tầng dữ liệu không gian địa lý quốc gia. Tầm nhìn này khẳng định vai trò ngày càng lớn của dữ liệu không gian trong mọi lĩnh vực. Theo Douglas [2], thông tin, dữ liệu không gian địa lý hết sức quan trọng trong việc ra quyết định ở cấp địa phương, cấp vùng cho tới toàn cầu.

Cho tới đầu những năm 2000, khi mà Internet ngày càng phổ biến, cả người tạo ra và người khai thác nội dung số đều bùng nổ kèm với đó là sự ra đời của định hướng nền tảng Web 2.0 đã đánh dấu những thay đổi mới đối với việc phát triển và ứng dụng GIS trên nền tảng dịch vụ Web mà OpenStreetMap (Nguồn mở) và Google Maps là hai ví dụ tiêu biểu. Bên cạnh đó, các vấn đề về phân phối, đóng góp từ cộng đồng, chia sẻ và tái sử dụng dữ liệu không gian cũng lần lượt được giải quyết nhờ tốc độ băng thông, sự phát triển phần cứng cũng như công nghệ, phần mềm và các chuẩn trình diễn, trao đổi dữ liệu qua Internet mà điển hình là XML, OGC Standards, HTML5 và WebGL. Tất cả những điều này thúc đẩy tầm nhìn, ý tưởng về việc xây dựng hạ tầng dữ liệu không gian vùng, quốc gia, khu vực và toàn cầu thành hiện thực.

1.3. Ứng dụng công nghệ trong hạ tầng dữ liệu không gian tại Việt Nam

Tại Việt Nam, ngay từ năm 1996, Tổng cục Địa chính (nay là Bộ Tài nguyên và Môi trường) đã đề xuất và thực hiện dự án xây dựng cơ sở dữ liệu quốc gia về tài nguyên đất (bao gồm CSDL địa lý và CSDL đất đai). Các nghiên cứu cơ sở khoa học, các chính sách pháp luật, tổ chức, thể chế, tiêu chuẩn về cơ sở dữ liệu và công nghệ cũng đã được hoàn thiện từ đầu những năm 2000 đến nay với rất nhiều kết quả đã và đang được triển khai [9]. Chương 2 - Luật Đo đạc và bản đồ 2018 và Chương 6 Nghị định 27/2019/NĐ-CP đã quy định rất đầy đủ về hạ tầng dữ liệu không gian. Các quy định kỹ thuật, chuẩn cơ sở dữ liệu thông tin địa lý các tỷ lệ cũng được các cơ quan chức năng ban hành và cập nhật liên tục.

Mặc dù vậy, có một thực tế là việc áp dụng công nghệ, vận dụng linh hoạt các giải pháp công nghệ để phù hợp với quy định, chính sách nhằm giải quyết các vấn đề riêng lẻ cũng như xây dựng tổng thể hạ tầng dữ liệu không gian quốc gia vẫn còn nhiều hạn chế. Ở một số tỉnh (Thành phố Hồ Chí Minh, Thừa Thiên Huế,…) bằng việc thực hiện dự án đầu tư từ ngân sách, các công ty công nghệ đã triển khai các công cụ, phần mềm ở quy mô vừa và nhỏ, có tính cục bộ theo đơn vị hành chính về mặt dữ liệu, còn nhiều hạn chế về mặt tính năng, đặc biệt là các tính năng về chia sẻ, công bố, khuyến khích việc sử dụng rộng rãi thông tin, dữ liệu không gian.

Trong khuôn khổ của bài báo này, ngoài đề cập ở mức tổng quát những vấn đề có liên quan đến nghiên cứu, ứng dụng và phát triển của hạ tầng dữ liệu không gian trong nước và quốc tế, nhóm tác giả sẽ đi chi tiết hơn về công tác nghiên cứu và kết quả tìm hiểu, ứng dụng công nghệ để giải quyết từng bước các vấn đề của SDI trong bối cảnh Việt Nam. Bài báo cũng sẽ đề cập đến những kết quả áp dụng thử nghiệm công nghệ đã lựa chọn cho bài toán chuyển đổi số ngành Tài nguyên Môi trường tại tỉnh Thanh Hóa.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Phương pháp thu thập dữ liệu mẫu

2.1.1. Với dữ liệu không gian

Trên cơ sở quy định kỹ thuật xây dựng Cơ sở dữ liệu nền địa lý đã được ban hành và cập nhật tại các thông tư của Bộ Tài nguyên và Môi trường (Thông tư 23/2019/TT-BTNMT, 15/2020/TT-BTNMT và 06/2020/TT-BTNMT), nhóm nghiên cứu đã rà soát và thu thập các dữ liệu không gian mẫu là bộ cơ sở dữ liệu không gian đơn lẻ (Personal Geodatabase) tương ứng với các mảnh bản đồ ở tỷ lệ 1:5.000, 1:10.000, 1:25.000 và 1:5.0000. Để áp dụng thử nghiệm ở quy mô Tỉnh/Thành phố, toàn bộ dữ liệu nền địa lý tỉnh Thanh Hóa tỷ lệ 1:2.000 khu vực đô thị (Thành phố Thanh Hóa, Thành phố Sầm Sơn, Thị xã Bỉm Sơn), khu công nghiệp trọng điểm (Thị xã Nghi Sơn) và tỷ lệ 1:10.000 cho các vùng còn lại đã được thu thập.

2.1.2. Với dữ liệu về các giải pháp công nghệ

Với định hướng ưu tiên sử dụng các giải pháp mã nguồn mở nhằm hướng đến việc chủ động hoàn toàn về mặt công nghệ để có thể điều chỉnh, tùy biến theo nhu cầu sử dụng cũng như các thay đổi trong quy định kỹ thuật và chính sách. Nhóm tác giả đối chiếu định hướng trên với những gợi ý khung và xu hướng công nghệ trong hướng dẫn tổng quan về xây dựng hạ tầng dữ liệu không gian của Tổ chức hạ tầng dữ liệu không gian toàn cầu (Global Spatial Data Infrastructure Association - GSDI) và trung tâm Nghiên cứu Kết nối thuộc ủy ban Châu Âu (European Commission DG Joint Research Centre) [10].

2.2. Phương pháp phân tích dữ liệu

Phương pháp phân tích dữ liệu được sử dụng chủ yếu với tất cả các dữ liệu không gian đã được thu thập. Các phân tích tập trung vào cấu trúc, cách tổ chức từng lớp dữ liệu không gian trong cơ sở dữ liệu nền địa lý. Mối quan hệ giữa đơn vị hành chính và các mảnh bản đồ ở các tỷ lệ được rà soát nhằm đưa ra giải pháp cho việc truy vấn dữ liệu

không gian theo đơn vị hành chính. Bên cạnh đó, nhóm tác giả cũng phân tích về độ lớn dữ liệu, tương quan tổng quát về số lượng đối tượng trong từng lớp dữ liệu không gian nhằm đưa ra giải pháp thiết kế và ràng buộc tối ưu khi xây dựng các bảng dữ liệu tương ứng trong cơ sở dữ liệu tập trung.

2.3. Phương pháp đo lường và so sánh

Trong quá trình thử nghiệm các giải pháp công nghệ, phương pháp đo lường, so sánh được sử dụng. Cụ thể, từng giải pháp công nghệ sau bước lựa chọn sơ bộ sẽ được tiến hành đánh giá sơ bộ, cài đặt, hiệu chỉnh và chạy thử nghiệm. Số liệu từ cơ bản như độ phổ biến, lớn mạnh của cộng đồng hỗ trợ, phát triển, tần xuất cập nhật phần mềm, độ lớn (dung lượng) gói phần mềm, độ phức tạp về mã nguồn (gồm ngôn ngữ lập trình và số lượng file, dòng code) đến các số liệu về hiệu năng như thời gian đáp ứng, thời gian tải dữ liệu, tốc độ phản hồi của dịch vụ và cơ sở dữ liệu, lỗi phát sinh,… đều được đưa vào bảng đo lường và so sánh.

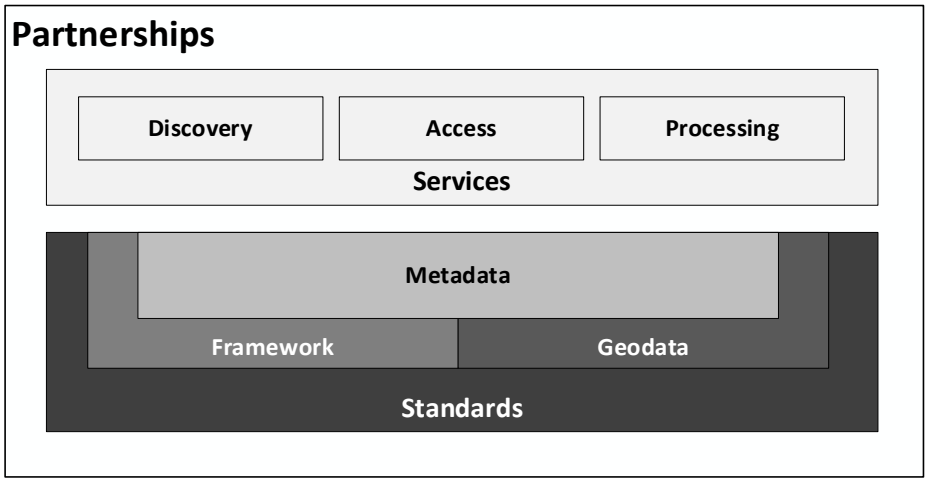
Bằng cách này, các giải pháp công nghệ phù hợp nhất được lựa chọn. Ở một số khâu, tùy vào độ lớn khi triển khai hệ thống có thể có nhiều hơn 1 giải pháp được lựa chọn. Trường hợp này, khi xây dựng hệ thống sẽ tùy vào dự án, phạm vi mà sử dụng giải pháp hợp lý.

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

3.1. Kiến trúc tổng thể đề xuất

3.1.1. Thành phần hạ tầng dữ liệu không gian

Mô hình tổng quát nhất về các thành phần của hạ tầng không gian địa lý được Douglas tổng hợp và đề xuất như sau [1]:



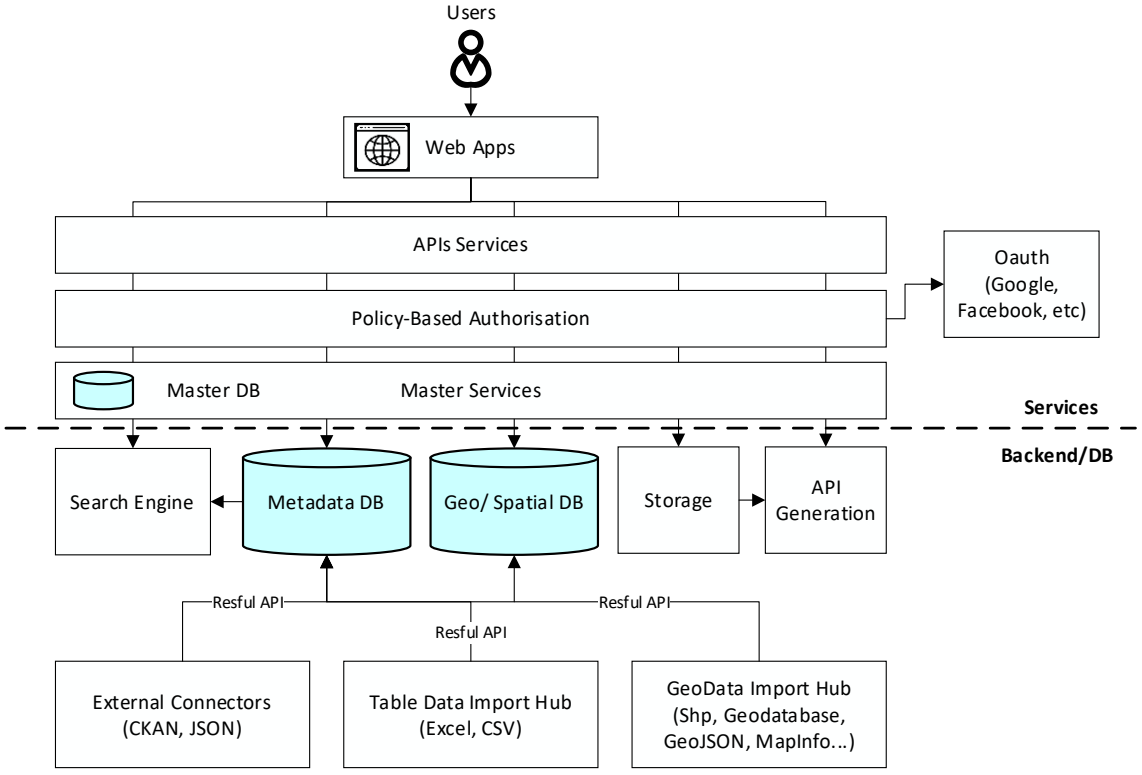
Hình 1. Các thành phần của hệ thống hạ tầng dữ liệu không gian [1]

Mô tả một cách ngắn gọn, Hạ tầng dữ liệu không gian được nhìn nhận tổng thể như một khung hợp tác (Partnerships) mà trong đó người dùng thông qua các dịch vụ (Services) ví dụ như: khai thác (Discovery), truy cập (Access) và xử lý (Processing) để tương tác với phần dữ liệu không gian (Geodata) ở phía hạ tầng. Đối với các dữ liệu không gian cơ sở, các thành phần và cấu trúc được định nghĩa và xây dựng dựa trên khung chuẩn

(Framework). Tuy nhiên, các dữ liệu không tương tác một cách trực tiếp với dữ liệu không gian mà thông qua thành phần rất quan trọng là siêu dữ liệu (Metadata) [8]. Toàn bộ phần hạ tầng (gồm dữ liệu, các khung chuẩn, hoạt động) sẽ được xây dựng dựa trên các chuẩn (Standards).

3.1.2. Kiến trúc hệ thống đề xuất

Trên cơ sở nội dung về các thành phần của hạ tầng dữ liệu không gian đã trình bày trên, nhóm nghiên cứu đã phân nhóm các thành phần kèm với phân tích các module chức năng cần thiết cho hệ thống, từ đó đề xuất kiến trúc tổng quát của hệ thống dưới đây.



Hình 2. Kiến trúc tổng thể đề xuất

Hệ thống hạ tầng dữ liệu địa lý được xây dựng với các thành phần chính sau

***Web Portal**:* là giao diện giúp cho người dùng quản lý, tìm kiếm, khai thác dữ liệu của hệ thống, đây là công cụ giao tiếp chính với đầy đủ chức năng về phân phối, chia sẻ, đóng góp dữ liệu. Thành phần này sử dụng kiến trúc MVVM để xây dựng ứng dụng.

***Web APIs**:* đây là thành phần xử lý nghiệp vụ cung cấp API để Web Portal sử dụng.

***Database**:* đây là thành phần lưu trữ dữ liệu sử dụng hệ quản trị cơ sở dữ liệu PostgreSQL cho cả 2 phần: MetadataDB - gồm siêu dữ liệu (Metadata) và danh mục siêu dữ liệu (Metadata Catalog) cùng với Geo/Spatial Data - Dữ liệu Không gian. Do đặc thù về dữ liệu và yêu cầu nghiệp vụ hiển thị, khai thác bản đồ. Dữ liệu không gian Geo/Spatial Data sẽ được tổ chức riêng ở một CSDL, tuy vậy có kết nối với thông tin về dữ liệu (Metadata, Catalog) ở MetadataDB.

SearchEngine: hệ thống hoạt động như một Hub dữ liệu với nhiều cách phân loại, đánh chỉ mục khác nhau. SearchEngine là thành phần giúp tính năng tìm kiếm, khai thác dữ liệu nhanh chóng và hiệu quả.

Storage: đây là thành phần lưu trữ file số dữ liệu, mặc định hỗ trợ FTP file Server và Object Storage. Tùy theo hạ tầng và yêu cầu khi triển khai thành phần này sẽ được tùy biến.

External Connectors: đây là thành phần tích hợp dữ liệu từ các nguồn, hệ thống quản trị dữ liệu không gian mở khác thông qua APIs. Thành phần này đảm bảo tính năng trao đổi, chia sẻ dữ liệu giữa các hệ thống.

3.2. Các tiêu chuẩn và giải pháp công nghệ trong quản lý, xử lý dữ liệu không gian đề xuất

3.2.1. Các tiêu chuẩn

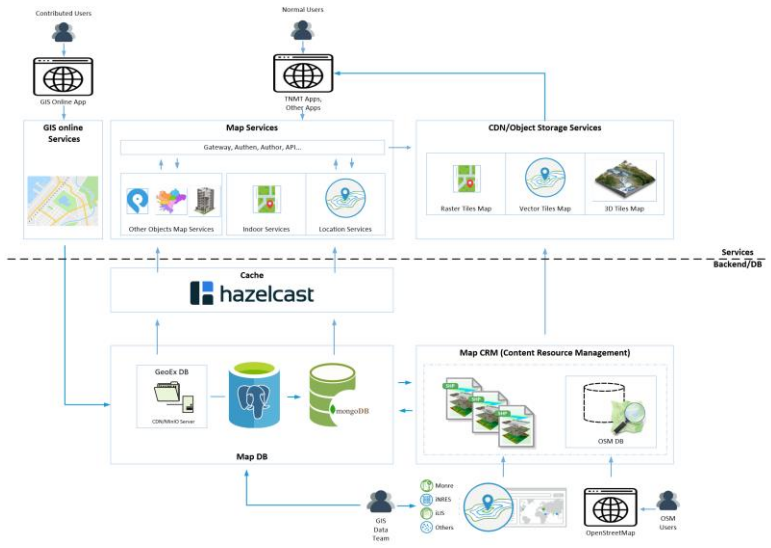
Bảng dưới đây liệt kê các tiêu chuẩn mà nhóm đã nghiên cứu, thử nghiệm và tích hợp thành công vào hệ thống. Phần lớn trong các tiêu chuẩn về dữ liệu là chuẩn mở OGC.

Bảng 1. Danh sách các tiêu chuẩn chính đề xuất (đã hỗ trợ)

STT	Tên tiêu chuẩn	Ghi chú
I	Siêu dữ liệu (Metadata)	
1	ISO 19115/19139	
II	Các mô hình dữ liệu (Data Models)	
1	Geography Markup Language (GML)	OGC
2	3D Tiles	3DData
3	CityGML	OGC
4	IndoorGML	OGC
5	Keyhole Markup Language (KML)	OGC (Google)
6	GeoPackage	OGC
7	Shape File	ESRI
8	GeoJSON	
III	Dịch vụ truy cập	
1	Vector Tile Service	Mapbox
2	Raster Tile Service	
3	OGC Web Map Service	
4	OGC Web Feature Service	

3.2.2. Kiến trúc, công nghệ chính phần quản lý, xử lý dữ liệu không gian

Dữ liệu không gian là đối tượng cốt lõi của hạ tầng dữ liệu không gian, nội dung phần trình bày này diễn giải chi tiết hơn từ kiến trúc tổng quát (đã trình bày tại mục 3.1.2), các thành phần ở tầng dịch vụ và tầng dữ liệu có liên quan đến quản lý, xử lý dữ liệu không gian. Mô hình dưới đây là kiến trúc công nghệ chi tiết đề xuất:



Hình 3. Kiến trúc hệ thống và công nghệ sử dụng trong quản lý, xử lý dữ liệu không gian

Chi tiết một số thành phần chính trong mô hình trên:

Tile Map: là một phương pháp được đề xuất để giải quyết bài toán tải và trình bày bản đồ trên trình duyệt Web. Bản đồ dạng Tile (Tiles Map) được hiển thị trong trình duyệt bằng cách kết hợp hàng chục tệp dữ liệu hình ảnh hoặc dữ liệu vector mà mỗi tệp tương ứng với một ô và trong tệp đó chứa nhiều lớp thông tin địa lý. Tile map (cả Raster Tile và Vector Tile) được sử dụng trong hệ thống như giải pháp chính trong giao tiếp giữa các Services (GIS Online, Map Services và Map Object Storage Services) và ứng dụng Web

Xử lý dữ liệu không gian với GDAL: GDAL là thư viện được đề xuất để xử lý dữ liệu không gian tại lớp dịch vụ (Services). Nhờ thư viện GDAL các dữ liệu đầu vào của hạ tầng dữ liệu không gian được chuẩn hóa bằng cách đọc nhiều định dạng sau đó trả ra đối tượng dữ liệu chuẩn, hỗ trợ đưa toàn bộ dữ liệu không gian vào trong Database. Ở mô hình trên, GDAL là bước tiền xử lý trước giữa lớp Services và Map DB.

Ngoài Tile Map và GDAL, tùy vào dịch vụ được triển khai, hệ thống sử dụng một số định dạng khác như GeoJSON (Dịch vụ địa điểm - Location Service), 3D Tile và CityGML (3D Tile và 3D Object Service), IndoorGML (Dịch vụ GIS Indoor - IndoorMap Service).

Online App: ở đây là các ứng dụng Web được xây dựng bằng ngôn ngữ TypeScript với Framework Angular phiên bản 10. Đối với các thao tác hiển thị, xử lý bản đồ, nhóm nghiên cứu đã tích hợp và sử dụng thư viện ArcGIS API for Javascript, Leaflet JS và Mapbox JS, thư viện OpenLayers chưa được thử nghiệm nhưng về mặt lý thuyết là hoàn toàn tương thích vì cùng hỗ trợ các chuẩn về WebGIS tương tự các thư viện trên.

GIS Online Services: là dịch vụ cung cấp các API phục vụ xử lý, trình bày dữ liệu không gian với các tính năng GIS hỗ trợ người dùng sử dụng dữ liệu không gian hiệu quả và thân thiện trên trình duyệt Internet.

Map Service: là dịch vụ cung cấp các tính năng về xử lý dữ liệu, trình bày và khai thác bản đồ chuyên đề phục vụ cho cả đối tượng người dùng đóng góp, quản trị và xuất bản dữ liệu không gian chuyên đề theo lĩnh vực (để xây dựng hạ tầng không gian địa lý),

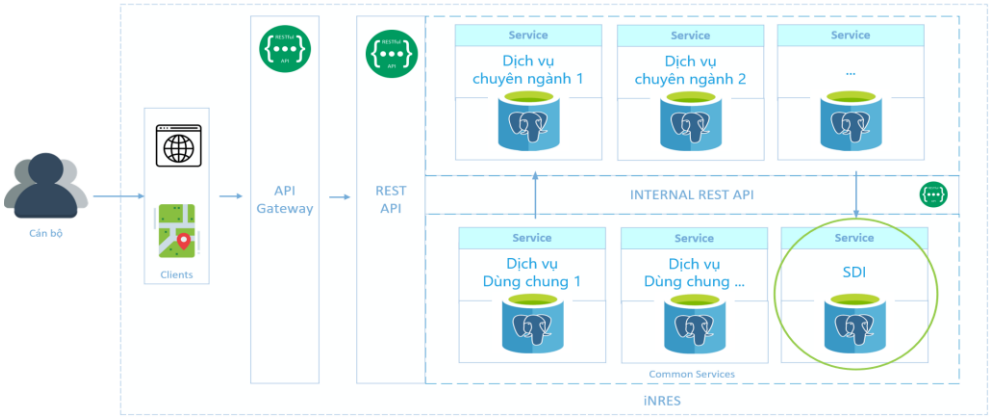
và đối tượng người dùng khai thác, tái sử dụng, chia sẻ cũng như tích hợp dữ liệu không gian vào các hệ thống khác.

CDN/Object Storage Services: đóng vai trò dịch vụ lưu trữ và phân phối nội dung mà ở đây là các Tile Map cho bản đồ nền. Cấp dữ liệu cho dịch vụ này là hệ thống quản trị nội dung bản đồ (Dữ liệu từ các file đơn lẻ như Shape file, KML hoặc Cơ sở dữ liệu hoàn chỉnh (OpenStreetMap DB).

Map DB: là thành phần đóng vai trò kho lưu trữ dữ liệu không gian của hạ tầng. Kho lưu trữ này được xây dựng theo hướng khả thi trong việc mở rộng định hướng như một Data Warehouse về dữ liệu không gian. PostgreSQL được lựa chọn vì là hệ quản trị CSDL hỗ trợ mạnh việc lưu trữ cũng như các hàm xử lý dữ liệu không gian thông qua PostGIS (www.postgis.net, 2021). Ngoài ra MongoDB cũng được tích hợp để đảm bảo việc lưu trữ, xử lý Document Data với cấu trúc bất đồng nhất (www.mongodb.com, 2021).

3.3. Kết quả thử nghiệm

3.3.1. Tích hợp hạ tầng dữ liệu không gian trong chuyển đổi số ngành Tài nguyên Môi trường



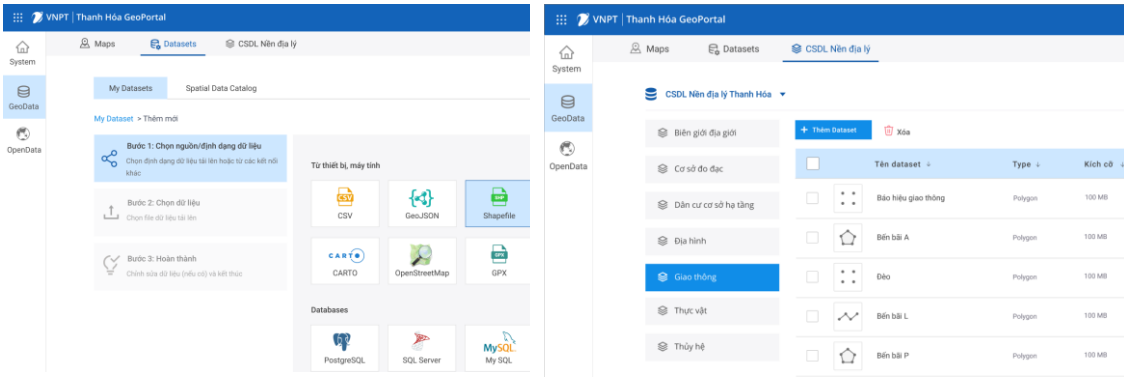
Hình 4. Hạ tầng dữ liệu không gian được tích hợp như một dịch vụ trong kiến trúc tổng thể hệ thống ngành Tài nguyên Môi trường

Trong bài toán chuyển đổi số ngành Tài nguyên Môi trường mà nhóm nghiên cứu đang phát triển, SDI được sử dụng đúng vai trò làm nền tảng. Hạ tầng dữ liệu không gian được tích hợp dưới dạng một dịch vụ vào kiến trúc tổng thể hệ thống thông tin CSDL tích hợp ngành Tài nguyên và Môi trường (iNRES) như ở mô hình phía trên.

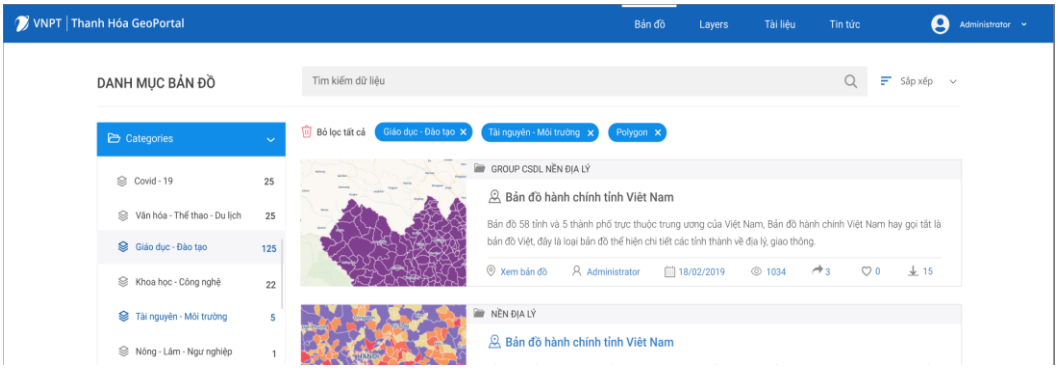
Toàn bộ các lĩnh vực thuộc ngành Tài nguyên Môi trường (Tài nguyên nước, Khoáng sản, Môi trường, Biển hải đảo,…) đều quản lý đối tượng dữ liệu không gian chuyên đề. Đây được xem như dữ liệu cốt lõi trong quản lý Tài nguyên Môi trường khi mà đa phần các nghiệp vụ đều dựa trên thông tin không gian, địa lý. Trên hệ thống iNRES, các dịch vụ chuyên ngành sử dụng hạ tầng dữ liệu không gian SDI với vai trò là một dịch vụ dùng chung như trong mô hình nêu trên. Nhờ cách tổ chức và tích hợp này, mọi dữ liệu không gian từ cơ sở đến chuyên ngành được quy về một mối nhưng vẫn đảm bảo phân tách từng bản ghi (ở đây là lớp dữ liệu không gian, bản đồ chuyên đề) theo lĩnh vực. Như vậy, hạ tầng dữ liệu không gian đảm bảo tính chia sẻ, tái sử dụng cũng như được đóng góp xây dựng bởi nhiều dịch vụ.

3.3.2. Thử nghiệm tại Thanh Hóa

Ứng dụng những kiến trúc và giải pháp công nghệ đã trình bày, nhóm tác giả đã đề xuất và bước đầu xây dựng thành công (hiện tại đang chạy thử nghiệm nội bộ) hệ thống hạ tầng dữ liệu không gian địa lý tỉnh Thanh Hóa và tích hợp vào Hệ thống thông tin tích hợp ngành Tài nguyên và Môi trường tỉnh Thanh Hóa



Hình 5. Giao diện quản trị dữ liệu không gian - Hệ thống thông tin tích hợp ngành Tài nguyên Môi trường tỉnh Thanh Hóa



Hình 6. Giao diện công bố, khai thác dữ liệu không gian

4. KẾT LUẬN

Bài báo đã trình bày một cách khái quát về Tầm nhìn "Hạ tầng dữ liệu không gian" từ cấp vùng cho tới toàn cầu cũng như một số vấn đề có liên quan đến dữ liệu không gian. Từ mức khái niệm tổng quan đến chi tiết về các vấn đề công nghệ có liên quan đến việc xây dựng và phát triển hạ tầng dữ liệu không gian, bài báo đã đề xuất các mô hình kiến trúc hệ thống, kiến trúc công nghệ và các giải pháp được lựa chọn để có thể xây dựng thành công nền tảng hệ thống quản trị hạ tầng dữ liệu không gian.

Cách tiếp cận của nghiên cứu là đi trực tiếp vào thử nghiệm, đo lường, đánh giá trên cơ sở dữ liệu có sẵn và phục vụ cho một bài toán thực tế ở quy mô tỉnh/thành phố. Bằng những kiến trúc, công nghệ đề xuất áp dụng thử nghiệm giải quyết việc thiết lập hạ tầng dữ liệu không gian dùng cho cho ngành Tài nguyên Môi trường tỉnh Thanh Hóa, nhóm tác giả muốn chứng minh tính khả thi và hiệu quả của các kết quả nghiên cứu đề xuất. Từ đó, hướng tới giải quyết bài toán xây dựng hạ tầng dữ liệu không gian phạm vi toàn quốc cho Việt Nam.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. Douglas D. Nebert, 2004, Developing Spatial Data Infrastructures: The SDK Cookbook - Version 2.0.

[2]. Douglas D. Nebert, 2009, Spatial Data Infrastructure: Concepts and Components.

[3]. Gregory, G, Nicolas, R và Anthony, L, 2010, Grid - enabled Spatial Data Infrastructure for environmental sciences: Challenges and opportunities, Carouge, Switzerland.

[4]. Hoàng Lam Sơn, Đặng Hùng Võ, Võ Anh Tuấn, 2012, Phát triển chiến lược hạ tầng dữ liệu không gian cho Việt Nam, Diễn đàn địa không gian châu Á , Hà Nội, Việt Nam.

[5]. Jack Dangermond & Michael F. Goodchild (2019): Building geospatial infrastructure, Geo - spatial Information Science, DOI: 10.1080/10095020.2019.1698274.

[6]. MongoDB, 2021, The most popular database for modern apps | MongoDB, www.mongodb.com.

[7]. PostGIS, 2021, Spatial and Geographic objects for PostgreSQL, www.postgis.net.

[8]. Quang Hung BUI, Quang Thang LUU, Duc Van HA, Tuan Dung PHAM, Sanya PRASEUTH and Dominique Laffy, 2020, Spatial Data Infrastructure.

[9]. Trần Bạch Giang, 2018, Xây dựng, phát triển và quản lý hạ tầng dữ liệu không gian địa lý quốc gia Việt Nam, Kỷ yếu Hội nghị khoa học ngành đo đạc, bản đồ toàn quốc, Hà Nội.

[10]. Vandenbroucke, D., Olijslagers, M., Boguslawski, R., Borzacchiello, M.T., Perego, A. and Smith, R., Architectures and Standards for Spatial Data Infrastructures and Digital Government, EUR 30336 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2020, ISBN 978 - 92 - 76 - 21404 - 5, doi:10.2760/806776, JRC121025.

BÀN VỀ PHƯƠNG HƯỚNG VÀ GIẢI PHÁP XÂY DỰNG HẠ TẦNG DỮ LIỆU KHÔNG GIAN ĐỊA LÝ QUỐC GIA PHÙ HỢP VỚI SỰ PHÁT TRIỂN CÔNG NGHỆ, ĐÁP ỨNG YÊU CẦU THỰC TIỄN Ở NƯỚC TA

Trần Hồng Quang

Hội Trắc địa - Bản đồ - Viễn thám Việt Nam

Ngày nhận bài: 19/7/2021 - Ngày phản biện: 22/7/2021 - Ngày chấp nhận đăng: 26/07/2021

Tóm tắt. *Bài báo tổng quan một số đặc điểm hạ tầng dữ liệu không gian địa lý giai đoạn phát triển công nghiệp 4.0, từ đó đưa ra phương hướng và một số giải pháp xây dựng Hạ tầng dữ liệu không gian địa lý quốc gia đáp ứng các yêu cầu thực tiễn ở nước ta*

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Khái niệm hạ tầng dữ liệu không gia địa lý (SDI) biết đến ở nước ta từ những năm đầu 2000. Một số đề tài khoa học, công trình nghiên cứu và bài báo liên quan đến SDI đã được thực hiện như: nghiên cứu xây dựng hạ tầng kỹ thuật thông tin địa lý phục vụ hợp tác giải quyết một số vấn đề cơ bản về khoa học trái đất trên lãnh thổ Việt Nam, khu vực và toàn cầu (đề tài cấp nhà nước, 2000); nghiên cứu các luận cứ khoa học và công nghệ cho thiết kế và xây dựng SDI (đề tài cấp bộ, 2006); nghiên cứu chiến lược phát triển hạ tầng thông tin quốc gia cho Việt Nam (Nhóm nghiên cứu chung của Ngân hàng Thế giới và Bộ Tài nguyên và Môi trường, 2012); nghiên cứu cơ sở khoa học và thực tiễn xây dựng mô hình quản lý NSDI Việt Nam (đề tài cấp bộ, 2014); xây dựng, phát triển và quản lý hạ tầng dữ liệu không gian địa lý quốc gia Việt Nam (Kỷ yếu Hội nghị khoa học ngành đo đạc, bản đồ toàn quốc, 2018) đã trình bày khá toàn diện về SDI, hiện trạng hạ tầng thông tin không gian địa lý nước ta, chiến lược phát triển cũng như những thách thức và thuận lợi trong xây dựng, phát triển và quản lý hạ tầng dữ liệu không gian địa lý quốc gia Việt Nam (NSDI).

Về thực tiễn, trong hơn một thập kỷ lại đây, cơ quan quản lý nhà nước về đo đạc bản đồ đã tập trung đầu tư xây dựng hệ thống dữ liệu không gian địa lý, cơ bản có thể nói là đầy đủ, tuân theo chuẩn thống nhất làm cơ sở để các bộ ngành áp dụng xây dựng dữ liệu chuyên ngành đảm bảo tính tương thích theo quan điểm NSDI. Ngoài dữ liệu, hệ thống văn bản quy phạm pháp luật về quy trình tạo sản phẩm, quản lý và cung cấp dữ liệu cũng được ban hành, tạo hành lang pháp lý đầy đủ để áp dụng trong sản xuất. Các hoạt động nghiên cứu khoa học và thực tiễn sản xuất đã phản ánh một mặt về tầm quan trọng, sự cần thiết phải xây dựng NSDI. Mặt khác cũng cho thấy do còn thiếu căn cứ pháp luật xây dựng NSDI nên các hoạt động liên quan giữa các tổ chức, giữa các cơ quan nhà nước còn thiếu sự gắn kết, phối hợp chặt chẽ, chủ yếu tập trung vào phục vụ chuyên ngành nên hiệu quả đầu tư theo ngữ cảnh NSDI chưa thật sự hiệu quả [6].

Chính phủ Việt Nam hiện nay đã xác định xây dựng Chính phủ điện tử (e - Government), hướng tới Chính phủ số, xã hội số và nền kinh tế số là một trong những ưu tiên hàng đầu trong giai đoạn 2016 - 2020 để tạo ra những nền móng vững chắc cho việc chuyển đổi số (Digital Transformation) toàn diện trong giai đoạn 2021 - 2030. Xây dựng Chính phủ điện tử ở nước ta, theo đánh giá của quốc tế, bước đầu đạt được những kết quả rất khả quan. Bộ Thông tin và Truyền thông đã ban hành Khung Kiến trúc Chính phủ điện tử Việt Nam phiên bản 2.0 và một số văn bản kỹ thuật là những yếu tố quan trọng, đảm bảo thực hiện thành công Chiến lược phát triển Chính phủ điện tử hướng tới Chính phủ số giai đoạn 2021 - 2025, định hướng đến năm 2030 [2, 4, 5].

Luật Đo đạc và bản đồ được Quốc hội ban hành 2018 (Luật) và Dự thảo Chiến lược phát triển ngành Đo đạc và Bản đồ Việt Nam và xây dựng NSDI đến năm 2030, tầm nhìn 2040 đang trình Chính phủ phê duyệt vừa là điều kiện thuận lợi vừa là thách thức đối với Ngành. Thuận lợi là các nội dung xây dựng NSDI đã được Luật hóa; việc chỉ đạo, điều phối của Chính phủ và vai trò, trách nhiệm của các bộ, ngành, tổ chức, cá nhân tham gia xây dựng, phát triển dữ liệu không gian địa lý cũng đã được quy định cụ thể; giữa Khung Kiến trúc Chính phủ điện tử Việt Nam 2.0, Chiến lược phát triển Chính phủ điện tử và NSDI, Dự thảo Chiến lược phát triển Ngành đo đạc bản đồ Việt Nam có nhiều điểm tương đồng có thể hỗ trợ lẫn nhau thực hiện những nhiệm vụ trọng tâm, giải quyết những vấn đề lớn trong xã hội. Thách thức là mặc dù các định nghĩa về SDI cơ bản không thay đổi nhưng đặc điểm SDI, phụ thuộc vào từng giai đoạn phát triển xã hội, là thay đổi. Hiện nay, trong giai đoạn phát triển công nghiệp 4.0, SDI đang chuyển đổi sang thế hệ thứ ba (SDI 3.0). Để xác định phương hướng phát triển và giải pháp xây dựng NSDI, việc nghiên cứu tìm hiểu đặc điểm SDI ở giai đoạn chuyển đổi; phối hợp giữa các cơ quan, tổ chức liên quan trong thiết kế, xây dựng NSDI tiên tiến, theo quy định Luật, phù hợp với Chiến lược phát triển Chính phủ điện tử, và đáp ứng nhu cầu đa dạng của xã hội về thông tin không gian địa lý là nhiệm vụ cần thiết [1, 3].

2. HẠ TẦNG DỮ LIỆU KHÔNG ĐỊA LÝ VÀ CHÍNH PHỦ ĐIỆN TỬ

Sách hướng dẫn hạ tầng dữ liệu không gian địa lý (The SDI Cookbook, 2004) định nghĩa SDI theo khái niệm và ý tưởng ứng dụng dữ liệu không gian có hiệu quả trong xã hội: "Hạ tầng dữ liệu không gian địa lý thường được sử dụng để cập đến các thành phần cơ sở công nghệ, chính sách và thể chế nhằm tạo điều kiện sẵn có cho truy cập dữ liệu không gian địa lý. SDI cung cấp một cơ sở nhằm khám phá, đánh giá và ứng dụng dữ liệu không gian địa lý cho người dùng và các nhà cung cấp ở tất cả các cấp chính quyền, các lĩnh vực thương mại, khu vực phi lợi nhuận, cơ quan nghiên cứu và cho công dân nói chung". Với định nghĩa cơ bản như trên, các thành phần SDI được định hình, bao gồm: 1) *Chính sách và thể chế* (quản lý nhà nước, tư nhân, bảo mật, chia sẻ dữ liệu và thu hồi vốn); 2) *Nguồn nhân lực* (đào tạo, phát triển chuyên nghiệp, hợp tác, tiếp cận cộng đồng); 3) *Dữ liệu* (bản đồ cơ bản, chuyên ngành, thống kê, địa

danh…); 4) *Công nghệ* (phần cứng, phần mềm, mạng, cơ sở dữ liệu, các kế hoạch thực thi kỹ thuật). Kiến trúc cơ bản xây dựng SDI thường có ba lớp: 1) *Lớp dữ liệu* (chứa thư viện các thư mục siêu dữ liệu, dữ liệu không và phi không gian của các lĩnh vực chuyên môn theo chủ đề ứng dụng); 2) *Lớp dịch vụ* (cung cấp các dịch vụ xử lý dữ liệu không gian địa lý); 3) *Lớp khách hàng*. SDI cung cấp cho người dùng các dịch vụ thuận tiện ở mọi cấp độ để tải dữ liệu trực tuyến.

Ở các quốc gia và khu vực có nền kinh tế phát triển, chính phủ điện tử cung cấp cho các tổ chức chính phủ, doanh nghiệp và công dân thông tin và dịch vụ được tự động hoá trong mọi lĩnh vực nhằm xây dựng một chính phủ có phản hồi, hiệu quả, có tinh thần trách nhiệm và chất lượng phục vụ cao. Chính phủ điện tử là giai đoạn đầu tiên của 5 cấp độ: chính phủ điện tử, chính phủ mở, chính phủ lấy dữ liệu làm trung tâm, chính phủ số, chính phủ thông minh. Tổ chức hợp tác và phát triển kinh tế (OECD) định nghĩa khái quát: chính phủ điện tử (E - Government) là chính phủ sử dụng công nghệ thông tin và truyền thông (ICT), đặc biệt là Internet, như là một công cụ để đạt được hiệu quả tốt hơn. Xét theo giai đoạn phát triển thì chính phủ điện tử có thể chia thành bốn giai đoạn: 1) *Giai đoạn hiện diện*. Thông tin cơ bản về các cơ quan chính phủ được hiện diện trên mạng Internet; 2) *Giai đoạn tương tác*. Các cơ quan chính phủ tương tác với công dân (thông qua web) cho phép tải về các biểu mẫu in ấn và gửi lại qua địa chỉ liên hệ; 3*) Giai đoạn giao dịch*. Tăng cường sự tương tác, tạo điều kiện cho công dân thực hiện hoàn chỉnh các dịch vụ công; 4) *Giai đoạn chuyển đổi*. Sử dụng ICT để tổ chức và thực hiện những sự thay đổi trong chức năng của chính vụ. Dịch vụ công của chính phủ có thêm sự quản lý mối quan hệ khách hàng để đáp ứng được các nhu cầu đặt ra, xử lý câu hỏi, các vấn đề quen thuộc.

Chính phủ điện tử ở nước ta được định nghĩa "Chính phủ điện tử là Chính phủ ứng dụng công nghệ thông tin nhằm nâng cao hiệu lực, hiệu quả hoạt động của cơ quan nhà nước, tăng cường công khai, minh bạch thông tin, cung cấp dịch vụ công tốt hơn cho người dân và doanh nghiệp". Chính phủ đang nỗ lực chuẩn bị những điều kiện cần thiết để tiến sang giai đoạn chuyển đổi. Khung Kiến trúc Chính phủ điện tử Việt Nam phiên bản 2.0 là một khung bao gồm 5 thành phần kiến trúc: Kiến trúc nghiệp vụ; kiến trúc dữ liệu; kiến trúc ứng dụng; kiến trúc công nghệ; kiến trúc an toàn thông tin và các hệ thống thông tin, cơ sở dữ liệu (CSDL) là những nội dung tạo nền tảng xây dựng Chính phủ điện tử Việt Nam. Một số văn bản kỹ thuật xây dựng Chính phủ điện tử đã được ban hành như: quy định các yêu cầu kỹ thuật về kết nối các hệ thống thông tin, CSDL chuyên ngành với CSDL quốc gia, Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về cấu trúc, định dạng dữ liệu gói tin phục vụ kết nối Cổng Dịch vụ công quốc gia với Cổng Dịch vụ công các lĩnh vực, hệ thống thông tin một cửa điện tử cấp bộ, cấp tỉnh và các CSDL quốc gia, chuyên ngành… là cơ sở để các bộ, cơ quan ngang bộ, cơ quan thuộc Chính phủ xây dựng Kiến trúc Chính phủ điện tử phù hợp, theo quy trình thống nhất [2, 5].

3. ĐẶC ĐIỂM HẠ TẦNG DỮ LIỆU KHÔNG GIAN THẾ HỆ BA

Tính đến thời điểm hiện nay, SDI đã phát triển qua 3 giai đoạn. Giai đoạn 1993 - 2003 là thế hệ một (SDI 1.0), giai đoạn 2003 - 2012 là thế hệ hai (SDI 2.0) và từ năm 2013 trở lại đây là giai đoạn chuyển đổi sang SDI 3.0. Với mỗi giai đoạn phát triển, SDI đều có những mục tiêu và đặc điểm khác nhau, phụ thuộc vào sự phát triển của xã hội và công nghệ ứng dụng. Mục tiêu chính của SDI 1.0 là giảm sự trùng lặp dữ liệu, SDI 2.0 là đảm bảo về mặt không gian cho Chính phủ và cung cấp các dịch vụ ứng dụng, còn mục tiêu chính của SDI 3.0 chuyển sang hỗ trợ các dịch vụ dựa vào vị trí được mở rộng (kết hợp các nguồn thông tin khác nhau), phát triển các hệ thống hỗ trợ ra quyết định liên ngành, đồng thời là nguồn thông tin rộng rãi cho xã hội điện tử (e - Society). Ngoài mục tiêu chính, SDI 3.0 còn có những đặc điểm sau [7, 8, 9]:

Kiểu hạ tầng cơ sở (Infrastructure type). SDI 3.0 dựa vào hạ tầng điện toán đám mây. Mô hình điện toán đám mây sử dụng công nghệ máy tính và phát triển dựa vào mạng Internet, tận dụng hiệu quả các khoản đầu tư chính phủ đã thực hiện trong quá trình phát triển SDI theo hướng dịch vụ và các tiêu chuẩn không gian địa lý. Với mô hình điện toán đám mây, mọi khả năng liên quan đến ICT đều được cung cấp dưới dạng "dịch vụ", cho phép bất kỳ người dùng bình thường đều có thể truy cập các dịch vụ công nghệ từ một nhà cung cấp nào đó "trong đám mây".

Truy cập dữ liệu. Ứng dụng truy cập dữ liệu SDI 2.0 thông qua cổng thông tin không gian (Geoportal) cho phép truy cập dữ liệu của chính phủ, dữ liệu thương mại cùng các dịch vụ. Ứng dụng truy cập dữ liệu SDI 3.0 đa dạng, từ nhiều kênh khác nhau, từ mạng cảm biến (sensor networks) và từ nguồn cung ứng số đông (crowd sourcing) - gọi là thông tin địa lý tình nguyện (Volunteered Geographic Information - VGI). Các hệ thống phát triển truy cập dữ liệu SDI hiện nay hoạt động không độc lập mà kết hợp với nhau, tích hợp thông tin giữa các hệ thống, gọi là “hệ thống của các hệ thống” hoặc “mạng của các mạng”. Thông qua hệ thống và mạng (tức là các cơ quan, tổ chức và dịch vụ) việc hợp tác và giao tiếp sẽ hiệu quả hơn khi đưa ra quyết định. Khác với giai đoạn trước đây, nội dung dữ liệu do cơ quan, tổ chức nhà nước tạo ra, nội dung dữ liệu SDI 3.0 phần lớn do nguồn cung ứng số đông và dữ liệu đầu vào của cảm biến thời gian thực cung cấp. Đã có một số nền tảng hỗ trợ khai thác thông tin thu thập từ nguồn cung ứng số đông hay từ mạng lưới các trạm cảm biến như: Ushahidi là một nền tảng mã nguồn mở do một công ty công nghệ toàn cầu phát triển hỗ trợ người dùng tạo thông tin khẩn cấp nhận từ nhiều kênh, trong đó bao gồm cả SMS, email, Twitter và web, sau đó được Ushahidi mã hóa địa lý và hiển thị trên nền tảng Google Maps, Bing Maps và OpenStreetMap; hạ tầng mạng (cyber) không gian địa lý hướng đến người dùng (user - driven) của dự án cảm biến môi trường (GeoCENS), tạo điều kiện cho các nhà khoa học lưu trữ và chia sẻ dữ liệu cảm biến sinh học và khoa học địa lý toàn cầu. GeoCENS bao gồm hơn 61.000 cảm biến với gần 3000 máy chủ bản đồ, tuân theo các mô hình thông tin được chuẩn hóa của OGC,

đảm bảo khả năng tương tác giữa cảm biến/dữ liệu, là nền tảng trực tuyến nhằm đơn giản hóa việc tìm kiếm, lưu trữ và chia sẻ dữ liệu môi trường và các dữ liệu tham chiếu địa lý; mạng giám sát động đất do Cơ quan địa chấn Trung Quốc thiết lập năm 2012, là hệ thống quan sát Trái đất mới, bao gồm 260 trạm GNSS đo toàn thời gian và 2000 GNSS trạm đo "bán" thời gian theo dõi vỏ Trái đất. Mạng kết hợp với Hệ thống quan sát ranh giới mảng của Hoa Kỳ và Hệ thống mạng giảm nhẹ thiên tai (GEONET) của Nhật để cải thiện chất lượng giám sát toàn thời gian.

Phương pháp cập nhật dữ liệu. Cập nhật dữ liệu chuyển sang xu thế cập nhật dữ liệu từ nhiều kênh như: giao dịch thương mại; mạng cảm biến; dữ liệu từ nguồn cung ứng số đông; thu nhận dữ liệu bằng phương tiện bay không người lái (UAV); biên tập và tổng hợp nhanh từ nguồn thông tin đa phương tiện phi cấu trúc. Phương tiện bay không người lái và GIS có vai trò nền tảng, được sử dụng để quan sát hoặc thu thập dữ liệu cập nhật, cung cấp thông tin trực tuyến thời gian thực, đặc biệt là đối với dữ liệu về hiện trạng thảm họa.

Mô hình dữ liệu. Áp dụng mô hình dữ liệu có nội dung được chuẩn hóa theo hướng dẫn của bộ tiêu chuẩn thông tin địa lý OGC/ISO TC 211 (bộ ISO 19100) làm cơ sở phát triển mô hình dữ liệu các chủ đề dữ liệu khung và sử dụng các tiêu chuẩn dịch vụ web cung cấp dữ liệu cho người dùng. Các mô hình 3D được chuẩn hóa dữ liệu và định dạng trao đổi của đô thị (GML), tòa nhà (BIM) hay mô hình lớp công nghiệp (IFC) đang trở thành một phần không thể thiếu của SDI lý hiện nay.

Công nghệ áp dụng. Công nghệ áp dụng là web 3.0, còn gọi là web ngữ nghĩa (semantic web). Chuẩn ngữ nghĩa sử dụng các định dạng dữ liệu và các giao thức chung để mọi trang web, mọi dịch vụ trực tuyến đều có thể liên kết với nhau một cách dễ dàng. Khung mô tả tài nguyên (Resource Description Framework - RDF) là một tiêu chuẩn liên kết, trao đổi dữ liệu trên web (do tổ chức World Wide Web công bố) bao gồm các nguyên tắc dành cho ngôn ngữ đánh dấu, cung cấp mô hình dữ liệu và cú pháp đơn giản để trao đổi và sử dụng giữa các hệ thống độc lập mà hệ thống máy tính có thể đọc và hiểu được thông tin. Ngoài RDF, các định dạng có cấu trúc khác như ngôn ngữ đánh dấu địa lý (GML) cũng có thể hỗ trợ liên kết ngữ nghĩa.

Chuyển đổi từ sản phẩm sang quy trình. SDI 1.0 tuân theo mô hình sản phẩm nhằm tạo siêu dữ liệu và bộ dữ liệu hạt nhân (core). SDI 2.0 chuyển sang mô hình quy trình, dựa vào mô hình kiến trúc hướng dịch vụ (Service Oriented Architecture - SOA) và các dịch vụ web nhằm tạo ra số lượng lớn các tập dữ liệu có thể tương tác và dữ liệu kinh doanh của các bên liên quan. SDI 3.0 vẫn sử dụng mô hình quy trình nhưng với các tiêu chuẩn dịch vụ web phức tạp hơn để hỗ trợ dữ liệu 3D và dữ liệu web cảm biến. Tuy nhiên mục tiêu chính vẫn là tạo điều kiện truy cập vào các nguồn tài nguyên do nhiều bên liên quan nắm giữ nhằm tối đa hóa việc sử dụng tổng thể dữ liệu.

Nhóm người dùng. Hướng tập trung vào nhóm người dùng là những nhà tân địa lý (Neogeographic user). Nhận thức của các chuyên gia GIS đã có sự thay đổi theo hướng

dịch vụ dựa vào vị trí mà dẫn đầu sự thay đổi này là các nhà tân địa lý. Thuật ngữ neogeography đề cập đến sự kết hợp của bản đồ trực tuyến với dữ liệu, bản đồ cổ điển với GIS và được hiển thị thông qua web 2.0. Neogeography kết hợp các kỹ thuật phức tạp của bản đồ học, các kỹ thuật và công cụ nằm ngoài phạm vi của GIS truyền thống tạo cơ hội cho người dùng và nhà phát triển có thể tiếp cận được. Về cơ bản, Neogeography có nghĩa là người dùng có thể kết hợp các bộ công cụ hiện có để tạo bản đồ theo cách riêng của mình, chia sẻ thông tin vị trí với mọi người, định hình ngữ cảnh và truyền đạt sự hiểu biết thông qua kiến thức vị trí.

Xây dựng CSDL. Phương pháp xây dựng CSDL được nhấn mạnh là không chỉ áp dụng CSDL quan hệ SQL mà còn áp dụng CSDL phi quan hệ (NoSQL) và CSDL cột (Columnar). Công nghệ NoSQL được áp dụng để xử lý khối lượng dữ liệu khổng lồ. Các công ty Google, Facebook, Twitter, Digg, Amazon và LinkedIn đều sử dụng NoSQL. Sử dụng NoSQL sẽ không bị suy giảm hiệu suất như SQL khi lưu trữ lượng lớn dữ liệu cần thiết trong các ứng dụng mạng xã hội và web ngữ nghĩa. Columnar được áp dụng trong kinh doanh thông minh (Business intelligence, BI). Nhiều doanh nghiệp có các quy trình hoạt động chung theo nhóm, trong đó có các thành viên, sử dụng rất nhiều dữ liệu. Thay vì truy vấn cơ sở dữ liệu quan hệ nguồn, dữ liệu sẽ được sao chép thành cơ sở dữ liệu dạng cột có thiết kế riêng để phân tích, báo cáo tổng hợp, giảm được các rủi ro về nghẽn từ bất kỳ CSDL quan hệ nguồn nào.

Hỗ trợ ra quyết định. Với dữ liệu đầu vào của cảm biến thời gian thực, SDI 3.0 đang chuyển sang trợ giúp kinh doanh thông minh địa lý (Geo - business intelligence) trong việc ra quyết định, tức là tạo điều kiện cho các nhà quản lý, người của tổ chức đưa ra các quyết định kinh doanh phù hợp trên cơ sở phân tích và thể hiện thông tin không gian địa lý. Có nhiều loại cảm biến khác nhau, tùy đối tượng cần quán sát, có thể được triển khai trong một mạng cảm biến như: quan sát ô nhiễm môi trường nước, không khí, chuyển dịch, giám sát an ninh... Mạng lưới các cảm biến trở thành một mạng thông minh, thích hợp với hỗ trợ ra quyết định khi dữ liệu từ các cảm biến riêng lẻ và các nhóm cảm biến được hợp nhất. Các web cảm biến bổ sung thông tin, chia sẻ và kết hợp với nhau thời gian thực, cung cấp quy trình xác thực trước để đảm bảo dữ liệu tin cậy.

Mô hình quản trị. SDI 1.0 tuân theo phương pháp tiếp cận từ trên xuống của chính phủ, tập trung vào các quy định, sắp xếp tổ chức trong đó cả ngân hàng dữ liệu (clearing house) để phát triển, bảo đảm sự hoạt động bình thường, và trơn tru của hạ tầng. Trọng tâm của SDI 2.0 là hình thành môi trường thuận lợi cho sự phối hợp và hợp tác của tất cả các bên liên quan trong tiếp cận dữ liệu; loại bỏ sự trùng lặp trong việc thu thập dữ liệu; và đẩy mạnh truy cập chung dữ liệu. Mô hình quản trị truyền thống từ trên xuống cần thiết là do để tạo ra nguồn dữ liệu bản đồ ban đầu phủ trùm, với sự tham gia của nhiều tổ chức, các cơ quan hành chính cùng các chính sách, luật và quy định liên quan sẽ cần đầu tư nguồn tài chính rất lớn mà chỉ Chính phủ mới đảm bảo được. Hiện nay, tất cả các thành

phần xã hội ngày càng có nhận thức về việc sử dụng thông tin không gian địa lý. Người dùng có thể dễ dàng truy cập các sản phẩm không gian địa lý có sẵn như Google Maps, thiết bị định vị cầm tay (GPS và điện thoại thông minh), công nghệ web và phương tiện truyền thông xã hội để tạo ra các ứng dụng sáng tạo, được sử dụng hàng ngày, đang góp phần phát triển SDI 3.0 và hỗ trợ không gian cho xã hội. Với sự tham gia tích cực và chủ động của các tổ chức nhà nước, khu vực tư nhân và công chúng cùng phát triển SDI, sẽ cần đến một cơ cấu quản trị của nhiều bên để SDI hoạt động hiệu quả. Giá trị của dữ liệu không gian địa lý chỉ có thể được đánh giá một cách thực tế khi lợi ích, niềm tin và giá trị của tất cả các bên liên quan (cá nhân, nhóm, tổ chức) được tính đến. Khi dữ liệu được công bố "mở" tức là bất kỳ ai cũng có thể truy cập, sử dụng hoặc chia sẻ dữ liệu. Điều này cũng có nghĩa là vai trò quản lý, phát triển thông tin không gian SDI của người dùng ngày càng được coi trọng, trong đó có cả vai trò về quyền bảo vệ dữ liệu - hoạt động mà hiện nay mô hình quản trị truyền thống khó có thể đáp ứng hoàn toàn. Sử dụng các mô hình mở và phương tiện truyền thông xã hội để quản lý thông tin không gian địa lý và chia sẻ kiến thức trong cộng đồng đang ngày càng tăng. Với hiện trạng thực tế này, mô hình quản trị SDI đang chuyển sang xu thế hướng đến người dùng, trong đó nhấn mạnh sự phối hợp đa dạng có quy định, được khuyến khích và tham gia tự nguyện.

Khai thác sử dụng. Việc khai thác sử dụng SDI chủ yếu vào việc hỗ trợ ra quyết định liên ngành dựa vào hệ điều hành đô thị thông minh và các hệ thống tương thích khác. Tích hợp và kết nối tất cả các dịch vụ công hiện nay ở đô thị đang đối mặt với nhiều thách thức khi phải giải quyết khả năng tương tác cú pháp, ngữ nghĩa của các hệ thống liên quan, các dịch vụ chia sẻ, cung cấp, lưu trữ, đăng ký và bảo mật dữ liệu vì các dịch vụ công như nhà ở, giao thông, nước, chất thải…, đang hoạt động gần như độc lập, ít có sự phối hợp giữa các cơ quan hữu quan. Giải quyết các vấn đề thách thức này cần có một hệ điều hành đô thị thông minh với nền tảng thống nhất, tạo điều kiện tiếp cận, chia sẻ dữ liệu hay dịch vụ có trách nhiệm giữa các dịch vụ công và công dân trong đô thị. Nhiều ví dụ thực tế đã chứng minh tính khả thi cả về mặt kỹ thuật và thương mại khi sử dụng SDI vào việc ra quyết định liên ngành với nền tảng hệ điều hành đô thị thông minh.

Thỏa thuận cấp phép dữ liệu. Thỏa thuận cấp phép dữ liệu được thực hiện bằng Quản lý quyền kỹ thuật số tự động. Đây là giải pháp kỹ thuật tự bảo vệ tài sản số trước sự phát triển của công nghệ. Có hai giải pháp để quản lý và bảo vệ dữ liệu không gian địa lý: (1) giải pháp kỹ thuật để kiểm soát truy cập và (2) giải pháp pháp lý để kiểm soát việc sử dụng nội dung. Quản lý quyền kỹ thuật số tự động (Digital rights management, DRM) hay là thỏa thuận cấp phép dữ liệu kết nối hai giải pháp bằng cách cho phép truy cập giấy phép điện tử và sử dụng nội dung dữ liệu. Năm 2014, ISO công bố tiêu chuẩn ISO 19153:2014 GeoDRM ở mức trừu tượng, áp dụng trong Quản lý quyền kỹ thuật số tự động với dữ liệu và dịch vụ không gian địa lý.

Giám sát thực hiện. Giám sát thực hiện (performance monitoring) được gọi là văn hóa

thực hiện (performance culture) hướng vào quản lý (quá trình) hoạt động cũng như các quyết định chính sách. Điều này có thể giải thích như sau: trong các hệ thống quản lý thực hiện của chính phủ, sự nhấn mạnh là kết quả chứ không phải là các hoạt động (activities). Sự thay đổi này dẫn đến toàn bộ tổ chức phải tập trung vào cải thiện kết quả thay vì chỉ đọc kết quả. Ngay cả những bộ phận có quyền kiểm soát một phần kết quả cũng thấy được trách nhiệm không chỉ thực hiện phần việc của mình mà còn phải cộng tác và phối hợp với các bộ phận khác và với các bên liên quan bên ngoài tổ chức để đạt được các mục tiêu mong muốn. Để thiết lập loại hình văn hóa này người ta đã xây dựng một khung quy trình các bước cần thực hiện.

Các công nghệ mới. Ngoài các công nghệ thu nhận dữ liệu địa lý đã biết như phương tiện bay không người lái (UAV), phương tiện tự hành được kết nối (CAV), công nghệ LIDAR, video chuyển động đầy đủ (Full Motion Video), các mô hình 3D… thì Internet vạn vật (IoT), mạng thế hệ tiếp theo (Next - generation network - NGN), mạng cảm biến khắp nơi" (Ubiquitous Sensor Networks - USN) và mạng cá nhân không dây (wireless personal area network - WPAN), giao diện lập trình ứng dụng (APIs) đang có vai trò quan trọng trong các ứng dụng SDI.

Chính sách dữ liệu. Đặc điểm chính sách dữ liệu SDI là "mở" với động lực được dẫn dắt từ phong trào chính phủ mở toàn cầu. Nói như vậy là vì nhiều quốc gia trên thế giới đang "mở" dữ liệu chính phủ, công bố dữ liệu trên Internet để công chúng dễ dàng tìm thấy và sử dụng dữ liệu. Việc "mở", chia sẻ dữ liệu chính phủ giúp minh bạch và hiệu quả hơn trong các dịch vụ công; khuyến khích việc sử dụng công khai, thương mại và tái sử dụng thông tin của chính phủ. Nhóm eGov của W3C đã phát triển một bộ hướng dẫn, trong đó nhấn mạnh các tiêu chuẩn và phương pháp luận để khuyến khích công bố dữ liệu chính phủ, cho phép công chúng sử dụng dữ liệu sáng tạo theo những cách mới. Bắt đầu từ Hoa Kỳ 2009, đến nay đã có 31 quốc gia triển khai các trang web dữ liệu "mở" và chia sẻ dữ liệu.

Dịch vụ cho tất cả cộng đồng người dùng. Với công nghệ điện toán đám mây, SDI có thể cung cấp dịch vụ trực tiếp tới tất cả cộng đồng người dùng đầu cuối, kể cả các vùng nông thôn hẻo lánh, kém phát triển. Tiếp cận trực tiếp người dùng đầu cuối, không qua trung gian, có thể tránh được tham nhũng trong việc hỗ trợ phân phối công bằng các nguồn lực sẵn có ở tất cả các lĩnh vực kinh tế, giáo dục và y tế và khả năng tiếp cận thị trường của người dùng cũng tốt hơn. Dịch vụ này sẽ cần đến các mô hình và cách tiếp cận khác nhau với sự kết hợp phức tạp giữa các yếu tố cơ sở hạ tầng cũ và mới.

4. KẾT LUẬN

Qua nội dung trình bày ở trên có thể thấy xây dựng NSDI một mặt cần hướng tới công nghiệp 4.0, mặt khác phải coi NSDI là hạ tầng công nghệ thông tin không gian địa lý, có vai trò quan trọng trong Chiến lược phát triển Chính phủ điện tử ở nước ta và là "nơi" để cộng đồng người dùng áp dụng công nghệ mới cùng tham gia phát triển, gia tăng

các ứng dụng thông tin không gian địa lý mới, sáng tạo. Xây dựng NSDI cần quan tâm đến một số giải pháp sau:

Đảm bảo sự thuận tiện dữ liệu NSDI cho các dịch vụ công Chính phủ điện tử. Theo khía cạnh quy trình kinh doanh thì Chính phủ điện tử không chỉ quản lý và cải thiện các luồng thông tin và nhiều tương tác diễn ra (ví dụ giữa chính phủ với công dân (G2C), giữa chính phủ với doanh nghiệp (G2B), giữa chính phủ với chính phủ (G2G) và giữa chính phủ với công chức, viên chức (G2E)), mà còn phải xác định những nơi có thông tin không gian địa lý và các dịch vụ liên quan để gia tăng giá trị cho quy trình. Vì vậy, việc xây dựng phát triển NSDI cần sự phối hợp với hoạt động triển khai Chiến lược phát triển Chính phủ điện tử, tìm hiểu kiến trúc mô hình hóa có hệ thống các quy trình của Chính phủ điện tử để định vị và xác định giải pháp cho các dịch vụ NSDI có thể cải thiện các quy trình đó. Nghiên cứu tích hợp các thành phần dịch vụ dữ liệu NSDI vào Kiến trúc Chính phủ điện tử và ngược lại. Việc này là khả thi vì Kiến trúc Chính phủ điện tử và kiến trúc NSDI cùng tiếp cận kiến trúc hướng dịch vụ (Service Oriented Architecture, SOA) và đều có các mức: dữ liệu, dịch vụ và mức ứng dụng. Trọng tâm Chính phủ điện tử là mức ứng dụng (các giao diện người dùng khác nhau để truy cập dịch vụ) còn NSDI tập trung vào ứng dụng cổng thông tin không gian (Geoportal) là điểm truy cập để khám phá, phát hiện, xác định các ràng buộc điều kiện dữ liệu, và tải dữ liệu thông qua các dịch vụ mạng.

Tạo điều kiện thuận lợi cho tổ chức, cá nhân tiếp cận, khai thác, sử dụng NSDI. Phát triển NSDI hiện nay không chỉ đặt trọng tâm vào cơ sở hạ tầng, tức là sự tương thích, hài hòa dữ liệu không gian địa lý, thiết lập các dịch vụ web, siêu dữ liệu và dịch vụ, mà còn hướng sang cộng đồng người dùng, tức là giải pháp nào khả thi để cộng đồng có thể tiếp nhận các thành phần của cơ sở hạ tầng vào các quy trình sản xuất, kinh doanh và các hoạt động khác của họ vì đây là yếu tố quan trọng để tạo nên thành công của NSDI. Trong giai đoạn công nghiệp 4.0 và Chính phủ điện tử, tiến tới chuyển đổi số, NSDI sẽ được sử dụng chủ yếu vào việc hỗ trợ ra quyết định liên ngành đồng thời cũng là nơi để cộng đồng khai thác sử dụng dữ liệu. Vì vậy cần giải pháp "mở" dữ liệu chính phủ (dữ liệu công) và dữ liệu của các tổ chức liên ngành (nhất là các tập dữ liệu nền địa lý) về phía cộng đồng, quốc tế nhiều hơn để tạo điều kiện sử dụng tài nguyên dữ liệu phát triển ứng dụng, gia tăng giá trị thông tin địa lý và hợp tác giải quyết những vấn đề mang tính toàn cầu. Trước hết cần tạo siêu dữ liệu "mở" các chủ đề dữ liệu nền để người dùng có thể xem các thông tin liên quan. Sau đó là xác định ai, với những điều kiện nào có thể truy cập các tập dữ liệu. Việc "mở" cần cụ thể hóa bằng công cụ chính sách pháp luật, đảm bảo sự minh bạch, dễ dàng tiếp cận và tải dữ liệu trực tuyến.

Hoạt động tiêu chuẩn hóa. Thiết lập hệ thống tiêu chuẩn quy chuẩn kỹ thuật thông tin, dữ liệu không gian địa lý NSDI đồng bộ, tương thích với chuẩn mực quốc tế (bộ tiêu chuẩn OGC/ISO TC211/3W…), trong đó chú ý đến các tiêu chuẩn cơ sở áp dụng trong

kiến trúc NSDI và tiêu chuẩn dữ liệu không gian địa lý theo hướng đặt trọng tâm vào các mô hình khái niệm dữ liệu khung, hệ thống khái niệm tường minh, chuẩn siêu dữ liệu, tài nguyên ngữ nghĩa làm cơ sở để các chuyên ngành xây dựng tiêu chuẩn dữ liệu tương thích, và các tiêu chuẩn liên quan đến công nghệ mới, tiếp theo là quản lý quyền kỹ thuật số tự động. Cộng đồng ICT và Chính phủ điện tử đã phát triển các tiêu chuẩn siêu dữ liệu và tài nguyên ngữ nghĩa. Các tiêu chuẩn ngữ nghĩa áp dụng trong Chính phủ điện tử chủ yếu dựa vào các tiêu chuẩn W3C cơ bản. Nhiều nước đã công bố sử dụng các tiêu chuẩn từ vựng được kiểm soát (controlled vocabulary) về địa danh, khái niệm, loại tài nguyên…, trong đó có cả dữ liệu và siêu dữ liệu. Ở châu Âu, từ vựng danh mục dữ liệu (Data Catalogue Vocabulary, DCAT) mô tả các tập dữ liệu khu vực công đã được mở rộng thành DCAT - AP (DCAT - Application Profile) để giải quyết các vấn đề trao đổi thông tin từ danh mục. Hồ sơ GeoDCAT - AP (tuân theo các tiêu chuẩn ISO 19115/19119/19139) bổ sung cho DCAT - AP được áp dụng nhằm đáp ứng các yêu cầu cụ thể từ cộng đồng không gian địa lý. Các hoạt động tiêu chuẩn hóa này cho thấy trao đổi tài nguyên dữ liệu giữa lĩnh vực không gian địa lý và Chính phủ điện tử không chỉ là khả thi mà còn là tất yếu.

Cập nhật dữ liệu. Áp dụng hiệu quả các công nghệ mới vào cập nhật dữ liệu, bao gồm: phương tiện bay không người lái (UAV); hệ thống thành lập bản đồ 3D di động (Mobile 3D mapping); hệ thống LIDAR (Laser, GNSS, Scaner); lưu trữ dữ liệu đám mây (Cloud storage of data)… Quan tâm xây dựng cơ chế và hành lang pháp lý để tiếp nhận dữ liệu từ nhiều kênh cập nhật NSDI vì cập nhật dữ liệu hiện nay được quy định theo chu kỳ thời gian. Như vậy, dịch vụ cấp dữ liệu theo yêu cầu có thể xảy ra trường hợp dữ liệu chưa được cập nhật. Đây là một hạn chế trong các trường hợp khai thác sử dụng dữ liệu NSDI phục vụ các trường hợp khẩn cấp hay cung cấp dịch vụ công Chính phủ điện tử…

Tuyên truyền phổ biến kiến thức. Các bộ ngành trung ương và chính quyền địa phương cấp tỉnh đang triển khai áp dụng Khung kiến trúc chính phủ điện tử 2.0 vì vậy lồng ghép công tác tuyên truyền phổ biến tầm quan trọng của NSDI trong xây dựng Chính phủ điện tử và mô hình các giải pháp phát triển ứng dụng NSDI gia tăng giá trị các dịch vụ công là thực sự cần thiết.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. Dự thảo Chiến lược phát triển ngành đo đạc và bản đồ Việt Nam và hạ tầng không gian địa lý quốc gia đến năm 2030, tầm nhìn đến năm 2040.

[2]. Giới thiệu Khung Kiến trúc Chính phủ điện tử Việt Nam Phiên bản 2.0 và hướng dẫn các bước xây dựng cập nhật kiến trúc CPĐT/CQĐT. (2020)

[3]. Luật Đo đạc và bản đồ số 27/2018/QH14

[4]. Quyết định số 2323/QĐ-BTTTT ngày 31/12/2019 ban hành Khung Kiến trúc Chính phủ điện tử Việt Nam Phiên bản 2.0.

[5]. Quyết định số 942/QĐ-TTg ngày 15 tháng 6 năm 2021 về phê duyệt Chiến lược

phát triển Chính phủ điện tử hướng tới Chính phủ số giai đoạn 2021 - 2025, định hướng đến năm 2030.

[6]. Trần Bạch Giang. 2018. Xây dựng, phát triển và quản lý hạ tầng dữ liệu không gian địa lý quốc gia Việt Nam. Kỷ yếu Hội nghị khoa học ngành đo đạc, bản đồ toàn quốc - 2018.

[7]. A Guide to the Role of Standards in Geospatial Information Management - Companion document on Standards Recommendations by Tier. Ver 2. (2018)

[8]. Karine Reis Ferreira. Gilberto Ribeiro de Queiroz…(2015). Towards a Spatial Data Infrastructure for Big Spatiotemporal Data Sets

[9]. Mark Sorensen, Joseph Abdo, Unni Krishnan… (2012). SDI 3.0 - Transforming Government. The GPC Group

[10]. Vandenbroucke, D. Olijslagers, M. Boguslawsk… (2020). Architectures and Standards for Spatial Data Infrastructures and Digital Government - European Union Location Framework Guidelines.

KINH NGHIỆM CỦA CÁC NƯỚC TRÊN THẾ GIỚI VÀ CƠ CHẾ, CHÍNH SÁCH, GIẢI PHÁP THỰC HIỆN ĐỐI VỚI HẠ TẦNG DỮ LIỆU KHÔNG GIAN ĐỊA LÝ QUỐC GIA CỦA VIỆT NAM

Nguyễn Văn Thảo

Hội Trắc địa - Bản đồ - Viễn thám Việt Nam

Ngày nhận bài: 26/7/2021 - Ngày phản biện: 30/7/2021 - Ngày chấp nhận đăng: 13/08/2021

Tóm tắt. *Hạ tầng dữ liệu không gian địa lý quốc gia (NSDI) là công cụ phục vụ xây dựng Chính phủ điện tử, góp phần hiệu quả vào sự phát triển kinh tế, xã hội, bảo vệ môi trường và nhiều mục đích khác. Sắc lệnh của Tổng thống Clinton từ năm 1994 về SDI của Hoa Kỳ đóng vai trò quan trọng thúc đẩy việc xây dựng NSDI của các quốc gia. Hiện nay, trên thế giới có hàng trăm NSDI đã được xây dựng. Tham khảo NSDI của các quốc gia trên thế giới sẽ giúp cho việc xây dựng và phát triển NSDI của Việt Nam có lộ trình phù hợp, thích ứng với điều kiện Việt Nam và hội nhập quốc tế.*

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Hạ tầng dữ liệu không gian địa lý quốc gia đã trở thành một mô hình mới trên toàn thế giới trong việc thu thập, trao đổi, phân phối và sử dụng dữ liệu không gian địa lý, cho phép tích hợp các thông tin phục vụ Chính phủ số, thúc đẩy tăng trưởng kinh tế và hỗ trợ việc ra quyết định trên nhiều lĩnh vực của nền kinh tế, xã hội và bảo vệ môi trường.

Luật Đo đạc và bản đồ được Quốc hội Khóa XIV thông qua tại Kỳ họp thứ 5 ngày 14/6/2018 đã quy định về NSDI Việt Nam. Tiếp đó, Nghị định số 27/2019/NĐ-CP ngày 13/3/2019 của Chính phủ Quy định chi tiết một số điều của Luật Đo đạc và bản đồ đã quy định cụ thể một số nội dung chi tiết của NSDI Việt Nam.

Trước đó, từ năm 1996, Tổng cục Địa chính (nay là Bộ Tài nguyên và Môi trường) đã lập Dự án khả thi xây dựng cơ sở dữ liệu quốc gia về tài nguyên đất, bao gồm CSDL địa lý và CSDL đất đai. Dự án là một trong 7 CSDL quốc gia được phê duyệt vào thời điểm đó, làm nền tảng cho thời kỳ đầu tiên của NSDI tại Việt Nam.

Bài báo này tóm tắt một số nội dung trong quá trình xây dựng và phát triển NSDI của một số quốc gia, khu vực trên thế giới. Đồng thời, trên cơ sở các quy định của pháp luật và tình hình thực tế của Việt Nam để đề xuất một số giải pháp xây dựng và phát triển NSDI Việt Nam trong thời gian tới.

2. DỮ LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Cơ sở lý luận

Hạ tầng dữ liệu không gian địa lý quốc gia là tập hợp chính sách, thể chế, tiêu chuẩn, công nghệ, dữ liệu và nguồn lực nhằm chia sẻ, sử dụng hiệu quả dữ liệu không gian địa lý

trong cả nước. Mục đích của NSDI là thiết kế, xây dựng, duy trì và nâng cao giá trị của dữ liệu không gian địa lý kết hợp với dữ liệu thống kê và các nguồn khác của thông tin. NSDI điều phối việc thu thập dữ liệu, thông tin ngày càng phát triển, công nghệ, tiêu chuẩn, dịch vụ, chính sách và con người. NSDI cho phép phát triển dữ liệu một cách thống nhất, chia sẻ thông tin và hỗ trợ ra quyết định trong một môi trường đáng tin cậy, đảm bảo độ chính xác và trong môi trường mạng Internet. Với sự phát triển mạnh mẽ của Cuộc cách mạng công nghiệp 4.0, việc đẩy nhanh tiến độ xây dựng NSDI của Việt Nam là yêu cầu cần thiết và cấp bách.

2.2. Tư liệu

- Luật Hạ tầng dữ liệu không gian địa lý quốc gia của các quốc gia: Hoa Kì, Thụy Sĩ, Kosovo, Phần Lan, Latvia;
- Kế hoạch chiến lược NSDI Hoa Kì giai đoạn 2021 - 2024;
- Chỉ thị về Cơ sở hạ tầng thông tin không gian ở Châu Âu (INSPIRE) của Liên minh Châu Âu (EU);
- Luật Đo đạc và bản đồ năm 2018;
- Nghị định số 27/2019/NĐ-CP ngày 13/3/2019 của Chính phủ quy định chi tiết một số điều của Luật Đo đạc và bản đồ.

2.3. Phương pháp nghiên cứu

- Phương pháp thu thập tài liệu, số liệu.
- Phương pháp nghiên cứu, phân tích tài liệu.
- Phương pháp kế thừa.
- Phương pháp tổng hợp tài liệu.

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

3.1. Tình hình xây dựng và phát triển NSDI trên thế giới

a) Hoa Kỳ

Từ 1994 đến nay, Hoa Kỳ đã có nhiều kế hoạch, chiến lược phát triển NSDI theo từng giai đoạn khác nhau. Theo Ủy ban dữ liệu quốc gia Hoa Kỳ (FGDC), một nghiên cứu của Boston Consulting Group (BCG) ước tính rằng ngành công nghiệp không gian địa lý của Hoa Kỳ tạo ra doanh thu hàng năm khoảng 73 tỷ USD và bao gồm ít nhất 500.000 việc làm với mức lương cao. BCG cũng phát hiện ra rằng các dịch vụ không gian địa lý mang lại hiệu quả tăng trong phần còn lại của nền kinh tế được đánh giá cao gấp nhiều lần quy mô của chính ngành - với các dịch vụ không gian địa lý mang lại doanh thu 1,6 nghìn tỷ đô la và tiết kiệm 1,4 nghìn tỷ đô la. Dữ liệu và dịch vụ không gian địa lý hiện có mặt ở khắp mọi nơi và được tích hợp vào hầu hết mọi lĩnh vực, dẫn đến những thay đổi đáng kể trong cuộc sống của người dân và nền kinh tế.

Năm 2018, Hoa Kỳ ban hành Luật về Hạ tầng dữ liệu không gian địa lý quốc gia (GDA), khuyến khích việc tiếp cận và sử dụng thông tin, dữ liệu của Chính phủ nhiều hơn, khơi dậy các dịch vụ và khởi nghiệp mới, sáng tạo; thúc đẩy tăng trưởng kinh tế

trong nhiều lĩnh vực, bao gồm cả dịch vụ không gian địa lý; nghiên cứu khoa học tiên tiến; thúc đẩy quyền truy cập của công chúng vào các dịch vụ và dữ liệu do Liên bang tài trợ; cải thiện quyền truy cập vào dữ liệu không gian địa lý cho các mục đích của xã hội.

Theo quy định của Luật, Bộ Nội vụ đã thành lập Ủy ban Dữ liệu địa lý Liên bang (FGDC) gồm 16 thành viên, đại diện cho các cơ quan được giao xây dựng các chủ đề dữ liệu của NSDI để chỉ đạo việc phát triển, thực hiện và xem xét các chính sách, thông lệ và tiêu chuẩn liên quan đến dữ liệu không gian địa lý của NSDI Hoa Kỳ.

GDA tuyên bố rằng FGDC "và mỗi cơ quan được giao thực hiện các chủ đề dữ liệu phải tối đa dựa vào khu vực tư nhân ở Hoa Kỳ để cung cấp dữ liệu và dịch vụ không gian địa lý".

Đồng thời, theo quy định tại Thông tư A - 16 của Văn phòng Quản lý và Ngân sách (OMB) được cập nhật năm 2015, Ủy ban cũng có trách nhiệm thúc đẩy việc thu thập tài liệu, bảo trì, phân phối và bảo quản dữ liệu có hiệu quả về chi phí; tận dụng các nguồn lực của Liên bang và không thuộc Liên bang bằng cơ chế hợp tác, phối hợp giữa các cơ quan của Chính phủ Liên bang, Nhà nước, bộ lạc và chính quyền địa phương, các tổ chức giáo dục đại học và khu vực tư nhân trong việc thu thập, sản xuất, chia sẻ và sử dụng thông tin không gian địa lý của NSDI.

Luật cũng quy định, Bộ trưởng Bộ Nội vụ sẽ thành lập Ủy ban Cố vấn về Không gian Địa lý Quốc gia gồm không quá 30 thành viên tư vấn và kiến nghị với Chủ tịch Ủy ban. Các thành viên phải được phân bố đều ở các khu vực, các lĩnh vực, chính phủ Liên bang, các tổ chức, các chuyên gia thu thập dữ liệu không gian địa lý được cấp phép…

Căn cứ vào kết quả đã thực hiện những năm trước đây, tháng 12/2019, Hoa Kỳ đã ban hành Chiến lược phát triển Hạ tầng dữ liệu không gian quốc gia giai đoạn 2021 - 2024. Chiến lược đưa ra một tầm nhìn và sứ mệnh quốc gia rộng lớn cho NSDI, bao gồm các mục tiêu phát triển bền vững của NSDI. FGDC sẽ hợp tác với các đối tác để thực hiện kế hoạch với mục tiêu chung là cung cấp hệ thống tích hợp tài nguyên không gian địa lý quốc gia dựa trên vị trí thông tin phục vụ nhu cầu của Quốc gia và lợi ích toàn cầu một cách rộng rãi.

NSDI Hoa Kỳ sẽ đảm bảo rằng dữ liệu không gian địa lý từ nhiều nguồn (bao gồm các cơ quan liên quan, Nhà nước, địa phương và bộ lạc chính phủ, khu vực tư nhân và các tổ chức giáo dục đại học) sẵn có và dễ dàng tích hợp để nâng cao hiểu biết về thể chất và văn hóa của thế giới.

Chiến lược này đã đưa ra các mục tiêu rất chi tiết, cụ thể về các nội dung liên quan đến NSDI và khẳng định: NSDI Hoa Kỳ đã trở thành hình mẫu cho các quốc gia khác trên thế giới.

Các cơ chế, chính sách để phát triển NSDI Hoa Kỳ được thể hiện trong Luật Hạ tầng dữ liệu không gian địa lý quốc gia, Chiến lược phát triển Hạ tầng dữ liệu không gian quốc gia giai đoạn 2021 - 2024, tập trung vào một số vấn đề chính như sau:

- Tăng cường sự phối hợp giữa các cơ quan được giao trách nhiệm và tận dụng các nguồn lực, chuyên môn và đầu tư thông qua quan hệ đối tác tổ chức để tạo lập, quản lý và cung cấp dữ liệu địa lý đảm bảo độ chính xác cao nhất theo tiêu chuẩn thống nhất, cung cấp đầy đủ, kịp thời, không trùng lặp, có thể tái sử dụng.

- Tăng cường quan hệ đối tác, khuyến khích các cá nhân và tổ chức cung cấp dữ liệu không gian địa lý hoặc siêu dữ liệu cho NSDI [3];

- Bảo vệ lợi ích độc quyền liên quan đến thông tin và dữ liệu được cấp phép;

- Bảo vệ tính toàn vẹn, quyền riêng tư, bảo mật, bảo quản và an ninh quốc gia;

- Nâng cao nhận thức và mở rộng việc sử dụng các dịch vụ dùng chung quốc gia, để xuất bản, tích hợp, quảng bá, trực quan hóa, phân tích và phổ biến dữ liệu không gian địa lý quốc gia;

- Khuyến khích sự đổi mới và tạo một môi trường học tập;

- Quyền truy cập mở và miễn phí cho công chúng vào dữ liệu không gian địa lý, thông tin và các sản phẩm chi tiết, phù hợp với quy định của Văn phòng Quản lý và Ngân sách [4];

- Cơ chế giám sát công việc và tài chính thực hiện.

b) Châu Âu

Ngày 14/3/2007, Nghị viện Châu Âu và Hội đồng Liên minh Châu Âu gồm 27 quốc gia đã thống nhất ban hành Chỉ thị 2007/2/EC về Thiết lập Hạ tầng Thông tin Không gian trong Cộng đồng châu Âu (INSPIRE). INSPIRE có tổng số hơn 80 tổ chức thuộc các quốc gia, thành phố, các trường đại học, doanh nghiệp và 200 chuyên gia tham gia. INSPIRE quy định cơ sở dữ liệu không gian địa lý gồm 3 nhóm với tổng số 34 chủ đề.

Mục đích của INSPIRE là hỗ trợ chính sách môi trường và vượt qua các rào cản lớn ảnh hưởng đến tính sẵn có và khả năng tiếp cận của các dữ liệu liên quan. Những rào cản này bao gồm:

- Sự nhất quán trong thu thập dữ liệu không gian, trong đó dữ liệu thường bị thiếu hoặc không đầy đủ, hoặc dữ liệu giống nhau được các tổ chức khác nhau thu thập và lưu giữ;

- Thiếu hoặc không đầy đủ tài liệu về dữ liệu không gian sẵn có;

- Thiếu khả năng tương thích giữa các bộ dữ liệu không gian, do đó không thể kết hợp với các bộ dữ liệu khác;

- Các sáng kiến SDI không tương thích trong và giữa quốc gia hoặc tổ chức, thường chỉ hoạt động riêng lẻ;

- Các rào cản về văn hóa, thể chế, tài chính và luật pháp ngăn cản hoặc trì hoãn việc chia sẻ dữ liệu không gian hiện có.

Chỉ thị INSPIRE không yêu cầu thu thập dữ liệu mới và không áp đặt bất kỳ nghĩa vụ nào đối với nhà cung cấp dữ liệu phải thay đổi quy trình công việc hiện có. Bằng cách cho phép khả năng tương tác, dữ liệu có thể được sử dụng một cách chặt chẽ, không phụ thuộc vào việc một tập dữ liệu hiện có được chuyển đổi vĩnh viễn hay chỉ được chuyển

đổi tạm thời bởi một dịch vụ mạng để tích hợp vào INSPIRE.

Các cơ chế, chính sách của Chỉ thị này tập trung để giải quyết các vấn đề chính như sau:

- Siêu dữ liệu để mô tả các nguồn thông tin hiện có để dữ liệu có thể được tìm thấy và truy cập dễ dàng hơn;

- Làm hài hòa hóa các chủ đề dữ liệu không gian chính cần thiết để hỗ trợ các chính sách môi trường ở EU;

- Thỏa thuận về các dịch vụ và công nghệ mạng để cho phép tra cứu, xem và tải xuống các nguồn thông tin và truy cập vào các dịch vụ liên quan;

- Các thỏa thuận chính sách về chia sẻ và truy cập, bao gồm cấp phép và tính phí;

- Cơ chế điều phối và giám sát; trong đó, giám sát định lượng diễn ra hàng năm, báo cáo các khía cạnh định tính hơn ba năm một lần.

Từ các vấn đề trên đây, INSPIRE đã yêu cầu các quốc gia trong EU có các chính sách hợp lý để vượt qua các rào cản lớn làm ảnh hưởng đến tính khả dụng và khả năng tiếp cận của dữ liệu liên quan; trong đó, các quốc gia thành viên cần phải tìm cách loại bỏ các trở ngại thực tế mà các cơ quan công quyền ở cấp quốc gia, khu vực và địa phương khi thực hiện nhiệm vụ công của họ có thể tác động trực tiếp hoặc gián tiếp tới môi trường, bao gồm:

- Thỏa thuận về các dịch vụ và công nghệ mạng để cho phép truy cập, xem và tải xuống các tài nguyên thông tin và truy cập vào các dịch vụ liên quan;

- Cơ chế phối hợp giữa các quốc gia thành viên đối với việc mô tả và vị trí đối tượng chung nằm trên phạm vi các quốc gia đó;

- Thỏa thuận chính sách về chia sẻ và truy cập, bao gồm cấp phép và tính phí. INSPIRE đã chỉ ra rằng, các cơ quan chính quyền phải có quyền truy cập thông suốt tới các chức năng và tập dữ liệu không gian liên quan trong suốt quá trình thực hiện nhiệm vụ công của họ và không tính phí. Cơ chế chia sẻ dữ liệu không gian giữa chính phủ và các cơ quan hành chính khác cũng như giữa thể nhân hoặc pháp nhân thực hiện chức năng hành chính công theo luật quốc gia phải được tính vào khả năng tài chính của các cơ quan công quyền, đặc biệt là những nơi có nhiệm vụ tăng thu nhập. Trong mọi trường hợp, bất kỳ khoản phí nào được áp dụng cũng không được vượt quá chi phí của việc thu thập, sản xuất, tái sản xuất và phổ biến cùng với sự đầu tư xoay vòng hợp lý.

Đồng thời, căn cứ kinh nghiệm của các quốc gia thành viên, INSPIRE quy định phải có một số lượng tối thiểu chức năng, dữ liệu không gian được cung cấp miễn phí cho công dân. Do đó, tùy theo điều kiện cụ thể, các quốc gia thành viên cần sẵn có một số chức năng miễn phí tối thiểu để truy cập và khai thác, sử dụng dữ liệu không gian địa lý.

Trong quá trình thực hiện INSPIRE, Cộng đồng Châu Âu luôn có những điều chỉnh kịp thời các quy định để phù hợp với tình hình thực tế. Hàng năm, các quốc gia đều gửi báo cáo chi tiết về tình hình cập nhật dữ liệu theo quy định.

Căn cứ quy định của INSPIRE, hầu hết các quốc gia thành viên EU đã ban hành Luật

Hạ tầng dữ liệu không gian địa lý của quốc gia mình, nội dung đảm bảo cơ bản phù hợp, thống nhất với INSPIRE về các nội dung:

- Phải đảm bảo sự sẵn có của dữ liệu;
- Bảo đảm quyền sở hữu trí tuệ đối với dữ liệu;
- Kinh phí xây dựng, duy trì dữ liệu của NSDI do nhà nước cung cấp;
- Cổng thông tin địa lý quốc gia đảm bảo khả năng tương tác với cổng địa lý của Cộng đồng châu Âu; có một số chức năng miễn phí như: tra cứu, xem dữ liệu không gian địa lý; các dịch vụ như: tải về, chuyển đổi hoặc sử dụng trực tiếp thì phải trả phí [6];
- Các cơ quan công quyền sử dụng dữ liệu địa lý cho mục đích của công việc công thì không phải trả phí;
- Có chính sách ưu tiên, miễn phí sử dụng dữ liệu không gian địa lý trong một số trường hợp khẩn cấp hoặc đối tượng sử dụng;
- Đối với dữ liệu địa lý sử dụng cho mục đích cá nhân: không thu phí hoặc thu phí sử dụng dữ liệu với mức thấp nhất;
- Đối với dữ liệu sử dụng cho mục đích thương mại: thu phí sử dụng dữ liệu với mức phù hợp với loại sản phẩm đảm bảo có hiệu quả;
- Bảo mật các dữ liệu liên quan đến quyền riêng tư, tư pháp, bí mật thương mại, an ninh quốc gia.

Trên cơ sở quy định của Luật NSDI, các quốc gia đều xây dựng chiến lược, lộ trình thực hiện NSDI, trong đó, bao gồm việc thành lập Cơ quan điều phối NSDI của quốc gia (Hội đồng hoặc Ủy ban).

Kinh phí thiết lập và duy trì NSDI của một số quốc gia [8]:

Quốc gia	**Kinh phí tạo lập NSDI (trong khoảng 2 - 3 năm đầu tiên)**	**Kinh phí hàng năm tiếp theo**	**Ghi chú**
Kôsôvô	1 300 000 €	450 000 €	Năm 2013
Macedônia	2 054 500 €	635 800 €	(bao gồm cả số hóa dữ liệu)
Catalônia	325 000 €	283 000 €	2002 - 2006
Hà Lan	-	1 300 000 €	Từ 2015

Tùy theo điều kiện về dữ liệu không gian địa lý và hạ tầng công nghệ ở mỗi quốc gia mà kinh phí cho việc thiết lập và duy trì NSDI sẽ khác nhau. Qua khảo sát tại một số quốc gia, tỉ suất đầu tư và lợi nhuận đạt tỉ lệ từ 2:1 - 10:1.

3.2. Hiện trạng về cơ chế, chính sách đối với việc xây dựng và phát triển NSDI của Việt Nam

Các Điều từ 43 đến 47 Luật Đo đạc và bản đồ năm 2018, các Điều từ 24 đến 28 Nghị định số 27/2019/NĐ-CP ngày 1/3/2019 của Chính phủ đã quy định một số nội dung liên quan đến NSDI.

Về cơ chế:

Tại khoản 2, khoản 3 Điều 44 của Luật, quy định:

- Thủ tướng Chính phủ chỉ đạo, điều phối việc xây dựng hạ tầng dữ liệu không gian địa lý quốc gia;

- Bộ Tài nguyên và Môi trường:

+ Chủ trì, phối hợp với Bộ, cơ quan ngang Bộ, cơ quan thuộc Chính phủ, Ủy ban nhân dân cấp tỉnh xây dựng chiến lược phát triển, kế hoạch triển khai thực hiện hạ tầng dữ liệu không gian địa lý quốc gia trình Chính phủ phê duyệt;

+ Chủ trì, phối hợp với Bộ, cơ quan ngang Bộ, cơ quan thuộc Chính phủ, Ủy ban nhân dân cấp tỉnh tích hợp dữ liệu không gian địa lý quốc gia; xây dựng, vận hành Cổng thông tin không gian địa lý Việt Nam;

- Bộ, cơ quan ngang Bộ, cơ quan thuộc Chính phủ, Ủy ban nhân dân cấp tỉnh tổ chức triển khai chiến lược phát triển, kế hoạch thực hiện hạ tầng dữ liệu không gian địa lý quốc gia theo thẩm quyền;

- Tổ chức, cá nhân tham gia xây dựng, phát triển dữ liệu không gian địa lý theo quy định của pháp luật.

Khoản 1 Điều 27 Nghị định số 27/2019/NĐ-CP quy định: Mỗi loại dữ liệu không gian địa lý chỉ do một cơ quan tổ chức triển khai thu nhận, cập nhật; được lưu giữ theo phân cấp quản lý.

Về chính sách:

Điều 25 Nghị định số 27/2019/NĐ-CP quy định:

- Nhà nước đầu tư xây dựng và phát triển hạ tầng dữ liệu không gian địa lý quốc gia đáp ứng yêu cầu quản lý nhà nước, phát triển kinh tế - xã hội, đảm bảo quốc phòng, an ninh;

- Khuyến khích sự tham gia của tổ chức, cá nhân và cộng đồng vào việc xây dựng và phát triển hạ tầng dữ liệu không gian địa lý quốc gia; tạo điều kiện thuận lợi cho tổ chức, cá nhân tiếp cận và sử dụng hạ tầng dữ liệu không gian địa lý quốc gia;

- Hạ tầng dữ liệu không gian địa lý quốc gia phải được sử dụng trong quản lý nhà nước của các bộ, cơ quan ngang bộ, Ủy ban nhân dân các cấp, trong Chính phủ điện tử; trong quy hoạch phát triển kinh tế - xã hội, quản lý tài nguyên thiên nhiên và môi trường, quản lý đất đai;

- Thúc đẩy sự tham gia, kết nối của hạ tầng dữ liệu không gian địa lý quốc gia vào mạng lưới hạ tầng dữ liệu không gian địa lý khu vực và toàn cầu.

3.3. Đề xuất nhiệm vụ, giải pháp thực hiện NSDI của Việt Nam

Căn cứ vào quy định của pháp luật và điều kiện thực tế hiện nay, đề xuất một số nhiệm vụ, giải pháp thực hiện NSDI của Việt Nam trong giai đoạn đầu (trong vòng 2 - 3 năm) như sau:

a) Xây dựng chiến lược

Hiện nay, Bộ Tài nguyên và Môi trường đang hoàn thiện dự thảo Chiến lược phát

triển ngành Đo đạc và Bản đồ Việt Nam và xây dựng hạ tầng dữ liệu không gian địa lý quốc gia đến năm 2030, tầm nhìn đến năm 2045.

Tuy nhiên, trong Dự thảo hầu như chưa có kế hoạch chiến lược cụ thể về xây dựng và phát triển NSDI.

b) Thành lập Ban Điều phối NSDI, các tiểu ban giúp việc

Để điều phối hoạt động của NSDI, cần thiết phải thành lập một Ban điều phối có trách nhiệm thay mặt Thủ tướng Chính phủ chỉ đạo các hoạt động liên quan đến NSDI. Trong giai đoạn từ 2021 - 2025, Ban Điều phối bao gồm đại diện các cơ quan được giao nhiệm vụ xây dựng 6 nhóm dữ liệu khung, 12 nhóm dữ liệu chuyên ngành và một số bộ có liên quan.

Đề xuất thành viên của Ban Điều phối như sau:

- Bộ trưởng Bộ Tài nguyên và Môi trường: trưởng Ban;
- Bộ trưởng Bộ Thông tin và Truyền thông: phó trưởng Ban;
- Đại diện Lãnh đạo Bộ Nội vụ;
- Đại diện Lãnh đạo Bộ Kế hoạch và Đầu tư;
- Đại diện Lãnh đạo Bộ Tài chính;
- Đại diện Lãnh đạo Bộ Giao thông vận tải;
- Đại diện Lãnh đạo Bộ Xây dựng;
- Đại diện Lãnh đạo Bộ Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn;
- Đại diện Lãnh đạo Bộ Công thương;
- Đại diện Lãnh đạo Bộ Công an;
- Đại diện Lãnh đạo Bộ Quốc phòng;
- Đại diện Lãnh đạo Bộ Khoa học và Công nghệ;
- Đại diện Lãnh đạo Bộ Giáo dục và Đào tạo.

Đại diện Lãnh đạo các bộ sẽ trực tiếp chỉ đạo việc xây dựng dữ liệu bản đồ theo quy định tại Điều 27 Nghị định số 27/2019/NĐ-CP. Tùy từng chủ đề dữ liệu, có thể có cơ quan chủ trì và các cơ quan phối hợp.

Đồng thời, thành lập các Phân ban điều phối NSDI tại các UBND cấp tỉnh để chỉ đạo xây dựng các dữ liệu khung và dữ liệu chuyên đề liên quan đến các địa phương.

Để giúp việc cho Ban điều phối NSDI, Trưởng Ban sẽ quyết định thành lập các Nhóm làm việc về Pháp luật, Tiêu chuẩn, Công nghệ và Đào tạo với sự tham gia của các nhà chuyên môn.

c) Xây dựng tiêu chuẩn

Trên cơ sở các TCVN, QCVN và Quy định đã xây dựng, tiến hành rà soát, hoàn thiện hoặc xây dựng mới các nhóm tiêu chuẩn về:

- Dữ liệu không gian địa lý, siêu dữ liệu;
- Kiến trúc mạng, hạ tầng thông tin mạng của hạ tầng dữ liệu không gian địa lý;
- Hiển thị, chia sẻ, chuyển đổi, tích hợp, tra cứu và tải dữ liệu không gian địa lý.

Để đảm bảo NSDI Việt Nam hài hòa theo tiêu chuẩn quốc tế, cần thiết phải sử dụng các tiêu chuẩn ISO/TC211 của Tổ chức Tiêu chuẩn thế giới và Tiêu chuẩn OGC của Hiệp hội dữ liệu không gian mở đối với dữ liệu địa lý chung.

d) Xây dựng Cổng thông tin địa lý Việt Nam, các Cổng nhánh tại các bộ, ngành, địa phương

- Cổng thông tin địa lý Việt Nam và các Cổng nhánh có cấu trúc khoa học, hiện đại theo công nghệ mới, thống nhất.

- Cổng nhánh phải kết nối đồng bộ với Cổng thông tin địa lý Việt Nam.

- Cổng thông tin địa lý Việt Nam phải có khả năng tích hợp, phân tích và thực hiện đầy đủ các dịch vụ về dữ liệu một cách dễ dàng, nhanh chóng, đảm bảo sự phân quyền truy cập và sử dụng dữ liệu theo đối tượng, mục đích và hình thức sử dụng dữ liệu (VD: có thể sử dụng trực tiếp không cần tải xuống và in sản phẩm ra theo các định dạng pdf, GeoTif, jpg…).

e) Đào tạo nguồn nhân lực

Đào tạo nhân lực cho NSDI là nội dung quan trọng để xây dựng và vận hành và phát triển NSDI. Trong đó, chú trọng đến nhân lực về soạn thảo tiêu chuẩn, xây dựng và xử lý dữ liệu không gian, công nghệ thông tin.

Đồng thời, phải có kế hoạch đưa nội dung liên quan đến NSDI vào chương trình giáo dục các lớp từ Trung học cơ sở đến bậc đại học để nâng cao nhận thức và thúc đẩy việc sử dụng NSDI rộng rãi trong xã hội.

g) Xây dựng cơ chế phối hợp xây dựng, cập nhật, quản lý, chia sẻ và cung cấp dữ liệu địa lý của NSDI

- Phối hợp chặt chẽ giữa các đối tác là cơ quan, tổ chức xây dựng dữ liệu; tăng cường phối hợp với các tổ chức, cá nhân tham gia xây dựng, cập nhật dữ liệu liệu (chủ yếu là dữ liệu chuyên đề) và đảm bảo dữ liệu không gian địa lý của NSDI hiện tại, chính xác, đầy đủ, thống nhất, không trùng lặp, có tính mở, có khả năng tương tác và dễ dàng truy cập.

- Tăng cường hợp tác với các quốc gia có nhiều kinh nghiệm trong xây dựng NSDI, tìm kiếm nguồn hỗ trợ kinh phí, công nghệ và đào tạo nhân lực.

g) Xây dựng quy định sử dụng dữ liệu không gian địa lý của NSDI

Đây là nội dung rất quan trọng nhằm sử dụng NSDI có hiệu quả thiết thực với nhiều đối tượng khác nhau. Trong đó:

- Bảo đảm quyền sở hữu trí tuệ của nhà nước, các tổ chức, cá nhân đối với dữ liệu;

- Miễn phí các dịch vụ tìm kiếm, tra cứu siêu dữ liệu, xem dữ liệu không gian địa lý, các dữ liệu như: bản đồ chuẩn biên giới quốc gia các tỉ lệ, các loại bản đồ toàn lãnh thổ Việt Nam tỉ lệ 1:1.000.000 và tỉ lệ nhỏ hơn, các loại dữ liệu, bản đồ địa hình, ảnh trước năm 2000…

- Đa dạng hình thức sử dụng dữ liệu: tải về, sử dụng trực tiếp trên Cổng thông tin địa lý Việt Nam; đa dạng các gói sử dụng dữ liệu: theo thời gian, theo khu vực, theo lớp

dữ liệu, theo công việc và thu phí phù hợp;

- Miễn phí sử dụng dữ liệu dữ liệu của các cơ quan công quyền trong thực hiện các nhiệm vụ công;

- Có chính sách miễn, giảm phí sử dụng dữ liệu phục vụ quốc phòng, an ninh, phòng chống thiên tai; nghiên cứu, giáo dục và đào tạo;

- Tính phí sử dụng dữ liệu phù hợp với từng loại sản phẩm thương mại để đảm bảo kinh doanh hoặc cung cấp dịch vụ có hiệu quả.

4. KẾT LUẬN

Qua nghiên cứu quá trình xây dựng và phát triển NSDI của các nước tiên tiến trên thế giới, đặc biệt là Hoa Kì và Khối EU, Việt Nam có thể hạn chế tối đa các hạn chế mà các quốc gia đã gặp phải. Từ đó có những định hướng, kế hoạch thiết lập, duy trì và phát triển NSDI của Việt Nam, nhanh chóng đạt được mục tiêu của NSDI là phục vụ Chính phủ số, hỗ trợ việc ra quyết định trên nhiều lĩnh vực, thúc đẩy phát triển kinh tế kinh tế, xã hội của Việt Nam, tiến tới hội nhập quốc tế về thông tin không gian địa lý.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. Luật Đo đạc và bản đồ năm 2018.

[2]. Nghị định số 27/2019/NĐ-CP ngày 13/3/2019 của Chính phủ quy định chi tiết một số điều của Luật Đo đạc và bản đồ.

[3]. Luật Hạ tầng dữ liệu không gian địa lý Hoa Kì.

[4]. Kế hoạch chiến lược NSDI Hoa Kì giai đoạn 2021 - 2024.

[5]. Chỉ thị về Cơ sở hạ tầng thông tin không gian ở Châu Âu (INSPIRE) của Liên minh Châu Âu (EU).

[6]. Các Luật về Hạ tầng dữ liệu không gian địa lí quốc gia của Thụy Sĩ, Macedonia, Estonia, Latvia.

[7]. https://www.fgdc.gov/

[8]. http://inspire.ec.europa.eu/

VAI TRÒ CỦA HỆ THỐNG TIÊU CHUẨN QUỐC GIA, QUY CHUẨN KỸ THUẬT QUỐC GIA THUỘC LĨNH VỰC ĐO ĐẠC VÀ BẢN ĐỒ TRONG QUÁ TRÌNH CHUYỂN ĐỔI SỐ QUỐC GIA

Bùi Thị Xuân Hồng

Cục Đo đạc, Bản đồ và Thông tin địa lý Việt Nam

Ngày nhận bài: 12/7/2021 - Ngày phản biện: 22/7/2021 - Ngày chấp nhận đăng: 26/08/2021

Tóm tắt. *Luật Đo đạc và bản đồ ra đời đánh dấu một bước phát triển mới của lĩnh vực Đo đạc và bản đồ, đặc biệt với vai trò được khẳng định tại khoản 4 Điều 4* ***"Hoạt động đo đạc và bản đồ chuyên ngành phải sử dụng thông tin, dữ liệu, sản phẩm từ hoạt động đo đạc và bản đồ cơ bản"*** *và khoản 5 Điều 4* ***"Cơ sở dữ liệu đo đạc và bản đồ cơ bản phải được sử dụng làm nền tảng của dữ liệu không gian địa lý quốc gia"****. Do vậy, Nghị quyết số 17/NQ - CP ngày 07 tháng 3 năm 2019 về một số nhiệm vụ, giải pháp trọng tâm phát triển Chính phủ điện tử giai đoạn 2019 - 2020, định hướng đến 2025 đã đưa nhiệm vụ "Xây dựng cơ sở dữ liệu không gian địa lý quốc gia, cung cấp hạ tầng dữ liệu thiết yếu cho vận hành, phát triển chính phủ điện tử, các dịch vụ công trực tuyến, phát triển đô thị thông minh" là một trong những nhiệm vụ và giải pháp về xây dựng nền tảng công nghệ phát triển chính phủ điện tử phù hợp với xu thế phát triển chính phủ điện tử trên thế giới.*

Bộ Khoa học và Công nghệ cũng đã khẳng định vai trò và trách nhiệm của Bộ Tài nguyên và Môi trường trong việc hoàn thiện hệ thống tiêu chuẩn quốc gia, quy chuẩn kỹ thuật quốc gia lĩnh vực thông tin địa lý, tiếp cận và tuân theo các tiêu chuẩn quốc tế, có thể tích hợp, chia sẻ, trao đổi các dữ liệu cơ bản và chuyên ngành trong hạ tầng dữ liệu không gian địa lý quốc gia một cách thuận lợi nhất.

Bài báo này giới thiệu tổng quan về hệ thống tiêu chuẩn quốc gia, quy chuẩn kỹ thuật quốc gia thuộc lĩnh vực đo đạc và bản đồ, vai trò của hệ thống tiêu chuẩn quốc gia, quy chuẩn kỹ thuật quốc gia thuộc lĩnh vực đo đạc và bản đồ trong quá trình chuyển đổi số quốc gia, đề xuất một số giải pháp xây dựng hệ thống tiêu chuẩn quốc gia, quy chuẩn kỹ thuật quốc gia thuộc lĩnh vực đo đạc và bản đồ.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Luật Tiêu chuẩn và Quy chuẩn kỹ thuật năm 2006 ra đời nhằm đáp ứng yêu cầu của hội nhập kinh tế quốc tế, đặc biệt của WTO thông qua hai hiệp định chủ yếu là Hiệp định Hàng rào kỹ thuật trong thương mại (Agreement on Technical Barriers to Trade - TBT) và Hiệp định áp dụng các biện pháp vệ sinh động và thực vật (Agreement on Application of Sanitary and Phytosanitary Measures - SPS).

Trong số các khái niệm nêu trong Luật TC&QCKT thì khái niệm "tiêu chuẩn" (standard) và "quy chuẩn kỹ thuật" (technical regulation) là đặc biệt quan trọng và hoàn toàn phù hợp với định nghĩa của Hiệp định TBT, theo đó: "***tiêu chuẩn là văn bản quy định về chất lượng và các vấn đề có liên quan với mục đích tự nguyện áp dụng, còn quy chuẩn kỹ thuật với nội dung kỹ thuật có thể như tiêu chuẩn song là bắt buộc áp dụng vì do cơ quan nhà nước có thẩm quyền ban hành dưới hình thức quy phạm pháp luật đặc thù"***.

Trên thế giới hiện nay có ba tổ chức tiêu chuẩn hóa quốc tế hàng đầu là ISO, IEC, ITU. Liên quan đến lĩnh vực Đo đạc và Bản đồ có tiểu ban kỹ thuật ISO/TC 211 là tiểu ban thực hiện tiêu chuẩn hóa trong lĩnh vực thông tin địa lý kỹ thuật số. Việc tiêu chuẩn hóa này nhằm mục đích thiết lập một bộ tiêu chuẩn có cấu trúc cho thông tin liên quan đến các đối tượng hoặc hiện tượng liên quan trực tiếp hoặc gián tiếp đến một vị trí trên Trái đất. Các tiêu chuẩn này gồm phương pháp, công cụ và dịch vụ để quản lý dữ liệu. Tiểu ban này xây dựng các tiêu chuẩn về thu thập, xử lý, phân tích, truy cập, trình bày và trao đổi dữ liệu số giữa nhiều người dùng, nhiều hệ thống và nhiều địa điểm khác nhau.

Thực hiện Luật Tiêu chuẩn và Quy chuẩn kỹ thuật 2006, Cục Đo đạc, Bản đồ và Thông tin địa lý Việt Nam đã nghiên cứu, thực hiện việc chuyển đổi hệ thống quy phạm, quy định kỹ thuật, tiêu chuẩn ngành sang hệ thống tiêu chuẩn quốc gia và quy chuẩn kỹ thuật quốc gia bắt đầu từ năm 2008 theo hướng hiện đại, phù hợp với điều kiện Việt Nam và đáp ứng các yêu cầu hội nhập. Cũng trong giai đoạn này, các bộ, ngành đã công bố một số tiêu chuẩn quốc gia trong lĩnh vực đo đạc bản đồ chuyên ngành. Tuy nhiên do nhiều nguyên nhân, hoạt động chuyển đổi và xây dựng mới tiêu chuẩn quốc gia, quy chuẩn kỹ thuật quốc gia trong lĩnh vực đo đạc và bản đồ còn chưa đáp ứng kịp với nhu cầu thực tiễn, chưa phù hợp với các quy định của Luật Đo đạc và bản đồ 2018 và nhất là đối với các yêu cầu chuyển đổi số quốc gia hiện nay.

Chuyển đổi số là việc sử dụng các công nghệ số để thay đổi cách thức tổ chức, tập hợp nhân lực, dữ liệu và quy trình để tạo ra những giá trị mới. Chúng ta đã qua giai đoạn số hóa (chuyển từ dữ liệu tương tự sang dữ liệu số), và giờ chuyển sang giai đoạn "chuyển đổi số" là giai đoạn sử dụng các công nghệ như AI, Big Data... để phân tích, biến đổi dữ liệu số đang có để tạo ra một giá trị mới, phục vụ các nhu cầu của xã hội.

Nhiệm vụ chuyển đổi số trong lĩnh vực tài nguyên và môi trường được nêu trong Quyết định số 749/QĐ-TTg của Thủ tướng chính phủ ngày 03 tháng 6 năm 2020 phê duyệt "Chương trình Chuyển đổi số quốc gia đến năm 2025, định hướng đến năm 2030 trong đó lĩnh vực đo đạc và bản đồ có nhiệm vụ xây dựng cơ sở dữ liệu nền địa lý quốc gia; xây dựng bản đồ số quốc gia mở làm nền tảng phát triển các dịch vụ số phát triển kinh tế - xã hội.

Chuyển đổi số không chỉ là cuộc cách mạng của công nghệ mà còn là cuộc cách mạng về thể chế. Thể chế cần đi trước một bước và được điều chỉnh linh hoạt để chấp nhận những cái mới: công nghệ mới, sản phẩm mới, dịch vụ mới, mô hình mới. Hoạt động xây dựng tiêu chuẩn quốc gia, quy chuẩn kỹ thuật quốc gia cũng là một phần trong việc xây dựng thể chế để có các tiêu chuẩn sản phẩm mới, mô hình chia sẻ, trao đổi, phân tích dữ

liệu mới, góp phần thuận lợi cho quá trình chuyển đổi số quốc gia.

2. CƠ SỞ LÝ LUẬN, NGUỒN TÀI LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Cơ sở lý luận, nguồn tài liệu nghiên cứu

Bài báo này đưa ra các cơ sở lý luận dựa trên trên các tài liệu sau:

(1) Luật Tiêu chuẩn và Quy chuẩn kỹ thuật năm 2006;

(2) Luật Đo đạc và bản đồ số 27/2018/QH14 ngày 25 tháng 6 năm 2018;

(3) Nghị định số 127/2007/NĐ-CP ngày 01 tháng 8 năm 2007 Quy định chi tiết thi hành một số điều của Luật Tiêu chuẩn và Quy chuẩn kỹ thuật.

(4) Nghị định số 78/2018/NĐ-CP ngày 16 tháng 5 năm 2018 sửa đổi, bổ sung một số điều của nghị định số 127/2007/NĐ-CP ngày 01 tháng 8 năm 2007 của Chính phủ quy định chi tiết thi hành một số điều Luật Tiêu chuẩn và Quy chuẩn kỹ thuật;

(5) Nghị định số 27/2019/NĐ-CP ngày 13 tháng 3 năm 2019 của Chính phủ quy định chi tiết một số điều của Luật Đo đạc và bản đồ;

(6) Quyết định số 942/QĐ-TTg ngày 15 tháng 6 năm 2021 của Thủ tướng chính phủ phê duyệt Chiến lược phát triển Chính phủ điện tử hướng tới Chính phủ số giai đoạn 2021 - 2025, định hướng đến năm 2030.

(7) Quyết định số 749/QĐ-TTg ngày 03 tháng 6 năm 2020 phê duyệt "Chương trình chuyển đổi số quốc gia đến năm 2025, định hướng đến năm 2030".

Nguồn tài liệu sử dụng để nghiên cứu chính:

(1) Hệ thống văn bản quy phạm pháp luật, quy định kỹ thuật còn hiệu lực trong lĩnh vực đo đạc và bản đồ.

(2) Dự thảo Chiến lược phát triển ngành Đo đạc và Bản đồ Việt Nam và xây dựng hạ tầng dữ liệu không gian quốc gia đến năm 2030, tầm nhìn 2040.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

Tác giả sử dụng các phương pháp nghiên cứu sau đây:

- Phương pháp lịch sử và lôgic;
- Phương pháp thu thập, phân tích và tổng hợp;
- Phương pháp tổng kết thực tiễn và phương pháp chuyên gia;
- Phương pháp dự báo dựa trên cơ sở các kết quả phân tích, tổng hợp.

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

3.1. Tổng quan về hệ thống tiêu chuẩn, quy chuẩn, quy định kỹ thuật trong lĩnh vực đo đạc và bản đồ

Hệ thống văn bản kỹ thuật về đo đạc và bản đồ Việt Nam đã hình thành và phát triển từ những năm 60 - 70 thế kỷ trước bao gồm các Quy phạm, Quy định kỹ thuật, Quy trình, Tiêu chuẩn ngành... Mỗi văn bản quy định kỹ thuật này thường bao gồm cả chỉ tiêu kỹ thuật, dụng cụ, quy trình phương pháp thực hiện theo từng công nghệ ứng dụng. Những bất cập phát sinh do thay đổi công nghệ, chỉ tiêu kỹ thuật, quy trình sản xuất dẫn đến sự ra đời của rất nhiều quy định kỹ thuật tạm thời. Xét trong một dự án hoặc một phạm vi ứng dụng hẹp, việc ban hành các quy định tạm thời đã giải quyết được những nhu cầu cấp bách của sản xuất nhưng nếu nhìn nhận tổng quan toàn bộ hệ thống cũng cho thấy khá

nhiều bất cập. Việc sử dụng hệ thống văn bản có nhiều khó khăn đặc biệt là sự chắp vá của những nội dung bởi các văn bản kỹ thuật thay thế ban hành tạm đã khiến cho hệ thống văn bản vừa cồng kềnh, phức tạp, vừa không phù hợp với xu thế thế giới. Một số văn bản được biên soạn và ban hành đã 40 năm nhưng vẫn đang trong hiệu lực áp dụng do chưa ban hành được hệ thống văn bản kỹ thuật thay thế. Sự phát triển mạnh mẽ của công nghệ trong đo đạc và bản đồ đã khiến cho một số quy định kỹ thuật trong hệ thống văn bản hiện hành đã trở nên không còn phù hợp, không đáp ứng được các công nghệ số và việc chuyển đổi số trong lĩnh vực đo đạc và bản đồ cũng như phục vụ việc chuyển đổi số quốc gia.

Thực hiện việc chuyển đổi hệ thống quy phạm, quy định kỹ thuật, tiêu chuẩn ngành sang hệ thống tiêu chuẩn quốc gia và quy chuẩn kỹ thuật quốc gia theo yêu cầu của Luật Tiêu chuẩn và Quy chuẩn kỹ thuật 2006, Cục Đo đạc, Bản đồ và Thông tin địa lý Việt Nam đã nghiên cứu phương pháp chuyển đổi theo hướng hiện đại, phù hợp với điều kiện Việt Nam và đáp ứng các yêu cầu hội nhập quốc tế, bắt đầu chuyển đổi từ năm 2008. Hiện nay trong lĩnh vực đo đạc và bản đồ đã công bố và đã ban hành các tiêu chuẩn quốc gia, quy chuẩn kỹ thuật quốc gia sau:

1. Hệ thống quy chuẩn kỹ thuật quốc gia thuộc lĩnh vực đo đạc và bản đồ

STT	Số quy chuẩn	Tên quy chuẩn	Số quyết định ban hành	Tình trạng		Ghi chú
				Mới	Chuyển đổi	
1	QCVN 11:2008/ BTNMT	Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về xây dựng lưới độ cao.	Số 11/2008/QĐ-BTNMT ngày 18 tháng 12 năm 2008 Ban hành "Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về xây dựng lưới độ cao".		x	Chuyển đổi Quy phạm xây dựng lưới độ cao Nhà nước hạng 1, 2, 3 và 4 của Cục Đ&BĐ Nhà nước
2	QCVN 04:2009/ BTNMT	Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về xây dựng lưới tọa độ.	Số 06/2009/TT-BTNMT ngày 18 tháng 6 năm 2009 Quy định về quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về xây dựng lưới tọa độ.	x		
3	QCVN 37:2011/ BTNMT	Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về chuẩn hóa địa danh phục vụ công tác thành lập bản đồ.	Số 23/2011/TT-BTNMT ngày 06 tháng 7 năm 2011 Quy định Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về chuẩn hóa địa danh phục vụ công tác thành lập bản đồ.	x		

4	QCVN 42:2020/ BTNMT	Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về chuẩn thông tin địa lý cơ sở.	Số 06/2020/TT-BTNMT ngày 31 tháng 08 năm 2020 Quy định Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về chuẩn thông tin địa lý cơ sở.	x		

2. Hệ thống các tiêu chuẩn quốc gia thuộc lĩnh vực đo đạc và bản đồ

STT	tiêu chuẩn	Tên tiêu chuẩn	Năm công bố	Tình trạng		Ghi chú
				Mới	Chuyển đổi	
1	TCVN ISO 19108:2018 ISO 19108:2002	Thông tin địa lý - Lược đồ thời gian	2018	x		QĐ 3764/QĐ-BKHCN ngày 07 tháng 12 năm 2018
2	TCVN ISO 19109:2018 ISO 19109:2005	Thông tin địa lý - Quy tắc lược đồ ứng dụng	2018	x		QĐ 3764/QĐ-BKHCN ngày 07 tháng 12 năm 2018
3	TCVN ISO 19116:2018 ISO 19116:2004	Thông tin địa lý - Các phương tiện định vị	2018	x		QĐ 3764/QĐ-BKHCN ngày 07 tháng 12 năm 2018
4	TCVN ISO 19117:2018 ISO 19117:2012	Thông tin địa lý - Mô tả (Hiển thị thông tin địa lý - Trình bày)	2018	x		QĐ 3764/QĐ-BKHCN ngày 07 tháng 12 năm 2018
5	TCVN ISO 19126:2018 ISO 19126:2009	Thông tin địa lý - Từ điển khái niệm đối tượng và đăng ký	2018	x		QĐ 3764/QĐ-BKHCN ngày 07 tháng 12 năm 2018
6	TCVN ISO 19127:2018 ISO 19127:2005	Thông tin địa lý - Mã và các tham trắc địa	2018	x		QĐ 3764/QĐ-BKHCN ngày 07 tháng 12 năm 2018
7	TCVN ISO 19131:2018 ISO 19131:2007	Thông tin địa lý - Yêu cầu kỹ thuật sản phẩm dữ liệu	2018	x		QĐ 3764/QĐ-BKHCN ngày 07 tháng 12 năm 2018
8	TCVN ISO 19115 - 2:2019 ISO 19115 - 2:2009	Thông tin địa lý - Siêu dữ liệu - Phần 2. Mở rộng đối với dữ liệu ảnh và lưới	2019	x		QĐ 3281/QĐ-BKHCN ngày 06 tháng 11 năm 2019

9	TCVN ISO 19118:2019 ISO 19118:2001	Thông tin địa lý - Mã hóa	2019	x		QĐ 3281/QĐ-BKHCN ngày 06 tháng 11 năm 2019
10	TCVN ISO 19120:2019 ISO/TR 19120:2001	Thông tin địa lý - Các tiêu chuẩn chức năng	2019	x		QĐ 3281/QĐ-BKHCN ngày 06 tháng 11 năm 2019
11	TCVN 12687:2019	Cơ sở dữ liệu địa lý - Xây dựng siêu dữ liệu	2019	x		QĐ 3281/QĐ-BKHCN ngày 06 tháng 11 năm 2019
12	TCVN 12688:2019	Hệ thống không ảnh - Thành lập bình đồ ảnh hàng không	2019	x		QĐ 3281/QĐ-BKHCN ngày 06 tháng 11 năm 2019
13	TCVN 12689:2019	Bản đồ địa hình - Biên tập chế in bản đồ địa hình	2019	x		QĐ 3281/QĐ-BKHCN ngày 06 tháng 11 năm 2019

3. Hiện trạng các văn bản kỹ thuật thuộc lĩnh vực đo đạc và bản đồ cần được chuyển đổi sang hệ thống tiêu chuẩn quốc gia, quy chuẩn kỹ thuật quốc gia

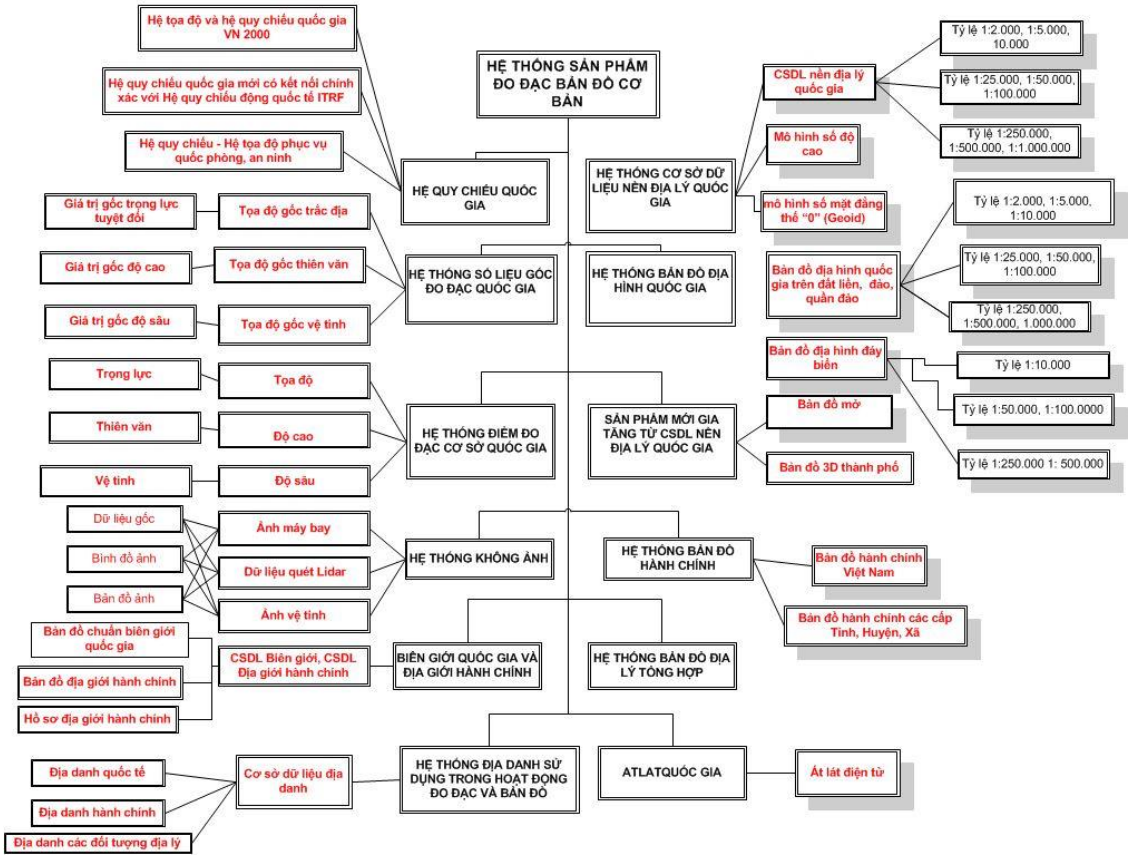
STT	**Tên văn bản kỹ thuật**	**Số quyết định ban hành**	**Tính phù hợp của các quy trình và chỉ tiêu, thông số kỹ thuật so với điều kiện áp dụng hiện tại**		**Ghi chú**
			Phù hợp	**Không phù hợp**	
1	Quy phạm xây dựng lưới tam giác hạng I, II, III và IV	Cục ĐĐ&BĐ Nhà nước		x	Đề nghị hủy bỏ
2	Quy phạm thành lập bản đồ địa hình tỷ lệ 1:10.000 - 1:25.000 - phần ngoài trời	24/KHKT ngày 26/3/1977		x	QĐ Cục ĐĐ&BĐ Nhà nước
3	Quy phạm hiện chỉnh bản đồ địa hình tỷ lệ 1:10.000 - 1:25.000 - 1:50.000.	112/KT ngày 15/5/1989		x	Quyết định, TCN

4	Quy định điều vẽ trong công tác đo vẽ bản đồ địa hình tỷ lệ 1:5.000	398/KT ngày 03/4/1989		x	QĐ Cục ĐĐ&BĐ Nhà nước
5	Quy định biên tập trong sản xuất bản đồ địa hình tỷ lệ 1:5.000.	10/KT ngày 05/01/1990		x	QĐ Cục ĐĐ&BĐ Nhà nước
6	Quy phạm thành lập bản đồ địa hình tỷ lệ 1:500, 1:1.000, 1:2.000, 1:5.000 , 1:10.000 và 1:25.000 - phần trong nhà	247/KT ngày 09/8/1990		x	QĐ Cục ĐĐ&BĐ Nhà nước, TCN
7	Quy phạm đo vẽ bản đồ địa hình tỷ lệ 1:500, 1:1.000, 1:2.000, 1:5.000 - phần ngoài trời	248/KT ngày 9/8/1990		x	Cục ĐĐ&BĐ Nhà nước, TCN
8	Quy định kỹ thuật trong công tác đo vẽ bản đồ địa hình tỷ lệ 1:5.000 (phần ngoài trời).	167/KT ngày 09/4/1991		x	Cục ĐĐ&BĐ Nhà nước
9	Ký hiệu bản đồ địa hình tỷ lệ 1:500, 1:1.000, 1:2.000 và 1:5.000	1125/ĐĐBĐ ngày 19/11/1994		x	Tổng cục Địa chính (Đã thay thế 1 phần bằng TT 19/2019/BTNMT) QĐKT
10	Những yêu cầu cơ bản và qui định kiểm tra, đánh giá chất lượng phim ảnh chụp từ máy bay phục vụ công tác đo vẽ và hiện chỉnh bản đồ	541/QĐ/ĐC ngày 1/9/1995		x	Tổng cục Địa chính
11	Quy định kỹ thuật xây dựng lưới cấp 0 Nhà nước CHXHCNVN	1284/ĐĐBĐ ngày 16/9/1995		x	Tổng cục Địa chính (Đề nghị hủy bỏ)
12	Ký hiệu bản đồ địa hình tỷ lệ 1:50.000 và 1:100.000	178/1998/QĐ-ĐC ngày 31/3/1998		x	Tổng cục Địa chính
13	Quy phạm thành lập bản đồ địa hình tỷ lệ 1:50.000	179/1998/QĐ-ĐC ngày 31/3/1998		x	Tổng cục Địa chính
14	Quy định cơ sở toán học, độ chính xác nội dung và ký hiệu bản đồ địa hình đáy biển tỉ lệ	180/1998/QĐ-ĐC ngày 31/3/1998		x	Tổng cục Địa chính

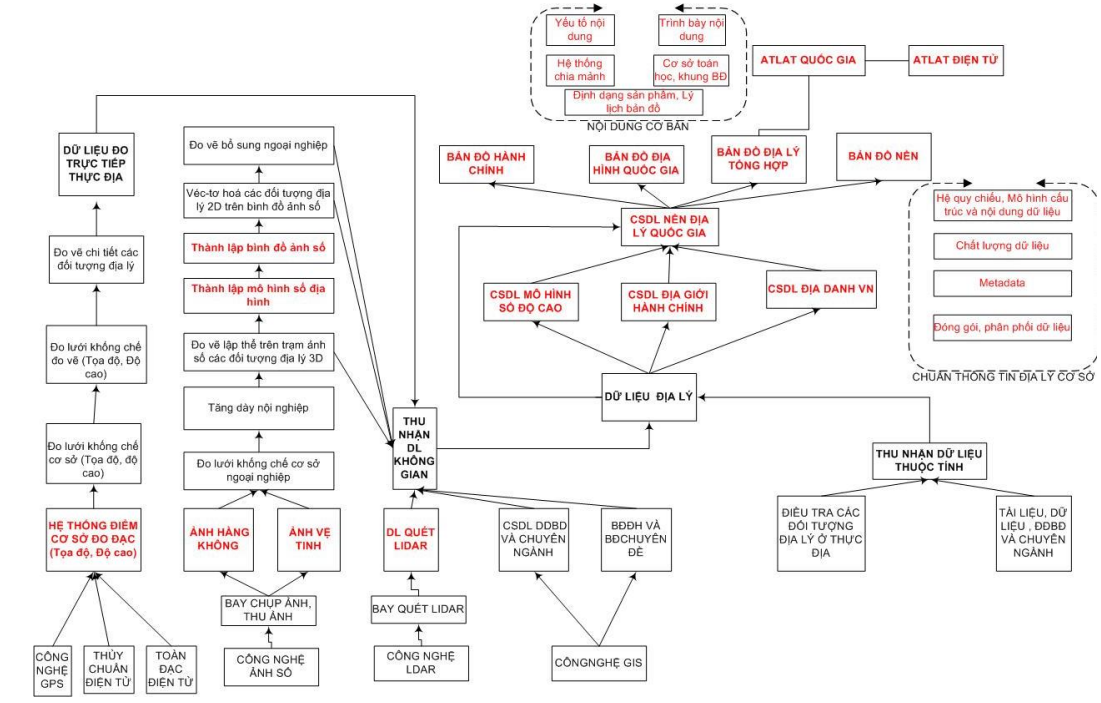
	1:10.000				
15	Quy định kỹ thuật số hóa bản đồ địa hình tỷ lệ 1:10.000, 1:25.000, 1:50.000 và 1:100.000	70/2000/QĐ-ĐC ngày 25/02/2000		x	Tổng cục Địa chính (Đề nghị hủy bỏ)
16	Quy trình hiện chỉnh bản đồ địa hình bằng ảnh vệ tinh	308/QĐ-TCĐC, ngày 25/7/2002		x	Tổng cục Địa chính
17	Quy định kỹ thuật thành lập bản đồ địa hình tỷ lệ 1:10.000, 1:25.000 và 1:50.000 bằng công nghệ ảnh số.	17/2005/QĐ-BTNMT ngày 21/12/2005		x	Thay thế 1 phần bởi TT xx/2020/TT-BTNMT
18	Quy định kỹ thuật thành lập BĐĐH tỷ lệ 1:2.000 và 1:5.000 bằng công nghệ ảnh số.	17/2005/QĐ-BTNMT ngày 21/12/2005		x	Thay thế 1 phần bởi TT 19/2019/TT-BTNMT
19	Quy phạm thành lập và chế in bản đồ địa hình tỷ lệ 1:250.000, 1:500.000 và 1:1.000.000.	09/2006/QĐ-BTNMT ngày 16/8/2006		x	
20	Ký hiệu BĐĐH tỷ lệ 1:250.000, 1:500.000 và 1:1.000.000	11/2006/QĐ-BTNMT ngày 22/8/2006		x	
21	Quy định về đo trọng lực chi tiết	08/2012/TT-BTNMT ngày 08/08/2012			
22	Quy định kỹ thuật về cập nhật cơ sở dữ liệu nền địa lý tỷ lệ 1:2.000, 1:5.000 và 1:10.000	10/2013/TT-BTNMT ngày 28/5/2013	x		
23	Quy định kỹ thuật thành lập mô hình số độ cao bằng công nghệ bay quét LiDAR	39/2014/TT-BTNMT ngày 03/7/2014	x		
24	Quy định kỹ thuật thành lập bản đồ hành chính các cấp	47/2014/TT-BTNMT	x		
25	Quy định kỹ thuật đo đạc trực tiếp địa hình phục vụ thành lập bản	68/2015/TT-BTNMT ngày 22/12/2015	x		

	đồ địa hình và cơ sở dữ liệu nền địa lý tỷ lệ 1:500, 1:1000, 1:2.000, 1:5.000				
26	Quy định kỹ thuật về cơ sở dữ liệu địa lý tỷ lệ 1:250.000.	48/2016/TT-BTNMT ngày 28/12/2016		x	
27	Quy định xây dựng cơ sở dữ liệu địa giới hành chính.	46/2017/TT-BTNMT ngày 23/10/2017	x		
28	Quy định kỹ thuật về nội dung và ký hiệu bản đồ địa hình quốc gia tỷ lệ 1:2.000, 1:5.000.	19/2019/TT-BTNMT ngày 08/11/2019	x		
29	Quy định kỹ thuật về mô hình cấu trúc và nội dung cơ sở dữ liệu nền địa lý quốc gia tỷ lệ 1:2.000, 1:5.000.	23/2019/TT-BTNMT ngày 25/12/2019	x		
30	Quy định kỹ thuật xây dựng mạng lưới trọng lực quốc gia.	11/2020/TT-BTNMT ngày 30/9/2020	x		
31	Quy định kỹ thuật về mô hình cấu trúc, nội dung cơ sở dữ liệu nền địa lý quốc gia tỷ lệ 1:10.000, 1:25.000.	15/2020/TT-BTNMT ngày 30/11/2020	x		
32	Quy định kỹ thuật về nội dung và ký hiệu bản đồ địa hình quốc gia tỷ lệ 1:10.000, 1:25.000.	12/2020/TT-BTNMT ngày 30/9/2020	x		
33	Quy định kỹ thuật thu nhận và xử lý dữ liệu ảnh số từ tàu bay không người lái phục vụ xây dựng, cập nhật cơ sở dữ liệu nền địa lý quốc gia tỷ lệ 1:2.000, 1:5.000 và thành lập bản đồ địa hình tỷ lệ 1:500, 1:1.000.	07/2021/TT-BTNMT ngày 30/6/2021	x		

Trên cơ sở các nghiên cứu, tác giả đề xuất hệ thống quy chuẩn kỹ thuật quốc gia theo hệ thống sản phẩm trong Hình 1 và hệ thống tiêu chuẩn quốc gia theo công nghệ thu nhận dữ liệu địa lý trong Hình 2.



Hình 1. Đề xuất hệ thống QCVN theo hệ thống sản phẩm Đo đạc và Bản đồ



Hình 2. Đề xuất hệ thống TCVN theo các công nghệ thu nhận dữ liệu địa lý

3.2. Vai trò của hệ thống tiêu chuẩn quốc gia, quy chuẩn kỹ thuật quốc gia thuộc lĩnh vực đo đạc và bản đồ trong quá trình chuyển đổi số quốc gia

Ngành Đo đạc và Bản đồ Việt Nam đã có định hướng về chiến lược phát triển ngành và xây dựng hạ tầng dữ liệu không gian địa lý quốc gia đến năm 2030, tầm nhìn đến năm 2040 với quan điểm "***Phát triển hạ tầng dữ liệu không gian địa lý quốc gia làm nền tảng quan trọng và cơ bản, cung cấp dịch vụ dữ liệu không gian địa lý cho các ngành, lĩnh vực để thực hiện chuyển đổi số, đáp ứng yêu cầu quản lý nhà nước, phục vụ xây dựng Chính phủ điện tử, hướng tới Chính phủ số, nền kinh tế số, xã hội số và đô thị thông minh***" và mục tiêu đầu tiên là hoàn thiện thể chế, chính sách pháp luật về đo đạc và bản đồ.

Trong giai đoạn hiện nay, với tốc độ đột phá của Cách mạng Công nghiệp 4.0 với nền tảng diễn ra trên 3 lĩnh vực chính gồm Công nghệ sinh học, Công nghệ thông tin và vật lý với các yếu tố cốt lõi: trí tuệ nhân tạo (AI), vạn vật kết nối (IoT), dữ liệu lớn (Big Data), đòi hỏi yêu cầu cao hơn đối với dữ liệu nền địa lý về độ chính xác, độ tin cậy, tính kịp thời cũng như sự đa dạng, linh hoạt trong cung cấp, chia sẻ các loại sản phẩm dữ liệu mới ngoài các sản phẩm đo đạc và bản đồ cơ bản.

Bên cạnh đó, quá trình đô thị hóa và sự hội nhập của các công nghệ thông minh, cùng với các mô hình quản trị hiệu quả dẫn tới xu hướng xây dựng các thành phố thông minh với nền tảng hạ tầng công nghệ thông tin dựa trên dữ liệu nền địa lý tích hợp với các dữ liệu từ nhiều nguồn khác nhau phục vụ kịp thời các dịch vụ của công dân, quản lý tốt việc sử dụng tài nguyên thiên nhiên và phát triển bền vững các nguồn lực chính là nền tảng của việc xây dựng chính phủ điện tử, hướng tới chính phủ số.

Để đảm bảo mục tiêu đặt ra với mục tiêu trước mắt là đến năm 2030 sẽ hoàn thành việc "Xây dựng và quản lý hạ tầng dữ liệu không gian quốc gia đảm bảo tích hợp, chia sẻ dữ liệu không gian địa lý giữa các cơ quan, ban ngành, giữa trung ương với địa phương phục vụ xây dựng chính phủ điện tử, hướng tới chính phủ số, nền kinh tế số, xã hội số; tham gia, kết nối vào mạng lưới hạ tầng dữ liệu không gian địa lý khu vực. Đảm bảo 100% dữ liệu không gian địa lý kết nối, chia sẻ trên toàn quốc" thì nhiệm vụ quan trọng nhất là hoàn thiện thể chế, chính sách pháp luật về đo đạc và bản đồ trọng tâm là xây dựng, hoàn thiện hệ thống tiêu chuẩn quốc gia, quy chuẩn kỹ thuật quốc gia hiện đại, hội nhập với quốc tế, để thống nhất áp dụng giữa các các cơ quan, ban ngành, giữa trung ương với địa phương mới đảm bảo có khả năng chia sẻ, kết nối dữ liệu. Nhiệm vụ xây dựng, hoàn thiện hệ thống tiêu chuẩn quốc gia, quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về dữ liệu, sản phẩm đo đạc và bản đồ cần đảm bảo đồng bộ, chính xác thuận lợi cho việc sử dụng chung, cụ thể gồm các nhóm nhiệm vụ sau:

(1) Rà soát, xây dựng, hoàn thiện hệ thống tiêu chuẩn quốc gia, quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về đo đạc và bản đồ tiếp cận với các tiêu chuẩn quốc tế.

(2) Xây dựng các tiêu chuẩn quốc gia, quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về dữ liệu không gian địa lý, siêu dữ liệu; các chuẩn phương pháp, chuẩn quy trình, chuẩn dịch vụ.

(3) Xây dựng các tiêu chuẩn quốc gia, quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về kiến trúc hệ thống của hạ tầng dữ liệu không gian địa lý gồm các tiêu chuẩn về kiến trúc mạng, hạ tầng thông tin mạng.

(4) Xây dựng các tiêu chuẩn quốc gia, quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về dịch vụ hiển thị, chia sẻ, chuyển đổi, tích hợp, tra cứu và tải dữ liệu không gian địa lý.

3.3. Đề xuất một số giải pháp xây dựng hệ thống tiêu chuẩn quốc gia, quy chuẩn kỹ thuật quốc gia thuộc lĩnh vực đo đạc và bản đồ

Việc xây dựng hệ thống tiêu chuẩn quốc gia, quy chuẩn kỹ thuật quốc gia thuộc lĩnh vực đo đạc và bản đồ thực hiện theo quy định của Luật Tiêu chuẩn và Quy chuẩn kỹ thuật sẽ có các loại tiêu chuẩn quốc gia sau:

(1) Tiêu chuẩn cơ bản quy định những đặc tính, yêu cầu áp dụng chung cho một phạm vi rộng hoặc chứa đựng các quy định chung cho lĩnh vực đo đạc và bản đồ.

(2) Tiêu chuẩn thuật ngữ quy định tên gọi, định nghĩa đối với đối tượng của hoạt động trong lĩnh vực đo đạc và bản đồ.

(3) Tiêu chuẩn yêu cầu kỹ thuật quy định về mức, chỉ tiêu, yêu cầu đối với đối tượng của hoạt động trong lĩnh vực đo đạc và bản đồ.

(4) Tiêu chuẩn phương pháp thử quy định phương pháp lấy mẫu, phương pháp đo, phương pháp xác định, phương pháp phân tích, phương pháp kiểm tra, phương pháp khảo nghiệm, phương pháp giám định các mức, chỉ tiêu, yêu cầu đối với đối tượng của hoạt động trong lĩnh vực đo đạc và bản đồ.

(5) Tiêu chuẩn ghi nhãn, bao gói quy định các yêu cầu về ghi nhãn, bao gói, sản phẩm đo đạc và bản đồ.

Theo đó cũng sẽ có các loại quy chuẩn kỹ thuật quốc gia sau:

(1) Quy chuẩn kỹ thuật chung bao gồm các quy định về kỹ thuật và quản lý áp dụng cho lĩnh vực đo đạc và bản đồ hoặc một nhóm sản phẩm đo đạc và bản đồ, dịch vụ đo đạc và bản đồ, quá trình đo đạc và bản đồ.

(2) Quy chuẩn kỹ thuật quá trình quy định yêu cầu kỹ thuật của các bước quy trình công nghệ trong quá trình sản xuất, vận hành, sử dụng, bảo trì sản phẩm đo đạc và bản đồ.

(3) Quy chuẩn kỹ thuật dịch vụ quy định yêu cầu về an toàn, vệ sinh trong dịch vụ đo đạc và bản đồ.

Hiện nay nhân lực có khả năng thực hiện việc nghiên cứu xây dựng và chuyển đổi hệ thống văn bản kỹ thuật đang áp dụng của lĩnh vực sang hệ thống tiêu chuẩn quốc gia, quy chuẩn kỹ thuật quốc gia rất hạn chế. Công việc này mang tính chuyên môn sâu, kỹ thuật cao về chuyên ngành ngoài ra cần nắm vững các quy định về xây dựng tiêu chuẩn quốc gia, quy chuẩn kỹ thuật quốc gia nên rất ít người có thể đáp ứng công việc đòi hỏi. Các công chức, viên chức ngành Đo đạc và Bản đồ hiện nay chưa có nhiều kinh nghiệm, thiếu chuyên gia trong việc xây dựng các tiêu chuẩn quốc gia, quy chuẩn kỹ thuật quốc gia, do vậy cần có quy định và khuyến khích các tổ chức, cá nhân tham gia thực hiện trực tiếp việc xây dựng tiêu chuẩn, quy chuẩn và quy định việc tổ chức quản lý xây dựng tiêu chuẩn quốc gia, quy chuẩn kỹ thuật quốc gia của lĩnh vực một cách rõ ràng. Cần có chế độ thu hút nhân lực chất lượng cao tham gia xây dựng và chuyển đổi hệ thống văn bản cũ sang hệ thống tiêu chuẩn quốc gia, quy chuẩn kỹ thuật quốc gia thì việc chuyển đổi mới có thể đảm bảo chất lượng và tiến độ theo yêu cầu.

Bộ Tài nguyên và Môi trường cần tuyên truyền, phổ biến kiến thức về Luật Tiêu chuẩn và Quy chuẩn kỹ thuật và các văn bản có liên quan cho các tổ chức, cá nhân hiểu rõ tầm quan trọng và lợi ích của việc tuân thủ quy định của hệ thống tiêu chuẩn và quy chuẩn kỹ thuật. Khuyến khích các Tổ chức kinh tế, đơn vị sự nghiệp, tổ chức xã hội - nghề nghiệp có liên quan đến các lĩnh vực của Bộ Tài nguyên và Môi trường xây dựng hệ thống tiêu chuẩn cơ sở và cùng tham gia với cơ quan nhà nước trong việc xây dựng và chuyển đổi hệ thống tiêu chuẩn quốc gia, quy chuẩn kỹ thuật quốc gia.

Trong những năm tới, Cục Đo đạc, Bản đồ và Thông tin địa lý Việt Nam nên có định hướng tập trung xây dựng các quy chuẩn kỹ thuật quốc gia cho hệ thống sản phẩm đo đạc và bản đồ cơ bản, bên cạnh đó xây dựng các tiêu chuẩn quốc gia cho các quy trình thành lập sản phẩm tương ứng với các công nghệ lựa chọn, đáp ứng đúng yêu cầu của Luật Tiêu chuẩn và Quy chuẩn kỹ thuật.

4. KẾT LUẬN

Xây dựng hệ thống văn bản kỹ thuật mới đòi hỏi các nghiên cứu cẩn trọng về cơ sở khoa học và thực tiễn đi cùng với yêu cầu kế thừa hệ thống văn bản cũ, không gây xáo trộn khi áp dụng. Tiêu chuẩn, Quy chuẩn kỹ thuật là cơ sở để đánh giá, phân loại đồng thời là động lực thúc đẩy ứng dụng tự động hóa, phát huy sáng kiến sáng tạo trong lao động để tạo ra sản phẩm có chất lượng cao, từ đó huy động sự tham gia rộng rãi từ các nguồn lực của tổ chức, cá nhân trong việc đầu tư công nghệ hiện đại vào sản xuất.

Việc xây dựng, hoàn thiện hệ thống tiêu chuẩn quốc gia, quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về dữ liệu, sản phẩm đo đạc và bản đồ đảm bảo đồng bộ, chính xác thuận lợi cho việc sử dụng chung đóng vai trò quan trọng trong việc xây dựng hạ tầng dữ liệu không gian địa lý làm nền tảng công nghệ phát triển chính phủ điện tử trong quá trình chuyển đổi số quốc gia.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. Luật Đo đạc và bản đồ năm 2018.

[2]. Luật Tiêu chuẩn và Quy chuẩn kỹ thuật năm 2006.

[3]. Nghị định số 27/2019/NĐ-CP ngày 13 tháng 3 năm 2019 của Chính phủ quy định chi tiết một số điều của Luật Đo đạc và bản đồ.

[4]. Nghị định số 47/2020/NĐ-CP ngày 09 tháng 4 năm 2020 của Chính phủ về Quản lý, kết nối và chia sẻ dữ liệu số cơ quan nhà nước.

[5]. Quyết định số 950/QĐ-TTg ngày 01 tháng 8 năm 2018 của thủ tướng chính phủ về việc phê duyệt Đề án phát triển đô thị thông minh bền vững Việt Nam giai đoạn 2018 - 2025 và định hướng đến năm 2030.

[6]. Quyết định số 749/QĐ-TTg ngày 03 tháng 6 năm 2020 phê duyệt "Chương trình chuyển đổi số quốc gia đến năm 2025, định hướng đến năm 2030".

[7]. Nghị quyết số 17/NQ - CP ngày 07 tháng 3 năm 2019 của Chính phủ về một số nhiệm vụ, giải pháp trọng tâm phát triển Chính phủ điện tử giai đoạn 2019 - 2020, định hướng đến 2025.

[8]. Dự thảo Chiến lược phát triển ngành Đo đạc và Bản đồ Việt Nam và xây dựng hạ tầng dữ liệu không gian địa lý quốc gia đến năm 2030, tầm nhìn đến năm 2040.

ỨNG DỤNG CÔNG NGHỆ TIÊN TIẾN, THIẾT BỊ VÀ PHƯƠNG TIỆN HIỆN ĐẠI TRONG THU NHẬN THÔNG TIN DỮ LIỆU ĐỊA LÝ

ĐÁNH GIÁ KHẢ NĂNG ỨNG DỤNG PHƯƠNG PHÁP BIẾN ĐỔI SÓNG NHỎ TRONG PHÂN TÍCH BIẾN DẠNG VỎ TRÁI ĐẤT Ở VIỆT NAM

Đặng Hùng Võ[1], Dương Chí Công[1], Lại Văn Thủy[2]

[1]Hội Trắc địa - Bản đồ - Viễn thám Việt Nam

[2]Viện Khoa học Đo đạc và Bản đồ

Ngày nhận bài: 16/4/2021 - Ngày phản biện: 11/6/2021 - Ngày chấp nhận đăng: 22/08/2021

Tóm tắt. *Phân tích chuyển dịch, biến dạng trong không gian ở quy mô khu vực bằng phương pháp biến đổi sóng nhỏ đang được ứng dụng khá phổ biến trên thế giới và đã bắt đầu được nghiên cứu ứng dụng ở Việt Nam. Để có đánh giá chi tiết về hiệu quả của phương pháp này trong phân tích biến dạng vỏ Trái Đất, chúng tôi đã thực hiện tính toán trên các số liệu đo GPS từ những công trình đã được các tác giả công bố trên khu vực Biển Đông và miền Bắc Việt Nam. Đây là những công trình có mật độ điểm, thời gian đo và diện tích khu vực quan trắc khác nhau. Trên cơ sở so sánh kết quả tính toán bằng phương pháp biến đổi sóng nhỏ với kết quả đã được các tác giả công bố chúng tôi nhận thấy rằng: Khu vực Biển Đông và lân cận vị trí biến dạng khá trùng nhau, giá trị biến dạng nhỏ hơn giá trị công bố từ 2 đến 5 nanostraint/năm; khu vực miền Bắc Việt Nam vị trí và độ lớn của biến dạng trên khu vực tương đồng nhau. Như vậy, có thể khẳng định ứng dụng phương pháp biến đổi sóng nhỏ trong phân tích biến dạng vỏ Trái Đất ở Việt Nam là khá hiệu quả.*

Từ khóa: *GNSS, vận tốc chuyển dịch, tốc độ biến dạng, biến đổi sóng nhỏ.*

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Tính toán các đại lượng biến dạng vỏ Trái Đất từ số liệu quan trắc trên các mạng lưới trắc địa được đo bằng công nghệ GPS đã được các nhà khoa học Việt Nam và các nước trên thế giới thực hiện bằng nhiều phương pháp khác nhau như: phương pháp Frank, phương pháp nội suy spline và phương pháp biến đổi sóng nhỏ [4]…

Trong những năm vừa qua, phép biến đổi sóng nhỏ (wavelet transform) đã được áp dụng và phát triển mạnh mẽ trong lĩnh vực trắc địa. Một số kết quả nghiên cứu đã chỉ ra những ưu điểm của phương pháp biến đổi sóng nhỏ trong giảm nhiễu, trích xuất tín hiệu nhiễu loạn ban đầu, phân tích dữ liệu đo GNSS theo chuỗi thời gian, xây dựng mô hình Geoid. Ứng dụng phương pháp biến đổi sóng nhỏ để phân tích trường vận tốc biến dạng vỏ Trái Đất từ vận tốc chuyển dịch trong hệ tọa độ quốc tế ITRF cho các điểm thuộc mạng lưới quan trắc chuyển dịch bằng công nghệ GNSS đã được một số nước trên thế giới như Nhật Bản, Hoa Kỳ, Trung Quốc thực hiện. Ở Việt Nam, phương pháp xấp xỉ sóng nhỏ đã

được áp dụng trong nghiên cứu trường từ, trường trọng lực, phân tích số liệu ra đa xuyên đất, nhưng ứng dụng trong phân tích biến dạng vỏ Trái Đất hiện chưa có nhiều công trình nghiên cứu về vấn đề này, các đánh giá về khả năng ứng dụng phép biến đổi sóng nhỏ trong phân tích biến dạng vỏ Trái Đất chưa nhiều.

Để làm rõ hơn khả năng ứng dụng của phương pháp biến đổi sóng nhỏ trong phân tích biến dạng vỏ Trái Đất, chúng tôi đã sử dụng dữ liệu quan trắc chuyển dịch trên khu vực Biển Đông và vùng lân cận được tác giả Nguyễn Văn Hướng công bố trong luận án tiến sĩ địa chất [1] và số liệu quan trắc chuyển dịch của các điểm trong mạng lưới trắc địa địa động lực trên khu vực miền Bắc Việt Nam đã được Viện Khoa học Đo đạc và Bản đồ thực hiện trong giai đoạn từ năm 2015 đến năm 2018 và được tác giả Lại Văn Thủy sử dụng để thực hiện luận án tiến sĩ [3]. Căn cứ kết quả phân tích chuyển dịch bằng phương pháp biến đổi sóng nhỏ với các kết quả đã được công bố và kết quả phân tích đánh giá chuyển dịch của dự án trên khu vực miền Bắc Việt Nam để đưa ra những đánh giá về khả năng ứng dụng của phương pháp. Sau đây là những nội dung chúng tôi đã thực hiện trong khuôn khổ bài viết này.

2. SỐ LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Số liệu

2.1.1. Số liệu quan trắc trên khu vực Biển Đông và lân cận

Số liệu của khu vực Biển Đông bao gồm 21 điểm nằm phủ trùm trên khu vực Biển Đông, trong đó có 16 điểm được bố trí trên mảng kiến tạo Á - Âu và 5 điểm nằm trên mảng Philippine. Vận tốc chuyển dịch tuyệt đối của điểm LN11, JB21, XIAM, YONG TABA BRUN PUER được tính trong khung quy chiếu ITRF - 2000; 14 điểm còn lại được tính trong khung quy chiếu ITRF - 2005. Các điểm này được tác giả Nguyễn Văn Hướng [1] đánh giá có chất lượng tốt. Dưới đây là số liệu của 21 điểm đã được chúng tôi sử dụng để tính toán thực nghiệm:

Bảng 1. Tổng hợp vận tốc chuyển dịch tuyệt đối của khu vực Biển Đông và lân cận

Tên điểm	**Kinh độ** *(độ)*	**Vĩ độ** *(độ)*	**V_N** *(mm/n)*	**M_{VN}** *(mm/n)*	**V_E** *(mm/n)*	**M_{VE}** *(mm/n)*	**V_U** *(mm/n)*	**M_{VU}** *(mm/n)*
STT1	114,3310	11,4290	- 10,6	1,3	23,4	1,4	- 1,5	2,7
BLV1	107,7230	20,1280	- 12,5	1,3	30,1	1,4	3,9	1,7
CDA1	106,6520	8,6920	- 9,8	1,3	21,8	1,4	- 2,6	1,8
DOHO	106,6160	17,5070	- 9,5	1,3	26,6	1,4	- 1,7	2
HOCM	106,5600	10,8490	- 13,8	1,4	22	1,5	- 2,4	2,7
NTUS	103,6800	1,3460	- 7,1	0	27,4	0	0,2	0
KUNM	102,7970	25,0300	- 17,8	0	30,6	0	- 0,4	0
PIMO	121,0780	14,6360	4,7	0	- 29	0	- 2,4	0

TNML	120,9870	24,7980	- 9,6	0	28,7	0	1,9	0
TNSM	116,7250	20,7026	- 12,9	0,1	29,7	0,2	- 0,2	0,7
BGR1	120,6010	18,5203	9,8	0,4	- 48,5	0,4	- 0,7	1,9
BTS3	121,9630	20,4383	27,9	0,6	- 38,5	0,9	10	3,7
S102	121,5582	22,0372	39,3	0,3	- 38,8	0,3	6,6	0,6
S23R	120,6060	22,6450	- 10,6	0,1	- 22,9	0,1	0,2	0,3
LN11	106,5390	11,8220	- 13,5	2,2	25,8	2,5	- 3,8	0
JB21	110,3060	25,1860	- 13,5	0,2	33	0,1	2,1	0,3
XIAM	118,0820	24,4490	- 14,4	0,1	32,1	0,1	0	0
YONG	112,3350	16,8340	- 11,6	0,1	30,1	0,1	0	0
TABA	108,8910	0,8630	- 9,2	1,3	29,8	1	- 2,3	4,9
BRUN	115,0310	4,9660	- 10,7	3,3	28,7	2,1	- 0,4	10,7
PUER	118,8510	10,0860	- 13,6	0,7	32	1	- 1,8	3,5

2.1.2. Số liệu quan trắc trên mạng lưới trắc địa khu vực miền Bắc Việt Nam

Số liệu thực nghiệm là các điểm trong mạng lưới trắc địa địa động lực được bố trí ở các cánh của 11 đới đứt gãy có dấu hiệu hoạt động mạnh trên khu vực miền Bắc Việt Nam, vị trí mốc được chọn ở những nơi có nền đá gốc hoặc nền đất ổn định lâu dài, có tầm thông thoáng và có góc ngưỡng tốt khi thu tín hiệu vệ tinh, mốc được thiết kế để chống tác động vặn xoắn của nhiệt độ môi trường và có hệ thống định tâm bắt buộc nên có độ ổn định rất cao. Các điểm trong lưới được đo trong 7 năm với chu kỳ đo lặp 01 năm/lần, thời gian đo một chu kỳ là 4 ngày đêm liên tục, thời gian giãn cách ghi dữ liệu là 30 giây (một Epoch). Quá trình xử lý, tính toán mạng lưới được thực hiện bằng phần mềm BERNESE 5.2 nên có chất lượng đảm bảo và có độ tin cậy cao. Kết quả tính toán là vận tốc chuyển dịch tuyệt đối trong hệ tọa độ ITRF - 2008 được tổng hợp trong Bảng 2 dưới đây.

Bảng 2. Tổng hợp véc tơ vận tốc chuyển dịch của mạng lưới GPS khu vực miền Bắc

Tên điểm	**Kinh độ** *(độ)*	**Vĩ độ** *(độ)*	**V_N** *(mm/năm)*	**M_{VN}** *(mm/năm)*	**V_E** *(mm/năm)*	**M_{VE}** *(mm/năm)*	**V_U** *(mm/năm)*	**M_{VU}** *(mm/năm)*
C001	103,1872	22,4090	- 11,1	0,2	31,5	0,2	- 8,5	0,4
C002	103,2425	22,2678	- 11,0	0,2	31,6	0,2	4,8	0,4
C003	103,0528	22,1338	- 12,4	0,2	30,7	0,2	- 7,0	0,5
C005	103,0284	21,7916	- 10,3	0,2	30,7	0,2	0,0	0,4
C006	103,1019	21,4948	- 9,8	0,2	31,1	0,2	3,6	0,5
C007	103,5948	21,3517	- 11,0	0,3	31,0	0,3	1,0	0,6

C008	103,6769	21,0294	- 10,9	0,3	30,4	0,3	- 7,6	0,9
C010	104,5840	20,4815	- 10,5	0,3	31,1	0,3	0,8	0,6
C011	104,6158	20,5578	- 8,5	0,3	30,5	0,3	1,8	0,6
C012	104,9219	20,3839	- 9,1	0,3	31,5	0,3	- 2,6	0,6
C014	105,1362	20,1465	- 9,7	0,3	32,0	0,3	9,6	0,8
C015	105,2795	20,3098	- 10,5	0,3	32,0	0,3	3,8	0,6
C016	105,4055	19,9849	- 10,3	0,3	30,6	0,3	- 2,2	0,6
C017	105,3764	19,7354	- 10,4	0,3	32,4	0,3	- 1,0	0,6
C018	103,4430	21,7579	- 10,0	0,3	33,2	0,3	3,2	0,6
C019	103,4777	21,7987	- 8,2	0,3	31,8	0,3	- 13,8	0,7
C020	103,7415	21,4711	- 8,4	0,3	31,6	0,3	0,4	0,6
C021	103,9398	21,3012	- 9,1	0,3	33,0	0,3	- 6,2	0,6
C022	104,3116	21,0288	- 8,7	0,4	31,9	0,4	- 2,3	0,8
C024	105,1745	20,5528	- 8,9	0,3	33,3	0,3	- 2,2	0,6
C025	105,5552	20,4103	- 9,9	0,3	32,0	0,3	0,2	0,8
C026	105,3898	20,2533	- 9,6	0,3	30,6	0,3	- 7,0	0,9
C028	104,0287	21,4170	- 7,4	0,3	30,4	0,3	5,3	1,0
C029	104,3935	21,2230	- 7,6	0,3	32,6	0,3	- 6,1	1,2
C030	104,9455	20,7734	- 8,0	0,3	30,0	0,3	4,8	0,8
C031	104,8644	20,9028	- 7,6	0,3	31,0	0,3	- 9,5	1,0
C032	104,6944	21,3024	- 9,4	0,3	31,5	0,3	0,0	0,7
C033	104,0356	21,5492	- 7,0	0,3	29,4	0,3	0,4	0,8
C034	103,8680	21,8864	- 8,7	0,3	29,5	0,3	7,0	0,8
C035	103,5231	22,3236	- 8,8	0,3	29,6	0,3	1,4	0,9
C036	103,5026	22,3763	- 10,4	0,3	31,3	0,3	- 15,5	0,7
C037	103,2272	22,4902	- 11,0	0,3	32,2	0,3	- 6,3	0,8
C040	104,1348	22,2927	- 8,1	0,3	32,4	0,3	- 16,6	0,6
C041	104,1080	21,8336	- 9,7	0,3	33,4	0,3	- 7,3	0,6
C042	104,3225	21,7870	- 9,9	0,3	31,7	0,3	10,1	0,9
C043	104,4489	21,5051	- 8,9	0,3	32,9	0,3	3,1	0,6
C044	104,8212	21,4060	- 9,7	0,3	33,8	0,3	3,4	0,5
C045	104,9819	21,1187	- 9,8	0,4	32,2	0,4	1,3	0,9
C046	105,1818	21,0480	- 8,9	0,3	34,2	0,3	10,9	0,6
C047	103,9188	22,4271	- 7,1	0,3	34,3	0,3	- 12,1	0,8

C048	104,2098	22,4063	- 9,0	0,3	34,6	0,3	- 3,6	0,9
C049	104,4453	22,2254	- 7,6	0,4	35,0	0,4	1,8	0,9
C051	104,7410	21,8689	- 10,6	0,3	32,1	0,3	- 9,9	0,7
C052	104,7872	21,6357	- 7,9	0,4	34,3	0,4	- 3,4	0,9
C053	105,0925	21,5671	- 8,8	0,3	33,0	0,3	9,5	0,6
C054	105,1020	21,3315	- 8,8	0,3	33,4	0,3	- 0,1	0,7
C055	105,3471	21,3193	- 9,0	0,3	34,4	0,3	0,0	0,6
C056	105,4974	20,8795	- 7,7	0,4	33,4	0,4	- 3,9	0,9
C059	104,7324	22,1662	- 8,6	0,4	32,8	0,4	- 12,5	1,0
C060	105,0611	21,8021	- 7,2	0,3	33,7	0,3	- 2,6	0,7
C061	105,4735	21,4057	- 8,7	0,3	33,9	0,3	- 2,5	0,7
C063	104,9166	22,6524	- 8,3	0,3	32,8	0,3	4,7	0,7
C064	105,2087	22,1935	- 9,1	0,3	33,9	0,3	8,4	0,8
C065	105,4383	21,8105	- 8,5	0,4	33,3	0,4	0,5	0,9
C066	105,8164	21,5039	- 10,4	0,3	30,5	0,3	- 3,9	0,7
C068	106,4394	22,6932	- 12,1	0,4	32,3	0,4	- 6,3	1,0
C069	106,3928	22,0478	- 11,2	0,3	33,0	0,3	5,0	0,8
C070	106,7937	21,9298	- 10,9	0,4	31,8	0,4	- 9,2	0,9
C071	107,1575	21,3237	- 10,8	0,4	29,9	0,4	14,8	1,0
C073	107,6373	21,4766	- 10,7	0,3	33,7	0,3	3,0	0,9
C074	107,3311	21,0727	- 10,4	0,3	32,1	0,3	9,8	0,8
C075	106,8163	20,9875	- 11,7	0,4	31,0	0,4	10,6	0,9
C076	106,5002	21,3091	- 11,9	0,3	35,6	0,3	- 3,6	0,7
C077	106,1925	21,0290	- 10,9	0,3	34,0	0,4	- 13,6	1,0
C078	106,0761	21,1910	- 11,2	0,3	33,1	0,3	- 15,9	0,6

2.2. Phương pháp nghiên cứu

Nội dung của phương pháp biến đổi sóng nhỏ được thực hiện dựa trên mối quan hệ giữa vận tốc chuyển dịch của tập hợp các điểm đo rời rạc trong khu vực nghiên cứu với vận tốc chuyển dịch ước tính của điểm để xác định các tham số mô hình (**m)** đặc trưng tại điểm đã biết bằng bài toán giải hệ phương trình sai số theo nguyên tắc số bình phương nhỏ nhất kèm điều kiện dạng:

$$(\mathbf{G^T PG} + \zeta^2\mathbf{R}).\mathbf{m} - \mathbf{G^T PL} = 0 \qquad (1)$$

Trong đó:

G là ma trận hệ số biểu diễn giá trị của hàm sóng nhỏ trên mặt cầu tại điểm xét.

R là ma trận chính tắc được tính theo tiêu chí của mô hình gradient hoặc Laplacian của mô hình

P là ma trận trọng số tính theo phương sai các thành phần vận tốc chuyển dịch tương ứng $\left(m_{v_r}, m_{v_\theta}, m_{v_\phi}\right)$:

ζ là tham số chính tắc

L là số hạng tự do của hệ phương trình (là vận tốc chuyển dịch tại điểm đo)

m là ẩn số cần tìm (là tham số của mô hình).

Giải hệ phương trình chuẩn (1), ta nhận được các tham số của mô hình như sau:

$$\mathbf{m} = (\mathbf{G^T P G} + \zeta^2 R)^{-1}\mathbf{G^T P L} \quad (2)$$

Từ các tham số của mô hình **m** đã xác định và giá trị của hàm sóng nho cua các điểm trong mạng lưới GRID, ta sẽ tính được vận tốc dịch chuyển đặc trưng cho khu vực ở dạng mô hình lưới GRID được xác định theo công thức:

$$\begin{aligned} v_r^{ut}(\theta,\phi) &= \sum_{k=1}^{M} a.\, g_k(\theta,\phi) \\ v_\theta^{ut}(\theta,\phi) &= \sum_{k=1}^{M} b.\, g_k(\theta,\phi) \\ v_\phi^{ut}(\theta,\phi) &= \sum_{k=1}^{M} c.\, g_k(\theta,\phi) \end{aligned} \quad (3)$$

Từ vận tốc chuyển dịch tại điểm lưới GRID tiến hành tính các đại lượng biến dạng không gian của điểm bao gồm: tốc độ biến dạng, tốc độ trượt, tốc độ xoay và tốc độ trương nở. Các thành phần được tính từ tensor gradient vận tốc của điểm trên mặt cầu như sau:

2.2.1. Tính tốc độ xoay (Rotation rate)

Tốc độ xoay của một điểm lưới trên bề mặt của Trái Đất (r, θ, ϕ) được tính là:

$$\Omega = \pm\sqrt{W_{1,2}^2 + W_{1,3}^2 + W_{2,3}^2} \quad (4)$$

Đơn vị của tốc độ xoay Ω là rad/năm.

2.2.2. Tính tốc độ biến dạng (Strain rate)

Tốc độ biến dạng (St) của điểm là đại lượng bất biến tính từ tensor gradient vận tốc đối xứng như sau:

$$St = \pm\sqrt{2a_1 + a_2} \quad (5)$$

Trong đó:

$a_1 = D_{23}.D_{23}$

$a_2 = D_{11}.D_{11} + D_{22}.D_{22} + D_{33}.D_{33}$

$a_3 = D_{11}.D_{22} + D_{11}.D_{33} + D_{22}.D_{33}$

D_{ii} là số hạng trên đường chéo chính của tensor gradient vận tốc của điểm trên mặt cầu.

Đơn vị của tốc độ biến dạng (St) là strain/năm.

2.2.3. Tính tốc độ trượt (Strain rate)

Tốc độ trượt (Sh) của điểm được tính theo công thức:

$$Sh = \pm\sqrt{2a_1 + \frac{2}{3}a_2 - \frac{2}{3}a_3} \quad (6)$$

Đơn vị của tốc độ trượt (Sh) là strain/năm.

2.2.4. Tính tốc độ trương nở (Dilatation rate)

Tốc độ trương nở tính theo tensor gradient vận tốc như sau:

$$\Theta = \frac{2}{3R_e}\left(v_r + \frac{\partial v_\theta}{\partial\theta}\right) + \frac{2}{3R_e}\left(v_r + v_\theta\cos\theta + \frac{1}{\sin\theta}\frac{\partial v_\phi}{\partial\phi}\right) \quad (7)$$

Đơn vị của tốc độ trương nở Θ là Dilatation/năm.

Trên cơ sở lý thuyết của phương pháp biến đổi sóng nhỏ [3, 6], tác giả Lại Văn Thủy đã xây dựng phần mềm để tính trường vận tốc chuyển dịch và trường tốc độ biến dạng bằng ngôn ngữ lập trình Matlab [3]. Toàn bộ quá trình tính toán, xử lý số liệu phục vụ cho đánh giá khả năng ứng dụng của phương pháp biến đổi sóng nhỏ trong bài viết này được thực hiện bằng phần mềm.

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

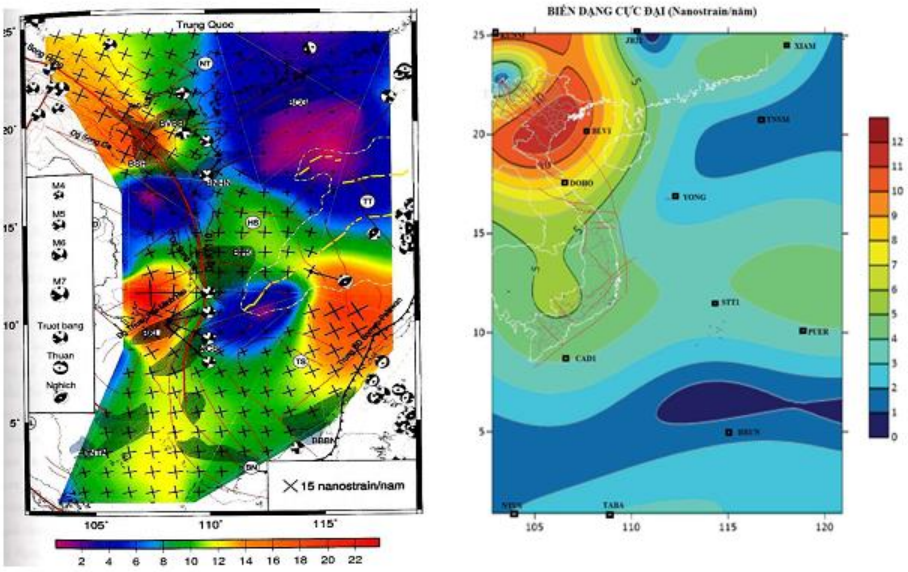
3.1. Phân tích chuyển dịch trên khu vực biển Đông và lân cận

Trong quá trình tính toán chúng tôi thống nhất với quan điểm của tác giả Nguyễn Văn Hướng [1] đó là không xem xét đến chênh lệch vận tốc chuyển dịch trên hai khung quy chiếu quốc tế ITRF - 2000 và ITRF - 2005. Trường biến dạng được tính từ trường vận tốc nội suy có khoảng cách lưới GRID là (0,5^o x 0,5^o), từ kết quả tính toán lập Bảng so sánh như sau:

Bảng 3. Bảng so sánh kết quả khu vực Biển đông và lân cận

STT	Trường biến dạng		Kết quả tính bằng Wavelet	Kết quả đã công bố	Chênh lệch
1	Biến dạng trượt cực đại	lớn nhất	12,0	22,0	10,0
		nhỏ nhất	0,0	2,0	2,0
		trung bình	3,8	12,0	7,2
2	Biến dạng trương nở	lớn nhất	12,4	8,0	4,4
		nhỏ nhất	- 13,5	- 8,0	5,5
		trung bình	- 2,0	0	2,0

Kết quả tính biến dạng trượt cực đại nhận được giữa phương pháp biến đổi sóng nhỏ và kết quả công bố trong [1] được thể hiện trong Hình dưới đây:



(a) (b)

Hình 1. Trường vận tốc biến dạng cực đại khu vực Biển Đông: (a) kết quả công bố, (b) kết quả tính bằng phương pháp biến đổi sóng nhỏ

Nhận xét, đánh giá:

- Từ Hình (a) và Hình (b) cho thấy rằng, vị trí nâng và hạ nhận được ở hai phương pháp tính tương đồng nhau, cụ thể: phía Tây Bắc được giới hạn bởi các điểm KUNM, JB21, BLV1, DOHO có biến dạng lớn nhất, trong khi đó phía Đông Bắc gần các điểm XIAM, TNSM, YONG và phía Bắc của các điểm NTUS, TABA, BRUN có biến dạng nhỏ nhất; ở gần trung tâm khu đo quanh các điểm CAD1, STT1, PUER có tốc độ biến dạng trung bình.

- Kết quả tính toán trong Bảng 2 cho thấy phương pháp biến đổi sóng nhỏ có giá trị tính biến dạng nhỏ hơn phương pháp được tác giả Nguyễn Văn Hướng công bố từ 2 đến 10 nanostrain/năm, trung bình khoảng 5 nanostrain/năm.

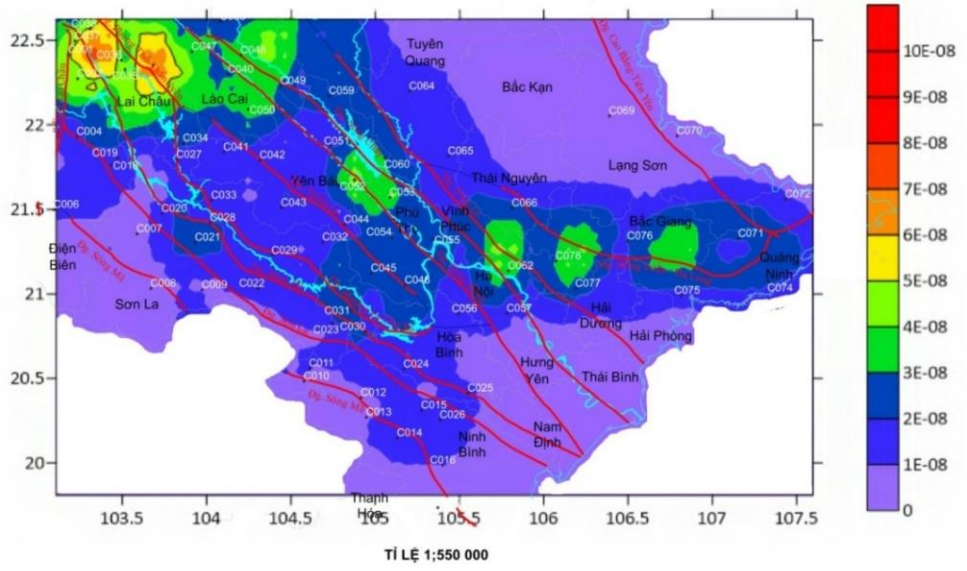
- Kết quả tính theo phương pháp biến đổi sóng nhỏ có sự chuyển tiếp dần đều và trơn hơn kết quả tính đã được công bố [1].

- Sự khác biệt về giá trị tính trên là do trước khi thực hiện nội suy và tính trường biến dạng ở phương pháp biến đổi sóng nhỏ đã loại bỏ các giá trị đồng dạng bao gồm sai số số liệu gốc trong quá trình tính vận tốc của điểm quan trắc, vận tốc chuyển dịch đồng dạng của các điểm nằm trên cùng khối kiến tạo. Giá trị chênh lệch nhận được nhỏ nhất của hai phương pháp tính là 2 Nanostrain/năm.

- Sự khác nhau về độ chuyển tiếp dần đều là do giá trị nội suy trường vận tốc trong tài liệu công bố được thực hiện từ giá trị trọng tâm của các tam giác nội suy nên không có sự tương quan và đồng đều nhau. Trong khi đó các giá trị trường vận tốc nội suy theo phương pháp biến đổi sóng nhỏ được xác định từ tập hợp tất cả các điểm trong khu đo nên có sự chuyển tiếp tốt hơn.

3.2. Phân tích chuyển dịch trên các đứt gãy thuộc miền Bắc Việt Nam

Từ số liệu được tổng hợp trong Bảng 2 và phần mềm hiện có kèm theo tài liệu [3], chúng tôi đã tính trường biến dạng sau đó sử dụng phần mềm Surfer để vẽ bản đồ trường tốc độ biến dạng khu vực miền Bắc Việt Nam như sau:



Hình 2. Bản đồ trường tốc độ biến dạng khu vực miền Bắc

Kết quả tính bằng phương pháp biến đổi sóng nhỏ được so sánh với kết quả tính biến dạng theo phương pháp Frank do Viện Khoa học Đo đạc và Bản đồ thực hiện năm 2019, kết quả này cũng đã được tính trong tài liệu [3] và được tổng hợp trong Bảng 3 dưới đây:

Bảng 4. Bảng so sánh kết quả tính biến dạng theo đứt gãy

STT	Tên đới đứt gãy	Biến dạng lớn nhất tính theo phương pháp Frank trên từng đới đứt gãy	Biến dạng lớn nhất tính theo phương pháp xấp xỉ sóng nhỏ
1	Cao Bằng - Tiên Yên	Ổn định	01 x 10^{-8}/năm
2	Đông Triều - Hạ Long	17,6 x 10^{-8}/năm	04 x 10^{-8}/năm
3	Sông Lô	3,10 x 10^{-8}/năm	04 x 10^{-8}/năm
4	Sông Hồng	5,60 x 10^{-8}/năm	05 x 10^{-8}/năm
5	Phong Thổ - Than Uyên	9,31 x 10^{-8}/năm	09 x 10^{-8}/năm
6	Lai Châu - Điện Biên	9,61 x 10^{-8}/năm	10 x 10^{-8}/năm

Ngoài ra, chúng tôi còn thực hiện so sánh tốc độ biến dạng tính theo phương pháp biến đổi sóng nhỏ trên khu vực miền Bắc Việt Nam với công trình đã được các tác giả Trần Đình Tô [3] và tác giả Nguyễn Anh Dương [4] thực hiện trên khu vực này trong những năm trước đây và đã được công bố năm 2013. Số liệu so sánh được tổng hợp trong

Bảng 5 dưới đây:

Bảng 5. Bảng so sánh kết quả tính biến dạng đã được công bố

STT	Tên đới đứt gãy	Biến dạng lớn nhất đã được công bố	Biến dạng lớn nhất tính theo phương pháp xấp xỉ sóng nhỏ
1	Sông Hồng	Vận tốc trượt bằng phải 2,9 mm/năm ($5,8x10^{-8}$/năm) [2]	5×10^{-8}/năm
2	Lai Châu - Điện Biên	Vận tốc trượt bằng trái ~2 mm/năm ($2,86x10^{-8}$/năm) ([2],[4])	10×10^{-8}/năm
3	Sơn La	Vận tốc trượt bằng phải rất nhỏ từ 1 - 2 mm/năm ($1 - 2x10^{-8}$/năm), [4]	3×10^{-8}/năm
4	Sông Đà	Vận tốc trượt bằng phải rất nhỏ từ 1 - 2 mm/năm ($1 - 2x10^{-8}$/năm), [4]	3×10^{-8}/năm

Nhận xét, đánh giá

Từ kết quả tính toán theo phương pháp biến đổi sóng nhỏ và kết quả được tổng hợp trong Bảng 4 và Bảng 5, chúng tôi có một số nhận xét, đánh giá như sau:

- Kết quả tính trên khu vực miền Bắc Việt Nam theo cả hai phương pháp đều chỉ ra các vị trí biến dạng tập trung chủ yếu tại đứt gãy Lai Châu - Điện Biên, đứt gãy Phong Thổ - Than Uyên, đứt gãy Sông Hồng, đứt gãy Sông Lô và đứt gãy Đông Triều - Hạ Long. Đới đứt gãy có tốc độ chuyển dịch nhỏ và ổn định nhất trên khu vực miền Bắc là đứt gãy Cao Bằng - Tiên Yên. Phương pháp xấp xỉ sóng nhỏ cũng đã chỉ ra mức biến dạng tương tự tại từng phân đoạn của đới đứt gãy.

- Từ Bảng 5 có thể thấy: biến dạng trên các đứt gãy Sông Hồng, Lai Châu - Điện Biên, Sơn La, Sông Đà được tính bằng phương pháp sóng nhỏ tương thích về độ lớn và xu thế chuyển dịch so với các kết quả nhận được từ các nghiên cứu trước đó.

4. KẾT LUẬN

1. Kết quả tính toán biến dạng vỏ Trái Đất bằng phương pháp xấp xỉ sóng nhỏ khá phù hợp với các công trình nghiên cứu biến dạng vỏ Trái Đất đã công bố trước đây cụ thể là: khu vực Biển Đông và lân cận vị trí biến dạng khá trùng nhau, giá trị biến dạng nhỏ hơn giá trị công bố từ 2 đến 5 nanostraint/năm; khu vực miền Bắc Việt Nam vị trí và độ lớn của biến dạng trên khu vực tương đồng nhau. Trong thời gian 10 năm trở lại đây có mức độ nhỏ và tập trung chủ yếu ở khu vực Tây Bắc, đặc biệt là khu vực đới đứt gãy Lai Châu - Điện Biên.

2. Kết quả đánh giá, so sánh giữa kết quả tính theo phương pháp biến đổi sóng nhỏ là giải pháp kỹ thuật phù hợp và rất hiệu quả trong xác định các tham số biến dạng vỏ Trái Đất theo khu vực, theo đới đứt gãy và từng phân đoạn của đới đứt gãy.

3. Thuật toán của phương pháp biến đổi sóng nhỏ được thực hiện thông qua các bài toán lập và giải hệ phương trình trị đo theo nguyên tắc số bình phương nhỏ nhất kèm điều kiện nên rất thuận tiện trong xây dựng phần mềm, do đó tốc độ tính toán nhanh, chính xác và không phụ thuộc việc lựa chọn các tam giác tính biến dạng như phương pháp Frank.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. Nguyễn Văn Hướng (2012), *Đặc điểm biến dạng, trường ứng suất kiến tạo hiện đại và mối quan hệ của chúng với các tai biến địa chất khu vực Biển Đông Việt Nam và các vùng lân cận*, Luận án tiến sĩ địa chất, Hà Nội, 2012.

[2]. Trần Đình Tô, Nguyễn Trọng Yêm, Dương Chí Công, Vy Quốc Hải, Witold Zuchiewicz, Nguyễn Quốc Cường, Nguyễn Viết Nghĩa, *Recent crustal movements of northern Vietnam from GPS data* (2013), Journal of Geodynamics 69 (2013), tr.5 - 10.

[3]. Lại Văn Thủy (2020), *"Nghiên cứu ứng dụng lý thuyết xấp xỉ sóng nhỏ (biến đổi Wavelet) để phân tích, nội suy vận tốc chuyển dịch và biến dạng không gian từ kết quả xử lý dữ liệu đo GPS mạng lưới trắc địa địa động lực khu vực miền Bắc Việt Nam"*, Luận án tiến sĩ kỹ thuật trắc địa - bản đồ, Hà Nội, 2020.

[4]. Nguyen Anh Duong, Takeshi Sagiya, Fumiaki Kimata, Tran Dinh To, Vi Quoc Hai, Duong Chi Cong, Nguyen Xuan Binh, Nguyen Dinh Xuyen (2013), *Contemporary horizontal crustal movement estimation for northwestern Vietnam inferred from repeated GPS measurements*, Earth Planets Space, 65, 1399 - 1410, 2013.

[5]. Tape, C., P. Musé, M. Simons, D. Dong, and F. Webb (2009), *Multiscale estimation of GPS velocity field*, Geophys. J. Int. 179, 945 - 971.

[6]. Tape, C., Pablo Muse, Mark Simons: *Supplemental notes for Tape et al. (2009)*: "Multiscale estimation of GPS velocity fields", January 19, 2011.

MỘT SỐ ĐÁNH GIÁ HIỆN TRẠNG VÀ ĐỀ XUẤT VỀ SỬ DỤNG CÔNG NGHỆ GPS/GNSS ĐO ĐẠC TRỰC TIẾP

Vũ Tiến Quang

Hội Trắc địa - Bản đồ - Viễn thám Việt Nam

Ngày nhận bài: 14/7/2021 - Ngày phản biện: 23/7/2021 - Ngày chấp nhận đăng: 28/07/2021

Tóm tắt. *Hiện nay, công nghệ đo đạc GPS/GNSS trở thành phương pháp đo đạc chủ lực, được chuẩn hóa, phổ biến trong đo đạc bản đồ ở Việt Nam. Với góc độ người sử dụng, bài viết này tác giả muốn đề cập đến thực tế sử dụng công nghệ GPS/GNSS của người dùng ở Việt Nam trong các lĩnh vực như đo đạc bản đồ địa hình, đo đạc địa chính, đo đạc công trình. Từ thực tế ứng dụng, tác giả cũng đề xuất hướng sử dụng hiệu quả công nghệ GPS/GNSS trong điều kiện Việt Nam đã đưa hệ thống trạm CORS vào sử dụng, đồng thời cũng nêu ra các đề xuất liên quan đến việc quản lý, vận hành công nghệ GPS/GNSS trong các lĩnh vực này.*

Từ khóa: *đo đạc trực tiếp, đo tĩnh, đo động, VNCORS, NRTK.*

1. NHỮNG VẤN ĐỀ CHUNG

Công nghệ GPS/GNSS đã được phát triển, phổ biến như một siêu công nghệ đo đạc trên các quốc gia toàn thế giới. Cùng với sự phát triển của công nghệ thông tin và chế tạo thiết bị, công nghệ định vị vệ tinh trong những năm gần đây được ứng dụng ngày càng rộng rãi trong tất cả các lĩnh vực kinh tế, xã hội. Hầu hết các quốc gia trên thế giới đều đã hướng đến, xây dựng hệ thống trạm định vị vệ tinh của quốc gia mình và xem đây như là một hạ tầng không thể thiếu trong việc phát triển kinh tế, phòng chống thiên tai, cứu hộ, cứu nạn, đảm bảo quốc phòng an ninh, đặc biệt là trong việc xây dựng hạ tầng dữ liệu không gian. Ở Việt Nam, cùng với việc xây dựng hệ thống mạng lưới đo đạc quốc gia, hoàn thiện chính sách pháp luật về đo đạc bản đồ, thì việc xây dựng hệ thống trạm định vị vệ tinh quốc gia VNCORS đã đưa việc áp dụng công nghệ GPS/GNSS lên một tầm cao mới về độ chính xác định vị cũng như mức độ phổ biến ứng dụng công nghệ trong các lĩnh vực đo đạc trực tiếp. Điều này cho phép công nghệ đo đạc GPS/GNSS trở thành phương pháp đo đạc chủ lực, được chuẩn hóa, phổ biến đến mức người sử dụng chỉ cần những thao tác đơn giản là có được kết quả đo đạc chính xác trong hệ thống tọa độ, độ cao quốc gia.

Với góc độ người sử dụng, bài viết này tác giả muốn đề cập đến thực tế ứng dụng công nghệ GPS/GNSS xu hướng của người dùng ở Việt Nam trong các lĩnh vực như đo đạc bản đồ địa hình, đo đạc địa chính, đo đạc công trình; đồng thời, từ thực tế ứng dụng cũng nêu ra các vướng mắc liên quan đến việc ứng dụng, công tác quản lý công nghệ đo đạc GPS/GNSS trong công tác đo đạc trực tiếp ở hiện nay.

2. VÀI NÉT VỀ HIỆN TRẠNG PHÁT TRIỂN HẠ TẦNG KỸ THUẬT CÔNG NGHỆ GPS/GNSS Ở VIỆT NAM

Cũng như các quốc gia khác trên thế giới, Việt Nam được tiếp cận một công nghệ mới, hiện đại đó là công nghệ định vị vệ tinh toàn cầu GPS/GNSS từ khoảng 30 năm trước. Ban đầu, công nghệ GPS/GNSS ở Việt Nam được coi là "của hiếm", chỉ có ở một số ít doanh nghiệp nhà nước, chủ yếu sử dụng cho đo đạc xây dựng lưới khống chế quốc gia, đến nay đã có những thay đổi hoàn toàn. Công nghệ định vị vệ tinh ở Việt Nam đã phát triển lên mức độ cao, với việc xây dựng hệ tọa độ quốc gia thống nhất VN2000, xây dựng mô hình Geoid phủ trùm và đặc biệt là xây dựng thống trạm CORS quốc gia phủ trùm lãnh thổ (VNCORS) đã đáp ứng yêu cầu sử dụng từ lập lưới khống chế trắc địa trên phạm vi rộng lớn, nghiên cứu khoa học đến những nhiệm vụ đo đạc, thu nhận thông tin địa lý chi tiết một cách đồng bộ trên toàn lãnh thổ, tương đương với trình độ phát triển của các quốc gia tiên tiến trên thế giới.

Đồng thời với việc ứng dụng công nghệ, phát triển hạ tầng kỹ thuật, cơ quan quản lý nhà nước về đo đạc bản đồ Việt Nam cũng đã ban hành các văn bản về quản lý kỹ thuật trong ứng dụng công nghệ GPS/GNSS, tạo nên sự quản lý thống nhất, đồng bộ đối với công trình đo đạc bản đồ sử dụng công nghệ GPS/GNSS.

Công nghệ định vị vệ tinh là công nghệ có tính ưu việt trong đo đạc nên đã được các hãng chế tạo thiết bị chuyên dụng luôn quan tâm đặc biệt trong nghiên cứu, phát triển ứng dụng nâng cao độ chính xác, chuẩn hóa thiết bị theo hướng có độ chính xác cao nhất, rẻ nhất, người sử dụng dễ dàng tiếp cận nhất. Ai cũng có thể nhận ra rằng công nghệ, thiết bị định vị vệ tinh GPS/GNSS hiện nay ở Việt Nam đã trở nên dễ tiếp cận cả về kinh phí cũng như khả năng làm chủ công nghệ.

Với sự phát triển công nghệ, hạ tầng kỹ thuật, quản lý như vậy, công nghệ định vị vệ tinh ở Việt Nam hiện nay đã trở thành một công nghệ "bình dân" của hàng ngàn doanh nghiệp hoạt động trong lĩnh vực đo đạc bản đồ, thu nhận thông tin địa lý. Trong những năm gần đây, việc ứng dụng công nghệ đo GPS/GNSS động dần phát triển nhanh, đặc biệt khi mà hệ thống VNCORS với 65 trạm phủ trùm lãnh thổ đã được đưa vào sử dụng từ cuối năm 2019 thì việc áp dụng công nghệ đo GPS/GNSS phát triển rất nhanh. Rất nhiều doanh nghiệp mua sắm thiết bị đo GPS/GNSS và theo đó nhiều công ty cung ứng thiết bị đo GPS/GNSS được mở ra và tăng trưởng nhanh. Đó là tín hiệu đáng mừng bởi đo đạc bản đồ Việt Nam đang phát triển phù hợp với xu hướng công nghệ 4.0 của thế giới.

3. MỘT SỐ THÔNG TIN HIỆN TRẠNG ÁP DỤNG CÔNG NGHỆ GPS/GNSS TRONG ĐO ĐẠC TRỰC TIẾP

Theo thống kê của Cục Đo đạc, Bản đồ và Thông tin địa lý Việt Nam, hiện nay đã có khoảng 2000 doanh nghiệp nhà nước, tư nhân đã đăng ký và được cấp phép hoạt động trong lĩnh vực đo đạc bản đồ. Ngoài ra, số lượng các doanh nghiệp có đăng ký hoạt động đo đạc bản đồ nhưng không đăng ký xin cấp phép hoạt động đo đạc bản đồ tại các địa

phương là chưa có thể thống kê, nhưng chắc chắn đó là con số không nhỏ. Có thể nói các doanh nghiệp đều có xu hướng trang bị công nghệ đo đạc hiện đại, trong đó công nghệ, thiết bị định vị vệ tinh luôn là hướng ưu tiên đầu tư hàng đầu do có điều kiện thuận lợi và tính hiệu quả của nó.

Có thể khái quát việc sử dụng công nghệ định vị vệ tinh trong đo đạc bản đồ trực tiếp có độ chính xác cao của các doanh nghiệp Việt Nam hiện nay ở 2 lĩnh vực chính, đó là xây dựng lưới khống chế (sử dụng kỹ thuật đo tĩnh - Static Survey) và đo đạc trực tiếp thu nhận thông tin địa lý (sử dụng kỹ thuật đo động - Kinematic Survey).

3.1. Đối với kỹ thuật đo tĩnh

Với công nghệ GPS/GNSS, kỹ thuật đo tĩnh lập lưới khống chế ngay từ ban đầu đã đóng vai trò quyết định trong việc lập lưới khống chế ở phạm vi quốc gia cũng như phục vụ các công trình ở phạm vi nhỏ.

Ở Việt Nam cũng như trên thế giới, đây là công nghệ đo đạc mới, sớm được sử dụng xây dựng lưới khống chế trắc địa bởi tính ưu việt tuyệt đối so với các phương pháp truyền thống có trước. Trải qua hơn 30 năm sử dụng, đến nay khi mà hệ thống lưới khống chế quốc gia đã được xây dựng, các dự án lớn tầm quốc gia trên diện rộng không còn nhiều thì công nghệ này chủ yếu chỉ còn được sử dụng trong việc khôi phục một số điểm mốc tọa độ quốc gia bị hỏng và sử dụng cho các dự án, công trình xây dựng độc lập trong các lĩnh vực như giao thông, thủy điện quy hoạch, địa chính…

Hiện nay, do số lượng công trình cần lập lưới khống chế sử dụng kỹ thuật đo tĩnh ít dần đi, khiến cho các kỹ thuật viên có xu hướng quan tâm, nghiên cứu, sử dụng kỹ thuật này ngày một ít đi, trong khi mối quan tâm mới, nhiều hơn, có thể gọi là xu hướng sử dụng lại là kỹ thuật đo động thời gian thực RTK (Real time Kinematic) và kỹ thuật đo động xử lý sau PPK (Post Processing Kinematic) trong đo đạc chi tiết lập bản đồ địa hình, địa chính.

Với hệ thống trạm VNCORS đã được đưa vào sử dụng thì kỹ thuật đo tĩnh có thể đạt được tầm cao mới. Giờ đây, để đo lưới khống chế cho công trình, người sử dụng có thể không cần đến việc đo nối vào hệ thống các mốc tọa độ quốc gia các cấp đã được xây dựng trên toàn Việt Nam như trước đây vẫn làm mà được phép sử dụng số liệu đo liên tục 24/7 tại các trạm VNCORS làm số liệu đo tại những điểm đo nối tọa độ gốc quốc gia.

Với công nghệ trạm ảo (VRS), người sử dụng kỹ thuật đo tĩnh đo lưới khống chế tọa độ, độ cao cho công trình bất kỳ còn có thể không cần đặt máy đo vào các điểm gốc tọa độ quốc gia mà xin cấp số liệu đo ảo (VRS) tại các điểm gốc này từ hệ thống. Việc sử dụng công nghệ trạm ảo VRS sẽ rất có ý nghĩa khi mà hệ thống mốc tọa độ quốc gia bị mất, bị vô hiệu hóa bởi các hoạt động kinh tế, xã hội.

Một dịch vụ mang tính công nghệ cao hơn nữa đó là người sử dụng còn có thể sử dụng dịch vụ xử lý số liệu đo, tính toán bình sai lưới khống chế đo tĩnh của mình một cách tự động, trực tuyến bằng cách tải số liệu đo của mình lên cổng dịch vụ của hệ thống

VNCORS để hệ thống xử lý tự động và trả về cho người sử dụng kết quả tọa độ trong hệ tọa độ VN2000 hoặc hệ tọa độ quốc tế. Đó là một dịch vụ mang tính kỹ thuật mới, nâng cao tầm công nghệ và tính hiệu quả của hệ thống VNCORS đã xây dựng của Việt Nam.

Có một xu hướng thực tế là ngay cả khi thiết kế công trình đo bản đồ địa hình khu vực nhỏ, người ta cũng có hướng loại bỏ công đoạn lập lưới khống chế cho khu đo mà sử dụng kỹ thuật đo động để đo toàn khu đo với mục tiêu đo đạc nhanh, giảm chi phí. Điều này mang lại hiệu quả kinh tế nhưng lại mang đến một thực tế là không có được một hệ thống mốc khống chế tọa độ, độ cao cho giai đoạn sau. Cũng có trường hợp vẫn làm mốc khống chế nhưng không đo theo kỹ thuật đo tĩnh mà thay vào đó đã đo tọa độ, độ cao bằng kỹ thuật đo động. Điều này để lại khó khăn tiềm ẩn cho giai đoạn sau của dự án.

Trên thực tế, người sử dụng kỹ thuật đo GPS/GNSS tĩnh lập lưới khống chế trong các doanh nghiệp ở Việt Nam hiện nay còn gặp khó khăn trong việc truyền độ cao thủy chuẩn với độ chính xác cao do mô hình Geoid địa phương của Việt Nam chưa được phổ biến rộng rãi.

Một hạn chế nữa trong ứng dụng kỹ thuật đo tĩnh đó là người sử dụng chưa tiếp cận được sự hỗ trợ của hệ thống VNCORS, một mặt do người sử dụng chưa quen sử dụng và mặt khác trên thực tế vẫn còn một số chức năng cung cấp file số liệu đo tĩnh tại các trạm CORS, file trạm ảo VRS chưa được kích hoạt.

Để có cơ sở pháp lý về triển khai hoạt động của hệ thống VNCORS, Bộ Tài nguyên và Môi trường đã ban hành Thông tư 03/2020/TT-BTNMT từ tháng 5 năm 2020, trong đó quy định về việc cung cấp các thông tin, số liệu, dịch vụ của hệ thống VNCORS. Đây là văn bản quy phạm pháp luật rất quan trọng cho việc áp dụng công nghệ định vị vệ tinh, đặc biệt là liên quan đến hệ thống VNCORS.

Trong thời gian tới, với sự hỗ trợ tốt của hệ thống VNCORS quốc gia, người sử dụng sẽ được thừa hưởng những tiện ích tốt hơn trong khai thác sử dụng công nghệ mới, mang lại hiệu quả về kỹ thuật, kinh tế trong các công trình đo đạc.

3.2. Đối với kỹ thuật đo động

Công nghệ định vị vệ tinh với sự phát triển của hệ thống thiết bị, phần mềm xử lý mới đã cho phép người sử dụng có thể đo đạc nhanh (thời gian đo cỡ một vài giây), đạt độ chính xác cao cỡ centimet, trên phạm vi rộng lớn, trong điều kiện che khuất nhẹ (dưới tán cây, rừng cây thưa) đã làm cho kỹ thuật đo động được sử dụng ngày càng phổ biến. Đặc biệt là khi hệ thống trạm CORS Việt Nam do Cục Đo đạc, Bản đồ và Thông tin địa lý Việt Nam cung cấp dịch vụ đo động sử dụng hệ thống trạm CORS (NRTK) miễn phí thì các đơn vị hoạt động đo đạc bản đồ đồng loạt đăng ký, sử dụng kỹ thuật đo động NRTK của hệ thống trạm CORS Việt Nam trong các công trình đo đạc của mình như một trào lưu kỹ thuật mới. Độ chính xác và phạm vi đo đạc của dịch vụ NRTK của hệ thống VNCORS đã công bố như sau:

Phương thức cải chính	**Độ chính xác tuyệt đối về mặt phẳng**		**Độ chính xác tuyệt đối về độ cao (khi sử dụng mô hình Geoid Việt Nam)**	
	K.cách trạm CORS≤80 km	K.cách trạm CORS >80 km	Khu vực đồng bằng	Khu vực miền núi
VRS, MAX, iMAX	3 cm ÷ 5 cm	4 cm ÷ 7 cm	< 10 cm	< 17 cm
Single Base (SB) ≤ 25 km	< 5 cm			

Với những thông số về phạm vi đo, độ chính xác đo đạc tọa độ, độ cao rất ấn tượng, kỹ thuật đo động của hệ thống VNCORS đã nhanh chóng được người sử dụng quan tâm, nghiên cứu, mua sắm thiết bị đo và triển khai áp dụng.

Cho đến hiện nay (tháng 7 - 2021) đã có khoảng 1200 tài khoản (user) đã đăng ký sử dụng dịch vụ đo động trong hệ thống VNCORS do Cục Đo đạc, Bản đồ và Thông tin địa lý Việt Nam quản lý. Hàng ngày có khoảng từ 250 đến 300 máy đo hoạt động trên toàn quốc. Ngoài việc sử dụng kỹ thuật đo động NRTK của Cục Đo đạc, Bản đồ và Thông tin địa lý Việt Nam, có nhiều đơn vị, cá nhân còn sử dụng dịch vụ cung cấp giải pháp đo động RTK, PPK của một số doanh nghiệp khác ở Việt Nam, hoặc tự tổ chức đo động trong những điều kiện riêng. Điều này đã làm cho bức tranh về sử dụng kỹ thuật đo động trong đo đạc chi tiết ở Việt Nam hiện nay rất đa dạng.

Tuy nhiên, thực tế sử dụng kỹ thuật đo động NRTK do Cục Đo đạc, Bản đồ và Thông tin địa lý Việt Nam quản lý, người sử dụng còn gặp phải những vướng mắc, phổ biến như sau:

- *Áp dụng không đúng dịch vụ*: do không xác định đúng giải pháp đo động sẽ áp dụng: VRS, MAX, iMAX hay SB của hệ thống với vị trí địa lý khu đo ở những khu vực ngoài vùng có khoảng cách trạm CORS <80 km, người sử dụng sẽ không đo được hoặc đo được với thời gian đo lâu, kết quả đo có độ chính xác thấp, khó kiểm soát. Điều này mang lại nhiều rủi ro về độ chính xác, đặc biệt là khi đo đạc bản đồ ở tỷ lệ lớn 1:200, 1:500. Đã có những người sử dụng do không nắm rõ điều này, sử dụng dịch vụ không phù hợp ở những khu vực trạm CORS thưa, khu vực cách xa trạm CORS nên đã có những nhận xét đại loại như: tín hiệu đo yếu, đo lâu, độ chính xác thấp…

- *Gặp khó khăn khi đo đạc địa chính:* về cơ bản, với độ chính xác yêu cầu của bản đồ độ địa chính hiện hành thì độ chính xác kỹ thuật đo động nói chung và dịch vụ đo động NRTK của Cục Đo đạc, Bản đồ và Thông tin địa lý Việt Nam nói riêng đáp ứng tốt cho đo chi tiết ở mọi tỷ lệ từ 1:200 đến 1:10.000. Nhưng trên thực tế, khi triển khai sử dụng kỹ thuật đo động trong các dự án lập bản đồ địa chính ở các địa phương, người sử dụng còn gặp khó khăn do kỹ thuật đo động không được nêu trong Quy định thuật về bản đồ địa chính (Thông tư 25/2014/BTNMT). Người sử dụng có khi phải giải trình nhiều với đơn vị quản lý kỹ thuật ở địa phương về độ chính xác kỹ thuật đo động, song không phải

lúc nào cũng được dễ dàng chấp nhận. Có thông tin tốt là Thông tư 03/2020/TT-BTNMT đã có cho phép sử dụng VNCORS trong đo đạc địa chính. Tuy nhiên, hiện tại việc áp dụng kỹ thuật đo động nói chung còn chưa được cụ thể hóa trong văn bản quản lý nhà nước chuyên về đo đạc bản đồ địa chính.

4. CÁC ĐỀ XUẤT VỀ SỬ DỤNG, QUẢN LÝ CÔNG NGHỆ GPS/GNSS TRONG ĐO ĐẠC TRỰC TIẾP

Hiện tại với hệ thống VNCORS đang tạo ra hiệu quả tốt cho các nhiệm vụ đo đạc trực tiếp bằng công nghệ định vị vệ tinh trên toàn Việt Nam. Để tiếp tục hoàn thiện và nâng cao chất lượng sử dụng kỹ thuật đo tĩnh xây dựng lưới khống chế tọa độ, độ cao, đo đạc chi tiết trong hệ tọa độ quốc gia VN2000 một cách hiệu quả hơn, ở phân đoạn người sử dụng cũng như ở phân đoạn quản lý, vận hành hệ thống VNCORS cần có những lưu ý ở những vấn đề như sau:

4.1. Đối với người sử dụng

Khi sử dụng kỹ thuật đo tĩnh:

- Cần nghiên cứu kỹ về quy trình, mức độ sử dụng các dịch vụ được cung cấp bởi hệ thống VNCORS để áp dụng đúng điều kiện cụ thể của công trình, mang lại độ chính xác đo đạc và hiệu quả kỹ thuật, kinh tế cao nhất.

- Cần nghiên cứu, nâng cao trình độ về đo lưới khống chế sử dụng kỹ thuật đo tĩnh trong đó bao gồm cả việc đo đạc, sử dụng số liệu đo của hệ thống VNCORS; nghiên cứu các phần mềm chuyên dụng đo tĩnh mới, sử dụng Mô hình Geoid do Bộ Tài nguyên và Môi trường đã ban hành để nâng cao độ chính xác đo truyền độ cao bằng kỹ thuật đo tĩnh.

Khi sử dụng kỹ thuật đo động:

Với Thông tư 03/2020/TT-BTNMT, đơn vị vận hành hệ thống VNCORS đã có các hướng dẫn khá chi tiết về phạm vi áp dụng, quy trình đăng ký sử dụng cũng như các vấn đề kỹ thuật liên quan khác khi sử dụng kỹ thuật đo động NRTK. Tuy nhiên, người sử dụng cần quan tâm chú ý đến các vấn đề:

- Nghiên cứu kỹ hướng dẫn về phạm vi áp dụng công nghệ đo, quy trình đăng ký, vận hành để việc áp dụng dịch vụ.

- Xác định đúng với vị trí thực tế khu đo, từ đó xác định đúng dịch vụ nào trong số các dịch vụ VRS, MAX, iMAX hay SB sẽ sử dụng để đạt độ chính xác như hệ thống VNCORS cung cấp.

- Một điều cần chú ý là đối với vùng xa, địa hình khó khăn, trạm CORS thưa thì người sử dụng cần phải khẳng định đường truyền tín hiệu 4G đủ để hoạt động trên toàn khu đo.

- Luôn có phương án kiểm tra sự ổn định về độ chính xác đo ở các công trình.

4.2. Đối với công tác quản lý, vận hành hệ thống

Hiện nay, với Thông tư số 03/2020/TT-BTNMT của Bộ Tài nguyên và Môi trường đã ban hành, theo đó các dịch vụ và các quy định về cung cấp các thông tin, số liệu, dịch

vụ của hệ thống VNCORS đã được công bố áp dụng. Tuy nhiên, để phát huy hiệu quả sử dụng hệ thống VNCORS, đơn vị quản lý cần lưu ý:

- Cần sớm triển khai việc cung cấp các dịch vụ đã nêu trong Thông tư 03/2020/TT-BTNMT mà hiện tại còn chưa được đưa vào hoạt động như: cung cấp file số liệu đo, tọa độ tại các trạm VNCORS, cung cấp file đo trạm ảo VRS theo yêu cầu người sử dụng phục vụ cho kỹ thuật đo tĩnh lập lưới khống chế và triển khai dịch vụ xử lý lưới đo tĩnh trực tuyến.

- Cung cấp sơ đồ chi tiết hơn về vùng sử dụng được các dịch vụ MAX, iMAX, VRS, SB để người sử dụng dễ dàng xác định, sử dụng đúng dịch vụ của hệ thống trong xây dựng thiết kế dự án cũng như trong quá trình triển khai đo đạc địa hình, địa chính phù hợp với vị trí địa lý của từng dự án tại các địa phương.

- Để nâng cao độ cao chính xác đo truyền độ cao bằng công nghệ GPS/GNSS, cần phổ biến mô hình Geoid của Việt Nam cho người sử dụng trong kỹ thuật đo tĩnh lập lưới khống chế và kỹ thuật đo động xử lý sau PPK.

- Với sự đầu tư lớn xây dựng và đưa vào hệ thống VNCORS thì cần có sự tuyên truyền tốt để tăng nhanh số lượng các tổ chức, cá nhân tiếp cận, sử dụng để nâng cao hiệu quả đầu tư. Đồng thời, cơ quan quản lý cũng cần phát triển hoàn thiện các dịch vụ của hệ thống VNCORS, lấp đầy những khu vực còn chưa có thể áp dụng dịch vụ trên lãnh thổ Việt Nam.

- Hiện nay, tuy Thông tư số 03/2020/TT-BTNMT có cho phép sử dụng dịch vụ hệ thống VNCORS trong đo đạc địa chính, nhưng tại văn bản chuyên về đo đạc bản đồ địa chính (Thông tư 25/2014/BTNMT) thì kỹ thuật đo động nói chung chưa được đề cập nên viêc áp dụng kỹ thuật này trong các dự án đo đạc địa chính ở các địa phương còn gặp khó khăn. Cần phải có phương án quản lý theo hướng thống nhất cho phép sử dụng kỹ thuật đo động nói chung trong các nhiệm vụ đo đạc mới, đo bổ sung, đo đạc chia tách thửa địa chính để tạo thuận lợi cho các đơn vị sử dụng công nghệ đo động cũng như nâng cao hiệu quả sử dụng hệ thống VNCORS của Bộ Tài nguyên và Môi trường.

- Hiện nay đã có rất nhiều đơn vị sử dụng, đơn vị cung cấp rất nhiều loại thiết bị đo GPS/GNSS mới ở Việt Nam. Cần có biện pháp tuyên truyền, phổ biến thường xuyên hơn quy định về kiểm định, hiệu chuẩn thiết bị đo đạc đã được quyết định trong Thông tư 07/2019/TT-BKHCN của Bộ Khoa học và Công nghệ; đồng thời tổ chức tốt hơn các biện pháp kiểm soát để đảm bảo việc kiểm định, hiệu chuẩn thiết bị đo được thực hiện một cách đầy đủ, nghiêm túc.

Với sự phát triển của công nghệ định vị vệ tinh trên thế giới, sự nỗ lực của các cơ quan quản lý về đo đạc bản đồ Việt Nam trong việc phát triển hạ tầng kỹ thuật, hoàn thiện văn bản quản lý kỹ thuật, cùng với sự quan tâm ứng dụng công nghệ mới của các đơn vị đo đạc bản đồ, công nghệ GPS/GNSS trong đo đạc trực tiếp sẽ được phát triển không ngừng, mang lại chất lượng kỹ thuật, hiệu quả kinh tế ngày càng tốt hơn trong lĩnh vực đo đạc bản đồ.

- Hiện nay đã có rất nhiều đơn vị sử dụng, đơn vị cung cấp rất nhiều loại thiết bị đo GPS/GNSS mới ở Việt Nam. Cần có biện pháp tuyên truyền, phổ biến thường xuyên hơn quy định về kiểm định, hiệu chuẩn thiết bị đo đạc đã được quyết định trong Thông tư 07/2019/TT-BKHCN của Bộ Khoa học và Công nghệ; đồng thời tổ chức tốt hơn các biện pháp kiểm soát để đảm bảo việc kiểm định, hiệu chuẩn thiết bị đo được thực hiện một cách đầy đủ, nghiêm túc.

Với sự phát triển của công nghệ định vị vệ tinh trên thế giới, sự nỗ lực của các cơ quan quản lý về đo đạc bản đồ Việt Nam trong việc phát triển hạ tầng kỹ thuật, hoàn thiện văn bản quản lý kỹ thuật, cùng với sự quan tâm ứng dụng công nghệ mới của các đơn vị đo đạc bản đồ, công nghệ GPS/GNSS trong đo đạc trực tiếp sẽ được phát triển không ngừng, mang lại chất lượng kỹ thuật, hiệu quả kinh tế ngày càng tốt hơn trong lĩnh vực đo đạc bản đồ.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. Thông tư số 03/2020/TT-BTNMT Bộ Tài nguyên và Môi trường.

[2]. Thông tin về Mạng lưới trạm định vị vệ tinh quốc gia (VNGEONET) trên trang thông tin https://www.facebook.com/vngeonet.

GIỚI THIỆU GIẢI PHÁP XÂY DỰNG HỆ THỐNG THÔNG TIN CHUYỂN DỊCH ĐỊA ĐỘNG LỰC BẰNG CÔNG NGHỆ WEBGIS

Hoàng Thị Tâm[(1)], Nguyễn Thế Công[(2)], Trần Thị Minh Đức[(1)]
Nguyễn Thị Chi[(1)], Nguyễn Thị Thảo[(1)]
[(1)]Viện Khoa học Đo đạc và Bản đồ
[(2)]Trường Đại học Mỏ - Địa chất

Ngày nhận bài: 14/07/2021 - Ngày phản biện: 27/7/2021 - Ngày chấp nhận đăng: 30/07/2021

Tóm tắt. *Thông tin chuyển dịch địa động lực giữ một vai trò quan trọng trong công tác giám sát, cảnh báo các tai biến địa chất cũng như bảo vệ môi trường và biến đổi khí hậu. Với mục tiêu đưa ra giải pháp quản lý và cung cấp thông tin chuyển dịch địa động lực một cách hiệu quả, minh bạch, hệ thống thông tin chuyển dịch địa động lực trên nền tảng Web - WebGIS đã được nghiên cứu và phát triển. Hệ thống sử dụng thư viện lập trình mã nguồn mở và kiến trúc server - client. Kết quả nghiên cứu là hệ thống thông tin chuyển dịch địa động lực được thiết kế và xây dựng để hoạt động trên mạng Internet nhằm phục vụ quá trình quản lý, cung cấp và báo cáo thông tin chuyển dịch địa động lực.*

1. ĐẶT VẤN VỀ

Nghiên cứu chuyển dịch địa động lực nói chung và nghiên cứu sự dịch chuyển của vỏ trái đất nói riêng có thể được thực hiện bằng nhiều phương pháp kết hợp như: địa chất, địa mạo, địa vật lý, trắc địa,… trong đó quan trắc chuyển dịch vỏ trái đất bằng phương pháp trắc địa được đánh giá có độ tin cậy và là một trong những phương pháp quan trọng để nghiên cứu các quá trình kiến tạo diễn ra trong lòng trái đất. Trước đây, việc nghiên cứu chuyển dịch ngang và chuyển dịch đứng của vỏ Trái đất được xác định nhờ các mạng lưới trắc địa mặt bằng và các mạng lưới thuỷ chuẩn hình học độ chính xác cao. Ngày nay, với việc sử dụng hệ thống định vị, dẫn đường toàn cầu GPS, kết hợp với lịch vệ tinh chính xác, có thể cho phép xác định các véc tơ chuyển dịch với độ chính xác cao, tần suất đo lặp lớn và phạm vi quan trắc lên đến hàng ngàn kilomet. Các kết quả thu nhận được của công tác trắc địa đã cung cấp số liệu chính xác về chuyển dịch của vỏ Trái đất, đây là hệ thống tài liệu hết sức quan trọng giúp cho các cơ quan quản lý nhà nước, các nhà khoa học trong việc phân tích dự báo tai biến tự nhiên do hoạt động kiến tạo gây ra; xây dựng và bố trí hệ thống điểm quan trắc cảnh báo, dự báo hoạt động tai biến tự nhiên, mang lại sự chủ động trong việc ứng phó, tránh các tổn thất về con người, vật chất và các hệ lụy khác đi kèm thiên tai, mang lại sự bền vững trong phát triển kinh tế - xã hội.

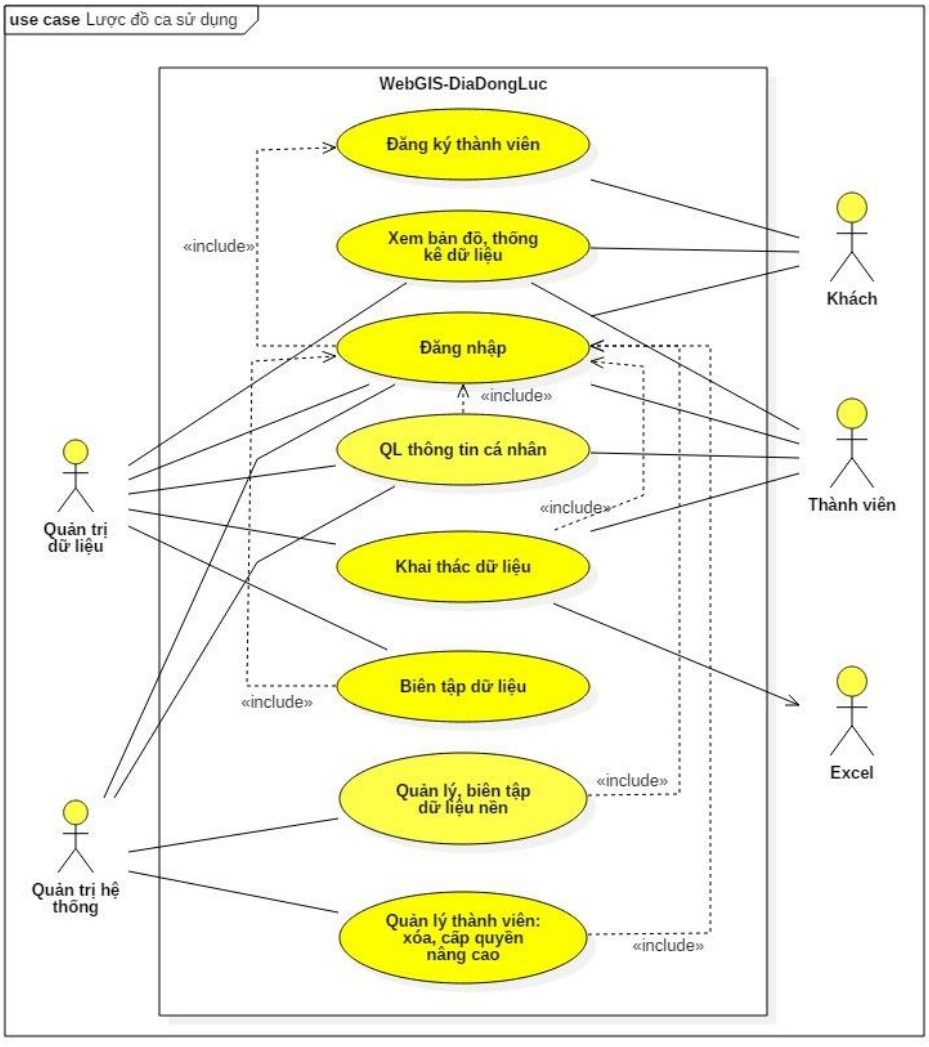
Ngày nay, cùng với sự bùng nổ của Internet, công nghệ GIS ngày càng phát triển từ các ứng dụng GIS desktop trên máy tính để bàn nay chuyển sang hoạt động trong môi trường trực tuyến, còn gọi là WebGIS. Thông qua nguồn dữ liệu và các chức năng của GIS, công nghệ WebGIS sẽ là một giải pháp hữu hiệu để truyền tải các thông tin đến mọi đối tượng. Có hai xu hướng phát triển phần mềm WebGIS đó là sử dụng mã nguồn mở và thương mại. Đặc biệt, nền tảng mã nguồn mở đang được phát triển mạnh mẽ và ngày càng trở nên phổ biến hơn bởi tính cộng đồng, linh hoạt và tiện ích. Bài báo sẽ trình bày giải pháp xây dựng hệ thống cung cấp, quản lí nguồn thông tin chuyển dịch địa động lực được xác định bằng phương pháp trắc địa dựa trên nền tảng công nghệ WebGIS mã nguồn mở. Kết quả đạt được là hệ thống thông tin chuyển dịch địa động lực, được thiết kế và xây dựng để hoạt động trên mạng Internet nhằm phục vụ quá trình quản lí, cung cấp và báo cáo thống kê thông tin chuyển dịch địa động lực.

2. PHÂN TÍCH, THIẾT KẾ HỆ THỐNG WEBGIS

2.1. Phân tích nhu cầu và xây dựng lược đồ sử dụng

Khi thiết kế các chức năng cho một hệ thống thông tin, người ta thường sử dụng lược đồ sử dụng. Lược đồ sử dụng (Use case diagram) là một thành phần đầu tiên, quan trọng trong ngôn ngữ UML. Mục đích chính của lược đồ sử dụng là giúp hình dung ra các yêu cầu chức năng của một hệ thống, bao gồm mối quan hệ của "các vai - actor" (người hay chủ thể sẽ tương tác với hệ thống) với các quá trình (processes) cần thiết, cũng như các mối quan hệ giữa các trường hợp sử dụng khác nhau. Một trường hợp sử dụng minh họa một đơn vị chức năng được hệ thống cung cấp. Để vẽ một vai (actor tương đương với một loại người sử dụng hệ thống) người ta vẽ một người dính vào bên trái hay bên phải sơ đồ rồi sử dụng các đường đơn giản để mô tả các mối quan hệ giữa các vai và các trường hợp sử dụng [7].

Để phục vụ việc thiết kế và xây dựng WebGIS quản lý, cung cấp thông tin chuyển dịch địa động lực, nhóm nghiên cứu đã xác định được 4 nhóm đối tượng sử dụng hệ thống bao gồm: khách, thành viên, thành viên quản trị hệ thống và thành viên quản trị dữ liệu.



Hình 1. Lược đồ sử dụng của hệ thống

2.2. Lựa chọn công nghệ ứng dụng

- Lựa chọn ứng dụng MapServer: xây dựng MapServer để tạo liên kết truy vấn thông tin bản đồ từ cơ sở dữ liệu, đưa dữ liệu bản đồ lên hệ thống là vấn đề cốt lõi trong việc xây dựng hệ thống WebGIS. Từ đó sẽ mở ra những yêu cầu đối với việc xây dựng cơ sở dữ liệu và triển khai hệ thống.

- Hệ quản trị CSDL: để thiết kế hệ thống WebGIS với khả năng phát triển mạnh mẽ và phong phú đồng thời tiết kiệm chi phí nhóm nghiên cứu đã chọn ứng dụng PostgreSQL/PostGIS làm DataServer (hệ quản trị cơ sở dữ liệu) để quản trị cơ sở dữ liệu cho hệ thống. Đây là ứng dụng được sử dụng rất phổ biến và hiệu quả hơn hẳn so với nhiều ứng dụng quản trị dữ liệu khác do những tính năng của nó đáp ứng được nhu cầu quản lý dữ liệu thuộc tính và không gian, phù hợp với việc quản lý các dữ liệu bản đồ.

- Lựa chọn ứng dụng WebServer: để đưa các thông tin lên mạng Internet, cần sử dụng những ứng dụng xây dựng WebServer. Hiện nay có rất nhiều ứng dụng để thực hiện

công việc này. Hệ thống có thể lựa chọn ứng dụng Apache là ứng dụng phổ biến được nhiều người sử dụng. Cuối cùng việc khai thác thông tin của hệ thống sẽ được người sử dụng trực tiếp khai thác trên mạng Internet thông qua các trình duyệt website phổ biến hiện nay như Firefox, Internet Explorer,… Các trình duyệt này thường được tích hợp sẵn có trong các hệ điều hành hiện nay hoặc có thể tải trực tiếp trên mạng Internet.

2.3. Phân tích và thiết kế cơ sở dữ liệu của hệ thống

2.3.1. Xác định yêu cầu về dữ liệu

Đối tượng quản lý của CSDL chuyển dịch địa động lực được thiết kế trong hệ thống sẽ gồm 3 nhóm lớp dữ liệu: cơ sở dữ liệu nền, cơ sở dữ liệu chuyên đề và cơ sở dữ liệu người dùng hệ thống.

a. Nhóm cơ sở dữ liệu nền: CSDL nền gồm các lớp thông tin địa lý nhằm định hướng vị trí không gian cho các dữ liệu còn lại. Trong mô hình CSDL thông tin chuyển dịch địa động lực nhóm nghiên cứu chỉ đưa vào các lớp dữ liệu nền chủ yếu gồm dữ liệu địa hình, dữ liệu hành chính, dữ liệu hệ thống giao thông và dữ liệu hệ thống thủy văn.

b. Nhóm cơ sở dữ liệu chuyên đề: đây là phần dữ liệu quản lý trung tâm của CSDL hệ thống thông tin chuyển dịch địa động lực được thiết kế bao gồm các lớp chuyên đề: dữ liệu điểm địa động lực, dữ liệu chuyển dịch địa động lực, dữ liệu đứt gãy, dữ liệu địa chất, Dữ liệu kiến tạo.

- Dữ liệu điểm địa động lực: hệ thống các điểm được thể hiện theo dạng điểm (point), các thông tin về kết quả đo của các chu kỳ được lưu riêng theo liên kết một - nhiều đến các bảng dữ liệu riêng rẽ và có thể cập nhật các chu kỳ đo tiếp theo. Thông tin dịch chuyển theo các chu kỳ là dữ liệu được đưa vào các bài toán phân tích nhằm xác định mô hình dịch chuyển và tốc độ dịch chuyển của từng điểm cũng như của cả vi mảng.

- Dữ liệu đứt gãy: các đới đứt gãy này được thể hiện dạng tuyến (polyline) trong CSDL địa động lực nhằm dễ dàng định vị các mạng lưới quan trắc và điều chỉnh các mạng lưới này cho phù hợp với cấu trúc đứt gãy và dịch chuyển của các mảng kiến tạo.

- Dữ liệu chuyển dịch địa động lực: từ dữ liệu tính toán Trắc địa địa động lực gồm các điểm địa động lực được phân chia thành 2 loại là dịch chuyển ngang và dịch chuyển đứng. Sự dịch chuyển ngang và dịch chuyển đứng được thể hiện bằng các véc tơ dịch chuyển với hướng dịch chuyển là góc xoay của gốc véc tơ so với góc 0^0. Tốc độ dịch chuyển ngang và tốc độ dịch chuyển đứng được ghi chú dưới dạng text đặt theo chiều hướng mũi tên dịch chuyển và góc xoay cũng theo hướng véc tơ.

- Dữ liệu địa chất: từ các nguồn dữ liệu thu thập được, qua khảo sát, đánh giá nhóm nghiên cứu lựa chọn đưa dữ liệu này theo dạng diện (shape) thể hiện các vùng địa chất trên lãnh thổ Việt Nam. Dữ liệu này được biên tập dựa trên các quy chuẩn của Tổng cục Địa chất và Khoáng sản và được lựa chọn các thông tin thuộc tính phù hợp để liên kết đến các thông tin khác phục vụ cho các bài toán phân tích dịch chuyển.

- Dữ liệu kiến tạo: dữ liệu kiến tạo được thể hiện theo dạng diện (shape), trong đó, ngoài thông tin định danh của mảng, nó còn thể hiện các thông tin chuyên môn phục vụ các bài toán phân tích dịch chuyển.

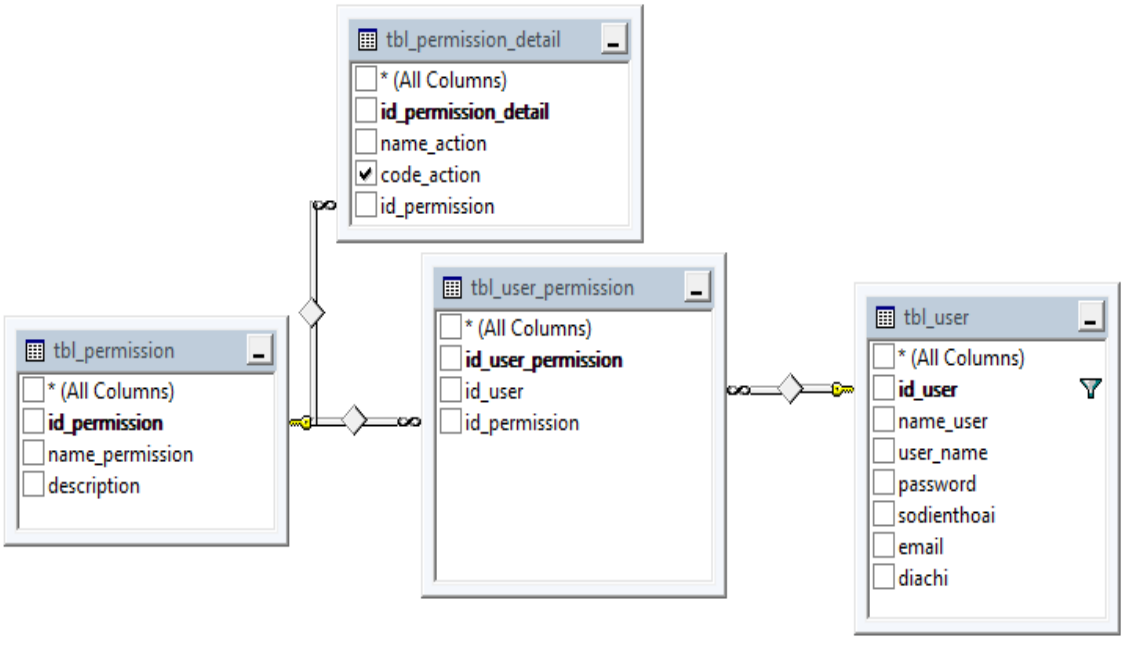
- Dữ liệu động đất: các trận động đất có tâm chấn nằm trên lãnh thổ Việt Nam (nguồn USGS) sẽ được đưa vào CSDL địa động lực và được thể hiện theo dạng điểm (point) và được ghi nhận thông tin nhằm xác định vị trí, cấp độ, độ sâu tâm chấn...

c. Nhóm cơ sở dữ liệu về người sử dụng hệ thống

Theo mục đích sử dụng và mô hình tổ chức của hệ thống có thể phân loại thành 2 nhóm dữ liệu chính:

- Nhóm đối tượng quản trị, sử dụng, cập nhật, khai thác hệ thống.
- Nhóm đối tượng sử dụng khai thác thông tin.

Cơ sở dữ liệu người dùng và phân quyền bao gồm các bảng dữ liệu: bảng lưu người dùng (tbl_User); bảng chứa nhóm quyền hạn (tbl_Permision); bảng lưu mối quan hệ giữa người dùng và nhóm quyền hạn (tbl_User_Permission); bảng chứa những quyền hạn cụ thể dành cho nhóm quyền hạn (tbl_Permision_detail). Mật khẩu của người dùng được mã hóa theo Thuật toán SHA256: SHA256 là viết tắt của Secure Hash Algorithm 256 - bit (Thuật toán băm bảo mật 256 bit) và được sử dụng để bảo mật bằng mật mã.



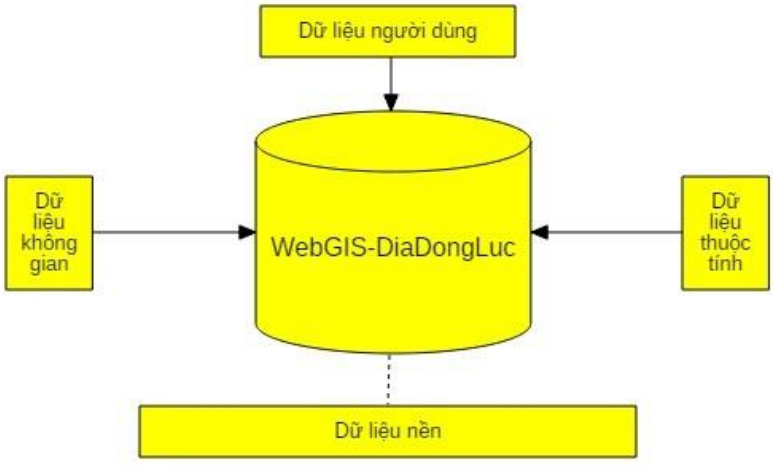
Hình 2. Mô hình quan hệ chi tiết quyền của người sử dụng

2.3.2. Thiết kế cơ sở dữ liệu

Từ 3 nhóm các dữ liệu nêu trên, do các dữ liệu đều gồm hai thành phần chính là thông tin không gian (thể hiện đồ hoạ) và thông tin thuộc tính (các bảng dữ liệu chuyên môn), nhóm nghiên cứu thực hiện xây dựng mô hình lưu trữ CSDL địa động lực theo mô hình GIS.

- Phần thông tin không gian gồm: dữ liệu nền, dữ liệu điểm địa động lực, dữ liệu địa chất, dữ liệu chuyển dịch địa động lực, dữ liệu kiến tạo, dữ liệu đứt gãy, dữ liệu động đất được thể hiện theo các chuẩn thể hiện của bản đồ.

- Phần thông tin thuộc tính: gồm các thông tin chuyên môn của từng loại dữ liệu. Về cơ bản các loại thông tin này gồm hai loại chính là thông tin định tính của từng đối tượng và thông tin phục vụ các phân tích và dự báo dịch chuyển.



Hình 3. Kiến trúc dữ liệu hệ thống thông tin chuyển dịch địa động lực

2.4. Phương án triển khai hệ thống

Hệ thống WebGIS là một chuỗi liên kết các ứng dụng phần mềm xử lý dữ liệu để đưa đến người sử dụng quản lý và khai thác thông tin. Vì vậy để thực hiện triển khai hệ thống đi vào sử dụng cần thực hiện từng bước thiết lập xử lý các hoạt động trên hệ thống. Các bước triển khai như sau:

- *Thu thập và xây dựng dữ liệu cho hệ thống (Data):* hệ thống được thiết kế để quản lý thông tin chuyển dịch địa động lực, do đó các dữ liệu cần thu thập để xây dựng dữ liệu cho hệ thống là các tài liệu liên quan trực tiếp đến vấn đề này, bao gồm các dữ liệu bản đồ véc tơ dịch chuyển địa động lực, bản đồ địa hình, bản đồ địa chất, các loại bản đồ chuyên đề khác,… Các tư liệu bản đồ đã thu thập cho nghiên cứu này được lưu dưới dạng số bao gồm các file có định dạng *.Tab của phần mềm Mapinfor. Trước khi chuyển vào cơ sở dữ liệu chuyển dịch địa động lực (Bando_DDL.mdb), các nguồn dữ liệu này cần chuyển sang định dạng shapefile cho phù hợp với cơ sở dữ liệu và quy định của MapServer, sau đó sẽ thực hiện chuẩn hóa. Dữ liệu sau khi chuẩn hóa sẽ được cập nhật vào cơ sở dữ liệu của hệ thống. Việc chuyển đổi dữ liệu sang định dạng shapefile được thực hiện thông qua công cụ chuyển đổi của phần mềm FME.

- *Thiết lập hệ quản trị cơ sở dữ liệu cho hệ thống (DataServer)*: thiết lập hệ quản trị cơ sở dữ liệu cho hệ thống là rất cần thiết cho việc quản lý một lượng rất lớn dữ liệu với những thông tin không gian và thông tin thuộc tính. Hệ quản trị dữ liệu đảm bảo cho dữ

liệu của hệ thống được duy trì và khai thác hợp lý, hiệu quả khi sử dụng.

- *Thiết lập MapServer:* đối với việc thiết lập MapServer để liên kết cơ sở dữ liệu lấy thông tin truyền tải lên website, hệ thống cần cài đặt các ứng dụng MS4W và pMapper. Đây cũng là các phần mềm mã nguồn mở, được miễn phí sử dụng nên cũng có thể tải về từ mạng Internet.

- *Thiết lập WebServer*: WebServer là máy chủ có dung lượng lớn, tốc độ cao, được dùng để lưu trữ thông tin như một ngân hàng dữ liệu, chứa những website đã được thiết kế cùng với những thông tin liên quan khác (các mã Script, các chương trình, và các file Multimedia). Tất cả các WebServer đều có một địa chỉ IP (IP Address) hoặc cũng có thể có một Domain Name (tên miền). Bất kỳ một máy tính nào cũng có thể trở thành một WebServer bởi việc cài đặt lên có thể có một Domain Name (tên miền). Server phải hoạt động liên tục để phục vụ cho việc cung cấp thông tin trực tuyến. Vị trí đặt server đóng vai trò quan trọng trong chất lượng và tốc độ lưu chuyển thông tin từ server và máy tính truy cập.

- *Triển khai hệ thống trên mạng Internet*: đây là việc khai thác, sử dụng hệ thống trên mạng Internet. Các máy khách sẽ được truy cập vào hệ thống thông qua mạng Internet để sử dụng. Có thể dùng những trình duyệt Internet phổ biến hiện nay như Internet Explore, Firefox hay Google Chrome để truy cập hệ thống.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

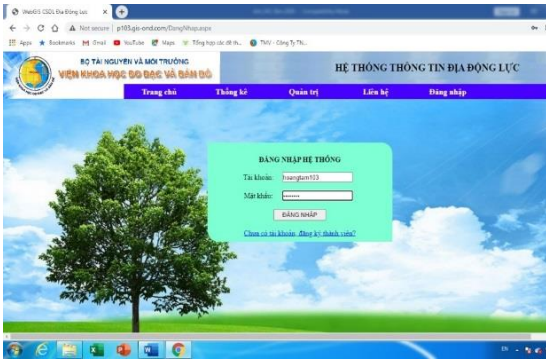
3.1. Các kết quả đạt được của hệ thống

Hệ thống được thiết kế gồm các chức năng chính như sau:

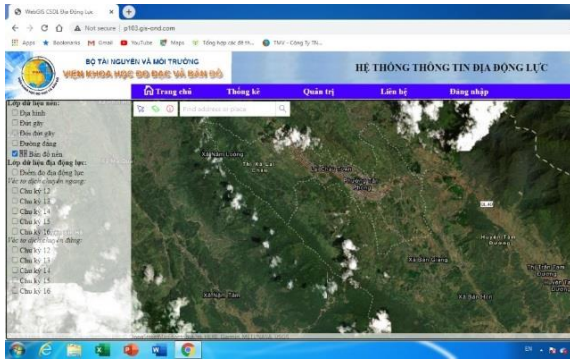
- Quản lý thông tin chuyển dịch địa động lực;
- Khai thác thông tin thuộc tính, bản đồ;
- Chức năng thống kê dữ liệu;
- Chức năng xuất dữ liệu sang định dạng Excel;
- Các chức năng tiện ích: phóng to, thu nhỏ, chọn đối tượng, xóa đối tượng, hiển thị, cập nhật thông tin thuộc tính, tìm kiếm theo địa chỉ,…

Nhằm đánh giá khả năng ứng dụng của hệ thống, nhóm nghiên cứu đã tiến hành thử nghiệm hệ thống WebGIS với dữ liệu thử nghiệm là một phần sản phẩm của dự án "*Xây dựng mạng lưới trắc địa địa động lực trên khu vực các đứt gãy thuộc miền Bắc Việt Nam phục vụ công tác dự báo tai biến tự nhiên"* được Viện Khoa học Đo đạc và Bản Đồ thực hiện đo lặp trong 5 chu kỳ.

Thử nghiệm các chức năng cho đối tượng thành viên: người sử dụng thực hiện khai các thông tin đăng ký thành viên và được hệ thống chấp nhận và gửi thông báo đăng ký thành công, người sử dụng thực hiện đăng nhập hệ thống để tiến hành tương tác với hệ thống.



Hình 4. Giao diện đăng nhập hệ thống

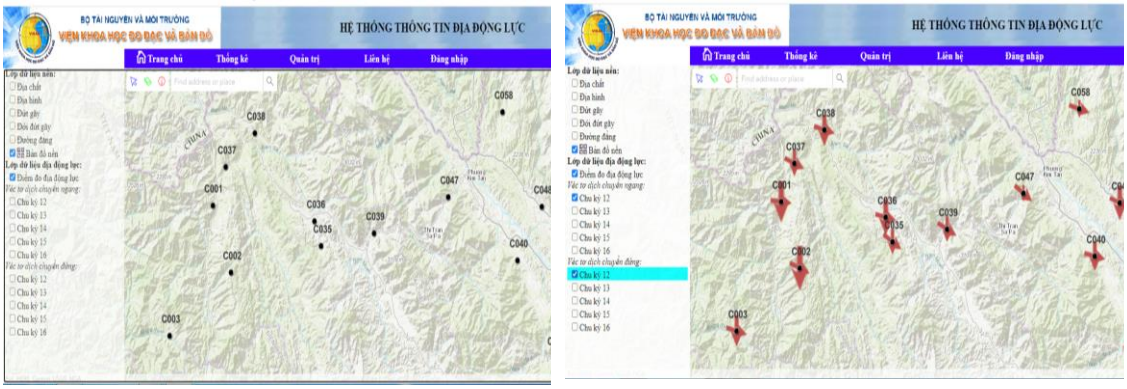


Hình 5. Giao diện Trang chủ của hệ thống

Khi đã trở thành Thành viên của hệ thống, người sử dụng có thể thực hiện các công việc sau:

- Xem nội dung thông tin các lớp dữ liệu nền: thành viên có thể bật tắt để hiển thị lớp bản đồ nền bao gồm bản đồ địa hình, dữ liệu đứt gãy và các đới đứt gãy, đường đẳng, bản đồ nền địa chất và các bản đồ nền trực tuyến của ESRI.

- Xem nội dung thông tin các lớp dữ liệu chuyên đề: với các lớp dữ liệu chuyên đề, người sử dụng cũng có thể lựa chọn hiển thị tất cả hoặc từng lớp dữ liệu bao gồm lớp dữ liệu về các điểm đo địa động lực, lớp dữ liệu véc tơ dịch chuyển ngang, véc tơ dịch chuyển đứng theo từng chu kỳ.



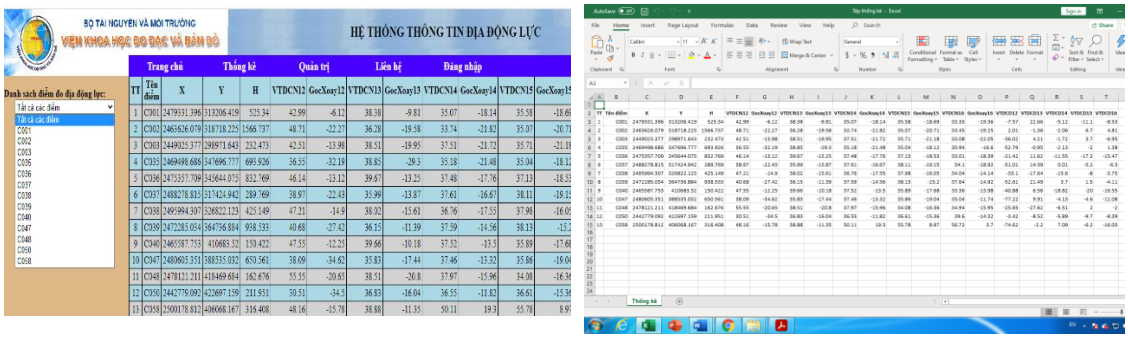
Hình 6. Lựa chọn hiển thị điểm đo địa động lực và véc tơ dịch chuyển địa động lực của từng chu kỳ đo

- Thực hiện chức năng tra cứu thông tin thuộc tính: để thực hiện chức năng này, thành viên lựa chọn công cụ sau đó click vào điểm đo địa động lực trên bản đồ. Thông tin thuộc tính về điểm đo cũng như các thông tin về chuyển dịch đứng và chuyển dịch ngang theo từng chu kỳ của điểm đo cũng sẽ được hệ thống tìm kiếm và hiển thị. Ở chức năng tra cứu thông tin thuộc tính đối tượng này, nếu là thành viên quản trị dữ liệu thì có thể thực hiện thêm quyền cập nhật, chỉnh sửa dữ liệu vào hệ thống bằng việc nhập trực tiếp giá trị thuộc tính đối tượng vào ô giá trị và bấm chọn *Cập nhật.*



Hình 7. Chức năng tra cứu thông tin điểm địa động lực và véc tơ dịch chuyển địa động lực

- Thực hiện chức năng *Thống kê:* chức năng này được thiết kế để các thành viên hệ thống có thể thực hiện lựa chọn thống kê toàn bộ thông tin các điểm đo địa động lực cũng như giá trị véc tơ dịch chuyển ngang, dịch chuyển đứng hoặc lựa chọn thống kê theo từng điểm đo địa động lực. Khi đã thực hiện thống kê dữ liệu, thành viên hệ thống có thể xuất dữ liệu đã thống kê sang Excel để tiến hành in ấn.



Hình 8. Chức năng thống kê dữ liệu

Các chức năng cho đối tượng *Thành viên quản trị hệ thống*: thành viên quản trị hệ thống có quyền quản lý các thông tin về người dùng và quyền của người dùng. Tức là Người quản trị hệ thống có quyền sửa hoặc xóa thông tin về người dùng và có thể hạn chế một số hoạt động của người dùng trên hệ thống. Người quản trị hệ thống cũng là người duy trì cho sự hoạt động của hệ thống, bảo trì dữ liệu của hệ thống. Hệ thống cũng cần được hoạt động theo một nguyên tắc nhất định, tránh làm rối loạn về thông tin người dùng, thông tin dữ liệu, các hoạt động của người sử dụng trên hệ thống.

Để thực hiện những thao tác này, thành viên quản trị hệ thống vào menu *Quản trị→ Hệ thống*, bảng danh sách thành viên cũng như phân quyền chi tiết cho từng thành viên hệ thống sẽ xuất hiện. Với bảng thông tin này, quản trị hệ thống có thể kiểm tra thống kê lượng truy cập của hệ thống tại các thời điểm, phân quyền, xóa tài khoản thành viên hoặc reset password cho thành viên hệ thống.



Hình 9. Quản lý và phân quyền cho thành viên quản trị hệ thống

3.2. Thảo luận và đánh giá

Hệ thống thông tin chuyển dịch địa động lực bước đầu đã cơ bản đáp ứng được những yêu cầu đề ra cho người sử dụng. Việc quản lý, khai thác thông tin chuyển dịch địa động lực được tương tác trực tiếp trên trang web. Giao diện của hệ thống tương đối đơn giản, trực quan, sinh động giúp cho người sử dụng có thể dễ dàng tương tác với hệ thống. Hệ thống đã xây dựng được một cơ sở dữ liệu đa dạng, chi tiết, quản lý khoa học, cho phép chỉnh sửa và cập nhật dữ liệu một cách nhanh chóng vào cơ sở dữ liệu từ đó đảm bảo thông tin chuyển dịch địa động lực được quản lý hiệu quả đồng thời cung cấp kịp thời đến người sử dụng. Hệ thống được xây dựng nhiều chức năng thiết thực và hợp lý như phân quyền, quản lý người sử dụng, các chức năng dành riêng cho thành viên, đáp ứng yêu cầu của người sử dụng và mục đích đề ra đối với hệ thống. Qua quá trình thử nghiệm vận hành hệ thống, nhóm nghiên cứu nhận thấy tính chính xác của dữ liệu quyết định tính hiệu quả trong quản lý và cung cấp thông tin chuyển dịch địa động lực. Do đó, việc xây dựng cấu trúc cơ sở dữ liệu đầy đủ, hoàn thiện là rất quan trọng. Bên cạnh đó, hệ thống được vận hành trên mạng Internet nên sự ổn định và tốc độ đường truyền dữ liệu sẽ ảnh hưởng đến hiệu quả sử dụng của hệ thống.

4. KẾT LUẬN

Tích hợp hệ thống thông tin địa lý GIS và công nghệ Web đã mở ra nhiều cơ hội cho việc chia sẻ, cung cấp thông tin qua mạng Internet. Hướng nghiên cứu này cho phép tận dụng thế mạnh mà Internet mang lại và nâng cao sự kết nối, tương tác giữa cộng đồng và nhà quản lý. Bài báo này giới thiệu giải pháp xây dựng hệ thống thông tin chuyển dịch địa động lực bằng công nghệ WebGIS. Hệ thống được thiết kế dựa trên nền tảng công nghệ GIS mã nguồn mở MapServer, ứng dụng PostgreSQL/PostGIS làm DataServer (hệ quản trị cơ sở dữ liệu) để quản trị cơ sở dữ liệu cho hệ thống, giúp tiết kiệm chi phí đồng thời vẫn cung cấp một cách đầy đủ thông tin hữu ích tới người sử dụng.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. Dương Chí Công (2011) "Nghiên cứu thiết kế xây dựng mô hình CSDL địa động lực lãnh thổ Việt Nam".

[2]. Viện Khoa học Đo đạc và Bản đồ (2017), Báo cáo tổng kết nhiệm vụ NCKH thường xuyên "Hoàn thiện nội dung và cấu trúc CSDL phục vụ xây dựng hệ thống thông tin địa động học".

[3]. Cao Đình Triều (2013), "Địa động lực hiện đại lãnh thổ Việt Nam".

[4]. NXB Khoa học tự nhiên và công nghệ (2011) "Địa chất và Tài nguyên Việt Nam".

[5]. Viện Khoa học Đo đạc và Bản đồ Việt Nam (2011), "Dự án điều tra, đánh giá địa động lực hiện đại để hoàn thiện kịch bản biến đổi khí hậu và đề xuất giải pháp thích ứng ở đồng bằng sông Cửu Long".

[6]. Viện Khoa học Đo đạc và Bản đồ (2017), Báo cáo tổng kết dự án "Xây dựng mạng lưới trắc địa địa động lực trên khu vực các đứt gãy thuộc miền Bắc Việt Nam phục vụ công tác dự báo tai biến tự nhiên".

[7]. Trần Trọng Đức (2016), "Phân tích không gian trong một hệ thống WebGIS", Trường Đại học Bách Khoa, ĐHQG - TPHCM.

QUAN TRẮC CHUYỂN DỊCH NGANG CÔNG TRÌNH NHÀ CAO TẦNG BẰNG MÁY QUÉT LASER: SO SÁNH GIỮA MÁY QUÉT LOẠI PHA VÀ LOẠI XUNG

Phạm Trung Dũng[1], Cao Xuân Cường[1],

Nguyễn Như Tuấn Anh[2], Nguyễn Văn Hùng[2]

[1]Trường Đại học Mỏ - Địa chất

[2]Công ty Topcon GLS - 2000 Singapore Positioning Pte. Ltd

Ngày nhận bài: 16/7/2021 - Ngày phản biện: 30/7/2021 - Ngày chấp nhận đăng: 13/08/2021

***Tóm tắt**. Máy quét laser mặt đất (TLS) ứng dụng trong công tác quan trắc chuyển dịch ngang công trình nhà cao tầng là một phương pháp mới trong lĩnh vực trắc địa công trình ở Việt Nam. So với GNSS và các thiết bị truyền thống khác (toàn đạc điện tử, thủy chuẩn), TLS có nhiều ưu điểm vượt trội như thời gian quét, mật độ điểm rất lớn và độ chính xác cao. Bài báo này nhằm đánh giá khả năng của TLS trong công tác quan trắc chuyển dịch ngang công trình nhà cao tầng. Nghiên cứu được tiến hành tại tòa nhà cao tầng có độ cao trên 50 m, chuyển dịch ngang được tạo ra bởi một bảng ngắm có thể di chuyển và được đặt trên nóc nhà. Trong thực nghiệm, bảng ngắm được quét ở ba vị trí khác nhau tương ứng với ba chu kỳ đo với hai chất liệu bề mặt khác nhau. Máy quét Faro Focus^{3D} X 130 (loại pha) và Topcon GLS - 2000 (loại xung) được sử dụng trong thực nghiệm này. Dữ liệu quét 3D được xử lý trên phần mềm Scence và Collage tương ứng với hai loại máy nêu trên và phần mềm Cloudcompare dùng để phân tích sự dịch chuyển của đám mây điểm. Kết quả phân tích chuyển dịch ngang của công trình nhà cao tầng bằng TLS chỉ ra rằng, trong phạm vi hẹp và độ cao không quá lớn (khoảng 50 m) thì Faro Focus^{3D} X 130 có ưu điểm vượt trội cả về thời gian (nhanh hơn hai lần) và mật độ điểm quét (cao gấp bốn lần) so với Topcon GLS - 2000. Độ chính xác xác định dịch chuyển ngang đạt được bởi Faro Focus^{3D} X 130 là 1,5 mm và Topcon GLS - 2000 là 3 mm với bề mặt đá hoa. Đối với bề mặt xi măng, độ chính xác này giảm xuống 2 mm và 7 mm tương ứng với hai loại máy nêu trên. Tuy nhiên, máy Topcon GLS - 2000 được trang bị bộ định tâm cho phép bỏ qua thao tác định hướng mô hình cũng như tránh được nguồn sai số này. Các kết quả đã chứng minh rằng hoàn toàn có thể sử dụng máy quét laser trong công tác quan trắc chuyển dịch ngang công trình nhà cao tầng ở nước ta.*

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Quan trắc chuyển dịch biến dạng công trình nói chung và quan trắc chuyển dịch ngang công trình nhà cao tầng là một nhiệm vụ quan trọng và cần được thực hiện thường xuyên nhằm bảo đảm an toàn cho công trình. Có nhiều nguyên nhân gây ra chuyển dịch và biến dạng của công trình nhà cao tầng bao gồm: cấu trúc công trình, thay đổi của tự nhiên không thể dự báo như động đất, và do tải trọng của công trình. Cho đến nay, công nghệ định vị vệ tinh GNSS và các phương pháp truyền thống khác như máy toàn đạc điện tử, máy thủy chuẩn là những thiết bị được sử dụng rộng rãi cho công tác này. Tuy nhiên hạn chế lớn nhất của những phương pháp đang tồn tại là chỉ cho phép quan trắc từng điểm riêng lẻ với số lượng điểm hữu hạn mà không thể hiện được đầy đủ và chính xác chuyển dịch và biến dạng công trình. Ngược lại, quét laser mặt đất (Terrestrial Laser Scanning - TLS) cho phép phân tích chuyển dịch của cả bề mặt đối tượng thông qua hàng triệu điểm đo (còn được biết là đám mây điểm). Trong công nghệ TLS, chuyển dịch của đối tượng quan trắc được phân tích thông qua sự chuyển dịch của hai đám mây điểm tại hai chu kỳ quan trắc. Đây vừa là mấu chốt của công nghệ TLS trong quan trắc biến dạng và chuyển dịch công trình nhưng đồng thời cũng là một thách thức trong việc phân tích và xử lý dữ liệu đám mây điểm. Hiện nay, hai thuật toán phổ biến cho phép xác định sự thay đổi của đám mây điểm là kiểm định thống kê và phương pháp so sánh được trình bày trong nghiên cứu của [18]. Phương pháp kiểm định thống kê chỉ cho phép xác định được hai đám mây điểm có thay đổi hay không nhưng không xác định được độ lớn của giá trị chuyển dịch. Phương pháp so sánh cho phép xác định độ lớn giá trị thay đổi giữa hai đám mây điểm thông qua giá trị độ lệch trung bình và độ lệch chuẩn. Nhiều nghiên cứu sử dụng phương pháp so sánh để tính khoảng cách giữa hai đám mây điểm [8, 10, 19].

TLS đã được chứng minh là một phương pháp ưu việt trong công tác quan trắc chuyển dịch và biến dạng công trình. González - Aguilera và cộng sự đã nghiên cứu ứng dụng TLS để phân tích biến dạng của cấu trúc vật liệu trong phân tích kết cấu [3]. Thiết bị này còn được ứng dụng trong quan trắc biến dạng công trình đường hầm [16], quan trắc đập thủy điện và tháp truyền hình [15]. Trong quan trắc chuyển dịch biến dạng công trình cao tầng, độ chính xác của TLS được so sánh với một số thiết bị truyền thống khác được phân tích bởi [11]. Ngoài ra, Gražulis sử dụng thiết bị này trong phân tích chuyển dịch ngang của ống khói cao khoảng 180 m [4]. Độ chính xác quét laser đạt được ở mức 4 mm khi so sánh với máy toàn đạc độ chính xác cao.

Chất lượng của đám mây điểm phụ thuộc chủ yếu vào đặc điểm cấu tạo, nguyên lý cũng như độ chính xác của máy quét. Hiện nay, các máy quét laser ứng dụng hai nguyên lý chủ yếu trong đo khoảng cách là nguyên lý đo xung và pha. Đánh giá về độ chính xác của thiết bị quét loại xung và loại pha, Chow và cộng sự đã tiến hành so sánh hai thiết bị này bằng cách kiểm định dựa trên điểm và mặt phẳng [2]. Ngoài ra, hai loại máy quét này

được so sánh khi quan trắc biến dạng của hầm được đề cập trong [12]. Trong lĩnh vực khảo cổ học, hai loại máy này còn được so sánh bởi San José Alonso [14]. Tuy nhiên trong quan trắc biến dạng công trình ở nước ta còn thiếu phân tích so sánh ưu nhược điểm của hai loại thiết bị kể trên. Do đó, bài báo này nhằm đánh giá khả năng của máy quét laser trong công tác quan trắc chuyển dịch ngang nhà cao tầng thông qua sự so sánh giữa máy đo loại xung và pha. Thực nghiệm phân tích so sánh được thực hiện đối với hai máy quét Faro Focus^{3D} X130 và Topcon GLS - 2000.

Cấu trúc của bài báo được chia thành 4 phần. Phần 2 trình bày nguyên lý đo cơ bản của hai loại máy quét laser loại xung và loại pha và nguyên tắc xác định khoảng cách giữa hai đám mây điểm theo phương pháp Cloud - to - Cloud. Thực nghiệm thu thập dữ liệu được giới thiệu ở phần 3. Trong phần 4, kết quả chuyển dịch của đối tượng quan trắc thu được từ dữ liệu TLS được phân tích và thảo luận. Các kết luận về so sánh hai loại máy quét trong công tác quan trắc chuyển dịch công trình nhà cao tầng được trình bày trong phần cuối của bài báo này.

2. NGUYÊN LÝ CỦA MÁY QUÉT LASER VÀ XÁC ĐỊNH KHOẢNG CÁCH GIỮA HAI ĐÁM MÂY ĐIỂM

2.1. Nguyên lý đo cơ bản của quét laser mặt đất loại xung và loại pha

Nguyên lý đo khoảng cách của máy quét laser mặt đất cũng tương tự như máy toàn đạc điện tử không gương là dựa vào thời gian và vận tốc lan truyền tín hiệu laser. Vì vận tốc của sóng laser có thể xác định nên đo khoảng thời gian lan truyền từ khi ánh sáng phát đi đến khi nó gặp vật phản xạ và quay trở lại bộ phận thu nhận ánh sáng sẽ tính ra được khoảng cách. Phương pháp này còn được biết đến là phương pháp đo thời gian. Hiện nay, máy quét laser mặt đất xác định thời gian dựa trên hai phương pháp cơ bản là xung và pha. Thông thường máy đo khoảng cách loại pha cho phép đạt được tốc độ lưu trữ dữ liệu rất cao (tới một triệu điểm 3D trên giây) nhưng khoảng cách ngắn (nhỏ hơn 100 m). Ngược lại, hệ thống đo khoảng cách loại xung cho phép đo khoảng cách xa (ví dụ 800 m) nhưng tốc độ lưu trữ dữ liệu thấp hơn (thường < 50.000 điểm trên giây) (Vosselman and Maas 2010). Phần tiếp theo của mục này sẽ giới thiệu ngắn gọn về nguyên lý của hai loại máy quét này.

a) Phương pháp xung

Phương pháp xung trước đây được biết đến với hệ thống đo khoảng cách bằng sóng radio còn được gọi là radar (radio detection and ranging). Từ khi phát minh ra laser vào cuối thập niên 1950 nó cho phép xác định bề mặt phản xạ với độ phân giải về góc và khoảng cách cao hơn so với sóng radio. Nguyên lý cơ bản của các hệ thống sử dụng năng lượng sóng điện từ để đo khoảng cách là như nhau, chỉ khác nhau ở độ chính xác và mục đích sử dụng. Tính chất cơ bản của sóng điện từ là vận tốc lan truyền của nó. Trong môi trường đã biết, ánh sáng lan truyền với vận tốc hữu hạn và không đổi. Do đó, đo độ trễ của thời gian (cũng như đo thời gian) được tính bởi thời gian lan truyền ánh sáng τ từ

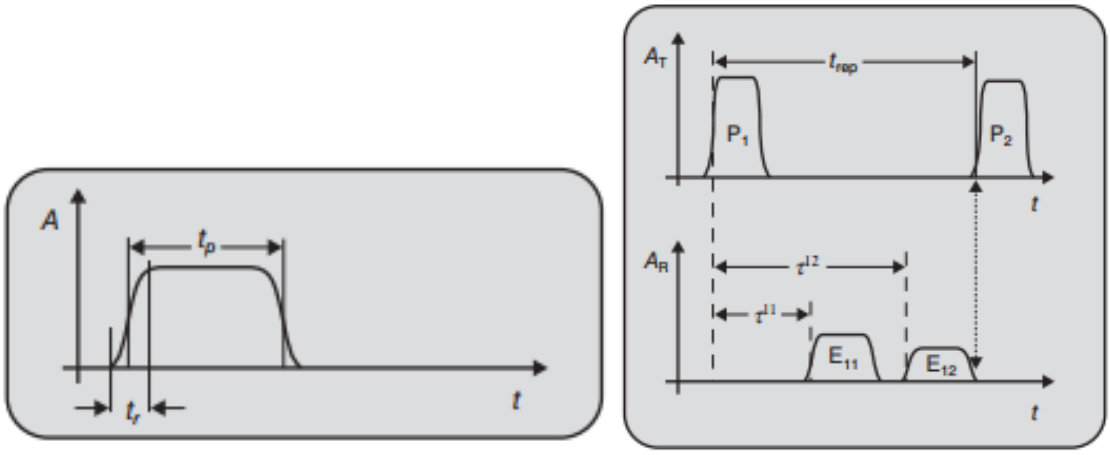
nguồn phát tới bề mặt phản xạ và ngược lại để tính ra khoảng cách ρ:

$$\rho = \frac{c}{n}\frac{\tau}{2} \quad (1)$$

Trong đó c là vận tốc sóng điện từ, τ là khoảng thời gian lan truyền sóng điện từ, và n là chiết suất của môi trường lan truyền sóng.

Giá trị vận tốc của sóng điện từ trong chân không hiện tại được xác định là c = 299792458 m/s. Nếu sóng ánh sáng lan truyền trong không khí thì sẽ có một hệ số hiệu chỉnh bằng chỉ số phản xạ. Chỉ số này phụ thuộc vào nhiệt độ, áp suất và độ ẩm của không khí.

Đối với xung sử dụng trong máy đo khoảng cách, hình dạng xung và thời gian xung lặp lại là những đặc điểm quan trọng cần được xem xét. Độ rộng của xung t_p và độ lớn của xung theo thời gian là hai đặc tính quan trọng khi tìm hiểu về phương pháp đo loại xung được miêu tả như trong Hình 1.



Hình 1. Đặc tính của xung và nguyên tắc đo. Trong đó t_p: độ rộng của xung; t_r: độ lớn của xung theo thời gian; t_{rep}: số lần lặp lại xung; $\boldsymbol{\tau}$: thời gian đo

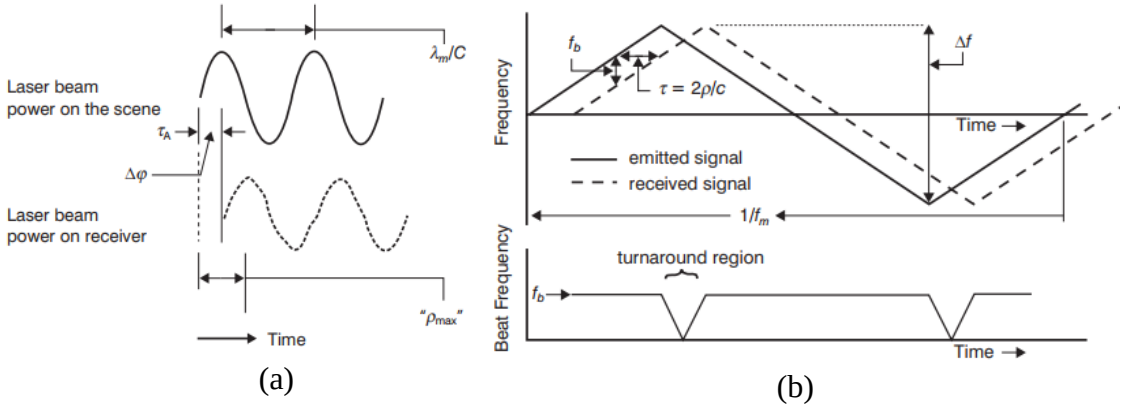
Thông thường độ rộng của xung là t_p=5 ns tương ứng với khoảng cách 1,5 m đối với vận tốc của ánh sáng, và độ lớn của xung theo thời gian là t_r=1 ns tương ứng với kích thước khoảng 0,3 m. Từ công thức (1), thời gian tính được là 6,7 μs tương ứng với khoảng cách đo 1000 m. Trong máy đo khoảng cách loại xung, thời gian được xác định dựa vào phương pháp xác định thời gian lan truyền của xung. Sai số khoảng cách của một xung đơn đối với nhiễu trắng (gaussian noise) được tính bởi công thức [17]:

$$\delta_{r-p} \approx \frac{c}{2}\frac{t_r}{\sqrt{SNR}} \quad (2)$$

trong đó t_r là thời gian xung tăng và SNR (signal to noise ratio: tỉ số giữa tín hiệu và nhiễu) là tỉ số năng lượng của tín hiệu trên độ nhiễu. Giả sử rằng SNR = 100, t_r = 1 ns, với một bộ đo khoảng thời gian với đủ độ phân giải thì sai số khoảng cách đạt mức 15 mm. Hầu hết các hệ thống quét laser thương mại sử dụng phương pháp xung có độ chính xác về đo khoảng cách đạt từ 5 - 10 mm.

b) Phương pháp pha

Ngoài phương pháp xác định thời gian bởi phương pháp xung, thời gian lan truyền của sóng điện từ có thể xác định bởi hiệu pha. Hiệu pha ($\Delta\varphi$) là độ lệch pha giữa tín hiệu phát ra và tín hiệu thu nhận. Đối với tín hiệu là sóng điện từ (sóng hình sin), hiệu pha giữa hai sóng sinh ra độ trễ thời gian ($\tau = \Delta\varphi/2\pi \times \lambda_m/c$) và khoảng cách được tính theo công thức (1). Nguyên tắc đo hiệu pha theo phương pháp điều biến biên độ và điều biến tần số được miêu tả trong Hình 2.



Hình 2. Nguyên lý đo hiệu pha dựa trên bộ điều biến:
(a) Điều biến biên độ AM; (b) Điều biến tần số FM

Sai số của khoảng cách được tính [17]:

$$\delta_{r-AM} \approx \frac{1}{4\pi}\frac{\lambda_m}{\sqrt{SNR}} \quad (3)$$

trong đó λ_m là chiều dài bước sóng của biên độ điều biến (hoặc c/f_m). Trong phương pháp pha, số nguyên lần bước sóng không được xác định còn được biết là số nguyên đa trị và được tính bởi [17]:

$$\rho_{max-AM} = \frac{c}{2}\frac{1}{f_m} = \frac{\lambda_m}{2} \quad (4)$$

Để tính được số nguyên đa trị, máy quét sử dụng nhiều tần số khác nhau. Ví dụ, hệ thống điều biến biên độ với hai tần số (10 MHz và 150 MHz) và giá trị SNR=1000, sai số khoảng cách đạt mức 5 mm và khoảng cách giả là 15 m. Các máy thương mại điển hình có thể quét với tốc độ dữ liệu từ 10 kHz tới khoảng 625 kHz và phạm vi hoạt động tối đa khoảng 100 m.

2.2. Phương pháp xác định khoảng cách giữa hai đám mây điểm

Trong bài báo này, phương pháp so sánh hai đám mây điểm Cloud - to - Cloud (C2C) áp dụng trong phần mềm Cloud compare (CC) được tóm tắt như sau. Độ dịch chuyển của đối tượng quan trắc giữa hai chu kỳ được tính trực tiếp bởi sự thay đổi về tọa độ của hai

đám mây điểm tương ứng trong không gian. Một số phương pháp đã được sử dụng để tính khoảng cách giữa hai đám mây điểm có thể tìm trong [7]. Phương pháp so sánh Point - to - Point (P2P) đã được sử dụng rộng rãi trong quan trắc dịch chuyển khi số lượng điểm quan trắc không quá lớn. Phương pháp này còn được biết đến là phương pháp so sánh cặp điểm (point - wisecomparison). Ứng dụng phương pháp P2P trong lĩnh vực quan trắc tại các mỏ khai thác được đề cập trong [9]. Đối với công nghệ quét laser mặt đất, vì số lượng điểm thu được rất lớn (còn được biết là đám mây điểm) nên phương pháp P2P nêu trên không phù hợp để áp dụng, phương pháp C2C được đề xuất sử dụng trong trường hợp này [6]. Ưu điểm của phương pháp C2C là cho phép sử dụng trực tiếp hai đám mây điểm để so sánh mà không cần phải tạo bề mặt mô hình. Phương pháp này áp dụng cấu trúc bát phân (octree) để chia không gian 3D, sau đó khoảng cách của hai đám mây điểm được xác định dựa vào điểm gần nhất theo công thức tính khoảng cách Hausdorff. Nội dung của phương pháp tính khoảng cách Hausdorff có thể được tóm tắt như sau:

Giả sử hai đám mây điểm $A = \{a_1 \quad \cdots \quad a_p\}$ and $B = \{b_1 \quad \cdots \quad b_p\}$, thì khoảng cách theo phương pháp Hausdorff (Huttenlocher etal. 1993) được định nghĩa là:

$$H(A,B) = max\big(h(A,B), h(B,A)\big) \tag{5}$$

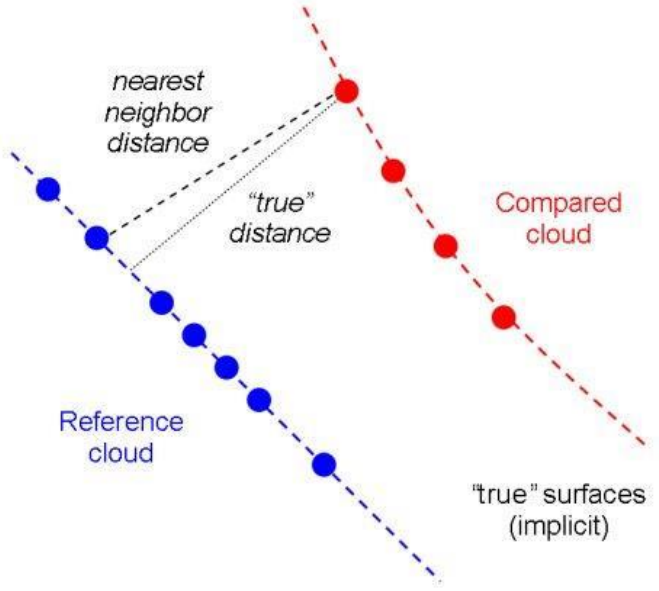
trong đó

$$h(A,B) = \max_{a \in A} \min_{b \in B} \|a - b\| \tag{6}$$

và $\|\cdot\|$ là chuẩn của A và B (ví dụ theo chuẩn Euclidean).

Hàm $h(A,B)$ được gọi là khoảng Hausdorff trực tiếp từ A đến B. Phương pháp này cũng được sử dụng trong việc khớp đám mây điểm bởi kỹ thuật điểm gần nhất lặp lại (Iterative closest points - ICP) được định nghĩa bởi [1].

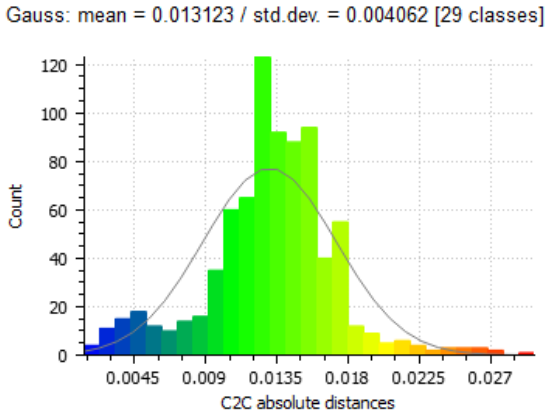
Trong phần mềm CC, phương pháp C2C được sử dụng để tính khoảng cách giữa hai đám mây điểm trong đó một đám mây điểm được coi là đám mây điểm gốc (referencecloud), đám mây điểm còn lại là đám mây điểm dùng để so sánh (comparedcloud). CC sẽ tính khoảng cách từ mỗi điểm của đám mây điểm được so sánh với điểm tương ứng trên đám mây điểm gốc. Khoảng cách giữa hai đám mây điểm được tính theo công thức Hausdorff như trong công thức (5) và được miêu tả như trong Hình 3. Ngoài phương pháp C2C, khoảng cách giữa hai đám mây điểm còn có thể tính theo phương pháp Cloud - to - Mesh (C2M) [13] và đây cũng là phương pháp được sử dụng phổ biến. Tuy nhiên, trong phương pháp C2M độ chính xác phụ thuộc lớn vào bề mặt được mô hình hóa (thường dùng mạng lưới tam giác không đều cạnh TIN). Trong trường hợp bề mặt quan trắc phức tạp hoặc một số điểm đo bị che khuất thì phương pháp C2M không đảm bảo độ chính xác [7]. Phương pháp C2M không được đề cập trong giới hạn nội dung của bài báo này.



Hình 3. Khoảng cách được tính theo Hausdorff trong đó reference cloud và compared cloud là đám mây điểm gốc và đám mây điểm so sánh tương ứng

3. THỰC NGHIỆM

Mục tiêu của bài báo là so sánh ưu nhược điểm về thời gian và độ chính xác của hai loại máy quét laser (loại xung và loại pha) trong việc xác định sự dịch chuyển ngang của công trình nhà cao tầng. Trong thực nghiệm, hai máy Faro Focus^{3D} X130 và máy Topcon GLS - 2000 được sử dụng để quét tại tòa nhà C12 tầng có độ cao 52 mét trong khuôn viên của Trường Đại học Mỏ - Địa chất vào ngày 20 tháng 3 năm 2021. (xem Hình 5 (a)). Đối tượng quét là tấm bảng vuông có kích thước 60 x 60 cm được đặt trên bệ mốc bằng thép có thể di chuyển được trên thanh ray (xem Hình 5 (b)). Sự dịch chuyển của bảng trên thanh trượt có thể xác định chính xác bằng một thước thép được lắp đặt cố định trên thanh trượt. Sai số xác định các giá trị chuyển dịch nhỏ (centimet) của bảng đo bởi thước thép có thể đạt mức ±0.2 mm do sai số ước đọc số trên thước thép. Vì thế giá trị này được coi là giá trị dịch chuyển thực và được dùng để so sánh với chuyển dịch được tính toán từ đám mây điểm trong nghiên cứu này. Để phát hiện sự dịch chuyển ngang của công trình, thực nghiệm tiến hành di chuyển bảng ngắm và mốc trên thanh trượt nằm ngang theo hướng từ máy tới mục tiêu. Máy quét thực hiện đo ba lần (ba chu kỳ) tương ứng với bảng ngắm ở vị trí 0 (chu kỳ 1), và sau đó bảng ngắm được di chuyển 10 mm và 20 mm tương ứng với chu kỳ 2 và 3. Giá trị chuyển dịch được xác định từ đám mây điểm bằng phần mềm CC tính theo phương pháp C2C như đã nêu trong mục 2.2. Hình 4 đưa ra một ví dụ về xác định dịch chuyển của hai đám mây điểm tại giữa hai chu kỳ đo. Giá trị dịch chuyển chính là khoảng cách giữa hai đám mây điểm được xác định bằng khoảng cách trung bình và sai số được đặc trưng bởi độ lệch chuẩn.



Hình 4. Xác định khoảng cách giữa hai đám mây điểm theo C2C. Giá trị khoảng cách trung bình (mean=13 mm) và độ lệch chuẩn (std.dev=4 mm)



(a) (b)

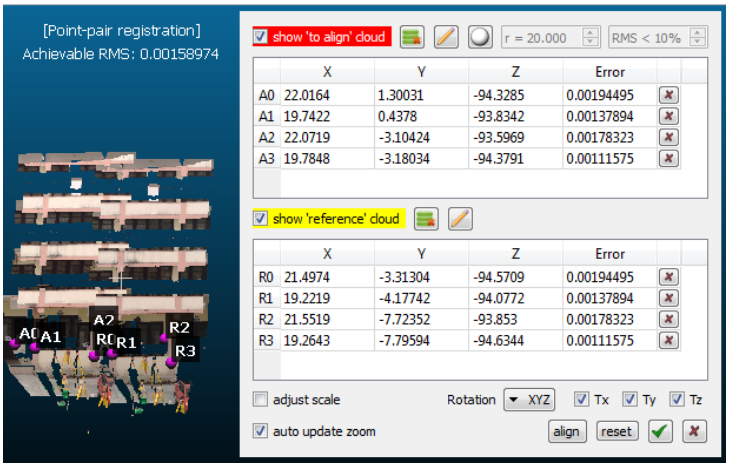
Hình 5. Máy quét Topcon GLS - 2000 (bên trái), máy quét Faro Focus3D X130 (bên phải) (a); Cấu tạo của hệ thống mốc và thanh trượt (b)

Để so sánh và đánh giá độ chính xác của hai máy quét Faro Focus^{3D} X130 và Topcon GLS - 2000, giá trị chuyển dịch của bảng đo được xác định từ đám mây điểm được so sánh với giá trị chuyển dịch thực của nó. Dựa vào đặc điểm khác biệt của hai loại máy quét nêu trên mà các đánh giá được tiến hành với sự thay đổi của các yếu tố bao gồm mật độ điểm quét, sai số định hướng mô hình, và thời gian quét như sau:

Đối với ảnh hưởng của độ phân giải (resolution) đến chất lượng quét (scanquality), thực nghiệm được tiến hành trong hai trường hợp. Trường hợp thứ nhất, hai máy quét Faro Focus^{3D} X130 và Topcon GLS - 2000 đều được cài đặt độ phân giải cao nhất (veryhighresolution). Trong đó máy Faro Focus^{3D} X130 có độ phân giải cao hơn hai lần (1,5 mm tại khoảng cách 10 m) so với (3,1 mm tại khoảng cách 10 m) của máy GLS - 2000 (xem thông số kỹ thuật của hai máy trên trong Bảng 1). Trường hợp thứ hai, độ phân giải của máy quét Faro Focus^{3D} X130 được giảm xuống một nửa bằng thủ tục Subsample trong phần mềm CloudCompare (CC). Trong trường hợp này mật độ điểm của cả hai máy quét trên là tương đương nhau. Trong thực nghiệm này, độ chính xác đo của máy Faro

Focus^{3D} X130 được đặt độ chính xác ở mức 4X còn máy Topcon GLS - 2000 đặt ở chế độ tiêu chuẩn (Standard).

Đối với định hướng mô hình, sai số định hướng mô hình là do công tác quá trình định hướng hai đám mây điểm trong cùng một hệ tọa độ thống nhất. Nguyên nhân chính của sai số định hướng mô hình là do việc lựa chọn các điểm cùng tên trong vùng chồng phủ của hai đám mây điểm. Các điểm cùng tên thường được chọn lựa là các tiêu đo (là bảng ngắm hoặc tiêu cầu) để nâng cao độ chính xác. Sai số trong việc lựa chọn điểm cùng tên phụ thuộc vào độ phân giải của máy quét, kích thước tiêu đo và khoảng cách từ máy tới tiêu đo, cũng như sự nhất quán trong việc lựa chọn điểm ở cả hai đám mây điểm. Theo nguyên lý quét laser, đám mây điểm tại mỗi lần quét sẽ được xác định trong hệ tọa độ riêng của máy quét. Hai chu kỳ đo khác nhau, hai đám mây điểm sẽ không trong cùng một hệ tọa độ. Do vậy, để so sánh được sự dịch chuyển của hai đám mây điểm thì thủ tục định hướng mô hình là bắt buộc. Thủ tục này được xây dựng trong phần mềm CC bởi lựa chọn Alignment. Do cấu tạo khác nhau của hai loại máy quét được mà sai số định hướng mô hình cũng khác nhau. Sai số định hướng mô hình đối với dữ liệu quét bằng máy quét Faro Focus^{3D} X130 (không có bộ định tâm) là sai số lựa chọn các điểm cùng tên. Trong khi máy Topcon GLS - 2000 (có bộ định tâm laser) sai số này lại do sai số định tâm máy và sai số xác định điểm định hướng của máy (gồm có cả sai số định tâm tiêu). Để xác định được ảnh hưởng của sai số định hướng mô hình đến việc so sánh hai đám mây điểm, thực nghiệm tiến hành với máy Topcon GLS - 2000 được đặt cố định tại một điểm trong cả ba chu kỳ quét và hướng "0" của máy không thay đổi. Trường hợp này không có sai số định hướng mô hình. Sau đó tiến hành định hướng mô hình theo cách xác định các điểm cùng tên ở cả hai đám mây điểm.



Hình 6. Định hướng mô hình đám mây điểm tại hai chu kỳ đo bằng phần mềm Cloudcompare. Ví dụ sai số định hướng mô hình trong trường hợp này là RMS: 0,0016 m.

Ngoài các yếu tố được phân tích, đồ hình hình học do khoảng cách và góc ngưỡng, màu sắc và vật liệu của đối tượng quét cũng như môi trường đo đều có ảnh hưởng nhất định đến chất lượng quét. Tuy nhiên, ảnh hưởng của các yếu tố này không nằm trong giới hạn của bài báo.

Bảng 1. So sánh thông số kỹ thuật của máy quét Faro Focus^{3D} X130 và Topcon GLS - 2000

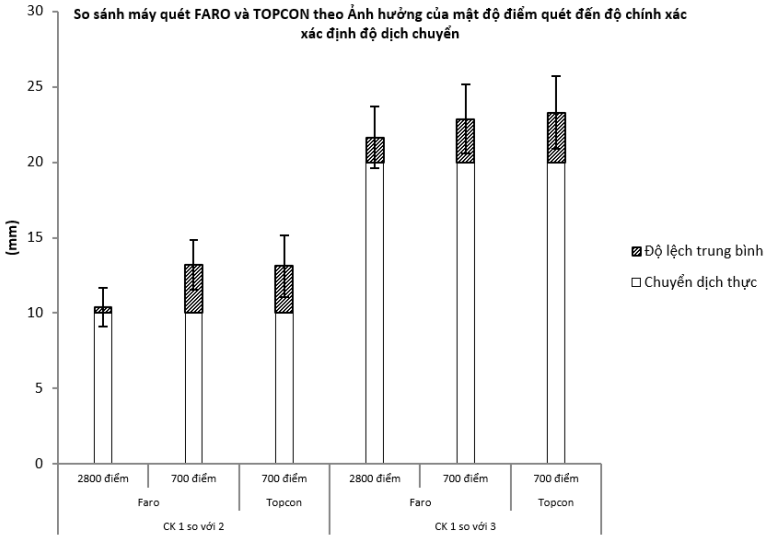
Thông số kỹ thuật	Faro Focus^{3D} X130	Topcon GLS - 2000
Kỹ thuật đo	Đo hiệu pha	Đo thời gian (xung)
Trường đo theo mặt phẳng đứng	- 60° - 90°	270 ^{o}
Trường đo theo mặt phẳng ngang	0° - 360°	360°
Khoảng cách lớn nhất	130 m	350 m
Độ chính xác đo điểm đơn	±2 mm	±3,5 mm (1 - 150 m)
Độ chính xác bề mặt	- - - -	2 mm
Độ chính xác đo góc	18”	6”
Tốc độ quét tối đa	976000 (điểm/giây)	120000 (điểm/giây)
Độ phân giải lớn nhất	1,5 mm tại 10 m	3,1 mm tại 10 m

4. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

Để so sánh hai loại máy quét laser như đã nêu trong phần 3, các yếu tố có ảnh hưởng đến độ chính xác quét như mật độ điểm đo và sai số định hướng mô hình được khảo sát. Ngoài ra, thời gian đo cũng là một yếu tố quan trọng được so sánh đối với hai loại máy quét nêu trên.

4.1. Ảnh hưởng của mật độ điểm quét đến độ chính xác

Mục tiêu của phần này là đánh giá ảnh hưởng của mật độ điểm quét đến độ chính xác để từ đó có thể so sánh khả năng của hai loại máy quét theo kỹ thuật đo xung và pha.



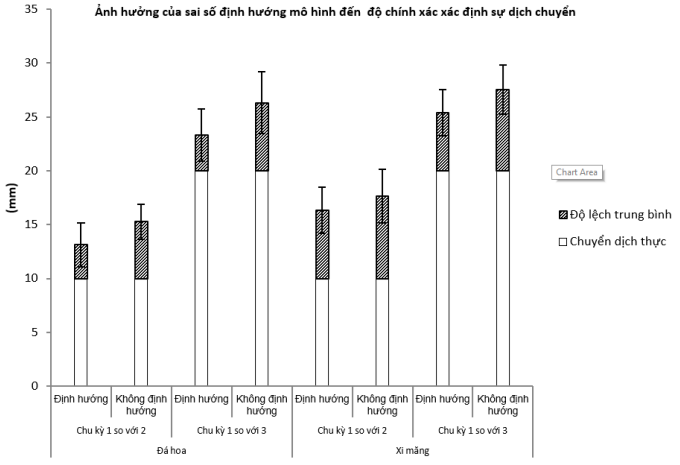
Hình 7. Ảnh hưởng của mật độ điểm quét đến độ chính xác so sánh giữa máy quét Faro Focus^{3D} X130 và Topcon GLS - 2000

Hình 2 chỉ ra rằng, mật độ điểm quét là yếu tố có ảnh hưởng lớn đến độ chính xác khi so sánh ở cùng một máy quét (Faro Focus^{3D} X130) trong cả hai chu kỳ. Độ chính xác

giảm nhanh khi giảm mật độ điểm được thể hiện thông qua hai giá trị thống kê gồm độ lệch trung bình và độ lệch chuẩn (standard deviation). Trong đó, độ lệch trung bình là hiệu giữa giá trị chuyển dịch trung bình của đám mây điểm và chuyển dịch thực. Độ chính xác xác định sự dịch chuyển bởi hai máy quét Faro Focus^{3D} X130 và Topcon GLS - 2000 là tương đương nhau khi mật độ điểm quét như nhau. Cả hai giá trị độ lệch trung bình và độ lệch chuẩn của hai máy trong so sánh giữa chu kỳ 1 và 2 và giữa chu kỳ 1 và 3 là tương đương nhau. Như vậy có thể nhận thấy rằng, độ chính xác của máy quét Faro Focus^{3D} X130 trong trường hợp này cho phép xác định giá trị chuyển dịch với độ chính xác cao hơn so với máy Topcon GLS - 2000 do mật độ điểm quét lớn hơn. Mặc dù máy Faro Focus^{3D} X130 được chọn ở chế độ độ phân giải cao để thu được mật độ điểm quét lớn, tuy nhiên máy Faro Focus^{3D} X130 dựa trên kỹ thuật đo hiệu pha nên có tốc độ quét cao hơn rất nhiều so với máy loại xung được sử dụng trong máy Topcon GLS - 2000). Chú ý rằng kết quả trên chỉ được phân tích ở phạm vi nhỏ trong đó khoảng cách từ máy quét đến đối tượng quét và độ cao của đối tượng quét trong phạm vi dưới 60 m.

4.2. Ảnh hưởng sai số định hướng mô hình tới độ chính xác

Sai số định hướng mô hình có ảnh hưởng đáng kể đến độ chính xác xác định sự dịch chuyển của hai đám mây điểm (hay độ dịch chuyển của công trình) từ 1 - 3 mm. Trong thực nghiệm này, sai số định hướng mô hình do sai số bắt tiêu đo được giới hạn trong phạm vi 2 mm (xem Hình 5). và có thể dễ dàng đạt được bởi các tiêu đo được đặt cách xa máy trong phạm vi 10 - 20 m. Các tiêu được cân bằng định tâm bởi bộ định tâm quang học trên các điểm mốc cố định được đặt ở ngoài phạm vi chuyển dịch của công trình hoặc các bảng ngắm được gắn vào phần ổn định của công trình. Kết quả phân tích cũng chỉ ra rằng, độ lệch chuẩn không ảnh hưởng bởi sai số định hướng mô hình, điều này cũng phù hợp với lý thuyết vì độ lệch chuẩn chỉ ảnh hưởng bởi chất lượng của đám mây điểm.



Hình 8. Ảnh hưởng của sai số định hướng đến độ chính xác xác định độ dịch chuyển (trong đó sai số định hướng nhỏ hơn 5 mm)

4.3. Thời gian quét

Thời gian quét của máy Faro Focus^{3D} X130 với độ phân giải cao nhất (tương ứng với 1,5 mm tại khoảng cách đo 10 m) là khoảng 14 phút, trong khi máy Topon với độ phân giải cao nhất (3,1 mm tại khoảng cách đo 10 m) là khoảng 12 phút. Nếu cài đặt độ phân giải của máy Faro Focus^{3D} X130 tương đương với máy Topcon GLS - 2000 thì thời gian quét sẽ giảm xuống còn khoảng 6 phút. Điều này phù hợp với đặc điểm cấu tạo vào nguyên lý hoạt động của hai loại máy quét loại xung và pha đã được phân tích trong mục 2.1, trong đó máy quét loại pha có ưu thế hơn về tốc độ thu thập dữ liệu. Tuy nhiên sự khác biệt về tốc độ đo kể trên cần phải xem xét đối với từng máy quét cụ thể. Đối với hai máy Faro Focus^{3D} X130 và Topcon GLS - 2000 GLS - 200, tốc độ thu dữ liệu của máy Faro Focus^{3D} X130 có thể cao hơn máy Topon khoảng 8 lần nếu đặt chế độ quét nhanh nhất (xem trong Bảng 1 - thông số kỹ thuật của máy). Trong thực tế, nếu cài đặt chế độ phân giải để mật độ điểm quét của hai máy này tương đương nhau, thì tốc độ quét của Faro Focus^{3D} X130 chỉ nhanh hơn so với Topon khoảng 2 lần trong thực nghiệm của bài báo. Sự so sánh ở trên còn đặt trong bối cảnh phạm vi của đối tượng quét trong thực nghiệm được giới hạn (40° theo phương nằm ngang và 65° theo phương thẳng đứng), và khoảng cách từ máy đến đối tượng quét là khoảng 60 m.

5. KẾT LUẬN

Bài báo nhằm mục đích so sánh khả năng của hai loại máy quét laser mặt đất theo nguyên lý đo khoảng cách loại xung và pha trong công tác quan trắc chuyển dịch ngang công trình.

Máy Faro Focus^{3D} X130 có ưu thế hơn so với máy Topcon GLS - 2000 về thời gian quét. Đối với một trường hợp cụ thể thời gian quét của nó chỉ bằng một nửa so với máy Topcon GLS - 2000 với mật độ điểm quét tương đương nhau. Mật độ cao nhất có thể đạt được bởi máy Faro Focus^{3D} X130 cũng cao gấp 4 lần khi so sánh với máy Topcon GLS - 2000. Độ chính xác xác định độ chuyển dịch ngang của máy Faro Focus^{3D} X130 nếu sử dụng chế độ chất lượng độ chính xác (quality) ở mức 4X và độ phân giải (resolution) cao nhất 1/1 nhỏ hơn 2 mm đối với độ cao đối tượng quét khoảng 50 m và khoảng cách từ máy quét đến mặt phẳng quét khoảng 60 m. Trong khi độ chính xác đạt được bởi máy Topcon GLS - 2000 thấp hơn chỉ khoảng 3,5 mm. Tuy nhiên nếu sử dụng cùng mật độ điểm quét thì độ chính xác của hai máy này là tương đương nhau.

Bên cạnh đó, ảnh hưởng của mật độ điểm quét và sai số định hướng mô hình đến độ chính xác xác định sự chuyển dịch ngang công trình cũng được phân tích. Mật độ điểm quét là yếu tố quyết định đến độ chính xác của đối tượng quét. Sai số mô hình là một yếu tố khác có ảnh hưởng trực tiếp đến kết quả đánh giá độ dịch chuyển của đối tượng quan trắc. Do đó cần phải thiết kế tiêu đo cả về kích thước và vị trí của nó để giảm thiểu nguồn sai số này.

Ngoài những kết quả đã đạt được, giới hạn chính của thực nghiệm trong nghiên cứu này là chiều cao của đối tượng quét chưa đủ lớn để phù hợp với quy mô của công trình nhà siêu cao tầng hiện nay. Ngoài ra, ảnh hưởng của đồ hình hình học, vật liệu quét, và một số yếu tố khác của công trình nhà cao tầng chưa được đề cập trong bài báo này.

Cần tiếp tục nghiên cứu khả năng ứng dụng của thiết bị quét laser cho các đối tượng có chiều cao lớn hơn để có đánh giá khách quan hơn về khả năng của thiết bị TLS trong quan trắc chuyển dịch ngang công trình nhà cao tầng. Đặc điểm về đồ hình hình học ảnh hưởng đến độ chính xác quét laser cũng là yếu tố quan trọng cần được khảo sát. Hơn nữa, quy trình sử dụng máy quét laser trong quan trắc chuyển dịch công trình cũng cần được nghiên cứu để thiết bị TLS sớm được đưa vào sử dụng ở nước ta.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. Besl, P. J. and McKay, N. D. (1992). Method for registration of 3 - D shapes. Sensor fusion IV: control paradigms and data structures, International Society for Optics and Photonics.

[2]. Chow, J.; Lichti, D. and Teskey, W. (2012). Accuracy assessment of the Faro Focus3D and Leica HDS6100 panoramic type terrestrial laser scanner through point - based and plane - based user self - calibration. Proceedings of the FIG working week: knowing to manage the territory, protect the environment, evaluate the cultural heritage, Rome, Italy 610.

[3]. González - Aguilera, D.; Gómez - Lahoz, J. and Sánchez, J. (2008). A new approach for structural monitoring of large dams with a three - dimensional laser scanner. sensors 8(9): 5866 - 5883.

[4]. Gražulis, Ž.; Krikštaponis, B.; Neseckas, A.; Popovas, D.; Putrimas, R.; Šlikas, D. and Zigmantienė, E. (2017). The horizontal deformation analysis of high - rise buildings. Environmental Engineering. Proceedings of the International Conference on Environmental Engineering. ICEE, Vilnius Gediminas Technical University, Department of Construction Economics ….

[5]. Huttenlocher, D. P.; Klanderman, G. A. and Rucklidge, W. J. (1993). Comparing images using the Hausdorff distance. IEEE Transactions on pattern analysis and machine intelligence 15(9): 850 - 863.

[6]. Jafari, B.; Khaloo, A. and Lattanzi, D. (2017). Deformation tracking in 3D point clouds via statistical sampling of direct cloud - to - cloud distances. Journal of Nondestructive Evaluation 36(4): 1 - 10.

[7]. Lague, D.; Brodu, N. and Leroux, J. (2013). Accurate 3D comparison of complex topography with terrestrial laser scanner: application to the Rangitikei canyon (NZ). ISPRS journal of photogrammetry and remote sensing 82: 10 - 26.

[8]. Lindenbergh, R. and Pfeifer, N. (2005). A statistical deformation analysis of two epochs of terrestrial laser data of a lock. Proceedings of the 7th Conference on Optical.

[9]. Little, M. (2006). Slope monitoring strategy at PPRust open pit operation. Proceedings of the international symposium on stability of rock slopes in open pit mining and civil engineering, Southern African Institute of Mining and Metallurgy Johannesburg.

[10]. Mukupa, W.; Roberts, G. W.; Hancock, C. M. and Al - Manasir, K. (2017). A review of the use of terrestrial laser scanning application for change detection and deformation monitoring of structures. Survey review 49(353): 99 - 116.

[11]. Mustafin, M.; Valkov, V. and Kazantsev, A. (2017). Monitoring of deformation processes in buildings and structures in metropolises. Procedia engineering 189: 729 - 736.

[12]. Nuttens, T.; De Wulf, A.; Deruyter, G.; Stal, C.; De Backer, H. and Schotte, K. (2012). Application of laser scanning for deformation measurements: a comparison between different types of scanning instruments. Proceedings of the FIG Working Week.

[13]. Oniga, V. and Chirila, C. (2013). Hausdorff distance for the differences calculation between 3D surfaces. Journal of Geodesy and Cadastre RevCAD 15: 193 - 202.

[14]. San José Alonso, J.; Martínez Rubio, J.; Fernández Martín, J. and García Fernández, J. (2011). Comparing time - of - flight and phase - shift. The survey of the Royal Pantheon in the Basilica of San Isidoro (León). ISPRS Workshop "3D - ARCH.

[15]. Schneider, D. (2006). Terrestrial laser scanning for area based deformation analysis of towers and water dams. Proc. of 3rd IAG/12th FIG Symp., Baden, Austria, May.

[16]. Van Gosliga, R.; Lindenbergh, R. and Pfeifer, N. (2006). Deformation analysis of a bored tunnel by means of terrestrial laser scanning. na.

[17]. Vosselman, G. and Maas, H. - G. (2010). Airborne and terrestrial laser scanning. CRC press.

[18]. Wujanz, D. (2016). Terrestrial laser scanning for geodetic deformation monitoring. Technische Universitaet Berlin (Germany).

[19]. Wujanz, D.; Krueger, D. and Neitzel, F. (2013). Defo Scan++: surface based registration of terrestrial laser scans for deformation monitoring. Proceedings of 2nd Joint International Symposium on Deformation Measurement (JISDM), Nottingham.

ỨNG DỤNG CÔNG NGHỆ ĐỊA KHÔNG GIAN XÂY DỰNG DỮ LIỆU KHÔNG GIAN ĐỊA LÝ 3D CHO THÀNH PHỐ THÔNG MINH

Nguyễn Văn Trung[1], Phạm Thị Làn[1], Tống Sĩ Sơn[2], Lê Thị Thu Hà[1], Cao Xuân Cường[1], Lê Văn Cảnh[1], Nguyễn Đăng Phương[1], Lã Phú Hiến[3], Nguyễn Quang Minh[4], Lưu Thành Trung[5]

[1]Trường Đại học Mỏ - Địa chất, [2]Trường Khoa học và Công nghệ Hà Nội, [3]Trường Đại học Thủy Lợi, [4]Cục Bản đồ - Bộ Tổng tham mưu, [5]Bộ Tài nguyên và Môi trường

Ngày nhận bài: 26/7/2021 - Ngày phản biện: 01/8/2021 - Ngày chấp nhận đăng: 09/08/2021

Tóm tắt. *Nhu cầu xây dựng thành phố thông minh trong quá trình phát triển kinh tế - xã hội ở nước ta là chủ trương của Đảng và Nhà nước. Trong các thành tố xây dựng nên thành phố thông minh, một hệ thống dữ liệu không gian địa lý 3D là nền tảng cho các ứng dụng như thiết kế, xây dựng, đề xuất phương án ứng phó trong các trường hợp khẩn cấp. Hiện nay, trong quá trình xây dựng dữ liệu không gian địa lý thành phố 3D thường sử dụng các công nghệ quét LiDAR mặt đất, công nghệ chụp ảnh mặt đất và công nghệ chụp ảnh bằng máy bay không người lái (UAV). Mặc dù các tiêu chuẩn đã được quy định theo chuẩn quốc tế, tuy nhiên do sự khác nhau về độ tin cậy của các loại dữ liệu, các mức độ chi tiết khác nhau, các loại đối tượng địa lý cho từng khu vực cụ thể, do vậy vẫn cần phải nghiên cứu bổ sung, phân loại và tích hợp các loại dữ liệu đối với các đối tượng cho phù hợp với nhu cầu và đặc thù từng địa phương. Nghiên cứu này sẽ tập trung vào đề xuất qui trình xây dựng dữ liệu không gian địa lý 3D cho thành phố thông minh từ các dữ liệu địa không gian đã thu thập được.*

Từ khóa: *dữ liệu không gian địa lý 3D, UAV, LiDAR, chụp ảnh mặt đất, thành phố thông minh.*

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Trong bối cảnh các thành phố lớn đang hướng tới xây dựng thành phố thông minh, dữ liệu không gian địa lý 3D của thành phố ngày càng trở thành dữ liệu không gian quan trọng, nó có thể là nền tảng cho hệ thống thông tin tích hợp của thành phố [1]. Việc khai thác sản phẩm dữ liệu không gian địa lý 3D thành phố thông minh cho các mục đích quản lý, giám sát các hoạt động phát triển kinh tế - xã hội và bảo vệ môi trường của thành phố có ý nghĩa cấp thiết. Trong các thành tố xây dựng nên thành phố thông minh, một hệ thống dữ liệu không gian địa lý 3D là nền tảng cho các ứng dụng như thiết kế, xây dựng, đề xuất phương án ứng phó trong các

trường hợp khẩn cấp. Hơn hết cơ sở dữ liệu này được lưu trữ, hiển thị, sửa đổi, cập nhật hoàn toàn bằng công nghệ số nên rất thuận tiện, linh hoạt và có thể chuyển đổi để kết nối với các cơ sở dữ liệu và hệ thống quản lý phân phối khác. Việc xây dựng dữ liệu không gian địa lý 3D cần chú ý các đặc điểm riêng của từng thành phố cụ thể. Bởi vậy, hệ thống thông tin quan trọng bậc nhất cho một thành phố ven biển thông minh là dữ liệu không gian địa lý 3D của thành phố [2].

Các công nghệ tiên tiến như công nghệ LiDAR, UAV, hệ thống bản đồ di động (MMS), cùng các công cụ xử lý dữ liệu lớn và dữ liệu không gian địa lý thông tin tòa nhà (BIM) đã được tích hợp để phát triển các dữ liệu không gian địa lý 3D mới đảm bảo sự thân thiện, thuận tiện khi làm việc với đặc trưng của dữ liệu 3D [3]. Việc xây dựng, phát triển và vận hành các dữ liệu không gian địa lý 3D cho thành phố thông minh đã được thực hiện rất phổ biến ở các thành phố trên toàn thế giới. Công nghệ LiDAR có thể được sử dụng để bổ sung độ cao cho các cấu trúc 2D của thành phố từ các nguồn dữ liệu khác nhau để xây dựng dữ liệu không gian địa lý 3D. Tuy nhiên công nghệ này còn hạn chế về phân tích không gian do thực hiện trên hai nguồn dữ liệu độc lập mô hình số bề mặt (DTM) và mô hình tòa nhà số (DBM), mặc dù công nghệ này có thể cải tiến từ ảnh chụp máy bay, hoặc ảnh chụp mặt đất để bổ sung cấu trúc, và hình ảnh các tòa nhà [3]. Bên cạnh đó, công nghệ máy bay không người lái hiện tại có thể thực hiện các tác vụ cung cấp dữ liệu địa hình cũng như cấu trúc bề mặt, hình ảnh của các công trình với chỉ các máy ảnh thông thường lắp đặt trên máy bay không người lái phổ thông. Tuy nhiên bên cạnh thông tin không gian của dữ liệu không gian địa lý 3D, thông tin thuộc tính, mô tả các đối tượng 3D trong thành phố thông minh là một thách thức lớn cho việc lưu trữ, xử lý và hiển thị hai loại thông tin này.

Sử dụng dữ liệu LiDAR để xây dựng dữ liệu không gian địa lý 3D nhằm đưa ra các giải pháp về xây dựng dữ liệu không gian địa lý ngập lụt ở thành phố Honduras [4]. Dữ liệu UAV cũng được sử dụng để thành lập bản đồ 3D ven biển cho thành phố thông minh Pusan, Hàn Quốc thích ứng với biến đổi khí hậu [2]. Bên canh đó, Papakonstantinou [5] đã nhận dạng vùng bờ biển và lập bản đồ 3D sử dụng dữ liệu UAV phục vụ xây dựng thành phố thông minh ở đảo Lesvos và bờ biển Eressos, Hy Lạp. Các nghiên cứu trên cho thấy tiềm năng của dữ liệu địa không gian trong việc xây dựng dữ liệu không gian địa lý 3D cho thành phố thông minh. Tuy nhiên, ở nước ta mới chỉ bắt đầu thực hiện đối với một số khu vực được tổng quan dưới đây.

Phương pháp xây dựng mô hình 3D của trường ĐHQG Hà Nội bằng máy quay cầm tay và các ứng dụng trong mô hình 3D mở ra hướng mới về phương pháp xây dựng dữ liệu không gian địa lý 3D với bộ công cụ dựng mô hình từ các cặp ảnh [6]. Ngoài ra, hướng nghiên cứu ứng dụng công nghệ LiDAR thành lập bản đồ 3D khu vực đô thị cũng được đề xuất và thực hiện cung cấp dữ liệu không gian địa lý 3D khu vực đô thị với mật độ nhiều đối tượng với độ chính xác cao dựa trên kỹ thuật đám mây điểm [7].

Tổng công ty Tài nguyên và Môi trường Việt Nam đã nghiên cứu, xây dựng quy trình thành lập cơ sở dữ liệu không gian địa lý và bản đồ 3D tỷ lệ lớn phục vụ quy hoạch phát triển đô thị, kiến trúc, trong nhiệm vụ bảo trì duy tu các di tích lịch sử, mô phỏng thực địa trong mục đích phân định đường biên giới quốc gia [8]. Để xây dựng CSDL cho nhiều mục đích, nghiên cứu ứng dụng các công nghệ thu thập dữ liệu không gian địa lý phục vụ xây dựng cơ sở dữ liệu đa mục tiêu được thực hiện với nhiều nguồn dữ liệu từ công nghệ mới (LiDAR, ảnh số, UAV, viễn thám...) bao gồm đám mây điểm (Poincloud), ảnh trực giao (ortho photo), mô hình số bề mặt (DEM), mô hình số mặt đất (DTM), ảnh cường độ (Intensity) đảm bảo sự vượt trội về độ chính xác của dữ liệu không những về không gian mà còn thời gian (tính thời sự của dữ liệu) [9].

Như vậy, các nghiên cứu trước đây và xu thế tương lai cho thấy, việc nghiên cứu khai thác công nghệ máy bay không người lái tại Việt Nam mới dừng lại ở những nghiên cứu nhỏ lẻ, phục vụ chủ yếu cho thành lập bản đồ tỷ lệ lớn hoặc hơn nữa là mô hình số bề mặt. Các nghiên cứu này đã chứng minh tính chính xác tiện lợi, linh hoạt, chi phí thấp và hiệu quả của công nghệ UAV. Tuy nhiên các nghiên cứu liên quan đến xây dựng dữ liệu không gian địa lý 3D của thành phố vẫn còn rất hạn chế ở mức độ chi tiết cao (LoD 3 và LoD4) do quy trình kỹ thuật cụ thể chi tiết của việc sử dụng dữ liệu chụp ảnh từ UAV, chụp ảnh mặt đất và quét LiDAR chưa được đề xuất. Việc xây dựng hạ tầng cơ sở dữ liệu không gian địa lý phục vụ cho thành phố thông minh thường chú trọng vào dữ liệu không gian địa lý 3D có mức độ chi tiết cao để phục vụ qui hoạch, thiết kế ở tỷ lệ lớn nhằm hỗ trợ cho phát triển kinh tế - xã hội và thích ứng với biến đổi khí hậu là một công việc quan trọng trong chiến lược phát triển chung đối với thành phố thông minh ở Việt Nam.

2. DỮ LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Dữ liệu sử dụng

2.1.1. Dữ liệu ảnh chụp từ UAV

Đi đôi với UAV có gắn máy ảnh, các UAV hiện tại còn lắp đặt thiết bị đo GPS động độ chính xác cao (RTK) sẽ giảm đáng kể việc phải bố trí đo đạc các điểm khống chế ngoài thực địa. Các kỹ thuật bay chụp theo sơ đồ thiết kế tuyến bay theo lưới vông góc, bay chụp ở các độ cao với góc nghiêng ống kính được áp dụng cho nhà cao tầng trong đô thị nhằm cung cấp mô hình số bề mặt (DSM) ở dạng đám mây điểm với độ chính xác có thể phục vụ xây dựng dữ liệu không địa lý 3D ở LoD2 hoặc LoD3.

2.1.2. Dữ liệu ảnh chụp mặt đất

Mặc dù UAV có khả năng cung cấp mô hình số bề mặt ở phạm vi rộng nhờ bay chụp được ở trên cao. Tuy nhiên một số bề mặt của đối tượng (nhà, cây,…) ở gần mặt đất sẽ bị che khuất bởi các đối tượng bên cạnh và mái hoặc tán của chúng. Để giải quyết phần bị che lấp trong dữ liệu được thành lập bằng ảnh UAV. Phương pháp chụp ảnh lập thể mặt đất có thể cung cấp dữ liệu không gian địa lý 3D cho phần còn thiếu đó. Các ảnh chụp

mặt đất sẽ phục vụ xây dựng dữ liệu không gian địa lý 3D ở LoD3 xung quanh các đối tượng mà ảnh UAV không cung cấp được.

2.1.3. Dữ liệu quét LiDAR mặt đất

Phương pháp đo ảnh có ưu điểm cung cấp được dữ liệu không gian địa lý 3D với ảnh chụp bề mặt trực quan như quan sát bằng mắt thường, nhưng độ chính xác vị trí không gian phụ thuộc vào nhiều nguồn sai số của quá trình chụp ảnh và đo ảnh. Bởi vậy phương pháp sử dụng LiDAR với độ chính xác cao được sử dụng nhằm đánh giá phương pháp đo ảnh bằng UAV và đo ảnh mặt đất đạt được độ chính xác mức nào. Phương pháp này có giá thành cao hơn do phải chi phí đầu tư thiết bị công nghệ. Việc kết hợp các công nghệ là giải pháp nhằm tối ưu hóa độ chính xác và giá thành sản phẩm để có thể phục vụ phổ biến với phạm vi ứng dụng rộng lớn ở nước ta.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

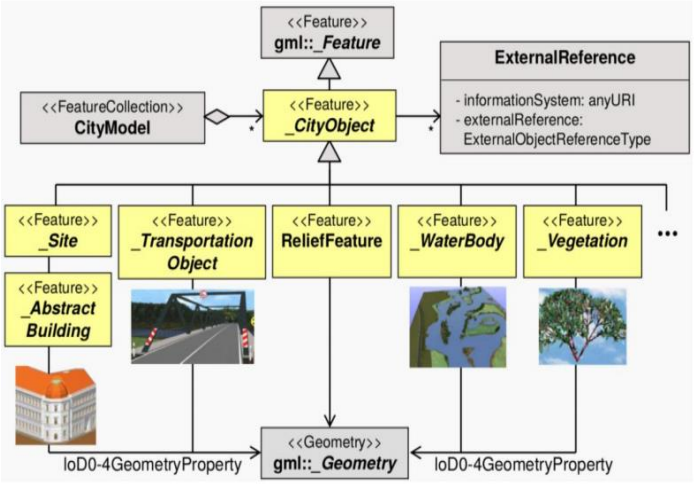
2.2.1. Chuẩn dữ liệu CityGML

CityGML là chuẩn dưới dạng ngôn ngữ eXtensible MarkUp Language được xây dựng thành tiêu chuẩn quốc tế do Open GIS Consortium (OGC) đề xuất với mục đích thành lập và trao đổi dữ liệu không gian đô thị 3D. CityGML được xây dựng trên nền tảng của GML 3.1.1 bởi nhóm Special Interest Group 3D (SIG 3D) nằm trong chương trình Geodata Infrastructure North - Rhine Westphalia, Đức. CityGML trình bày cả 4 khía cạnh của mô hình thành phố bao gồm: chuyên đề và ngữ nghĩa, đối tượng hình học, quan hệ hình học giữa các đối tượng và bề ngoài của các đối tượng. Ngoài ra, CityGML còn có các định nghĩa về mức độ chi tiết (LoD) của đối tượng theo 5 mức khác nhau từ LoD0 tới LoD4.

2.2.2. Mở rộng ngôn ngữ CityGML

CityGML có cơ chế cho phép xây dựng các đối tượng mở rộng ngoài các đối tượng không gian đã được định nghĩa sẵn. Cơ chế này được gọi là khả năng mở rộng định nghĩa các đối tượng ứng dụng - Application Domain Extensibility (ADE). Các định nghĩa này cho phép tạo ra các đối tượng không gian riêng biệt và đặc thù ứng dụng trong một số trường hợp cụ thể. Chẳng hạn đơn vị quản lý môi trường đô thị muốn định nghĩa thêm các đối tượng là các họng nước tưới cây vào trong một mô hình 3D đã được định nghĩa từ trước. Đối tượng mới định nghĩa này có thể được xây dựng từ lớp đối tượng hạ tầng đô thị và kế thừa các thuộc tính sẵn có của đối tượng này.

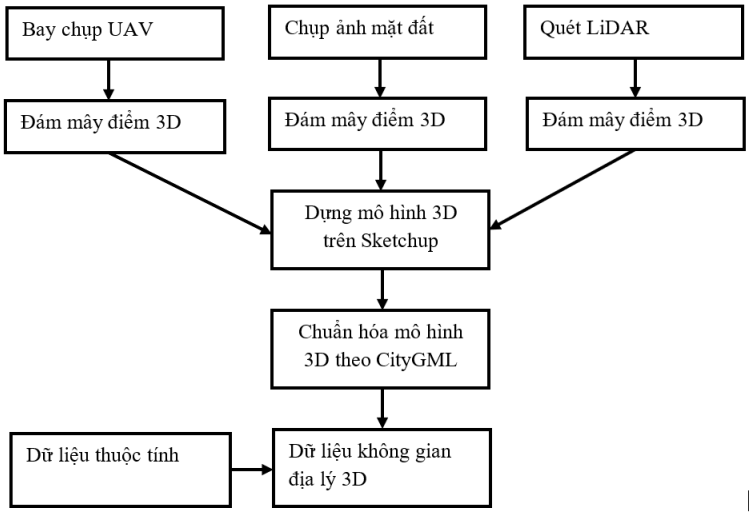
Các định nghĩa về đối tượng mới này có thể được thêm vào phần định nghĩa tên miền XML riêng so với các đối tượng đã có trong CityGML. Ngoài việc định nghĩa thêm các đối tượng thì người sử dụng cũng có thể định nghĩa thêm các thuộc tính của mỗi đối tượng có sẵn. Chẳng hạn để phục vụ mục đích quản lý đô thị thì có thể thêm các thuộc tính cho đối tượng nhà như năm xây dựng, loại nhà,…



Hình 1. Mở rộng ngôn ngữ CityGML

2.2.3. Quy trình thực nghiệm

Nếu mô hình 3D ban đầu không ở định dạng CityGML thì cần chuyển định dạng sang chuẩn CityGML để có thể nhập vào công cụ 3DCityDB Importer - Exporter Tool. Cách đơn giản nhất để xây dựng mô hình 3D theo chuẩn CityGML là ghi lại thông tin dữ liệu 3D theo cấu trúc dữ liệu CityGML bằng các công cụ soạn thảo văn bản. Tuy nhiên cách này chỉ có thể thực hiện được với các mô hình 3D có mức độ chi tiết thấp (LoD0, LoD1). Đối với mô hình 3D có độ chi tiết cao hơn (từ LoD2) trở lên, các yếu tố hình học của mô hình thường rất phức tạp, ngoài ra phải gắn thêm các ảnh texture cho mô hình, do đó để chuyển mô hình 3D sang định dạng CityGML cần sử dụng các công cụ chuyển đổi ví dụ như Safe Software - FME (https://www.safe.com/), công cụ chuyển đổi CityEditor tích hợp trên Sketchup (https://www.3dis.de/cityeditor/). Quy trình thực nghiệm được mô tả trong Hình dưới đây:



Hình 2. Quy trình thực nghiệm

2.2.3.1. Dựng mô hình 3D từ dữ liệu ảnh UAV bằng phần mềm Google Sketchup (GG - SU)

Đám mây điểm thu được sau khi xử lý ảnh UAV, chụp ảnh mặt đất và quét LiDAR mặt đất bao gồm quá trình lọc các điểm đám mây của các đối tượng cần đo vẽ (loại bỏ các điểm đám mây nhiễu không phải của đối tượng) và được nhập vào phần mềm GG - SU, sau đó sử dụng các công cụ đồ họa để vector hóa đường biên và các chi tiết mái của các tòa nhà trong khuôn viên. Tiếp theo, công cụ Push/Pull được sử dụng để dựng đường biên thành mô hình 3D dựa vào chiều cao các chi tiết của tòa nhà trích xuất từ đám mây điểm. Để tạo mô hình 3D ở LoD2, LoD3 texture của mái được gán từ ảnh trực giao, đối với các bề mặt nhìn thấy còn lại thì texture được gán từ các ảnh chụp UAV và chụp ảnh mặt đất ở góc chụp 45 độ và 90 độ. Việc gán texture này được thực hiện thông qua công cụ Match Photo có sẵn trên GG - SU.

2.2.3.2. Chuyển mô hình 3D sang định dạng CityGML bằng Safe Software FME

Mô hình 3D thử nghiệm trong nghiên cứu này được xây dựng ở LoD2, LoD3 các yếu tố hình học của mô hình rất phức tạp, ngoài ra phải gắn thêm các ảnh texture cho mô hình, do đó để chuyển mô hình 3D sang định dạng CityGML được thực hiện bằng phần mềm Safe Software - FME (https://www.safe.com/). Safe Software FME là công cụ mạnh mẽ trong chuyển đổi dữ liệu không gian giữa nhiều định dạng khác nhau mà không cần phải viết mã lập trình. Việc chuyển đổi được thực hiện theo quy trình được xây dựng từ các hàm được lập sẵn trên phần mềm.

2.2.3.3. Nhập thuộc tính cho mô hình 3D CityGML để hoàn thiện dữ liệu không gian địa lý 3D

Để hoàn thiện dữ liệu không gian địa lý 3D, mô hình 3D theo chuẩn CityGML được nhập vào CSDL PostGIS bằng công cụ 3D CityDB - Importer Exporter. Tiếp theo công cụ này cũng được sử dụng để chuyển dữ liệu từ CSDL sang định dạng JSON. Dữ liệu thuộc tính bao gồm: 1. Tên tòa nhà; 2. Chức năng; 3. Địa chỉ; 4. Năm xây dựng; 5. Số tầng, cũng được xuất ra tệp excel bằng công cụ này và nhập vào để liên kết với dữ liệu không gian của mô hình 3D tạo ra dữ liệu không gian địa lý 3D.

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

3.1. Khu vực thực nghiệm

Khu thực nghiệm rộng khoảng 1 km^2 trong Hình 3 thuộc phường Bãi Cháy và phường Hùng Thắng, thành phố Hạ Long, tỉnh Quảng Ninh bao gồm phần chủ yếu thuộc khu đô thị cao cấp ven biển của tập đoàn BIM group xây dựng. Khu đô thị gồm có các biệt thự riêng biệt hoặc các biệt thự liền kề. Ngoài ra có các hệ thống giao thông, cấp thoát nước nội bộ và các công trình công cộng phục vụ sinh hoạt cộng đồng. Một số nhà cao tầng phục vụ nơi ở, khách sạn hoặc trụ sở làm việc của các tổ chức dọc các trục đường chính.



Hình 3. Khu vực thực nghiệm

3.2. Mô hình đám mây điểm

Hình 4 biểu diễn đám mây điểm 3D của một khu biệt thự liền kề - Townhouse với kiến trúc độc đáo thuộc khu đô thị Grand Bay Hạ Long nhận được từ kết quả bay chụp UAV, chụp ảnh mặt đất và quét LiDAR mặt đất trong khu vực 1 (màu xanh) trên Hình 3. Trong khi đó, Hình 5 biểu diễn đám mây điểm 3D của toàn nhà cao 26 tầng (Khách sạn Phát Linh tọa lạc tại địa chỉ: lô 1 Đại lộ Hạ Long Marine, phường Bãi Cháy, TP. Hạ Long, tỉnh Quảng Ninh) trong khu vực 2 (màu đỏ) trên Hình 3.



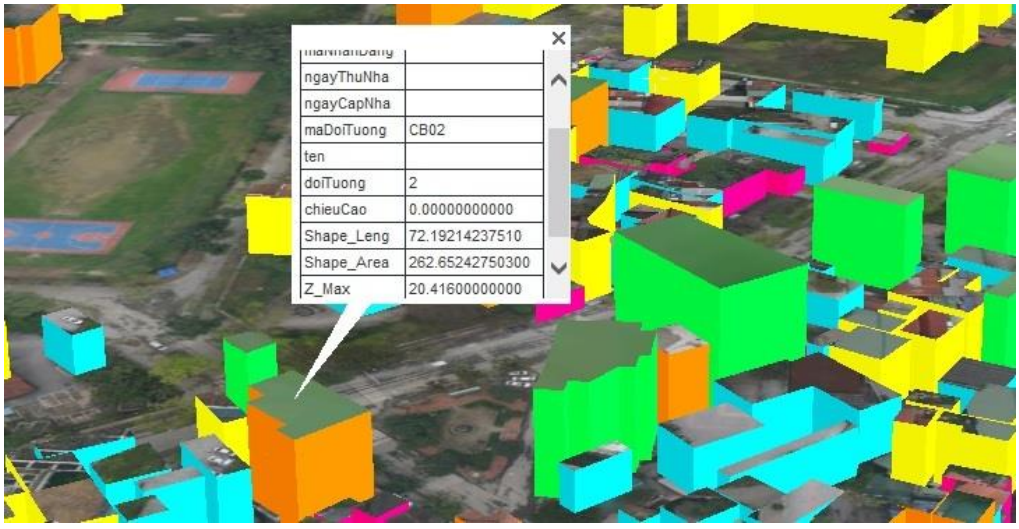
Hình 4. Kết quả đám mây điểm của một dãy biệt thự liền kế



Hình 5. Kết quả đám mây điểm của một nhà cao 26 tầng

3.3. Xây dựng dữ liệu không gian địa lý 3D

Xây dựng bảng thuộc tính theo các trường dữ liệu yêu cầu đối với các đối tượng không gian trên mô hình 3D như minh họa trên Hình 6. Các thông tin thuộc tính thu thập được từ thực địa, các dữ liệu bản đồ và các dữ liệu thống kê được nhập vào để chuẩn bị tạo dữ liệu không gian địa lý 3D hoàn chỉnh.



Hình 6. Minh họa dữ liệu thuộc tính cho một đối tượng không gian

Sau khi đã xây dựng được mô hình dữ liệu không gian theo định dạng CityGML. Các thuộc tính được nhập vào để liên kết với dữ liệu không gian như Hình 7. Trong kết quả này chỉ với tên các trụ sở của các tổ chức, đoàn thể được nhập vào.



Hình 7. Minh họa dữ liệu không gian địa lý 3D

3.4. Đánh giá độ chính xác dữ liệu đã xây dựng được

Dựa vào các kết quả đo tọa độ (x,y,z) của 12 điểm đặc trưng trên địa vật gồm các góc cửa và góc nhà (Trong Hình 8) trực tiếp trên mô hình 3D của đám mây điểm lấy được sau khi xử lý từ kết quả chụp ảnh và được sử dụng để so sánh với tọa độ (x,y,z) các điểm đặc trưng tương ứng được đo bằng chế độ đo không gương của máy toán đạc điện tử. Sai số trung phương nhân được $m_{\Delta x}$ = 1,4 cm; $m_{\Delta y}$ = 1,6 cm; $m_{\Delta z}$ = 1,7 cm. Với độ chính xác các điểm kiểm tra như trong Bảng 1, mô hình 3D hoàn toàn có thể đạt độ chính xác về mặt bằng và độ cao đối với bản đồ địa hình tỷ lệ 1:500.





Hình 8. Các điểm kiểm tra độ chính xác của mô hình 3D

Bảng 1. Kết quả đánh giá độ chính xác của mô hình 3D

TT	Ký hiệu điểm	Điểm lấy từ kết quả chụp ảnh			Điểm lấy từ kết quả đo toàn đạc điện tử không gương			Sai số giữa 2 phương pháp		
		X (m)	Y (m)	Z(m)	X (m)	Y (m)	Z(m)	ΔX (cm)	ΔY (cm)	ΔZ (cm)
1	206	2317860,907	423488,709	15,231	2317860,507	423489,309	14,731	0,4	- 0,6	0,5
2	208	2317874,369	423509,929	15,936	2317876,869	423513,229	14,736	- 2,5	- 3,3	1,2
3	209	2317854,096	423478,560	6,682	2317852,196	423477,960	6,882	1,9	0,6	- 0,2
4	216	2317876,050	423509,368	11,268	2317874,850	423511,068	7,468	1,2	- 1,7	3,8
5	224	2317876,282	423456,367	12,857	2317874,482	423456,767	11,557	1,8	- 0,4	1,3
6	228	2317867,293	423461,408	7,344	2317865,493	423460,308	6,044	1,8	1,1	1,3
7	244	2317877,199	423462,313	8,805	2317877,099	423460,913	6,905	0,1	1,4	1,9
8	246	2317885,009	423470,343	17,139	2317884,709	423472,743	14,739	0,3	- 2,4	2,4
9	265	2317890,242	423515,297	9,391	2317890,042	423513,297	10,291	0,2	2,0	- 0,9
10	269	2317901,673	423504,768	6,292	2317902,573	423505,668	7,792	- 0,9	- 0,9	- 1,5
11	273	2317897,669	423491,230	7,443	2317897,369	423490,530	7,543	0,3	0,7	- 0,1
12	275	2317893,952	423485,024	16,693	2317891,352	423483,324	18,793	2,6	1,7	- 2,1
Sai số trung phương								**1,4**	**1,6**	**1,7**

4. KẾT LUẬN

Nghiên cứu này đã đề xuất quy trình thực nghiệm xây dựng dữ liệu không gian địa lý 3D từ các đám mây điểm nhận được từ các công nghệ chụp ảnh UAV, chụp ảnh mặt đất và quét LiDAR mặt đất phù hợp với điều kiện ở khu vực thực nghiệm. Bên cạnh đó các dữ liệu thuộc tính về các đối tượng không gian cũng được thu thập và nhập vào để minh họa đầy đủ các bước của quy trình.

Các kết quả thực nghiệm về mô hình 3D đám mây điểm, dữ liệu thuộc tính và dữ liệu không gian địa lý được đưa ra thể hiện tính khả thi của quy trình đã đề xuất. Việc đánh

giá độ chính xác kết quả dữ liệu mô hình 3D bằng cách so sánh với các kết quả đo bằng toàn đạc điện tử không gương khẳng định kết quả dữ liệu nhận được có độ chính xác đáp ứng yêu cầu của bản đồ địa hình tỷ lệ 1:500.

LỜI CẢM ƠN

Bài báo được hỗ trợ dữ liệu và kinh phí từ đề tài KHCN cấp Bộ Tài nguyên và Môi trường: Nghiên cứu ứng dụng công nghệ địa không gian xây dựng dữ liệu không gian địa lý 3D cho thành phố thông minh ven biển phù hợp với điều kiện Việt Nam, thí điểm tại khu vực thành phố Hạ Long, tỉnh Quảng Ninh, mã số: TNMT.2021.04.04.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. Anilkumar, P. P. (2014). Geographic Information System for Smart Cities. India, Copal Publishing Group.

[2]. Yoo, C. I., Oh, Y. S., and Choi, Y. J. (2018). Costal Mapping of Jinu - do with UAV for Busan Smart City, Korea, Int. Arch. Photogramm. Remote Sens. Spatial Inf. Sci., XLII - 4, 725 - 729, https://doi.org/10.5194/isprs - archives - XLII - 4 - 725 - 2018.

[3]. Valencia, J., A. Muñoz - Nieto and P. Rodríguez - Gonzálvez (2015). "Virtual Modeling for Cities of the Future. State - of - the Art and Virtual Modeling for Cities of the Future. State - of - the Art An." ISPRS - International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences XL - 5/W4: 179 - 185.

[4]. Haile, A.; Rientjes, T. (2005). Effects of LiDAR DEM resolution in flood modelling: A model sensitivity study for thecity of Tegucigalpa, Honduras. In Proceedings of the IsprsWg Iii/3, Iii/4, Vienna, Austria, 29 - 30 August2005; pp. 168 - 173

[5]. Papakonstantinou, A.; Topouzelis, K.; Pavlogeorgatos, G. (2016). Coastline Zones Identification and 3D Coastal Mapping Using UAV Spatial Data. *ISPRS Int. J. Geo - Inf.5*, 75. OGC (2012). "OpenGIS® city geography markup language (CityGML) encoding standard, version 2.0. ." http://www.opengeospatial.org/standards/citygml.

[6]. Bùi Thế Duy (2011). Xây dựng mô hình 3D của trường ĐHQG Hà Nội bằng máy quay cầm tay và các ứng dụng trong mô hình 3D này (Báo cáo tổng hợp đề tài nghiên cứu khoa học cấp Đại học Quốc gia do Trường Đại học Công nghệ quản lý). Mã số: QC.05.02, 60 trang.

[7]. Đặng Thanh Tùng (2011). Nghiên cứu ứng dụng công nghệ LiDAR thành lập bản đồ 3D khu vực đô thị. Luận văn ThS. Địa lý tự nhiên: 60 44 76

[8]. Cáp Xuân Tú, Võ Thị Kim Giao, Đỗ Trọng Hiếu (2017). Nghiên cứu, xây dựng quy trình thành lập cơ sở dữ liệu không gian địa lý và bản đồ 3D tỷ lệ lớn. Tổng Công ty Tài nguyên và Môi trường Việt Nam. 14 trang.

[9]. Dương Văn Hải, Bùi Huy Hoàng, Cáp Xuân Tú, Trần Đức Thuận (2017). Nghiên cứu, ứng dụng các công nghệ thu thập dữ liệu không gian địa lý phục vụ xây dựng cơ sở dữ liệu đa mục tiêu. Tổng Công ty Tài nguyên và Môi trường Việt Nam. 15 trang.

NGHIÊN CỨU GIẢI PHÁP NÂNG CAO ĐỘ CHÍNH XÁC XÁC ĐỊNH NHIỆT BỀ MẶT ĐẤT TỪ ẢNH VỆ TINH LANDSAT - 8

Lương Chính Kế[1], Trần Ngọc Tưởng[2], Nguyễn Văn Hùng[3]

[1]Hội Trắc địa - Bản đồ - Viễn thám Việt Nam

[2]Cục Viễn thám Quốc gia

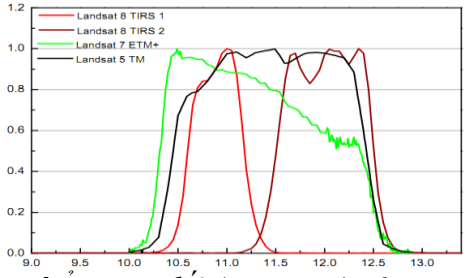
Ngày nhận bài: 15/7/2021 - Ngày phản biện: 21/7/2021 - Ngày chấp nhận đăng: 02/08/2021

Tóm tắt. *Việc đánh giá độ chính xác của nhiệt độ bề mặt đất (Land surface temperature - T_s) trích xuất từ ảnh viễn thám đối với khu vực không có dữ liệu đo thực địa nhiệt độ bề mặt đất rất khó khăn. Nghiên cứu này đề cập tới giải pháp nhằm đánh giá và nâng cao độ chính xác xác định nhiệt độ bề mặt đất T_s từ hai kênh ảnh nhiệt T10 và T11 của ảnh vệ tinh Landsat - 8 và sử dụng dữ liệu quan trắc tại các trạm khí tượng làm tham chiếu gồm: i) Đồng bộ về thời gian số liệu quan trắc nhiệt độ không khí T_a trên các trạm khí tượng theo thời điểm thu nhận của cảnh ảnh; ii) Loại bỏ ảnh hưởng hơi nước khí quyển tới hai kênh nhiệt T10, T11 để tính nhiệt độ bề mặt đất T_s; iii) Bình sai nhiệt độ bề mặt đất T_s tính từ ảnh dựa vào nhiệt độ T_a của trạm khí tượng có lưu ý đến ảnh hưởng của chỉ số thực vật NDVI và góc tới từ mặt Trời θ. Thực nghiệm được tiến hành khảo sát trên khu vực cảnh ảnh TP. Hồ Chí Minh và nhận được sai số trung phương tính nhiệt bề mặt đất T_s trên 7 trạm khí tượng là 1,8 ^oC, tương đương với sai số tuyệt đối là 5,7%.*

Từ khóa: *nhiệt độ bề mặt đất (T_s), Landsat - 8, NDVI.*

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Nhiệt độ bề mặt đất (Land surface temperature - T_s) đóng một vai trò quan trọng trong sự phát triển môi trường, bao gồm lưu thông năng lượng nhiệt và chu trình nước. Trích xuất T_s từ dữ liệu viễn thám là một khả năng quan trọng để nghiên cứu sự phát triển không gian về quy luật môi trường nhiệt ở quy mô địa phương và toàn cầu. Nhiều nghiên cứu về trích xuất T_s từ dữ liệu kênh nhiệt TIR của vệ tinh đã được thực hiện từ những năm 1990. Các phương pháp sử dụng trích xuất có thể được phân thành ba loại: phương pháp kênh đơn, phương pháp đa kênh trong đó có phương pháp cửa sổ phân tách SW (Split - Window) và phương pháp đa góc [4, 6, 8, 9]. Mỗi thuật toán đều có những ưu và nhược điểm riêng. Thuật toán SW có ưu điểm vì tính đơn giản và hiệu quả cao. Nhiều nỗ lực đã được thực hiện để mở rộng SW vì thuật toán này có sử dụng giá trị phát xạ bề mặt (LSE) của cả hai kênh TIR đã được biết [1, 2].



Hình 1. Hàm đáp ứng phổ tương đối (trục tung) của TIRS Landsat - 8, - 7, - 5 phụ thuộc vào bước sóng λ (trục hoành, μm).

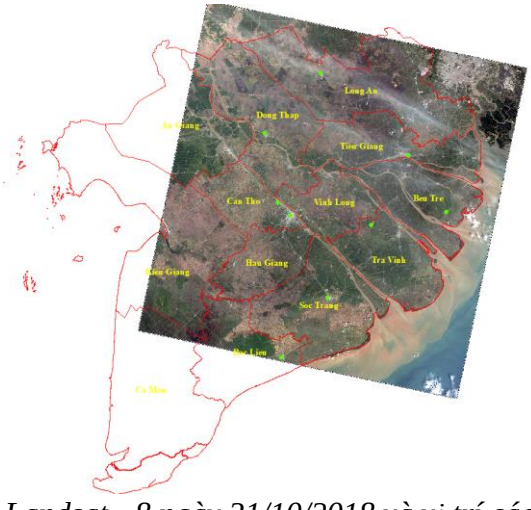
Nghiên cứu này sử dụng thuật toán SW để ước tính T_s bằng cách sử dụng Landsat - 8 băng tần có độ phân giải không gian là 30 m. Landsat - 8 có 2 kênh nhiệt TIR10 và TIR11 để trích xuất T_s. Trước đó, hai vệ tinh Landsat - 5 và Landsat - 7+ chỉ có 1 kênh đơn với khoảng phổ rộng. Landsat - 8 có 2 kênh phổ nhiệt nằm trong vùng kênh phổ nhiệt của Landsat - 5 và Landsat - 7+ (Hình 1).

Chi tiết nội dung bài báo tập trung vào 3 giải pháp nhằm nâng cao độ chính xác xác định nhiệt bề mặt đất T_s, đó là: 1/ Nội suy nhiệt độ không khí T_a đo tự động trên trạm khí tượng theo khoảng giãn cách thời gian là 6h (hoặc 3h) trong ngày về thời điểm thu nhận ảnh. 2/ Xác định hàm lượng hơi nước WV (water vapor) trực tiếp từ 2 kênh ảnh TIR10 và TIR11. 3/ Hiệu chỉnh T_s tính từ ảnh Landsat - 8 nhờ T_a có tính đến ảnh hưởng yếu tố địa hình và góc tới từ Mặt Trời.

2. KHU VỰC, TƯ LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP

2.1. Khu vực và tư liệu

Ảnh Landsat - 8 ngày 31/10/2018 tại thời điểm 10h14’09.3” có các kênh ảnh với độ phân giải không gian 30m ở dải phổ nhìn thấy: G, B, R, NIR, và 2 kênh ảnh nhiệt 10 và 11 (TIR 10 & TIR 11). Ảnh tổ hợp mầu RGB để mắt dễ cảm nhận. Hai kênh R và NIR để tạo ảnh chỉ số thực vật NDVI. Hai kênh TIR 10, TIR 11 để tính nhiệt bề mặt T_s.



Hình 2. Ảnh Landsat - 8 ngày 31/10/2018 và vị trí các trạm khí tượng (chấm màu xanh)

Dưới đây là trích đoạn về số liệu đo nhiệt độ tự động trên 7 trạm khí tượng (Bảng 1).

Bảng 1. Số liệu đo nhiệt độ tự động trên 7 trạm khí tượng ngày 31/10/2018

STT	Tên	Giờ đo	Ta [ºC]	STT	Tên	Giờ đo	Ta [ºC]
1	TRA NOC	0	24,7	5 (6)	CAN THO	0	24,3
		6	29,9			3	28,2
		12	27,5			6	31,1
		18	25,4			9	30,8
2	BA TRI	0	23,4	6 (8)	SOC TRANG	0	24,9
		6	30,7			6	31,0
		12	26,5			12	28,0
		18	24,3			18	25,5
3 (4)	CAO LANH	0	24,4	7 (10)	BAC LIEU	0	25,6
		6	29,9			6	31,4
		12	28,8			12	27,4
		18	26,0			18	24,3
4 (7)	MY THO	0	21,9				
		6	31,1				
		12	27,8				
		18	24,7				

2.2. Phương pháp xác định nhiệt bề mặt T_s

Nghiên cứu dưới đây sử dụng thuật toán SW để ước tính T_s từ Landsat - 8 băng tần TIR có độ phân giải không gian là 30 m. Hai dải TIRS (kênh 10 và 11) và bốn dải OLI (kênh 2 đến 5) được sử dụng để tính giá trị phát xạ bề mặt LSE (land surface emissivity) bằng cách sử dụng lớp phủ thực vật phân đoạn FVC hay ký hiệu P_v (fractional vegetation cover) để ước tính T_s. Trước tiên, thuật toán SW yêu cầu cần tính nhiệt độ độ sáng TB (brightness temperature) cho việc truy xuất LST. Biểu thức toán học cho T_s có thể được biểu thị như sau:

$$T_s = TB_{10} + C_1(TB_{10} - TB_{11}) + C_2(TB_{10} - TB_{11})^2 + C_0 + (C_3 + C_4 W)(1-m) + (C_5 + C_6 W)\Delta m \quad (1)$$

Trong đó: C_0 đến C_6 là giá trị hệ số SW, TB10 và TB11 là nhiệt độ sáng của dải 10 và 11 tính bằng Kelvin (K), m là giá trị trung bình của LSE của dải TIRS, hàm lượng hơi nước trong khí quyển W và Δm là hiệu số trong LSE của dải kênh 10 và 11. Các giá trị của hệ số SW được đưa ra trong Bảng 1 [5, 6, 10].

Bảng 1. Giá trị hệ số của phương pháp cửa sổ phân tách SW

Hệ số	C_0	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5	C_6
Giá trị	- 0,268	1,378	0,183	54,300	- 2,238	- 129,200	16,400

TB được ước tính cho các băng tần 10 và 11 như sau:

$$TB = K_2/(ln(K_1/L_\lambda + 1)) - 273.15 \quad (1)$$

$$L_\lambda = (\frac{L_{max} - L_{min}}{DN_{max_{min}}} \quad (2)$$

Với L_λ là bức xạ phổ ở đỉnh khí quyển tính bằng (watt/(m^2×srad×μm)), Lmax là bức

xạ phổ cực đại của các dải kênh tương ứng (10 hoặc 11) và Lmin là bức xạ phổ tối thiểu của các dải kênh tương ứng (10 hoặc 11). DNmax = (Qcalmax - Qcalmin) là hiệu số giữa chuẩn tối đa và tối thiểu của cảm biến.

NDVI sử dụng các giá trị NDVI (ngưỡng) nhất định để phân biệt giữa pixel đất (NDVI <NDVIs) và pixel của thảm thực vật đầy đủ (NDVI> NDVIv). Đối với những pixel bao gồm đất và thảm thực vật (pixel hỗn hợp, NDVIs≤NDVI≤NDVIv), phương pháp sử dụng phương trình đơn giản sau:

$$\varepsilon_\lambda \equiv \text{LSE}=\varepsilon_{v\lambda}\,\text{P}_v + \varepsilon_{s\lambda}(1\text{-P}_v)+\text{C}_\lambda \qquad (3)$$

Trong đó ε_v và ε_s lần lượt là độ phát xạ của thảm thực vật và đất, P_V là tỷ lệ của thảm thực vật (còn được gọi là lớp phủ thực vật phân đoạn, FVC), và C là thuật ngữ có tính đến hiệu ứng do độ nhám bề mặt (C = 0 đối với bề mặt phẳng). Trên các khu vực cụ thể, các giá trị $NDVI_v$ và $NDVI_s$ có thể được loại bỏ khỏi biểu đồ NDVI. Các giá trị $NDVI_v$ = 0,5 và $NDVI_s$ = 0,2 đã được các tác giả trong [7] đề xuất để áp dụng phương pháp trong điều kiện toàn cầu. Để có được các giá trị nhất quán của P_v, thì P_v bằng 0 cho các pixel có NDVI < $NDVI_s$ và bằng 1 cho các pixel có NDVI > $NDVI_v$. Khi NDVI > $NDVI_v$, pixel được cho là thực vật hoàn toàn (P_v = 1). Các giá trị hằng số điển hình của ε_v = 0,985 và C = 0,005 được cho là các loại pixel này. Với:

$$P_v = FVC = \left(\frac{NDVI-NDVI_S}{NDVI_{\max}-NDVI_S}\right)^2 \qquad (4)$$

Và

$$NDVI = \frac{Band_5-Band_4}{Band_5+Band_4} = \frac{\text{NIR-RED}}{\text{NIR+RED}} \qquad (5)$$

Bảng 2 giới thiệu giá trị trung bình phát xạ cho 2 kênh nhiệt TIR10 và TIR11 của Landsat - 8 đối với đất trống, thực vật, nước và các đối tượng hỗn hợp khác. Trong đó: ε_{iv}, ε_{in} là hệ số phát xạ của thực vật và của các đối tượng khác cho kênh TIR10 và TIR11 tương ứng.

Bảng 2. Phát xạ của đất trống (ε_s), thực vật (ε_v), nước (ε_w) và đối tượng khác (ε_{imix})

Trị phát xạ	Dải kênh 10	Dải kênh 11	NDVI
ε_s	0,971	0,977	0 < NDVI ≤ 0,20
ε_v	0,980	0,984	NDVI ≥ 0,50
ε_w	0,991	0,986	NDVI ≤ 0
ε_{imix}	$\varepsilon_{iv}p_v + \varepsilon_{in}(1-p_v) + (1-\varepsilon_{in})(1-p_v)F\varepsilon_{iv}$		0,2 < NDVI > 0,5

2.3. Các giải pháp nâng cao độ chính xác xác định T_s

2.3.1. Đồng bộ hóa số liệu quan trắc khí tượng nhiệt độ T_a theo thời điểm thu ảnh

Số liệu khí tượng ngoài thực địa, như nhiệt độ không khí T_a sẽ giúp chúng ta hiệu chỉnh nhiệt độ bề mặt trích xuất từ ảnh viễn thám. Vì vậy, bước quan trọng là cần đồng bộ thời gian số đo thực địa về thời điểm thu nhận ảnh. Gọi thời điểm thu nhận ảnh vào thời điểm t, thì chuỗi quan trắc nhiệt độ T_a trong ngày trên trạm khí tượng được nội suy về thời điểm t theo hàm số cos như sau:

$$T_{a,t} = T_m + A_t\cos[g(\text{t-t}_0)] \qquad (6)$$

Trong đó: T_m - nhiệt độ trung bình ngày theo cách tính của Khí Tượng, A_t - biên độ nhiệt độ; g là hệ số phụ thuộc vào vĩ tuyến khu vực khi đo nhiệt độ theo ngày (24 h) hay nửa ngày (12 h); t_o - mốc thời điểm t có bức xạ Mặt Trời đổ xuống mặt đất là lớn nhất (tỷ lệ với T_{amax}).

2.3.2. Loại bỏ ảnh hưởng hơi nước khí quyển

Khi sóng nhiệt phát xạ từ bề mặt đất đi về đầu thu sẽ bị hơi nước trong khí quyển hấp thụ. Vì vậy nếu không loại bỏ ảnh hưởng sự hấp thụ nhiệt của hơi nước trong khí quyển chúng ta sẽ mắc phải sai số lớn khi trích xuất T_s từ ảnh viễn thám (công thức (1)). Tham số WV có thể được xác định từ số đo độ ẩm tương đối (RH %), áp suất khí quyển (P) và nhiệt độ Ta trên trạm khí tượng. Trong phần này chúng tôi sử dụng 2 kênh TIR của Landsat - 8 để trích xuất WV [3]. Tóm tắt thuật toán như dưới đây:

$$WV=c_0+c_1(\tau_j/\tau_i)+c_2(\tau_j/\tau_i)^2 \quad (7)$$

$$\tau_j/\tau_i=\frac{\varepsilon_i}{\varepsilon_j}R_{ji}\approx R_{ji}=\frac{\sum_{k=1}^{N}(T_{i,k}-\overline{T_i})(T_{j,k}-\overline{T_j})}{\sum_{k=1}^{N}(T_{i,k}-\overline{T_i})^2} \quad (8)$$

$$\tau_i/\tau_j\approx R_{ij}=\frac{\sum_{k=1}^{N}(T_{i,k}-\overline{T_i})(T_{j,k}-\overline{T_j})}{\sum_{k=1}^{N}(T_{j,k}-\overline{T_j})^2} \quad (9)$$

Trong đó c là hệ số nhận được từ dữ liệu mô phỏng; τ là tham số truyền qua khí quyển hiệu dụng của kênh tương thích, trong đó các ký hiệu i và j lần lượt đại diện cho kênh dải thứ nhất (TIR10) và thứ hai (TIR11) của thiết bị TIRS; ε là độ phát xạ của dải, trong khi tỷ lệ phát xạ $\varepsilon_i/\varepsilon_j$ được giả định bằng 1; N là số điểm ảnh liền kề (không bao gồm điểm ảnh có mây) trong kích thước cửa sổ không gian là n (tức là N = n × n); $T_{i,k}$ và $T_{j,k}$ lần lượt là nhiệt độ sáng (K) của dải i và j tại đỉnh khí quyển (TOA) đối với pixel thứ k; và $\overline{T_i}$, $\overline{T_j}$ là nhiệt độ sáng trung bình hoặc trung bình của N pixel cho hai kênh dải. Tích $\chi^2 = R_{ij}.R_{ij}$ là chỉ số về độ chính xác của việc trích xuất.

Mối quan hệ giữa ước tính tham số truyền qua khí quyển của Landsat - 8 TIRS và hơi nước trong khí quyển thông qua mô phỏng bằng phần mềm MORTRAN 4.0 sử dụng các thông số của khí quyển trong mùa hè ở vĩ độ trung bình Trái đất. Dữ liệu mô phỏng tham số truyền qua khí quyển τ phụ thuộc vào hàm lượng hơi nước có trong khí quyển được liệt kê trong Bảng 3.

Bảng 3. Tính phụ thuộc τ vào WV

Hàm lượng WV (g.cm^{-2})	**τ_{10} (TIR10)**	**τ_{11} (TIR11)**	**Hàm lượng WV (g.cm^{-2})**	**τ_{10} (TIR10)**	**τ_{11} (TIR11)**
0,5	0,93542	0,89660	…	…	…
0,7	0,92217	0,87220	2,5	0,70983	0,58229
1,0	0,89869	0,83372	2,6	0,69546	0,56512
1,5	0,85015	0,76266	2,7	0,72401	0,59941
…	…	…	2,9	0,66622	0,53084
2,0	0,79117	0,68360	3,0	0,65140	0,51378

Đối với bầu khí quyển có độ ẩm vừa phải đến độ ẩm cao, WV được mô phỏng bằng

MORTRAN 4.0 trên 946 mặt cắt khí quyển có dạng:

$$WV = -0{,}97(\tau_j/\tau_i)^2 - 0{,}232(\tau_j/\tau_i) + 9{,}407 \quad (10)$$

2.3.3. Hiệu chỉnh giá trị tính T_s *do yếu tố địa hình và góc tới*

Góc cao Mặt Trời và độ chênh cao địa hình ảnh hưởng tới các *tia tới* (góc tới) từ Mặt Trời đi tới bề mặt đất. Góc tới được định nghĩa là góc hợp bởi giữa tia tới Mặt Trời và đường pháp tuyến (đường vuông góc) của phần tử bề mặt (pixel) địa hình tại một điểm (pixel). Góc tới (ký hiệu là θ) còn phụ thuộc vào ngày DOY (day of year) trong năm của Mặt Trời, góc giờ Mặt Trời (ω), vĩ tuyến (latitude - φ) của địa hình được chiếu sáng, độ dốc (s) và hướng dốc (γ) của phần tử (pixel) bề mặt địa hình. Dạng tổng quát của hàm tại thời điểm ảnh vệ tinh *t* như sau:

$$\theta = \arccos[\delta(\mathrm{DOY}), \phi, s, \gamma, \omega(t, DOY, \lambda_h, \lambda_a)] \quad (11)$$

Trong đó: δ - góc nghiêng của đường nối giữa tâm Mặt Trời với tâm Trái Đất so với mặt phẳng xích đạo Trái Đất, λ_h - kinh tuyến trung tâm múi giờ (Việt Nam), λ_a - kinh tuyến tâm điểm của tấm ảnh.

Chúng ta nhận thấy: nhiệt độ không khí T_a trên trạm khí tượng là hàm số của 4 biến độc lập, đó là: độ chêch cao địa hình, DEM; chỉ số thực vật, NDVI, góc tới θ và nhiệt độ bề mặt T_s. Hàm hồi quy đa biến (4 biến) của T_a được viết như sau:

$$T_a = a.T_s + b.DEM + c.NDVI + d.\theta + e \quad (12)$$

Hay:

$$\Delta T = T_s - T_a = k_1.DEM + k_2.NDVI + k_3.\theta + k_0 \quad (13)$$

Trong đó: a, b, c, d, e; k_i (i = 0, 1, 2, 3) là các hệ số ẩn số cần xác định, dựa vào một số điểm khí tượng khi biết nhiệt độ T_a tại các điểm đó. Sau khi xác định các hệ số ẩn số từ một số điểm quan trắc khí tượng, chúng ta sẽ tính ảnh nhiệt độ T_a cho toàn khu vực và phân tích đánh giá độ chính xác nhận được.

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

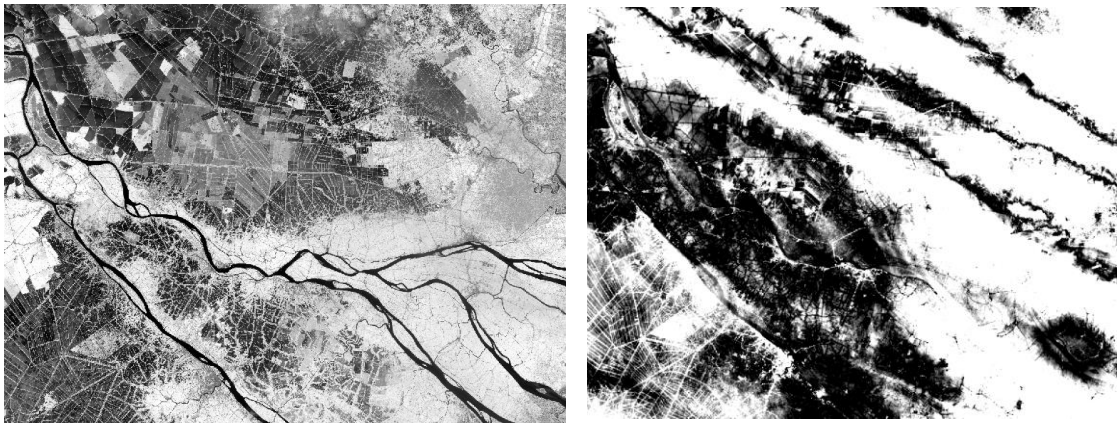
1/ Để tính nhiệt độ không khí T_a cho toàn tấm ảnh nhiệt Landsat - 8 từ nhiệt độ bề mặt đất T_s theo (1), trước tiên cần nội suy nhiệt độ không khí T_a đo tại 7 điểm khí tượng (Bảng 1) về ảnh vệ tinh ngày **31/10/2018** vào thời điểm **t = 10h14'09,3''** theo hàm số cos (5). Kết quả nội suy nhiệt độ không khí $T_{a,t}$ vào thời điểm thu nhận ảnh vệ tinh t tại các điểm khí tượng được ghi ở cột (5) trên Bảng 4.

Bảng 4. Nhiệt độ không khí trên trạm khí tượng tại thời điểm t = 10h14'09,3''

Trạm Khí/Tg		**T_m**	**A_t**	**$\alpha = [g(t_i - t_o)]$**	**$T_{a,t}$**
1	Cao Lãnh	27,15	5,5	- 0,723635	31,294
2	Mỹ Tho	26,5	9,2	- 0,723635	33,431
3	Trà Nóc	27,3	5,2	- 0,723635	31,218
4	Ba Tri	27,05	7,3	- 0,723635	32,550
5	Cần Thơ	27,35	7,5	- 0,723635	33,001
6	Sóc Trăng	27,95	6,1	- 0,723635	32,546
7	Bạc Liêu	27,85	7,1	- 0,723635	33,199

* $T_{a,t}$ - *nhiệt độ không khí nội suy trên trạm khí tượng vào thời điểm t thu nhận ảnh.*

2/ Trích xuất phát xạ mặt ε và hơi nước khí quyển WV



Hình 3. Ảnh phát xạ ε (bên trái) và hơi nước WV (bên phải)

3/ Trích xuất nhiệt bề măt T_s:

◊ Trên cơ sở công thức (1) và hai tham số là phát xạ bề mặt ε và hơi nước khí quyển WV trích xuất ở điểm 2, nhiệt độ bề mặt T_s khu vực khảo sát được xác định từ ảnh. Giá trị nhiệt độ bề mặt trên 7 điểm quan trắc khí tượng được đọc và ghi *ở cột (5) Bảng 5;* hiệu số giữa nhiệt bề mặt trích xuất từ ảnh so với nhiệt độ không khí được ghi ở *cột (7) Bảng 5*.

◊ Bước tiếp theo là hiệu chỉnh nhiệt độ T_s do ảnh hưởng của yếu tố địa hình (độ cao từ DEM, NDVI) và góc tới từ Mặt Trời (θ) dựa vào công thức (8) và (9). Các đại lượng được ghi ở Bảng 5 cho 7 trạm khí tượng. Lưu ý rằng độ cao từ DEM của các trạm khí tượng được chuẩn hóa (c/h) theo độ cao trung bình.

Quan hệ giữa T_s và T_a theo công thức (9.2) nhận được:

$$\Delta T = T_s - T_a = 2{,}015.DEM - 9{,}367.NDVI - 366.097.\theta + 247{,}008 \ (R^2 = 0.38) \quad (10)$$

Bảng 5. Các đại lượng trên 7 trạm khí tượng để hiệu chỉnh nhiệt độ bề mặt T_s trích xuất từ ảnh.

Trạm k/t	**DEM(c/h) (-)**	**NDVI (-)**	**Góc (θ)** (radian)	**T_s** (^oC)	**$T_{a,t}$** (^oC)	**(T_s - $T_{a,t}$)=ΔT** (^oC)	**DEM** (m)
(1)	*(2)*	*(3)*	*(4)*	*(5)*	*(6)*	*(7)=(5) - (6)*	*(8)*
Cao Lãnh	1,28676	0,52593	0,68086	29,1956	31,294	- 2,0984	7
Mỹ Tho	1,47059	0,27905	0,67916	34,3275	33,431	0,8965	8
Trà Nóc	0,91912	0,3406	0,67694	33,5882	31,218	2,3702	5
Ba Tri	0,73529	0,5603	0,67685	26,6109	32,55	- 5,9391	4
Cần Thơ	0,91912	0,20777	0,67721	32,1487	33,001	- 0,8523	5
Sóc Trăng	0,73529	0,16118	0,67293	36,2817	32,546	3,7357	4
Bạc Liêu	0,73529	0,49475	0,67659	31,983	33,199	- 1,216	4

***** *(c/h) - chuẩn hóa; $T_{a,t}$ - nhiệt độ không khí nội suy tại trạm khí tượng.*

Chúng ta nhận thấy hệ số đứng trước DEM là nhỏ nhất so với các hệ số đứng trước NDVI và θ. Điều đó chứng tỏ ảnh hưởng do độ chênh cao giữa các điểm ở đồng bằng thấp nên tác động tới nhiệt độ không đủ mạnh. Trong khi đó tác động của góc tới θ là đáng kể nhất sau đó là thảm thực vật, NDVI. Phương trình cuối cùng chúng ta nhận được:

$$\Delta T = -15{,}071.NDVI - 64.336.\theta + 48{,}658 \quad (R^2 = 0{,}618,\ R = 0{,}786) \qquad (11)$$

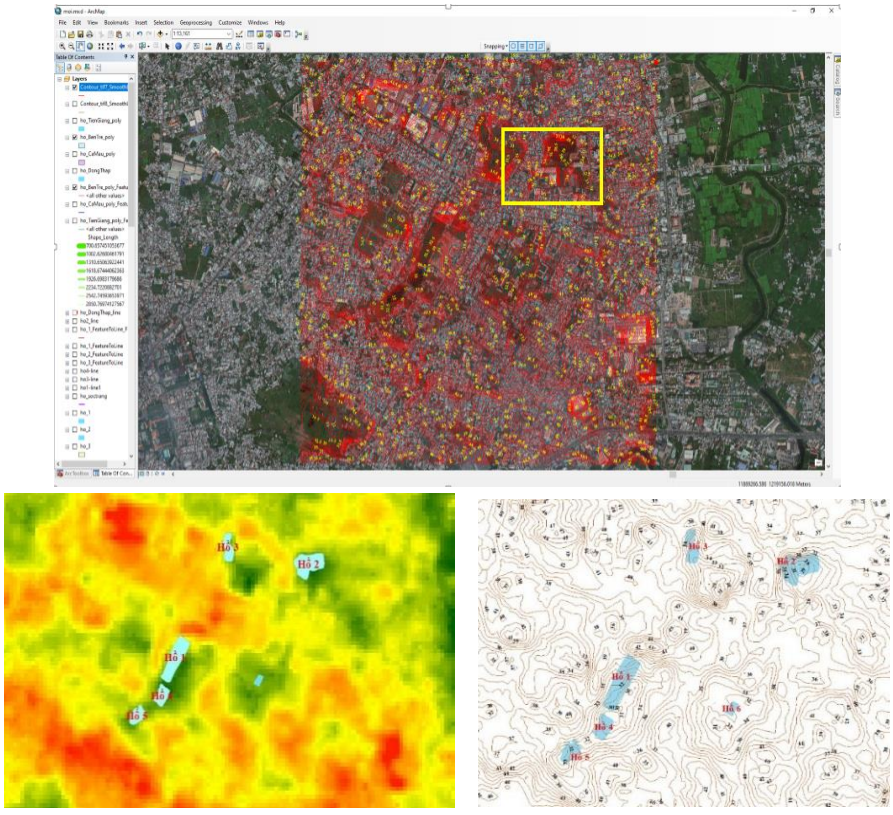
Kết quả tính $\Delta T = (T_s - T_a)$ theo Mô hình (11) được thống kê ở cột *(4)* trên Bảng 6 dựa vào NDVI và θ ghi ở Bảng 5. Sau đó tính $T_{s,a}$(hc), T_a(bis) và δT_a ở cột (7), (8) và (9) trong Bảng 6. Cuối cùng tính sai số trung phương (SSTP) nhiệt độ không khí trên 7 trạm khí tượng của Mô hình (11).

Bảng 6. Tính sai số trung phương (SSTP) của nhiệt độ không khí trên trạm khí tượng

Trạm k/t	**NDVI**	**Góc (θ)**	**ΔT** (mh11)	**T_a**	**T_s**	**T_s**(hc)	**T_a**(bis)	**δT_a** [ºC]
(1)	*(2)*	*(3)*	*(4)*	*(5)*	*(6)*	*(7)=(4)+(5)*	*(8)=(6)-(4)*	*(9)=(5)-(8)*
Cao Lãnh	0,52593	0,68086	- 3,072	31,294	29,196	28,222	32,268	- 0,974
Mỹ Tho	0,27905	0,67916	0,758	33,431	34,328	34,189	33,570	- 0,138
Trà Nóc	0,3406	0,67694	- 0,027	31,218	33,588	31,191	33,615	- 2,397
Ba Tri	0,5603	0,67685	- 3,332	32,550	26,611	29,218	29,943	2,607
Cần Thơ	0,20777	0,67721	1,958	33,001	32,149	34,959	30,191	2,810
Sóc Trăng	0,16118	0,67293	2,935	32,546	36,282	35,481	33,346	- 0,800
Bạc Liêu	0,49475	0,67659	- 2,327	33,199	31,983	30,872	34,310	- 1,111
				32,462	**32,019**	**32,018**	**SSTP:**	**1,82 (5,61%)**

**** Giải thích:** (mh11) - Mô hình số 11; (hc) - được hiệu chỉnh; (kt) - trạm khí tượng.*

Bảng 6 cho chúng ta thấy khi T_a(bis) tính theo (9.2) sẽ có SSTP so với T_a gốc đo trên trạm khí tượng là 1,82 ºC tương đương với 5,61%. Điều này cũng có nghĩa là nhiệt độ bề mặt trích xuất từ ảnh viễn thám sau khi hiệu chỉnh bằng công thức (9.2), T_s(hc) sẽ có độ chính xác như vậy; bởi vì chúng ta không có số đo thực địa nhiệt độ bề mặt, mà phải "nhờ" trị đo nhiệt độ không khí trên trạm khí tượng.



Hình 4. Một góc ảnh nhiệt bề mặt T_s TP. HCM (hàng trên) với góc nhỏ ảnh mầu cấp độ nhiệt (dưới - trái) và đường đẳng nhiệt có bước nhảy 1 ^oC (dưới - phải).

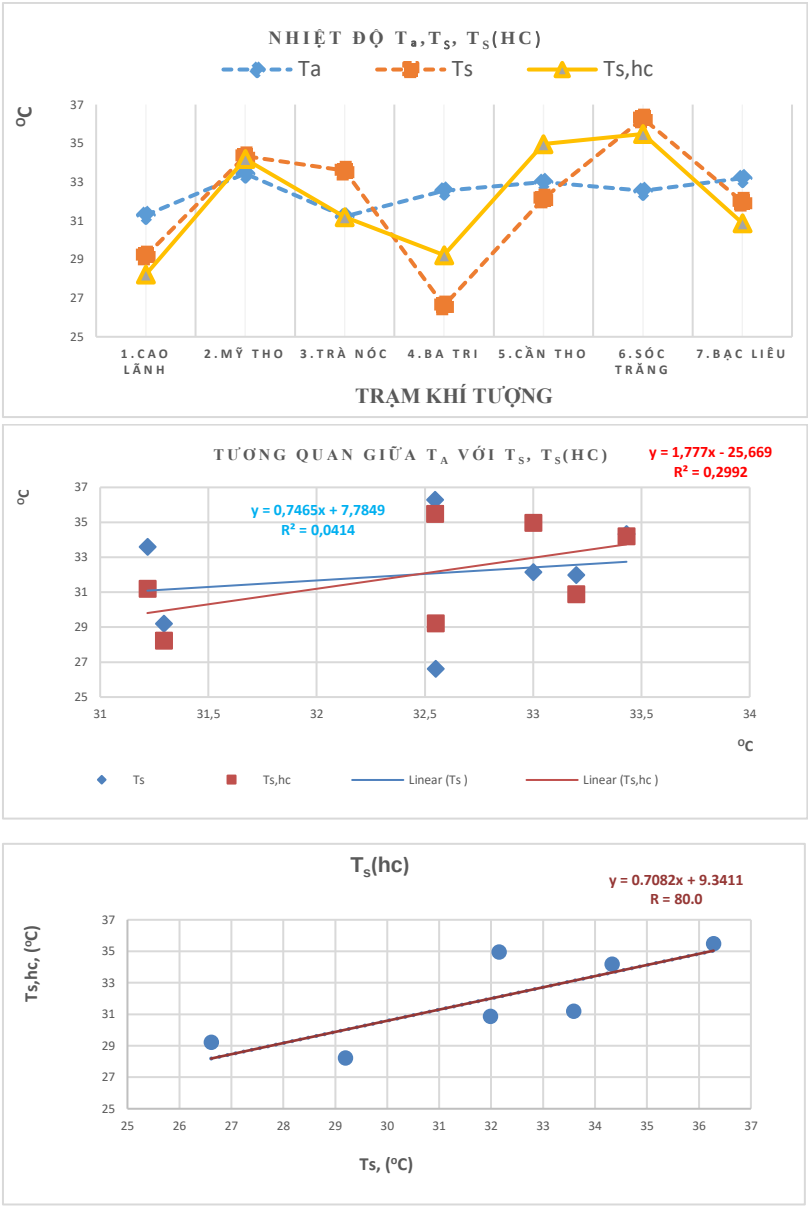
Bảng 7. So sánh giữa hệ số tương quan R và sai số của T_s, T_s(hc) với T_a và giữa T_s(hc) với T_s

	T_a	**T_s**	T_s(hc)	**m_{Ts}**	**$m_{Ts,hc}$**	**($m_{Ts,hc}$ - m_{Ts})/T_a**	**$m_{Ts,hc}$; $m_{Ts,hc}$/T_s**
T_a	1	0,203	0,547	2982	2,360	- 0,622; **(- 21%)**	
T_s	0,203	1	0,800		1,823		1,824; **(5,7%)**
T_s(hc)	0,547	0, 800	1				

Biểu diễn đồ giải biến thiên T_a, T_s, T_s(hc) trên 7 trạm khí tượng và mối tương quan chéo giữa chúng từ Bảng 6 được giới thiệu trên Hình 5.

Bảng 7 thống kê hệ số tương quan R và SST của T_s và T_s(hc) đối với T_a cho ta thấy: R giữa T_s(hc) và T_a cải thiện đáng kể (bằng 0,547), tăng 2,7 lần; SSTP của T_s(hc) ($m_{s,hc}$) bằng 2,560 ^oC so với (m_{Ts}) giảm đi 0,622, tương đương với 21%. Nếu so sánh trước khi T_s và sau khi hiệu chỉnh T_s(hc), ta có SSTP bằng 1,824 ^oC, tương đương bằng 5,7% và giữa chúng có hệ số tương quan R = 0,79.

Qua so sánh ở trên chứng tỏ mô hình hiệu chỉnh theo công thức (11) có quan tâm tới độ phủ thảm thực vật thông qua chỉ số NDVI và góc tới sẽ cải thiện độ chính xác và độ tin cậy.



Hình 5. Biến thiên nhiệt độ không khí trên 7 trạm khí tượng: T_a, T_s, T_s(hc) (bên trái) và tương quan chéo giữa T_a, T_s và T_s(hc) (bên phải).

4. KẾT LUẬN

Bài báo đã đề cập tới vấn đề thực tế nhằm nâng cao độ chính xác trích xuất nhiệt độ bề mặt đất T_s từ ảnh vệ tinh Landsat - 8. Đây là lợi thế của đầu thu có hai kênh nhiệt TIR so với đầu thu chỉ có 1 kênh TIR. Khi chúng ta tiến hành xác định nhiệt độ bề mặt đất trên khu vực rộng lớn (như kích thước ảnh Landsat 8 là 185 x 185 km) mà không có dữ liệu đo nhiệt độ bề mặt ngoại nghiệp, chúng ta chỉ có số lượng ít các điểm quan trắc nhiệt độ T_a tại trạm khí tượng (ở đây là 7 điểm) thì bằng các giải pháp ở trên, cho phép chúng ta nâng cao độ chính xác xác định nhiệt độ bề mặt đất T_s lên thêm 21% và hệ số tương quan giữa T_s(hc) và T_a sẽ tăng lên đáng kể (R = 0,80).

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. Becker, F.; Li, Z.L. Towards a local split - window method over land surfaces. Int. J. Remote Sens. 1990, 11, 369 - 393.

[2]. Becker, F. The impact of spectral emissivity on the measurement of land surface temperature from a satellite. Int. J. Remote Sens. 1987, 8, 1509 - 1522.

[3]. Huazhong Ren, Chen Du, Rongyuan Liu, Qiming Qin, Guangjian Yan, Zhao - Liang Li, Jinjie Meng. 2015. Atmospheric water vapor retrieval from Landsat - 8 thermal infrared images. Journal of Geophysical Research: Atmospheres. DOI: 10.1002/2014JD022619.

[4]. Li, Z.L.; Tang, B.H.; Wu, H.; Ren, H.; Yan, G.; Wan, Z.; Trigo, I.F.; Sobrino, J.A. Satellite - derived land surface temperature: Current status and perspectives. Remote Sens. Environ. 2013, 131, 14 - 37.

[5]. Skokovic D, Sobrino JA, JiménezMuñoz JC, SoriaG, Julien Y,Mattar C, Cristóbal J (2014) Calibration and validation of land surface temperature for Landsat8 - TIRS sensor TIRS Landsat - 8 characteristics. L Prod Valid Evol ESA/ESRIN 27.

[6]. Sobrino J.A, El Kharraz J, Li ZL (2003) Surface temperature and water vapor retrieval from MODIS data. Int J Remote Sens 24:5161 - 5182.

[7]. Sobrino J. A. and N. Raissouni, "Toward remote sensing methods for landcover dynamic monitoring: Application to Morocco,"Int. J. Remote Sens., vol. 21, no. 2, pp. 353 - 366, Jan. 2000.

[8]. Wan Z, Dozier J (1996) A generalized split - window algorithmfor retrieving land - surface temperature from space. IEEE Trans. Geosci. Remote Sens 34:892 - 905.

[9]. Wan Z, Li Z (1997) A physics - based algorithm for retrieving land - surface emissivity and temperature from EOS/MODIS data. IEEE Trans. Geoscience Remote Sens 4:980 - 996.

[10]. Zhao S, Qin Q, Yang Y, Xiong Y, Qiu G (2009) Comparison of two split - window methods for retrieving land surface temperature from MODIS data. J Earth Syst Sci 118:345 - 353. https://doi.org/10.1007/s12040 - 009 - 0027 - 4.

SỬ DỤNG KỸ THUẬT PHÂN TÍCH CẤU TRÚC TRÊN DỮ LIỆU ẢNH LANDSAT TRONG NGHIÊN CỨU BIẾN ĐỘNG DIỆN TÍCH RỪNG THÔNG TẠI THÀNH PHỐ ĐÀ LẠT, TỈNH LÂM ĐỒNG, GIAI ĐOẠN 2008 - 2020

Nguyễn Trường Ngân[1], Đoàn Thanh Trúc[2]

[1]Đại học Bách khoa - ĐHQG TP HCM

[2]Đại học Khoa học Tự nhiên - ĐHQG TP HCM

Ngày nhận bài: 01/8/2021 - Ngày phản biện: 01/8/2021 - Ngày chấp nhận đăng: 15/08/2021

Tóm tắt. *Năm 2008, tỉnh Lâm Đồng đã ban hành Quyết định số 450/QĐ-UBND phê duyệt quy hoạch đất rừng chuyển sang các mục đích sử dụng đất khác ngoài lâm nghiệp. Chủ trương này đã khiến cho diện tích rừng thông tại thành phố Đà Lạt bị biến động phức tạp. Bài báo khai thác dữ liệu ảnh vệ tinh LANDSAT để tính toán nên các ảnh chỉ số NDVI và ALBEDO. Kỹ thuật phân tích cấu trúc (texture analysis) với cửa sổ lọc 3x3 pixels được sử dụng để tạo các ảnh cấu trúc NDVI và ALBEDO. Ảnh cấu trúc NDVI dùng để phân định các lớp phủ đất gồm: rừng thông thưa, rừng thông dày, rừng lá rộng, cà phê và các lớp phủ khác. Sau đó, ảnh cấu trúc ALBEDO để tách lớp phủ cà phê ra khỏi lớp rừng thông dày. Độ chính xác phân loại được đánh giá thông qua 160 điểm khảo sát thực địa. Kết quả nghiên cứu cho thấy giai đoạn 2008 - 2020 độ che phủ rừng của Đà Lạt giảm từ 55,66% xuống 49,36%. Trong đó, diện tích rừng thông dày tăng thêm 2.515,5 ha. Tuy nhiên rừng thông thưa giảm 5.005 ha. Chỉ số Kappa đạt 0,82 chứng tỏ có sự đồng thuận rất tốt giữa phương pháp phân loại và mẫu thực địa thu thập được.*

Từ khóa: *phân tích cấu trúc, Landsat, NDVI, Albedo, Đà Lạt, rừng thông.*

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Năm 2004, hội nghị COP10 ban hành công ước về Đa dạng sinh học (CBD), trong đó tuyên bố "việc bảo vệ và phục hồi các dịch vụ hệ sinh thái là những mục tiêu được hoàn thành vào năm 2020". Đây là tiền đề cho tất cả những nghiên cứu phục hồi và bảo vệ các dịch vụ hệ sinh thái cơ bản về sau, trong đó trọng tâm là các hệ sinh thái (HST) rừng, hệ sinh thái biển và hệ sinh thái đất ướt.

Nước ta có 6 loài thông phân bố tự nhiên thì ở Đà Lạt đã có 5 loài. Vì thế, nơi này từ đầu thế kỷ trước đã được mệnh danh là "Chiếc nôi của cây thông". Rừng thông tại Đà Lạt có giá trị cao cả về mặt kinh tế, phòng hộ, môi trường, cảnh quan và nghệ thuật. Cây thông gắn liền với các tên gọi khác nhau của Đà Lạt như thành phố của ngàn thông, thành phố thông reo.

Tuy nhiên, diện tích rừng thông tại tỉnh Lâm Đồng nói chung và thành phố Đà Lạt

nói riêng đang ngày càng suy giảm. Có nhiều nguyên nhân dẫn đến tình trạng trên mà nổi bật là việc thực hiện chuyển đất lâm nghiệp sang các mục đích sử dụng khác ngoài lâm nghiệp kể từ năm 2008 theo quyết định 450/QĐ-UBND về quy hoạch lại ba loại rừng trên địa bàn tỉnh giai đoạn 2008 - 2020 [8]. Cùng với hàng loạt những hoạt động khai thác trái phép, đầu độc, đốn hạ thông. Theo kết quả thống kê của dự án USAID - LEAF năm 2010 [6], diện tích rừng lá kim (chủ đạo là rừng thông) của toàn tỉnh Lâm Đồng trong giai đoạn 1990 - 2010 đã giảm đi 44.875 ha (lớn hơn diện tích của thành phố Đà Lạt), trung bình mỗi năm tỉnh mất 2.243,75 ha rừng thông (tương đương diện tích một xã trung bình ở Việt Nam).

Theo kết quả nghiên cứu chưa đầy đủ của nhóm tác giả trường Đại học Nông Lâm TPHCM [3], năm 2008, rừng thông có tổng diện tích 20.123,44 ha, chiếm 51,45% diện tích Đà Lạt (rừng thông giàu 8.899,24 ha và rừng thông nghèo 11.224,2 ha). Chỉ trong 4 năm (2008 - 2011), diện tích rừng thông của thành phố Đà Lạt đã giảm đi 519 ha (tương đương 1,32% diện tích Đà Lạt). Đây là những con số rất đáng lo ngại về suy giảm diện tích rừng thông tại tỉnh Lâm Đồng. Điều này đòi hỏi các nghiên cứu chuyên sâu về quá trình biến động diện tích và lý giải nguyên nhân đầy đủ cho các biến động này.

Trên cơ sở tính cấp thiết nêu trên, đề tài được thực hiện căn cứ vào phương pháp giải đoán ảnh viễn thám đa thời gian để phân loại rừng thông, dựa vào chỉ số NDVI và ALBEDO, xử lý bằng kỹ thuật phân tích cấu trúc (Texture Analysis). Để thể hiện kết quả, đề tài ứng dụng công cụ GIS để thành lập bản đồ biến động diện tích rừng thông giai đoạn 2008 - 2020.

2. DỮ LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

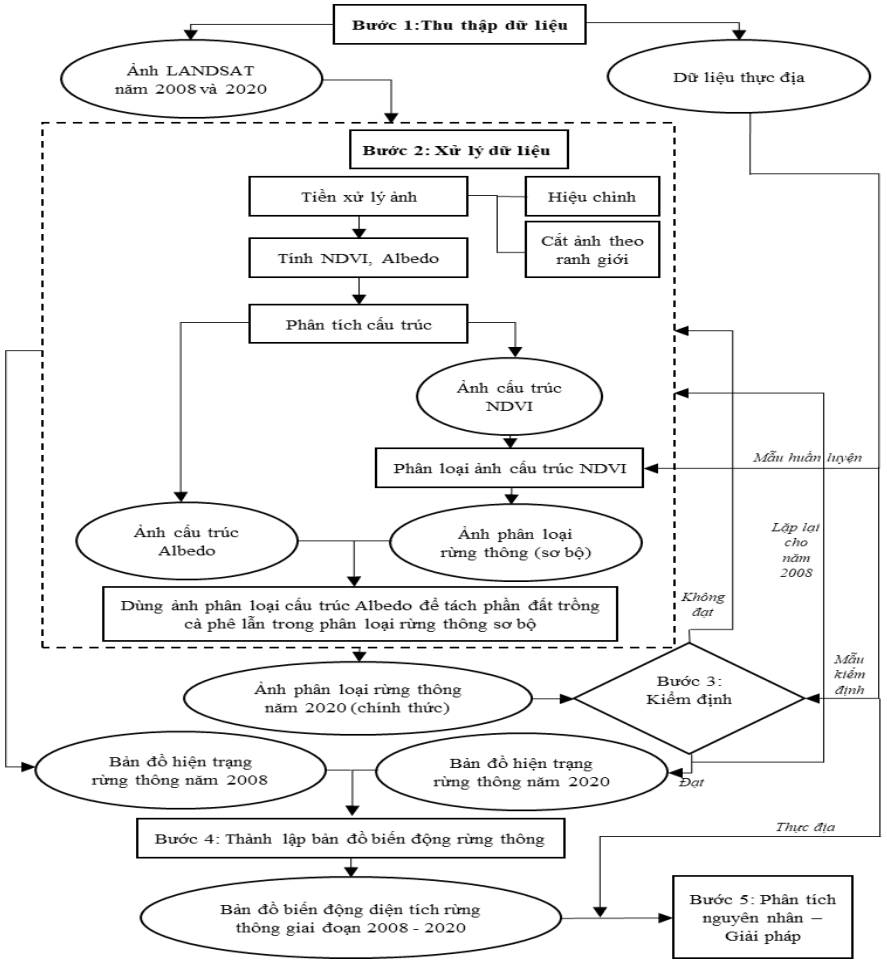
Lưu đồ phương pháp nghiên cứu bao gồm 5 bước chính như Hình 1. Bước thứ nhất thu thập dữ liệu thực địa thông qua 3 giai đoạn: giai đoạn 1 từ ngày 24 - 26/03/2020 thu thập 97 mẫu huấn luyện, giai đoạn 2 từ ngày 15 - 17/04/2020 thu thập 160 mẫu kiểm định mô hình, và giai đoạn 3 từ ngày 21 - 22/09/2020 kiểm tra kết quả biến động. Bước thứ hai, xử lý hai ảnh vệ tinh gồm: ảnh Landsat 5 chụp ngày 03/04/2008 và ảnh Landsat 8 chụp ngày 15/01/2020. Kỹ thuật phân tích cấu trúc sẽ được áp dụng trên các ảnh chỉ số NDVI và ALBEDO. Sau đó, các ảnh cấu trúc sẽ được sử dụng để phân loại có kiểm định nhằm xác định diện tích rừng thông năm 2020. Mô hình phân loại có kết quả kiểm định đạt yêu cầu về chỉ số KAPPA sẽ được áp dụng để phân loại cho ảnh năm 2008. Các ảnh sau phân loại sẽ được chồng lớp trong ArcGIS để phân tích biến động và thành lập bản đồ biến động. Các khu vực có sự biến động lớn sẽ được khoanh định và khảo sát thực địa để kiểm tra và xác định nguyên nhân biến động.

2.1. Khu vực nghiên cứu

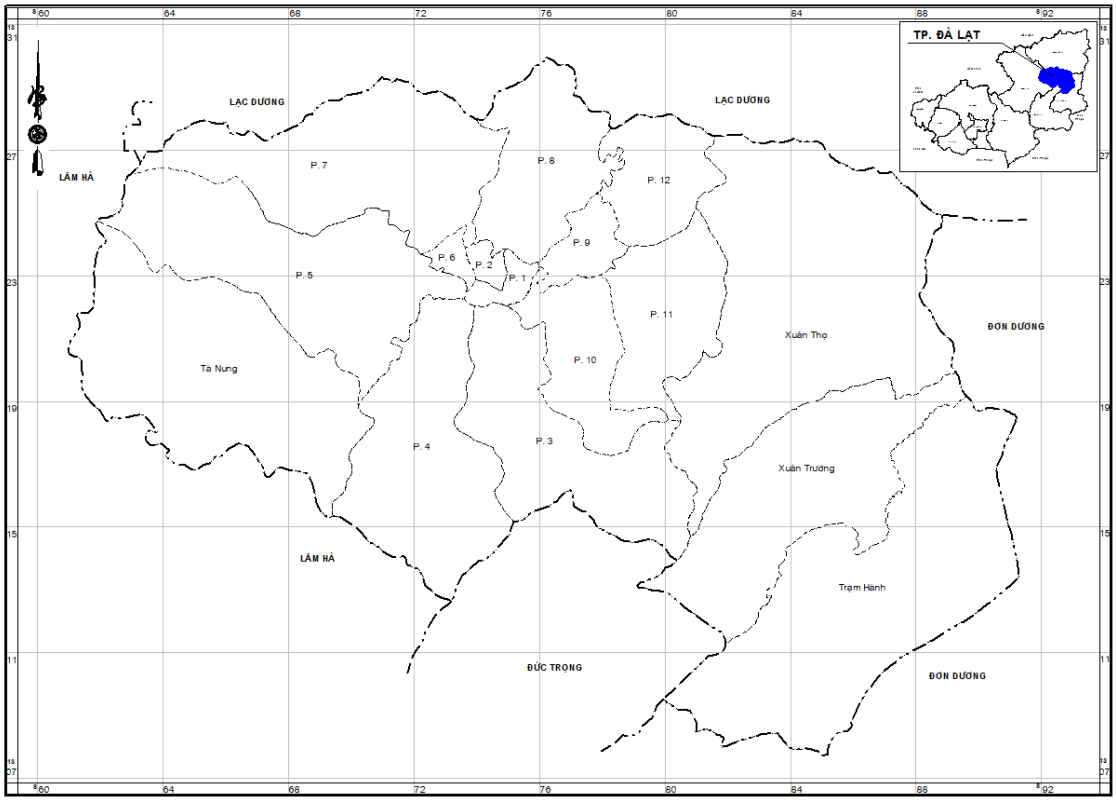
Thành phố Đà Lạt là phần cao nhất của cao nguyên Lang Biang. Tọa độ địa lý của Đà Lạt từ 108º18’53’’ đến 108º35’29’’ kinh độ đông và 11º48’28’’ đến 12º0’34’’ vĩ độ bắc. Độ cao trung bình so với mực nước biển khoảng 1,500 m (Hình 2). Thành phố Đà Lạt là trung tâm chính trị, hành chính, kinh tế, văn hóa, dịch vụ và là đầu mối giao lưu

kinh tế quan trọng của tỉnh Lâm Đồng. Thêm vào đó, Đà Lạt là một trong những trung tâm du lịch tham quan, nghỉ dưỡng, hội nghị, hội thảo và sinh thái của vùng Tây Nguyên, cả nước và khu vực. Thành phố Đà Lạt có tổng diện tích tự nhiên là 391,15 km^2, được chia thành 16 đơn vị hành chính cấp xã (12 phường được đánh số từ 1 đến 12 và 4 xã Tà Nung, Xuân Trường, Xuân Thọ, Trạm Hành).

Đà Lạt thuộc vùng khí hậu nhiệt đới gió mùa cận xích đạo. Tuy nhiên, do bị chi phối bởi quy luật đai cao nên khí hậu Đà Lạt có những đặc điểm khác biệt so với xung quanh: mát lạnh quanh năm, mưa nhiều, mùa khô ngắn, lượng bốc hơi thấp và không có bão. Những đặc trưng khí hậu nêu trên đã mang đến 3 lợi thế vô cùng to lớn cho Đà Lạt: tiềm năng du lịch nghỉ dưỡng, khả năng tái sinh rừng rất cao, và điều kiện tối thích cho bảo quản nông sản, đặc biệt là rau - hoa - quả. Rừng là nguồn tài nguyên thiên nhiên nổi bật và hết sức quý giá đối với Đà Lạt. Theo kết quả kiểm kê năm 2020 [7], thành phố Đà Lạt đang quản lý 19.886,5 ha đất rừng và 7.385,1 ha đất trồng cây lâu năm. Độ che phủ rừng của Đà Lạt là 50,84%.



Hình 1. Lưu đồ phương pháp nghiên cứu



Hình 2. Bản đồ khu vực nghiên cứu - TP. Đà Lạt, tỉnh Lâm Đồng

2.2. Thu thập dữ liệu

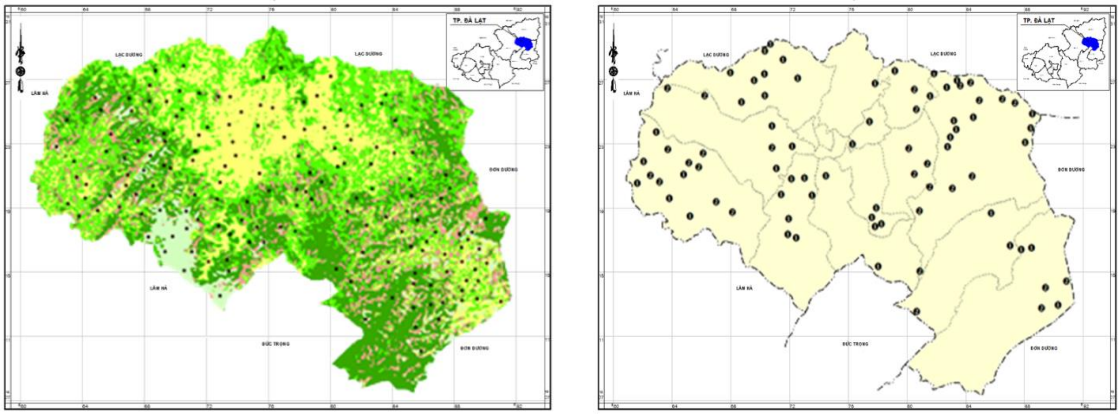
2.2.1. Dữ liệu khảo sát thực địa

Dữ liệu huấn luyện: theo Lillesand và Kiefer [5], mẫu huấn luyện phải độc lập với nguồn ảnh và với dữ liệu kiểm định. Theo kinh nghiệm, mỗi mẫu huấn luyện chứa từ 5 - 30 pixels. Trong bài báo này, mẫu huấn luyện được chọn là những khu vực đã xác định là rừng thông, cùng với các đối tượng có thể bị nhầm lẫn với rừng thông (có cùng ngưỡng NDVI) là cà phê, và rừng lá rộng. Bộ mẫu huấn luyện phải đảm bảo trải đều khắp khu vực nghiên cứu.

Dữ liệu kiểm định: dữ liệu đối chiếu có thể được thu thập bằng nhiều cách: sử dụng ảnh giải đoán, ảnh hàng không, video [4]. Trong nghiên cứu này, chúng tôi sử dụng 160 điểm khảo sát thực địa để kiểm định cho kết quả phân loại năm 2020. Kích thước mỗi điểm khảo sát tương đương với kích thước cửa sổ lọc (3 x 3 pixel = 8.100 m^2). Vị trí các điểm kiểm định được xác định theo nguyên tắc phân bổ đều trong phạm vi nghiên cứu.

Dữ liệu biến động: các vị trí khảo sát được xác định tại những khu vực có diện tích biến động lớn, dễ tiếp cận và định vị ngoài thực tế. Trong nghiên cứu này, chúng tôi xác định và khảo sát 82 vị trí biến động rừng thông.

Các vị trí kiểm định và khảo sát biến động được thể hiện như Hình 3.



a. Vị trí kiểm định kết quả phân loại *b. Vị trí khảo sát biến động rừng thông*

Hình 3. Vị trí khảo sát thực địa cho mục đích kiểm định kết quả phân loại và biến động

2.2.2. Dữ liệu ảnh viễn thám

Trong nghiên cứu này, dữ liệu Landsat 5 được sử dụng cho năm 2008 và Landsat 8 cho năm 2020. Đặc trưng về các kênh của hai loại dữ liệu này được thể hiện như Bảng 1.

Bảng 1. Các thông số ảnh Landsat 5 và Landsat 8

Landsat 5				**Landsat 8**		
Pixel (m)	**Bước sóng (µm)**	**Tên band**		**Tên band**	**Bước sóng (µm)**	**pixel (m)**
30	0,45 - 0,52	Blue	Band 1	CA	0,433 - 0,453	30
30	0,52 - 0,60	Green	Band 2	Blue	0,450 - 0,515	30
30	0,63 - 0,69	Red	Band 3	Green	0,525 - 0,600	30
30	0,76 - 0,90	NIR	Band 4	Red	0,630 - 0,680	30
30	1,55 - 1,75	SWIR - 1	Band 5	NIR	0,845 - 0,885	30
120	10,40 - 12,50	TIR	Band 6	SWIR - 1	1,560 - 1,660	30
30	2,08 - 2,35	SWIR - 2	Band 7	SWIR - 2	2,100 - 2,300	30

Nguồn: USGS, 2020

Dữ liệu Landsat được cung cấp miễn phí tại địa chỉ https://earthexplorer.usgs.gov/. Để chất lượng dữ liệu đảm bảo, chúng tôi lựa chọn thời điểm ảnh có độ che phủ mây nhỏ hơn 10%. Hai ảnh đáp ứng yêu cầu trên được chụp vào các ngày 03/04/2008 và 15/01/2020. Số hiệu các ảnh này được thể hiện như Bảng 2.

Bảng 2. Dữ liệu ảnh Landsat sử dụng trong nghiên cứu

Ảnh Landsat - 5 năm 2008	LT05_L1TP_124052_20080403_20161101_01_T1
Ảnh Landsat - 8 năm 2020	LC08 - L1TP - 124052 - 20200115 - 20200127 - 01 - T1

2.3. Xử lý dữ liệu

2.3.1. Tiền xử lý ảnh

Bước này được thực hiện trên ArcGIS. Các công đoạn tiền xử lý bao gồm: cắt ảnh và hiệu chỉnh khí quyển. Quá trình này khác nhau đối với hai ảnh.

(i) Landsat 5: hiệu chỉnh khí quyển được tiến hành qua 2 bước: chuyển đổi giá trị số (Digital Number - DN) sang giá trị bức xạ vật lý tại bộ cảm biến (L_λ) và chuyển giá trị bức xạ (L_λ) về giá trị phản xạ (ρ_λ). Các công thức chuyển đổi bao gồm:

$$L_\lambda = \frac{LMAX_\lambda - LMIN_\lambda}{DNMAX - DNMIN} \times (DN - DNMIN) + LMIN_\lambda \quad (1)$$

$$\rho_\lambda = \frac{\pi . L_\lambda . d^2}{ESUN_\lambda . cos\theta_s} \quad (2)$$

Trong đó: DN: giá trị số trên ảnh (Digital Number)

DNMIN: giá trị số nhỏ nhất, = 1 đối với ảnh chụp sau 04/04/2004.

DNMAX: giá trị số lớn nhất, = 255.

L_λ: giá trị bức xạ phổ tại ống kính của sensor (watts/(m^2*sr*μm))

$LMIN_\lambda$: giá trị bức xạ phổ nhỏ nhất.

$LMAX_\lambda$: giá trị bức xạ phổ lớn nhất

ρ_λ: suất phản xạ (không thứ nguyên)

$ESUN_\lambda$: bức xạ mặt trời trung bình ngoài khí quyển.

d: khoảng cách từ mặt trời đến trái đất (AU).

θ_s: góc thiên đỉnh (độ).

(ii) Landsat 8: quá trình hiệu chỉnh đơn giản hơn, dựa vào file metadata kèm theo ảnh và áp dụng công thức chuyển đổi (3) sau đây.

$$\rho_\lambda = \frac{M_\rho . DN + A_\rho}{sin\theta_s} \quad (3)$$

Trong đó: M_ρ: giá trị REFLECTANCE_MULT_BAND_n (n là kênh ảnh)

A_ρ: giá trị REFLECTANCE_ADD_BAND_n (n là kênh ảnh)

2.3.2. Tính toán các chỉ số

Các chỉ số thực vật khác biệt chuẩn hóa NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) và chỉ số trung bình phản xạ ALBEDO [2] được tính toán theo công thức (4) và (5).

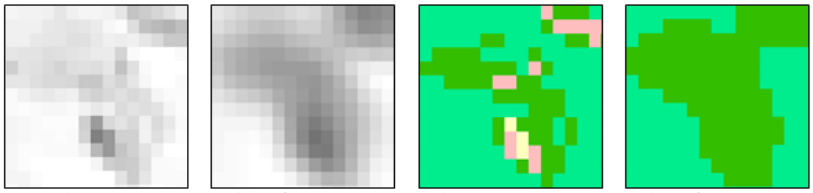
$$\text{NDVI} = \frac{\text{NIR} - \text{RED}}{\text{NIR} + \text{RED}} \quad (4)$$

$$ALBEDO = \frac{0{,}356B + 0{,}130R + 0{,}373NIR + 0{,}085SWIR1 + 0{,}072SWIR2 - 0{,}0018}{0{,}356 + 0{,}130 + 0{,}373 + 0{,}085 + 0{,}072} \quad (5)$$

2.3.3. Phân tích cấu trúc

Kỹ thuật Texture Analysis được chia ra làm 4 nhóm phương pháp, bao gồm: Statistical Methods (phương pháp thống kê), Model - based Methods (phương pháp dựa trên mô hình), Geometrical Methods (phương pháp hình học), Signal Processing Methods (phương pháp xử lý tín hiệu). Trong đó phổ biến hơn hết là phương pháp Signal Processing Methods với việc thiết kế và sử dụng các cửa sổ lọc để phục vụ cho việc xác định các đối tượng. Các chỉ số thường được dùng với cửa sổ lọc như Min, Max, Mean, Standard Deviation, Angular Second Moment, Contrast, Correlation, Dissimilarity, Entropy...

Bài báo này sử dụng phương pháp xử lý tín hiệu với chỉ số giá trị trung bình Mean. Tiến trình phân tích cấu trúc được thực hiện bằng module TEX của phần mềm PCI Geomatica. Phân tích cấu trúc giúp loại bỏ những sai lệch do bị nhiễu tại các pixel ở các vùng giáp ranh của đối tượng. Lấy ví dụ, một khu vực rừng thông được mô tả như Hình 4, nếu phân loại trực tiếp ảnh NDVI thì các đối tượng rừng thông nằm ở khu vực giáp ranh với rừng lá rộng đã bị phân loại nhầm sang mặt nước hoặc các lớp phủ khác (c). Nếu sử dụng ảnh cấu trúc NDVI trong phân loại thì kết quả sau phân loại đã chính xác hơn (d).



Hình 4. Ứng dụng phân tích cấu trúc trên ảnh NDVI thể hiện khu vực rừng thông

Kích thước cửa sổ lọc: căn cứ theo thông tư 34//2009/TT-BNNPTNT quy định về tiêu chí xác định và phân loại rừng: một đối tượng được xác định là rừng nếu có diện tích liền khoanh tối thiểu là 0,5 hecta. Độ phân giải không gian của ảnh Landsat là 30m (900 m^2/pixel). Cửa sổ lọc trong phân tích cấu trúc được xác định = 5.000/900 = 5,56. Chúng tôi chọn cửa sổ lọc có kích thước 3x3 pixels để xử lý cấu trúc ảnh.

2.3.5. Kết quả phân loại rừng thông

Nghiên cứu này áp dụng phương pháp phân loại có kiểm định đối với các ảnh cấu trúc NDVI, sử dụng kỹ thuật phân loại Maximum likelyhood. Ảnh sau phân loại sẽ được chia tách thành 5 lớp phân loại như tại Bảng 3.

Bảng 3. Các lớp phân loại

STT	Lớp phân loại	Tên mã	Màu sắc
1	Rừng thông thưa	RTT	
2	Rừng thông dày	RTD	
3	Rừng lá rộng	RLR	
4	Đất trồng cà phê	CPH	
5	Đất khác	DKH	

2.4. Kiểm định kết quả phân loại và biến động

Hệ số Kappa và nguyên tắc lấy mẫu kiểm định theo Congalton được sử dụng trong bước kiểm định. Theo kinh nghiệm của Cohen [1], hệ số Kappa có thể được phân ra các khoảng như sau:

Giá trị Kappa	< 0,2	0,2 đến 0,4	0,4 đến 0,6	0,6 đến 0,8	0,8 đến 1,0
Mức đồng thuận	Thấp (poor)	Trung bình (fair)	Vừa phải (Moderate)	Tốt (good)	Rất tốt (very good)

Trong bài báo này, hệ số Kappa được sử dụng trong hai bước kiểm định:

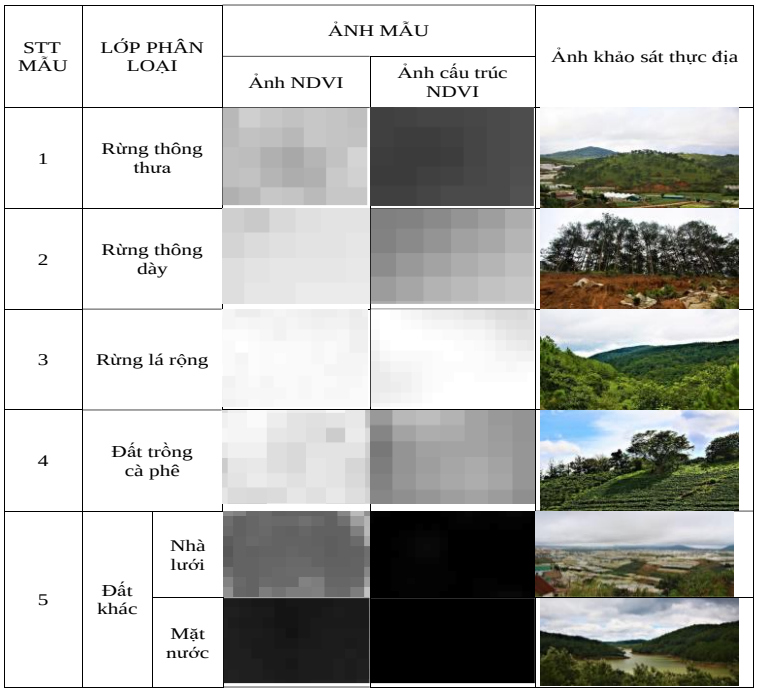
(i) Kết quả phân loại năm 2020, đánh giá độ chính xác giữa phân loại và thực tế đối với 2 lớp phân loại: rừng thông dày (RTD) và rừng thông thưa (RTT).

(ii) Kết quả phân tích biến động giai đoạn 2008 - 2020, độ chính xác giữa phân loại và thực tế giữa gia tăng diện tích rừng thông (1) và suy giảm diện tích rừng thông (2).

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

3.1. Phân loại rừng thông năm 2020

Chúng tôi sử dụng bộ khóa huấn luyện để phân loại rừng thông bằng ảnh cấu trúc NDVI năm 2020 thể hiện như Hình 5. Các mẫu huấn luyện có giá trị phân biệt theo Richards đều ≥ 1,82 nên đảm bảo có sự tách biệt tốt.



Hình 5. Mô tả bộ mẫu huấn luyện

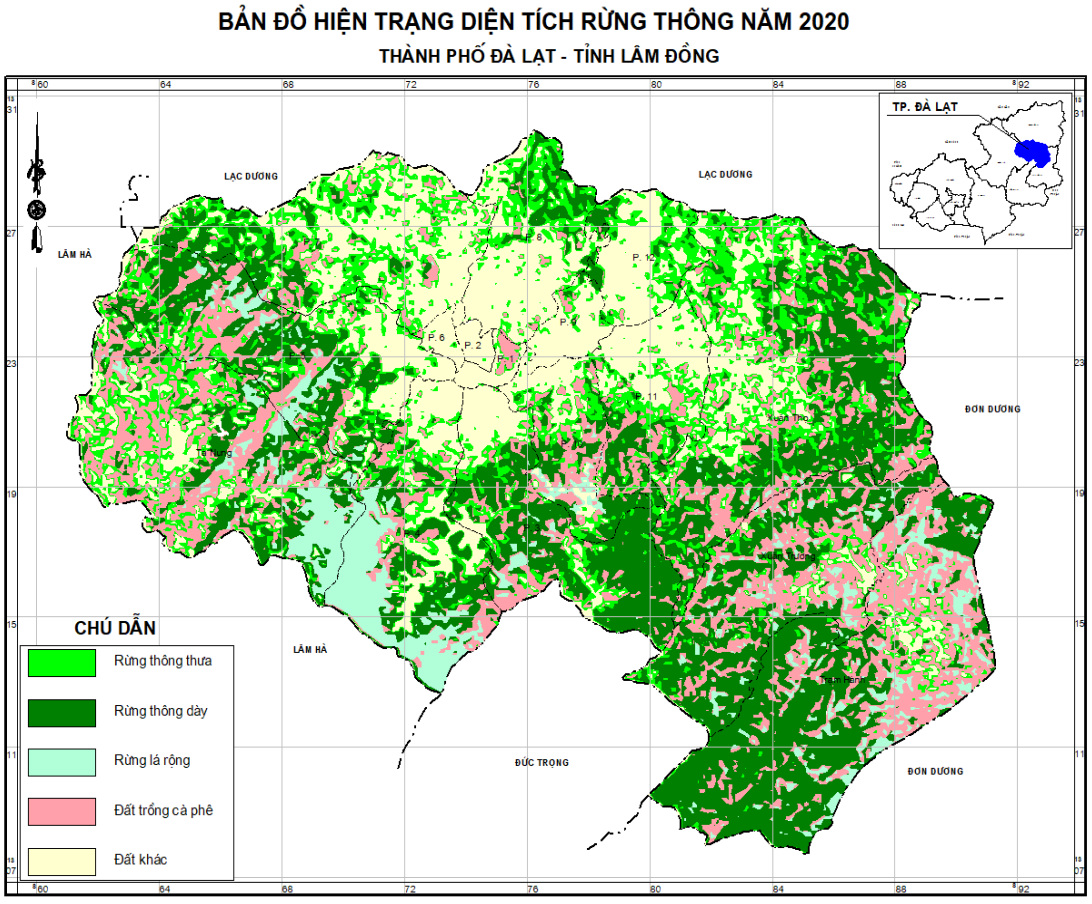
Khảo sát thực địa sơ bộ để kiểm tra kết quả phân loại bằng ảnh cấu trúc NDVI, chúng tôi nhận thấy có sự lẫn lộn giữa các khu vực trồng cà phê trên sườn đồi với các khu vực rừng thông dày. Để tách phần diện tích này, chúng tôi đã sử dụng chỉ số phân loại phụ Albedo (ngưỡng phân biệt là 120). Khoảng giá trị của các chỉ số phân loại được mô tả trong Bảng 4.

Bảng 4. Bảng mô tả khoảng giá trị trên ảnh cấu trúc NDVI

STT	Lớp phân loại	Trên ảnh cấu trúc NDVI		Trên ảnh cấu trúc Albedo
		Trung bình	Khoảng giá trị	
1	Rừng thông thưa	84	70 - 109	> 150
2	Rừng thông dày	161	92 - 221 (1)	< 70
3	Rừng lá rộng	234	221 - 255	> 120
4	Đất trồng cà phê	158	119 - 186 (2)	> 120
5	Đất khác	18	0 - 70	> 70

Ghi chú: (1) và (2) trùng khoảng giá trị NDVI, sử dụng ngưỡng Albedo = 120 để bóc tách.

Kết quả phân loại: năm 2020, tổng diện tích rừng thông là 19.304,68 ha, chiếm 49,36% diện tích tự nhiên của Đà Lạt. Chi tiết kết quả này thể hiện tại Hình 6. Rừng thông có diện tích lớn nhất tại các xã Xuân Trường, Trạm Hành và Xuân Thọ. Các phường 1, 2 và 6 diện tích rừng thông không đáng kể.

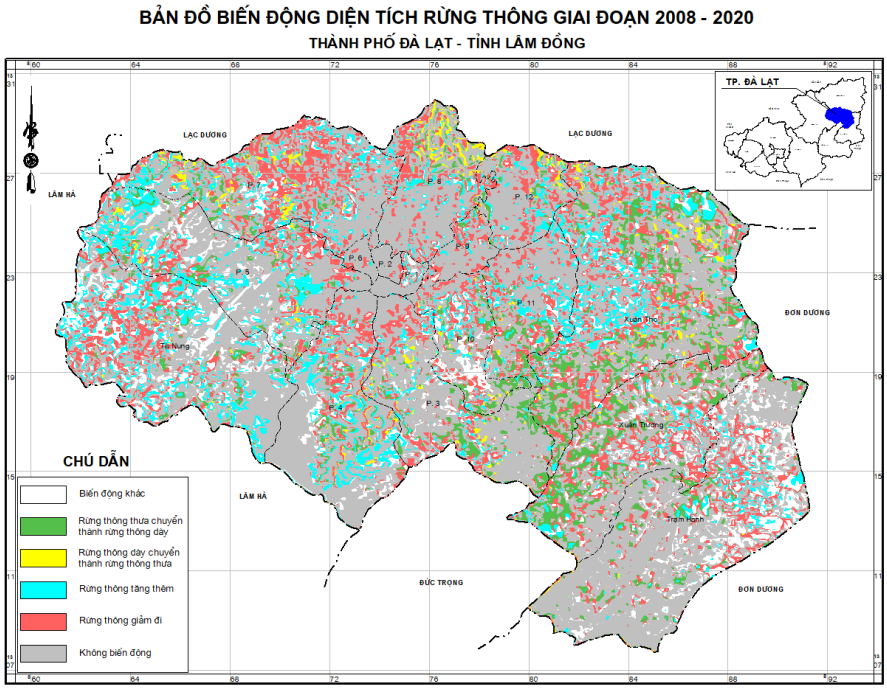


STT	Loại đất	Diện tích (ha)	Tỷ lệ %
1	Rừng thông thưa	6.949,56	17,77
2	Rừng thông dày	12.355,12	31,59
3	Rừng lá rộng	2.691,10	6,88
4	Đất trồng cà phê	8.302,43	21,23
5	Đất khác	8.816,71	22,54
Tổng		**39.114,92**	**100,00**

Hình 6. Kết quả phân loại rừng thông năm 2020

Kiểm định kết quả phân loại cho hệ số Kappa K = 0,88 chứng tỏ kết quả phân loại có chỉ số đồng thuận rất cao. Các bước xử lý sẽ được áp dụng cho dữ liệu ảnh năm 2008.

3.2. Kết quả biến động diện tích rừng thông giai đoạn 2008 - 2020.



Năm 2008 / Năm 2020	Thông thưa	Thông dày	Lá rộng	Cà phê	Khác	Cộng tăng	Biến động
Rừng thông thưa	**3.387,26**	569,63	391,12	1.191,77	1.466,74	**3.619,26**	**- 5.004.81**
Rừng thông dày	2.887,48	**8.543,58**	211,10	190,82	443,38	**3.732,78**	**2.515,49**
Rừng lá rộng	182,92	70,01	**1.983,06**	409,23	56,28	**718,44**	**- 1.612,56**
Đất trồng cà phê	2.608,81	429,60	1.581,33	**2.750,07**	945,69	**5.565,43**	**3.173.62**
Đất khác	2.944,86	148,05	147,45	599,99	**4.974,69**	**3.840,35**	**928.26**
Cộng giảm	**8.624,07**	**1.217,29**	**2.331,00**	**2.391,81**	**2.912,09**		

Hình 7. Biến động diện tích rừng thông giai đoạn 2008 - 2020

Rừng thông dày: giai đoạn 2008 - 2020 đã được duy trì và bảo vệ khá tốt với hơn 8.543 ha ổn định và 2.888 ha gia tăng do rừng trưởng thành. Trong cả giai đoạn, rừng thông dày tăng thêm 2.515,5 ha. Rừng thông thưa: bị suy giảm hết sức nghiêm trọng. Loại trừ phần diện tích chuyển sang rừng thông dày, trong cả giai đoạn 2008 - 2020, rừng thông thưa bị giảm 5.736,6 ha do chuyển sang nhà lưới 2.945 ha và chuyển sang trồng cây lâu năm 2.609 ha. Giai đoạn 2008 - 2020, diện tích rừng thông đã giảm 2.467,5 ha (từ 21.772,2 ha năm 2008 xuống còn 19.304,7 ha năm 2020). Độ che phủ rừng đã giảm đi 6,3%. Kiểm định kết quả đánh giá biến động cho hệ số Kappa K = 0,82 chứng tỏ kết quả đánh giá biến động có chỉ số đồng thuận rất cao.

4. KẾT LUẬN

Bài báo nhằm mục tiêu xác định diện tích rừng thông hiện trạng năm 2020 cho thành phố Đà Lạt và sự biến động diện tích của chúng trong giai đoạn 2008 - 2020. Nghiên cứu này cũng để xác định hiệu quả bảo vệ rừng của chính sách quy hoạch diện tích 3 loại rừng năm 2008 thông qua Quyết định 450/QĐ-UBND của UBND tỉnh Lâm Đồng.

Chúng tôi đã sử dụng dữ liệu viễn thám Landsat 5 và 8 để khoanh định sự phân bố rừng thông thông qua các chỉ số NDVI, ALBEDO và xử lý bằng phương pháp phân tích cấu trúc. Các kết quả từ xử lý dữ liệu viễn thám được kiểm định bằng dữ liệu khảo sát thực địa và đánh giá độ tin cậy thông qua chỉ số KAPPA. Kết quả nghiên cứu cho thấy diện tích rừng thông năm 2020 là 19.304,68 ha, chiếm 49,36% diện tích tự nhiên của Đà Lạt. Giai đoạn 2008 - 2020, diện tích rừng thông đã giảm 2.467,5 ha, tương đương tỷ lệ 6,3% tổng diện tích tự nhiên của thành phố. Trung bình mỗi năm thành phố Đà Lạt bị mất đi hơn 205 ha diện tích rừng thông. Nghiên cứu này cũng cho thấy chính sách quản lý đã thật sự mang lại hiệu quả đối với các khu vực có rừng thông dày (rừng giàu). Trong cả giai đoạn, rừng giàu được duy trì ổn định 8.543 ha và phục hồi được thêm 2.887 ha từ rừng nghèo. Giai đoạn này, rừng giàu cũng bị giảm mất 1.217 ha, một nửa trong số này do bị khai thác tỉa thưa làm nghèo hóa rừng.

Phần diện tích rừng thông thưa (rừng nghèo) có sự suy giảm hết sức nghiêm trọng do chuyển sang đất làm nhà lưới (2.946 ha) và canh tác nông nghiệp (2.609 ha). Giai đoạn này cũng ghi nhận diện tích rừng thông được trồng mới khoảng 1.467 ha. Chúng tôi đề xuất trong giai đoạn tiếp theo, địa phương cần có chính sách quản lý nghiêm ngặt và khoa học đối với phần diện tích rừng thông thưa này.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. Jacob Cohen, 1960. A Coefficient of Agreement for Nominal Scales. Educational and Psychological Measurement, 37 - 46.

[2]. Liang, S. (2000). Narrowband to broadband conversions of land surface albedo I algorithms. Remote Sensing of Environment, 76, 213 - 238.

[3]. Đinh Nguyễn Duy Quang, 2014, Ứng dụng GIS phân tích biến động diện tích rừng trên địa bàn thành phố Đà Lạt, tỉnh Lâm Đồng giai đoạn 2008 - 2011, luận văn tốt nghiệp ngành Tài nguyên và GIS, ĐH Nông Lâm TP. HCM.

[4]. Russell G. Congalton (2005). Thematic and Positional Accuracy Assessment of Digital Remotely Sensed Data. Proceedings of the Seventh Annual Forest Inventory and Analysis Symposium, Portland, ME, p149 - 154.

[5]. Thomas Lillesand, Ralph W. Kiefer, Jonathan Chipman (1979). Remote Sensing and Image Interpretation. John Wiley & Sons, 546.

[6]. The USAID Lowering Emissions in Asia's Forests (USAID LEAF), 2010. “Diễn

biến hiện trạng rừng, sử dụng đất và phát thải khí nhà kính trong quá khứ từ 1990 đến 2010, tỉnh Lâm Đồng, Việt Nam".

[7]. UBND TP. Đà Lạt, 2020, báo cáo số 1650/BC - UBND thuyết minh kết quả kiểm kê đất đai và xây dựng bản đồ hiện trạng sử dụng đất năm 2020 thành phố Đà Lạt, tỉnh Lâm Đồng.

[8]. UBND tỉnh Lâm Đồng, 2008, Quyết định 450/QĐ-UBND phê duyệt kết quả rà soát, quy hoạch lại 3 loại rừng tỉnh Lâm Đồng giai đoạn 2008 - 2020.

QUẢN LÝ ĐẤT ĐAI HIỆN ĐẠI TRÊN CƠ SỞ ẢNH CHỤP ĐỘ PHÂN GIẢI SIÊU CAO CỦA MÁY BAY KHÔNG NGƯỜI LÁI

Trần Trung Anh[1], Nguyễn Trường Khoa[2], Trần Trường Sinh[3]

[(1)]Trường Đại học Mỏ - Địa chất,

[(2)]Sở Tài nguyên và Môi trường tỉnh Quảng Trị,

[(3)]Chi nhánh Văn phòng Đăng ký Đất đai huyện Hướng Hóa, tỉnh Quảng Trị

Ngày nhận bài: 25/4/2021 - Ngày phản biện: 17/6/2021 - Ngày chấp nhận đăng: 07/07/2021

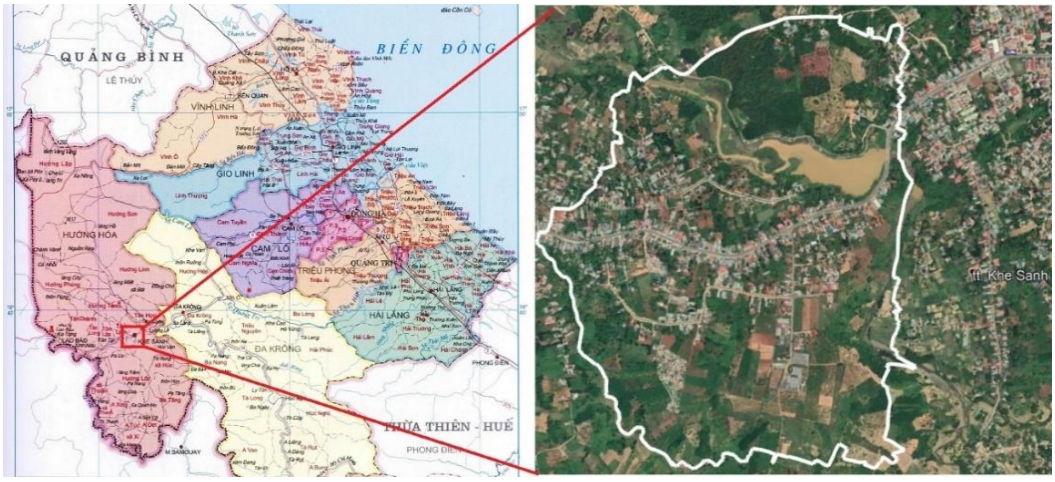
Tóm tắt. *Bài báo trình bày về công tác quản lý đất đai hiện đại dưới sự ứng dụng của kỹ thuật công nghệ thông tin với cơ sở nền tảng ảnh chụp có độ phân giải siêu cao của máy bay không người lái. Công tác bay chụp, xử lý ảnh, tham chiếu cơ sở dữ liệu đo đạc, minh chứng giải quyết một số vấn đề của quản lý đất đai đặc biệt là những vùng có sự khó khăn về địa hình, tình trạng xã hội, đảm bảo việc minh bạch, chính xác, sự hài lòng của người dân, nhà đầu tư… Bài báo đưa ra một quy trình công nghệ có sự tham gia của ảnh chụp máy bay không người lái nhằm đề xuất hiện thực hóa về công tác quản lý đất đai hiện đại. Thực nghiệm được tiến hành có sự tham gia của máy bay không người lái Phantom 4 RTK ở vùng thị trấn Khe Sanh, huyện Hướng Hóa, tỉnh Quảng Trị, trong đó đề xuất tính toán độ phân giải mặt đất lúc bay chụp, độ phân giải của ảnh trực giao phù hợp với sự khai thác thông tin cho thành lập bản đồ địa chính, hồ sơ địa chính, xây dựng cơ sở dữ liệu cho quản lý đất đai hiện đại ở địa bàn.*

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Quản lý đất đai là ngành công tác quản lý nhà nước về đất đai như: đo đạc lập bản đồ các loại; đăng ký, thống kê, kiểm kê đất đai; lập hồ sơ địa chính; cấp giấy chứng nhận quyền sử dụng đất; lập quy hoạch - kế hoạch sử dụng đất; bồi thường, hỗ trợ, tái định cư khi nhà nước thu hồi đất; định giá đất và bất động sản; thanh tra, giải quyết tranh chấp đất đai; xây dựng cơ sở dữ liệu đất đai, hệ thống thông tin đất đai… Công tác quản lý đất đai hiện đại trong nhu cầu chuyển đổi số hiện nay được thực hiện thống nhất các kết quả từ đo đạc, xây dựng đến vận hành cơ sở dữ liệu đất đai trên cơ sở công nghệ thông tin số toàn diện. Hiện nay, công tác quản lý đất đai có nhu cầu về minh chứng bằng hình ảnh hiện trạng thực tế có độ phân giải cao và siêu cao ngày càng cấp bách, không chỉ ở đô thị mà còn ở nông thôn, vùng trung du, miền núi.

Khu vực nghiên cứu thuộc địa bàn huyện Hướng Hóa, tỉnh Quảng Trị. Hướng Hóa là một huyện miền núi, biên giới nằm ở phía tây tỉnh Quảng Trị, Việt Nam, có vị trí địa lý $16^0$42’ vĩ độ Bắc, $106^0$42’ kinh độ Đông, cách thành phố Đông Hà khoảng 65 km về phía tây, trung tâm huyện là thị trấn Khe Sanh, một thị trấn có nhiều di tích lịch sử chiến tranh. Huyện có Thị trấn Cửa khẩu Quốc tế Lao Bảo nằm trên trục đường Quốc lộ 9A thông

thương với Lào. Đường Hồ Chí Minh xuyên suốt từ phía bắc đến đông nam của huyện, sang Thừa Thiên Huế. Huyện có đường biên giới dài 156 km thuộc 11 xã tiếp giáp với Lào. Trong đó con sông Sê Pôn là biên giới tự nhiên với gần 100 km giữa huyện và nước Lào tại phía tây nam của huyện. Diện tích tự nhiên toàn huyện khoảng 1152 km², dân số khoảng 90.920 người (2019). Huyện nằm hoàn toàn trên dãy Trường Sơn nên địa hình phần lớn là vùng núi cao ở phía bắc, với đỉnh cao nhất 1617 m, vùng núi đông bắc và tây nam thấp hơn; xen kẽ là dải đất thấp theo đường quốc lộ 9 từ Đa Karông đến biên giới Việt - Lào. Ở khu vực huyện Hướng Hóa, tỉnh Quảng Trị hiện nay có nhiều dự án phát triển điện gió, là địa bàn đi qua của dự án Phát triển đô thị dọc hành lang tiểu vùng sông Mê Kong, các dự án về xây dựng đường dây truyền tải điện… liên quan đến công tác thu hồi đất, đền bù giải phóng mặt bằng [9]. Các vấn đề cần giải quyết như: địa hình khu vực đo vẽ bản đồ khó khăn, vất vả, thu thập thông tin địa chính của khu vực đo vẽ, cập nhật, chính xác hóa theo hiện trạng so đối với hồ sơ cũ (về vị trí, ranh thửa đất, hiện trạng đất…), giám sát thực hiện quy hoạch sử dụng đất [7, 8]…



Hình 1. Vùng nghiên cứu ở thị trấn Khe Sanh, huyện Hướng Hóa (ảnh Google)

Việc áp dụng thành tựu khoa học công nghệ hỗ trợ công tác Quản lý đất đai hiện đại tiếp cận chuyển đổi số mạnh mẽ ở địa bàn là yêu cầu cấp thiết, mà trước hết nội dung nghiên cứu ở phạm vi bài báo là áp dụng công nghệ máy bay không người lái, cùng sản phẩm là bình đồ ảnh độ phân giải siêu cao, thống nhất từ xây dựng đo vẽ bản đồ địa chính tỷ lệ lớn, đến quá trình xây dựng, vận hành cơ sở dữ liệu địa chính. Thành quả của bài báo là xây dựng quy trình công nghệ của công tác Quản lý đất đai hiện đại có sự tham gia của thiết bị bay không người lái, tính toán độ phân giải hợp lý để đảm bảo yêu cầu kỹ thuật và tính kinh tế, hiệu quả cho công tác này.

2. DỮ LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Cơ sở lý luận

Ảnh chụp từ bất cứ nguồn nào như ảnh hàng không, ảnh vệ tinh thậm chí là ảnh mặt đất đều có khoảng cách nhất định từ máy chụp ảnh đến đối tượng chụp, nên có thể gọi

chung là ảnh viễn thám. Ảnh chụp độ phân giải siêu cao theo định nghĩa ở thông tư số 10/2015/TT-BTNMT ngày 25/3/2015 của Bộ Tài nguyên và Môi trường là dữ liệu ảnh có độ phân giải mặt đất nhỏ hơn 1 m. Trong nhu cầu hiện nay với giá trị đất đai ngày càng cao, yêu cầu thành lập đo đạc bản đồ địa chính tỷ lệ lớn (1:500, 1:1.000, 1:2.000) thì độ phân giải này cần tăng lên đến dưới dm.

Việc ước tính độ phân giải mặt đất cho máy bay không người lái để đảm bảo độ chính xác đo vẽ bản đồ địa chính có thể ước tính theo công thức sau:

$$GSD \leq \frac{M_P}{10 \times k} \quad (1)$$

Trong đó: GSD (Ground Sample Distance) là độ phân giải mặt đất tính bằng cm;

$M_P = \frac{0{,}2\ mm \times M_{bđ}}{\sqrt{2}}$ là sai số vị trí điểm của ranh giới thửa đất tính từ sai số tương hỗ cạnh thửa đất theo quy định của thông tư 25/2014/TT-BTNMT [5];

$M_{bđ}$ là mẫu số tỷ lệ bản đồ địa chính;

k là hệ số suy giảm độ chính xác, thường lấy từ 1 đến 3; để đảm bảo an toàn kỹ thuật nên lấy hệ số 3;

Ví dụ: nếu thành lập bản đồ địa chính 1/1000, thì nên chụp ảnh với độ phân giải mặt đất là $GSD \leq \frac{0{,}2 \times 1000}{10 \times 3 \times \sqrt{2}} = 4{,}6\ cm$

Sau khi tính được độ phân giải mặt đất phù hợp với độ chính xác cho đo vẽ bản đồ địa chính thì tính toán chiều cao bay chụp ảnh, thiết kế bay chụp ảnh (việc này thường phụ thuộc chủ yếu vào thông số của máy bay, máy chụp ảnh gắn trên máy bay, khả năng bay của máy bay không người lái, các công tác định vị tâm chụp, bố trí điểm khống chế mặt đất)... tiến hành bay chụp và xử lý số liệu. Sản phẩm của công nghệ đo ảnh xử lý từ ảnh chụp của máy bay không người lái thường là bình đồ ảnh, mô hình số bề mặt. Trong công tác quản lý đất đai hiện đại nên sử dụng bình đồ ảnh với độ phân giải được xuất kết quả sao cho có thể phục vụ số hóa bổ sung dữ liệu địa chính về thửa đất. Trên cơ sở để đảm bảo sai số nhận dạng vị trí điểm nhỏ nhất trên bình đồ ảnh nên đạt ở kích thước điểm ảnh nhỏ hơn $0{,}1\ mm\ x\ M_{bđ}$ (2).

Vẫn ví dụ trên, nếu thành lập bản đồ địa chính tỷ lệ 1:1.000, thì nên xuất dữ liệu bình đồ ảnh nhỏ hơn hoặc bằng $0{,}1\ mm\ \times\ 1.000 = 10\ cm$;

Bình đồ ảnh trong công tác quản lý đất đai không những phục vụ công tác số hóa bổ sung về hình thể thửa đất mà còn có tác dụng rất lớn như: kiểm tra dữ liệu đo thực địa (tránh nối vẽ nhầm, sai lầm về vị trí điểm góc thửa...), thu thập thông tin về hiện trạng sử dụng đất, loại đất, các công trình có trên đất, có thể phục vụ công tác quy chủ công nghệ số tập chung... để có thể tham khảo đưa vào hồ sơ địa chính, phục vụ đắc lực cho công tác kiểm tra thực địa một cách trực quan.

Sau khi thành lập bản đồ địa chính, xây dựng cơ sở dữ liệu địa chính, việc vận hành của công tác quản lý đất đai hiện đại khi có sự tham gia của dữ liệu bình đồ ảnh độ phân giải siêu cao đem lại nhiều lợi ích: là minh chứng cho hiện trạng thửa đất tại thời điểm

chụp ảnh thành lập bản đồ địa chính, hỗ trợ công tác kiểm kê đất đai, đền bù giải phóng mặt bằng, hỗ trợ công tác giải quyết tranh chấp đất đai, là tài liệu tham khảo tốt cho công tác lập quy hoạch, kế hoạch sử dụng đất... Khi cần cập nhật có thể bay chụp lại ảnh mới với các thông số kỹ thuật như thiết kế ban đầu để được sản phẩm bình đồ ảnh có tính thời sự để bổ sung thông tin đất đai, giám sát thực hiện quy hoạch sử dụng đất, và các công tác thường nhật của quản lý đất đai hiện đại.

2.2. Dữ liệu của vùng nghiên cứu

Dữ liệu vùng nghiên cứu là một khu vực có địa hình trung du cận đô thị, phạm vi khoảng 200 ha khu vực thị trấn Khe Sanh, huyện Hướng Hóa, tỉnh Quảng Trị, Việt Nam (có vị trí khoảng 16°37'14"N độ vĩ Bắc, 106°43'35"E độ kinh Đông). Độ cao trung bình của khu vực này vào khoảng từ 310 m đến 410 m so với mực nước biển. Dữ liệu về địa chính đa dạng, đủ các loại đất trong nhóm đất nông nghiệp, đất phi nông nghiệp, đất chưa sử dụng (Hình 2).

Thiết bị bay không người lái của Dji chiếm tới 76,8% thị phần trên thế giới và ở Việt Nam thì hãng Dji cũng chiếm thị phần lớn, nên trong thực nghiệm chúng tôi dùng thiết bị Dji Phantom 4 RTK. Các thông số cơ bản của Dji Phantom 4 RTK [2] gồm: kiểu cất hạ cánh thẳng đứng gồm 4 động cơ, nặng 1391 g, kích thước 350 mm, đầu GNSS thu tín hiệu được 4 hệ thống vệ tinh GPS L1/L2, GLONASS L1/L2, BeiDu B1/B2, Galileo E1/E2, độ chính xác đo động tức thời RTK đạt sai số trung phương độ cao 1,5 cm + 1 ppm, mặt bằng 1 cm+1 ppm. Máy chụp ảnh Dji FC6310R với kích thước mảng nhận ảnh 5472 x 3648 = 20 triệu điểm ảnh, tiêu cự cố định 9 mm (tương đương 24 mm so với kích cỡ phim 35 mm). Khoảng cách kết nối giữa điều khiển và máy bay theo lý thuyết lên đến 7 km (trung bình dưới 5 km) tùy thuộc địa hình khu vực. Cùng với thiết bị đo trên mặt đất phối hợp cùng là: trạm cơ sở D - RTK2 phục vụ định vị tọa độ tâm chụp, Rover T300 phục vụ đo các điểm khống chế ảnh kiểm tra và đo đạc dữ liệu địa chính ngoại nghiệp, bộ điều khiển máy bay [3], thời điểm chụp ảnh vào ngày 19/4/2020.



Hình 2. Vùng nghiên cứu và thiết bị bay thu nhận ảnh chụp (ảnh Trần Trường Sinh)

Các thông số dữ liệu bay chụp gồm: chiều cao bay chụp trung bình 140 m với độ phân giải mặt đất được chọn an toàn 3,47 cm, số ảnh chụp 1.144 ảnh, số tâm chụp được định vị

chính xác bằng công nghệ đo GNSS động thời gian tức thời là 1.144, xác định trong hệ tọa độ VN2000, kinh tuyến trục địa phương Quảng Trị 106°15’ với múi chiếu 3^0.

2.3. Phương pháp nghiên cứu

Nhóm tác giả sử dụng phương pháp nghiên cứu về đo ảnh, phương pháp viễn thám, phương pháp trắc địa - bản đồ, cùng với phương pháp thực nghiệm bám sát các điều kiện thực tế ở khu vực nghiên cứu, đặc điểm của địa hình, địa vật, đặc điểm địa chính, đặc điểm về dân cư, kinh tế xã hội của khu đo; kết hợp với khả năng của cán bộ địa chính ở địa bàn, đơn vị tư vấn nắm bắt những công nghệ hiện đại, thống nhất từ đo đạc thực địa, bay chụp thực địa, xử lý ảnh, số hóa thửa đất địa chính, xây dựng cơ sở dữ liệu địa chính...



Hình 3. Giải đoán loại đất, hiện trạng sử dụng đất trên nền bình đồ ảnh

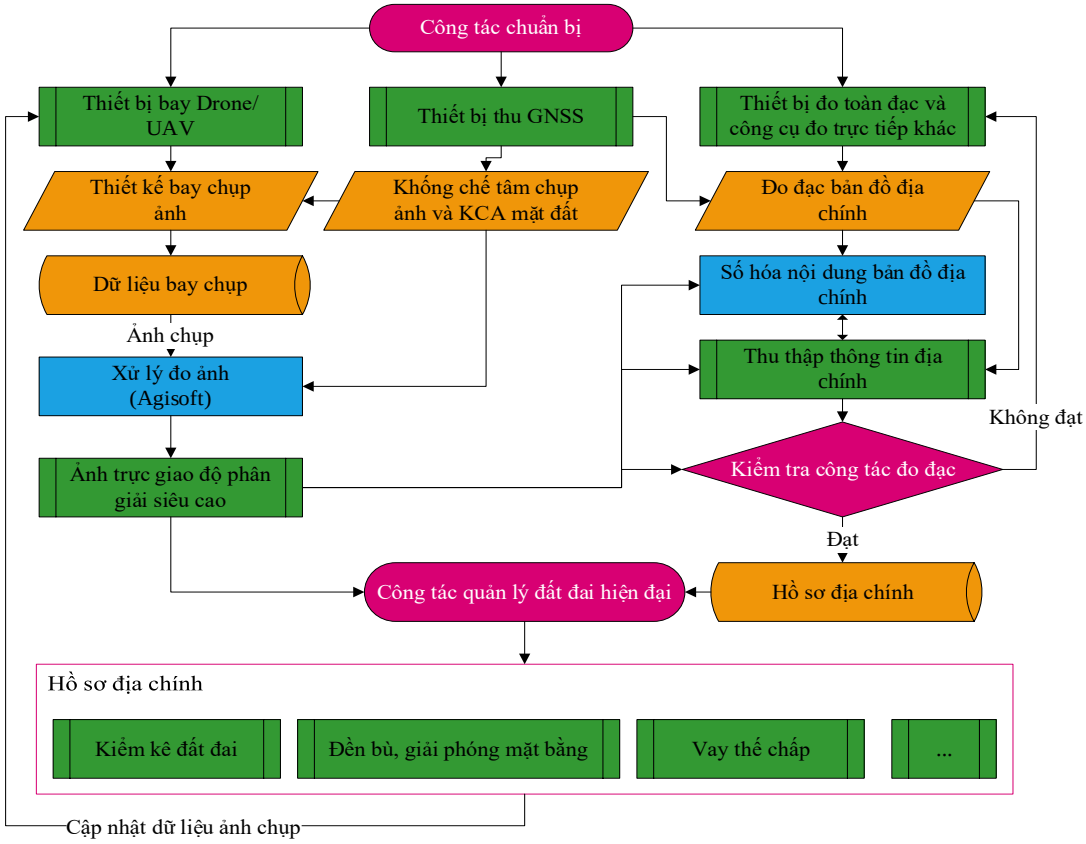
Sau khi có sản phẩm bình đồ ảnh số, cùng với kết quả đo đạc thực địa các thửa đất, tiến hành nối vẽ thửa đất. Trên cơ sở nền ảnh trực quan và độ phân giải cao, có thể bổ sung các điểm đo thiếu, hoặc các đối tượng khó đo trực tiếp và tiến hành giải đoán loại đất để gán tạm thời mã loại đất cho thửa đất. Trong điều kiện thực tiễn ở địa phương, có thể tiến hành họp dân để quy chủ trên nền ảnh số. Người dân có thể dễ dàng nhận biết được thửa đất của mình để đơn vị tư vấn có thể gán tạm thời dữ liệu địa chính này trên bản đồ.



Hình 4. Họp quy chủ sử dụng đất trên nền bình đồ ảnh số (ảnh Trần Trường Sinh)

Như vậy, với sự trợ giúp của nền ảnh độ phân giải siêu cao, công tác số hóa nội dung bản đồ địa chính, gán các thông tin địa chính được đầy đủ và chính xác. Sau khi bản đồ địa chính cơ bản được thành lập, có thể nhập lên máy chủ, cùng với khả năng định vị kỹ

thuật số, tiến hành kiểm tra chính xác tại thực địa. Thành quả của phương pháp nghiên cứu là một quy trình công nghệ được trình bày trong Hình 5.



Hình 5. Quy trình công nghệ Công tác quản lý đất đai hiện đại

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

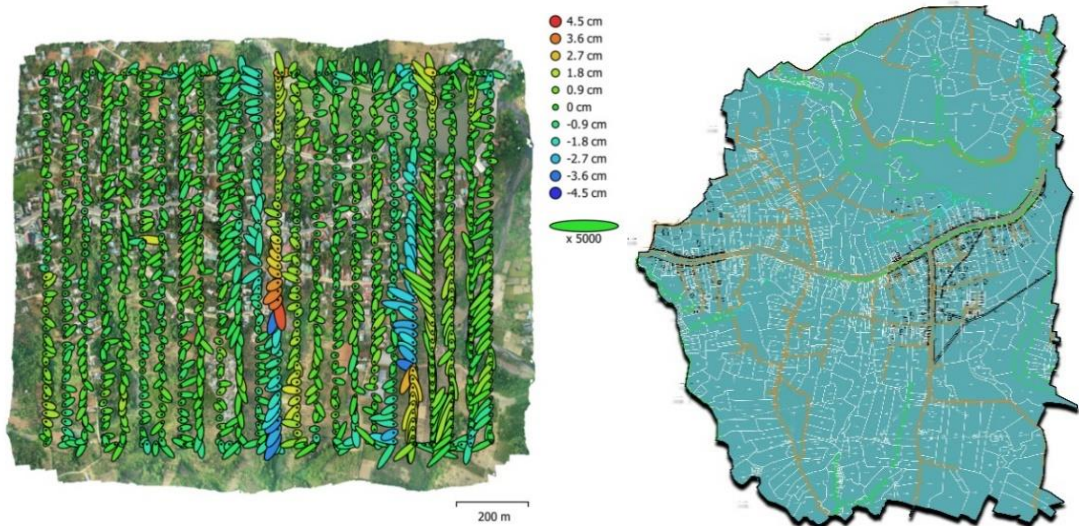
3.1. Sản phẩm bình đồ ảnh và đo vẽ địa chính

Khối ảnh được xử lý trên phần mềm Agisoft [1], được kiểm tra kỹ lưỡng đạt yêu cầu độ chính xác [4] cho hỗ trợ thành lập bản đồ địa chính. Độ chính xác đạt được của khối ảnh sau bình sai đạt sai số trung phương trung bình nhỏ hơn 2 cm. Các số liệu kiểm tra độ chính xác vị trí điểm rõ nét trên thực địa đều nằm trong giới hạn cho phép. Các dữ liệu đo đạc trực tiếp về góc thửa được triển lên nền bình đồ ảnh và nối vẽ chính xác, không bị sai sót về hình thửa. Thống kê dữ liệu địa chính ở khu thực nghiệm gồm có: số mảnh bản đồ địa chính 8, số thửa 1098, số chủ sử dụng đất 782, số chủ quản lý đất 157 trên diện tích khoanh khu là 143 ha.

Bảng 1. Thông số tổng hợp sản phẩm ở khu vực thực nghiệm

TT	Thông số	Thành quả	Sử dụng
1	Độ phân giải ảnh chụp	3,47 cm	
2	Độ cao bay chụp	140 m	
3	Số ảnh chụp	1.144	

4	Số tâm ảnh được định vị chính xác bằng RTK	1.144	
5	Số điểm kiểm tra đo bằng RTK thực địa	5 điểm	Vì đã xác định tâm chụp bằng RTK nên số điểm kiểm tra được chọn là 5 điểm, phân bố đều trên khu thực nghiệm
6	Sai số trung phương tăng dày, liên kết khối ảnh tại các điểm tâm chụp	< 2 cm	Đạt
7	Độ phân giải của bình đồ ảnh	3,5 cm	Đạt tỷ lệ 1:1.000; Hỗ trợ quy chủ sử dụng đất, hỗ trợ bổ sung đo vẽ góc thửa, giải đoán loại đất, hỗ trợ nối vẽ ranh thửa…
8	Sai số vị trí điểm tại các điểm kiểm tra	< 5 cm	



Hình 6. Khối ảnh được xử lý và dữ liệu đo địa chính trực tiếp

3.2. Kết quả

Thành quả bản đồ địa chính và cơ sở dữ liệu địa chính ở khu vực thực nghiệm một phần của thị trấn Khe Sanh có chất lượng tốt. Các hoạt động địa chính diễn ra như: kiểm kê đất đai, đền bù giải phóng mặt bằng, chuyển quyền sử dụng đất, vay thế chấp ngân hàng… với sự trợ giúp của nền bình đồ ảnh là khá thuận lợi. Công tác quy hoạch, kế hoạch sử dụng đất, giám sát thực hiện quy hoạch, các sai phạm về đất đai… thì tư liệu bình đồ ảnh siêu cao này đã hỗ trợ đáng kể trong minh chứng giữa các bên liên quan.



Hình 7. Một phần của khu thực nghiệm tại TT Khe Sanh

3.3. Thảo luận

Thành quả bình đồ ảnh độ phân giải siêu cao từ máy bay không người lái đạt độ chính xác tốt, trợ giúp cho công tác đo vẽ điều tra địa chính, giảm xuống mức thấp nhất về sai sót, đẩy nhanh tiến độ, đáp ứng yêu cầu kỹ thuật của Bộ Tài nguyên và Môi trường quy định về thành lập bản đồ địa chính [5], hồ sơ địa chính [6]. Việc quy chủ sử dụng đất với sự hỗ trợ của bình đồ ảnh độ phân giải siêu cao đã đem lại những thuận lợi cơ bản thống nhất giữa đơn vị tư vấn, người dân, doanh nghiệp và cơ quan quản lý nhà nước. Về quy định phương pháp đo vẽ bản đồ trong thông tư 25/2014/TT-BTNMT [5] cần nghiên cứu nâng thêm 1 cấp khi sử dụng bình đồ ảnh từ UAV, vì trong phạm vi của bài báo và tuân thủ quy định này nên mới chỉ hỗ trợ công tác quy chủ, giải đoán loại đất, hiện trạng công trình trên đất, hỗ trợ nối vẽ ranh thửa chứ sản phẩm này chưa tham gia vào công tác số hóa ranh thửa. Với các yêu cầu kỹ thuật chặt chẽ như đã trình bày, công tác quản lý đất đai hiện đại trên nền tảng bình đồ ảnh số ở khu thực nghiệm đẩy nhanh về chuyển đổi số tại địa phương.

4. KẾT LUẬN

Công tác quản lý đất đai hiện đại trên cơ sở ảnh chụp độ phân giải siêu cao từ máy bay không người lái, áp dụng cho vùng thực nghiệm ở huyện Hướng Hóa, tỉnh Quảng Trị đã đem lại những lợi ích lớn như: thống nhất chất lượng đo đạc từ ngoại nghiệp đến trong phòng, là nền tảng để số hóa hình thửa đất, hỗ trợ công tác thu thập thông tin địa chính (hiện trạng sử dụng đất, loại đất, công trình có trên đất) và cung cấp tư liệu giúp quy chủ tập chung kỹ thuật số, kiểm tra sản phẩm đo đạc địa chính... Sau khi hoàn thiện cơ sở dữ liệu địa chính thì bình đồ ảnh chụp này còn hỗ trợ công tác kiểm kê, đền bù giải phóng mặt bằng, là tài liệu minh chứng hiện trạng sử dụng đất trợ giúp công tác giải quyết tranh chấp đất đai. Để đạt được thành quả đó, khi bay chụp cần đảm bảo yếu tố kỹ thuật quan trọng nhất là độ phân giải mặt đất (GSD) tính toán theo công thức (1), quá trình xử lý xuất kết quả bình đồ ảnh cần chú ý đến độ phân giải của bình đồ ảnh theo công thức (2).

Cần có sự thống nhất, đồng bộ ngay từ đầu về công tác thành lập bản đồ địa chính, quản lý đất đai hiện đại khi có sự tham gia của thiết bị bay không người lái với sản phẩm là bình đồ ảnh số có độ phân giải siêu cao. Quy trình tổng quát như đề xuất ở Hình 5 có thể tham khảo cho các bước chính của công tác quản lý đất đai hiện đại.

Kiến nghị Bộ Tài nguyên và Môi trường cần sớm ban hành quy định kỹ thuật sử dụng ảnh chụp độ phân giải siêu cao từ máy bay không người lái để phục vụ công tác quản lý đất đai hiện đại, tiến tới chuyển đổi số căn bản trong công tác này. Khuyến khích các đơn vị tư vấn, các cán bộ liên quan đến công tác quản lý đất đai đầu tư thiết bị bay chụp không người lái để trợ giúp, làm nền tảng tham khảo cho công tác đo vẽ bản đồ địa chính và quản lý đất đai hiện đại.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. Agisoft LLC, 2018. *Agisoft Metashape User Manual: Professional Edition, Version 1.5*. Available at: https://www.agisoft.com/pdf/metashape - pro_1_5_en.pdf. Accessed 18 July 2020.

[2]. Dji, 2020. Phantom 4 RTK User Manual ver 2.2.

[3]. Julián Tomaštík, Martin Mokroš, Peter Surový, Alžbeta Grznárová and Ján Merganiˇc, 2019. UAV RTK/PPK Method - An Optimal Solution for Mapping Inaccessible Forested Areas?. *Remote Sens. 2019, 11, 721; doi:10.3390/rs11060721*.

[4]. Trần Trung Anh, Nguyễn Đạt Quảng, Quách Mạnh Tuấn, 2019. *Kiểm định thống kê trị đo tâm chụp GNSS - RTK trong bình sai khối ảnh UAV*. Hội thảo KHCN Phát triển Công nghệ Đo đạc Bản đồ trong thu thập số liệu Địa không gian, trang 146 - 154. Nhà Xuất bản Tài nguyên Môi trường và Bản đồ Việt Nam.

[5]. Bộ Tài nguyên và Môi trường (2014), Thông tư số 25/2014/TT-BTNMT ngày 19/5/2014 Quy định về Bản đồ địa chính.

[6]. Bộ Tài nguyên và Môi trường (2014), Thông tư số 24/2014/TT-BTNMT ngày 19/5/2014 Quy định về Hồ sơ địa chính.

[7]. Sở Tài nguyên và Môi trường tỉnh Quảng Trị (2021), Báo cáo Tổng kết công tác quản lý tài nguyên và môi trường năm 2020 và kế hoạch, nhiệm vụ năm 2021.

[8]. Phòng Tài nguyên và Môi trường huyện Hướng Hóa (2020), Báo cáo Tình hình thực hiện nhiệm vụ năm 2020, phương hướng, nhiệm vụ trọng tâm năm 2021.

[9]. UBND huyện Hướng Hóa, cổng thông tin điện tử tại địa chỉ http://huonghoa.quangtri.gov.vn/ (truy cập 15/4/2021).

ĐÁNH GIÁ TÁC ĐỘNG GIẢM NHIỆT ĐÔ THỊ CỦA KHÔNG GIAN CÂY XANH VÀ MẶT NƯỚC BẰNG ỨNG DỤNG CÔNG NGHỆ VIỄN THÁM VÀ GIS TRONG QUY HOẠCH ĐÔ THỊ SINH THÁI

Trần Ngọc Tưởng[1], Lương Chính Kế[2]

[1]Cục Viễn thám Quốc gia

[2]Hội Trắc địa - Bản đồ - Viễn thám Việt Nam

Ngày nhận bài: 28/7/2021 - Ngày phản biện: 29/7/2021 - Ngày chấp nhận đăng: 15/08/2021

Tóm tắt. *Cây xanh (CX) và mặt nước (MN) là hai yếu tố sinh thái quan trọng (gọi chung là không gian xanh (KGX = CX +MN) trong sự phát triển ở các khu đô thị mới, nhằm đáp ứng nhu cầu cuộc sống của con người, trước hết về vấn đề sức khỏe, trước áp lực của biến đổi khí hậu (BĐKH). Bằng ứng dụng công nghệ viễn thám vệ tinh (dữ liệu ảnh Landsat - 8) và GIS (nội suy, phân chia không gian,...), một vùng của tp. Hồ Chí Minh đã được khảo sát nhằm đánh giá tác động giảm nhiệt đô thị của KGX. Kết quả khảo sát đã rút ra nhận xét: i/ Nhiệt độ đô thị là hàm số phi tuyến của yếu tố KGX, thông qua hàm logarit tự nhiên. ii/ Tác động giảm nhiệt đô thị nhanh và mạnh khi tỷ lệ diện tích (KGX) và tỷ lệ KGX/XD chiếm từ 3% - 10% so với diện tích đô thị. iii/ Nếu tỷ lệ diện tích (KGX) và KGX/XD tiếp tục tăng thì đường cong biến thiên giảm nhiệt của chúng sẽ cắt đường cong biến thiên nhiệt độ XD tại điểm tọa độ 60% và 65%. Tỷ lệ 60% và 65% diện tích KGX và KGX/XD được coi là ngưỡng phù hợp khi quy hoạch đô thị sinh thái dưới góc nhìn về hiệu quả sử dụng đất có lưu ý tới tác động của BĐKH.*

Từ khóa: *Landsat - 8, nhiệt độ đô thị, cây xanh, nước mặt, không gian sinh thái.*

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Hiện nay, đô thị hóa đang phát triển trên thế giới với tốc độ tăng tốc. Số liệu điều tra cho thấy hơn 50% dân số thế giới sống ở khu vực thành thị vào năm 2008, trong khi con số này chỉ là 15% một trăm năm trước. Theo "Triển vọng Đô thị hóa Thế giới" [7] do Liên Hợp Quốc công bố năm 2014, hơn một nửa (54%) dân số thế giới sống ở khu vực thành thị và con số này dự kiến sẽ tăng lên, đạt 66% vào năm 2050. Quá trình đô thị hóa đã mang lại tiến bộ cho thế giới, nhưng cũng kéo theo nguy cơ suy thoái môi trường, gia tăng áp lực lên tài nguyên thiên nhiên, ảnh hưởng tới cuộc sống.

Việt Nam nằm trong xu thế chung của thế giới. Phát triển đô thị Việt Nam trong giai đoạn vừa qua có nhiều chuyển biến về số lượng. Năm 1999 cả nước có 629 đô thị đến nay có 772 đô thị. Tỷ lệ đô thị hóa trung bình cả nước đạt khoảng 34%. Các tỉnh, thành phố trực thuộc trung ương có tỷ lệ dân số thành thị cao, cao nhất cả nước là TP. HCM

83%; Bình Dương 71,6%, Quảng Ninh 68,86%. Báo điện tử Nhân Dân ngày 17/02/2018 có bài "Định hướng phát triển đô thị xanh, bền vững" đã đề cập tới "Lấy tăng trưởng xanh làm xương sống", và cho biết: Bộ Xây dựng đã trình Thủ tướng Chính phủ xem xét, phê duyệt "Kế hoạch phát triển đô thị tăng trưởng xanh Việt Nam đến năm 2030".

Nghiên cứu dưới đây của chúng tôi bằng ứng dụng công nghệ viễn thám (VT) và hệ thông tin địa lý (GIS) để trích xuất khách quan một số tham số bề mặt đô thị là nhiệt độ bề mặt Ts, thực vật cây xanh CX và không gian sinh thái KGX (= CX + NM). Trên cơ sở đó chúng ta phát hiện mối quan hệ định lượng thích hợp giữa tỷ lệ XD đô thị và tỷ lệ KGX (%) nhằm đưa ra cơ sở khoa học trong quy hoạch đô thị sinh thái, trước áp lực biến đổi khí hậu, cũng như tiết kiệm tài nguyên đất khi xây dựng khu đô thị sinh thái. Kết quả nghiên cứu được thực hiện tại một vùng của TP. HCM.

2. TƯ LIỆU, ĐỐI TƯỢNG VÀ PHƯƠNG PHÁP

2.1. Tư liệu sử dụng

Những tư liệu sử dụng trong nghiên cứu, bao gồm:

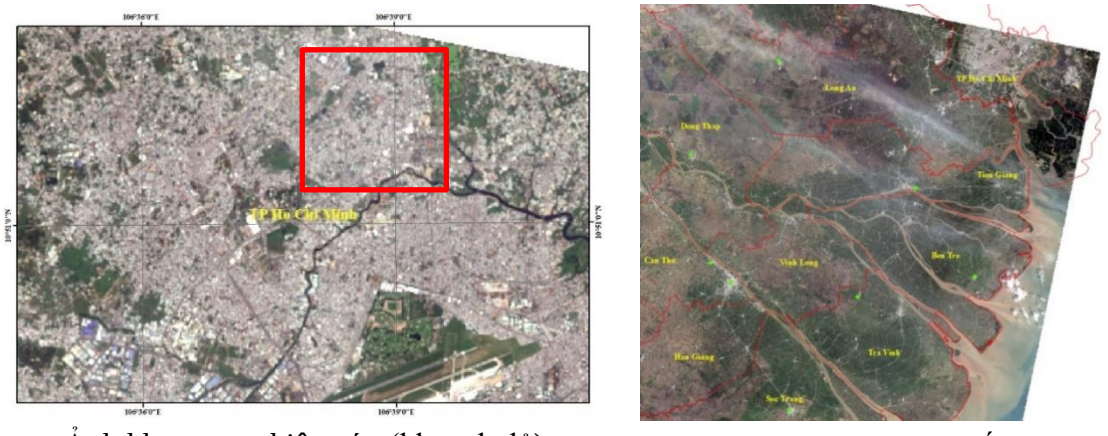
+ Ảnh Landsat - 8 ngày 31/10/2018 tại thời điểm 10h14'09,3'' có các kênh ảnh với độ phân giải không gian 30 m ở dải phổ nhìn thấy: G, B, R, NIR, và 2 kênh ảnh nhiệt TIR10 & TIR 11 (Hình 1).

+ Ngoài ra, chúng tôi tham khảo ảnh vệ tinh Sentinel - 2 và ảnh trên Google Earth để xác định diện tích bề mặt các hồ.

+ Hệ thống phần mềm xử lý ảnh ENVI, phần mềm Excel hỗ trợ tính toán và ArcGIS.

+ Tư liệu ngoại nghiệp: sử dụng mô hình số độ cao DEM và nhiệt độ không khí Ta quan trắc tại 7 điểm khí tượng nhằm đánh giá độ chính xác kết quả trích xuất nhiệt bề mặt từ ảnh Landsat - 8, (Bảng 1).

Kết quả nội suy nhiệt độ không khí Ta đo tại 7 điểm khí tượng (Bảng 1) về ảnh vệ tinh ngày 31/10/2018 vào thời điểm t = 10h14'09,3'' được ghi trong cột (5b) và (10b) Bảng 1.



Ảnh khu vực nghiên cứu (khoanh đỏ) Vị trí 7 trạm khí tượng (chấm xanh)

Hình 1. Ảnh khu vực nghiên cứu TP. HCM và 7 trạm khí tượng (trên ảnh).

Bảng 1. Số liệu đo nhiệt độ tự động trên 7 trạm khí tượng ngày 31/10/2018

STT	Tên	Giờ đo	Ta [^{o}C]	STT	Tên	Giờ đo	Ta [^{o}C]
1	TRA NOC	0	24,7	5 (6)	CAN THO	0	24,3
		6	29,9			3	28,2
		12	27,5			6	31,1
		18	25,4			9	30,8
2	BA TRI	0	23,4	6 (8)	SOC TRANG	0	24,9
		6	30,7			6	31,0
		12	26,5			12	28,0
		18	24,3			18	25,5
3 (4)	CAO LANH	0	24,4	7 (10)	BAC LIEU	0	25,6
		6	29,9			6	31,4
		12	28,8			12	27,4
		18	26,0			18	24,3
4 (7)	MY THO	0	21,9				
		6	31,1				
		12	27,8				
		18	24,7				

2.2. Đối tượng nghiên cứu

Đất xây dựng là phần diện tích chủ yếu trong thiết kế khu đô thị sinh thái. Nó có mối liên quan chặt chẽ với không gian mặt nước - nước mặt (hồ sinh thái) và không gian vườn hoa cây xanh. Nhằm sử dụng tài nguyên đất có hiệu quả, không lãng phí khi quy hoạch xây dựng đô thị, chúng ta cần quan tâm đến mối liên hệ 3 không gian ấy. Phạm vi tiến hành nghiên cứu của chúng tôi là vùng đô thị hiện hữu của một phần TP. HCM. Đây là khu vực thành phố đã phát triển ổn định qua nhiều năm, diện tích bề mặt đa phần được bê tông hóa, mật độ xây dựng dày đặc. Trong khu vực có 6 hồ diện tích từ 500 m^2 đến hơn 3 ha. Diện tích cây xanh, công viên được nằm rải rác trong khu vực.

2.3. Phương pháp nghiên cứu

2.*3.1. Cơ sở khoa học*

Mấu cốt của vấn đề là đi tìm mối liên hệ tỷ lệ (%) diện tích thích hợp giữa cây xanh CX, mặt nước MN, không gian xanh KGX, mặt bằng xây dựng XD, cũng như tỷ lệ KGX/XD với nhiệt độ bề mặt T_s của khu đô thị sinh thái. Hay mô tả bằng hàm tổng quát sau:

$$T_S = F(CX, MN, KGX, XD, KGX/XD) \qquad (*)$$

Mỗi đối tượng là một ẩn số của (*), các đối tượng là các ẩn số phụ thuộc trong thực tế, chúng có chung T_s. Để giải bài toán tìm mối quan hệ giữa các biến, chúng ta cần lần lượt *giả sử* cho từng biến thay đổi, các biến còn lại không đổi. Sau đó dựng đồ thị các

mối liên hệ riêng rẽ đó để tìm điểm giao cắt. Điểm giao cắt chính là mối liên hệ giữa các biến trong hàm (*).

Một số bước để lấy số liệu cho phương trình (*) chúng ta cần thực hiện các nội dung liên quan tới ảnh Landsat - 8 như dưới đây.

2.3.2. Xử lý ảnh

Trích xuất nhiệt bề mặt từ ảnh Landsat - 8:

+ Nội suy số liệu quan trắc nhiệt độ không khí ngoại nghiệp T_a trên 7 điểm khí tượng có trên ảnh về đúng thời điểm thu quét ảnh Landsat - 8 ngày 31/10/2018 vào hồi 10h14'09.3'' (Bảng 1).

+ Thuật toán tính nhiệt bề mặt (T_s) bằng phương pháp SW (split - window) theo [1], bằng sử dụng 2 kênh nhiệt T10 và T11 của Landsat - 8. Nhằm nâng cao độ chính xác trích xuất nhiệt bề mặt T_s, chúng tôi thực hiện 3 nội dung cần thiết:

+ Loại bỏ ảnh hưởng sự hấp thụ của hơi nước khí quyển khi sóng nhiệt kênh T10, T11 đi qua, trước hết cần xác định lượng hơi nước có trong khí quyển (g/cm^2) bằng sử dụng thuật toán *tỷ số phương sai - hiệp phương sai cửa sổ trượt, SWCVR* [3].

+ Xác định tham số phát xạ bề mặt ε từ chỉ số thực vật NDVI trích xuất từ ảnh vệ tinh Landsat - 8 được thực hiện theo phương pháp [6].

Giữa nhiệt độ không khí T_a quan trắc tại điểm khí tượng và tương ứng nhiệt độ bề mặt $T_{s,a}$ (trích xuất từ ảnh) có mối liên hệ thông qua 3 yếu tố: *i*/ Ảnh hưởng chênh cao địa hình (DEM). *ii*/ Ảnh hưởng của thảm thực vật (NDVI). *iii*/ Ảnh hưởng góc tới của Mặt Trời (θ) tại điểm khí tượng.

Kết quả nhiệt độ bề mặt sau hiệu chỉnh, T_s từ nhiệt độ bề mặt được trích xuất từ ảnh Landsat - 8, $T_{s,a}$ và dựa vào số liệu đo nhiệt độ không khí T_a trên các trạm khí tượng, thông qua các hệ số ẩn số *ki* (*i* = 0, 1, 2, 3) liên quan tới mối liên hệ giữa $T_{s,a}$ và DEM, NDVI, θ của ảnh, chúng ta có mối quan hệ:

$$\Delta T = T_{s,a} - T_a = k_1.DEM + k_2.NDVI + k_3.\theta + k_0 \quad (1a)$$

Hay: $$T_s = T_{s,a} + \Delta T \quad (1b)$$

Nhằm đánh giá ý nghĩa thực tiễn của phương trình xây dựng bằng hàm hồi quy từ số liệu thực nghiệm, chúng ta sử dụng luật phân phối Student để kiểm định hệ số tương quan R [4]. Tham số thực nghiệm T_{tnr} từ hệ số tương quan R xác lập bởi n cặp giá trị tương ứng X, Y được tính:

$$T_{tnr} = \frac{R_{XY}}{\sqrt[2]{1-R_{XY}^2}} \sqrt[2]{n-2} \quad (2)$$

Sau đó so sánh giá trị tuyệt đối $|T_{tnr}|$ với trị lý thuyết T_{lt} từ bảng tra luật phân phối Student. *Giả thuyết "0"* (không tương quan, H_o: $R_{xy} = 0$) đúng khi $|T_{tnr}| > T_{lt}$, nghĩa là chúng ta chấp nhận *giả thuyết "0"*. Trái lại, khi $|T_{tnr}| \leq T_{lt}$, nghĩa là *giả thuyết "0"* bị bác

bỏ và thực tế là có sự tồn tại mối tương quan giữa X và Y, hay hệ số tương quan R có ý nghĩa thực tế và hàm tương quan giữa X và Y được áp dụng.

3. THỰC NGHIỆM VÀ ĐÁNH GIÁ

3.1. Trích xuất nhiệt bề mặt T_s và tỷ lệ các đối tượng

Hai ảnh là ảnh nhiệt bề mặt và ảnh NDVI được sử dụng trong mục thực nghiệm này. Trước hết ảnh NDVI được phân loại thành 4 đối tượng là thực vật (CX), mặt nước (MN), đất xây dựng (XD), đất trống (ĐT) trên phần mềm ArcGIS. Không gian xanh (KGX) bao gồm bề mặt thực vật (CX) và mặt nước (MN), đồng thời định nghĩa đất KXD là tổng của đất XD và đất ĐT. Sau đó, lưới hình vuông được thiết lập. Ứng với mỗi hình vuông, bốn loại đối tượng là CX, MN, XD, ĐT và KGX (= CX+MN), KXD (= XD+ĐT) được tính diện tích (theo pixel) và tính tỷ lệ (%) của nó so với diện tích hình vuông (theo pixel). Chồng khớp hai ảnh nhiệt độ và ảnh phân loại đối tượng chúng ta tính được nhiệt độ trung bình của các hình vuông.

Qua kết quả tính toán và phân tích kết quả trích xuất nhiệt bề mặt Ts khu vực nghiên cứu của TP. HCM như giới thiệu ở mục 2.3, chúng tôi nhận thấy rằng: tác động của góc tới θ là đáng kể nhất sau đó là thảm thực vật, NDVI. Phương trình theo (2) chúng ta nhận được:

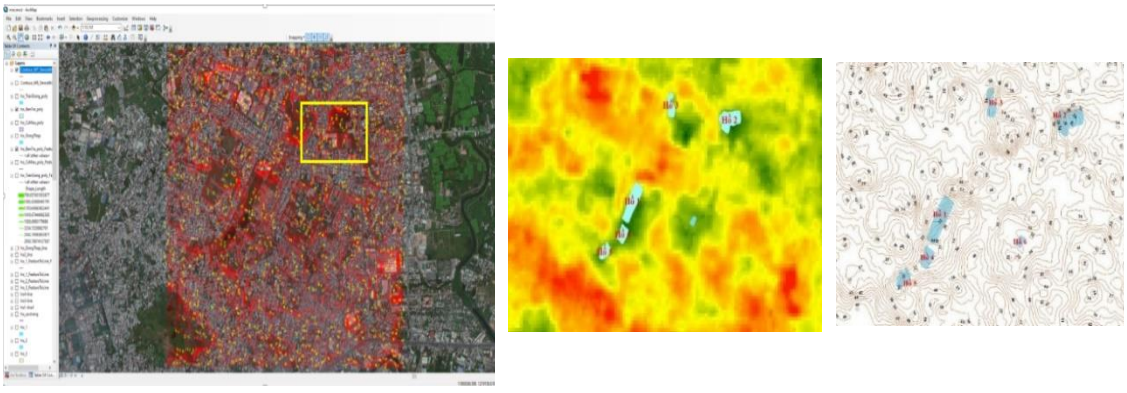
$$\Delta T = 48{,}658 - 15{,}071NDVI - 64{,}336\theta;\ (R^2 = 0{,}618,\ R = 0{,}786) \quad (3)$$

Kết quả hiệu chỉnh ảnh hưởng góc tới (θ) và NDVI theo Mô hình (3) tới T_s (ký hiệu $T_{s\text{ - hc}}$) được thống kê ở Bảng 2 trên 7 trạm khí tượng như sau:

Bảng 2. Kết quả hiệu chỉnh ảnh hưởng góc tới (θ) và NDVI theo Mô hình (3)

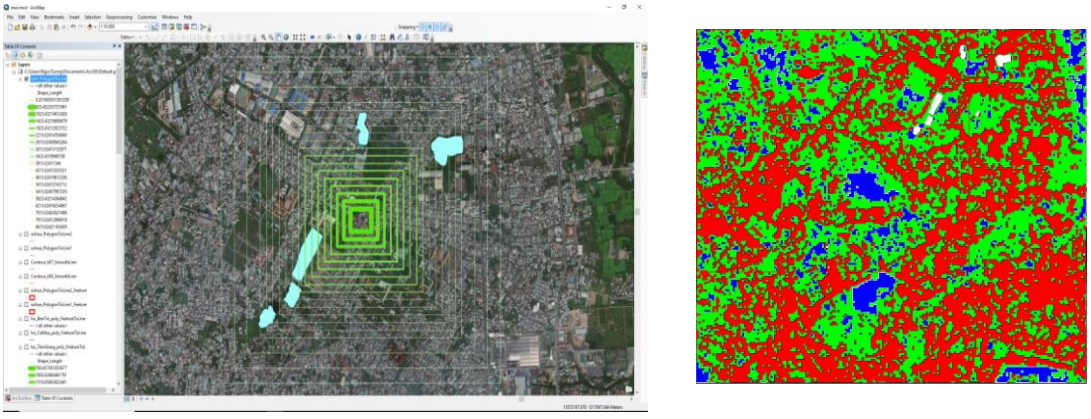
Trạm k/t	**NDVI**	**Góc (θ)**	$\mathbf{T_a}$	$\mathbf{T_s}$	Δ**T**(mh3)	$\mathbf{T_{s\text{ - hc}}}$
(1)	*(2)*	*(3)*	*(4)*	*(5)*	*(6)*	***(7)*****=(4)+(6)**
Cao lãnh	0,52593	0,68086	31,294	29,196	- 3,072	28,222
Mỹ Tho	0,27905	0,67916	33,431	34,328	0,758	34,189
Trà Nóc	0,3406	0,67694	31,218	33,588	- 0,027	31,191
Ba Tri	0,5603	0,67685	32,550	26,611	- 3,332	29,218
Cần Tho	0,20777	0,67721	33,001	32,149	1,958	34,959
Sóc Trăng	0,16118	0,67293	32,546	36,282	2,935	35,481
Bạc Liêu	0,49475	0,67659	33,199	31,983	- 2,327	30,872

Phân tích sai số xác định nhiệt độ T_s sau khi hiệu chỉnh ảnh hưởng góc (θ) tới và NDVI từ ảnh Landsat - 8 cho khu vực nghiên cứu đạt độ chính xác tuyệt đối là khoảng 5%, và có mối tương quan R với T_a lúc này lên tới 80%. Kết quả xử lý ảnh trích xuất nhiệt độ bề mặt cho TP. HCM và khu vực nghiên cứu (hình vuông vàng) được giới thiệu trên Hình 2.



Hình 2. Một góc ảnh nhiệt bề mặt T_s TP. HCM (hàng trên) với góc nhỏ ảnh mầu cấp độ nhiệt và đường đẳng nhiệt có bước nhẩy 1^oC

Hình 3 thể hiện lưới ô vuông thiết kế trên ảnh (ảnh trên) và 4 lớp sau phân loại cho khu vực nghiên cứu TP. HCM (ảnh dưới). Kết quả thống kê các số liệu trích xuất % diện tích các loại đối tượng và nhiệt độ hình vuông được ghi trong Bảng 3 cho TP. HCM.



Hình 3. Lưới ô vuông trên ảnh và 4 lớp sau phân loại theo NDVI (MN - White, CX - blue, ĐT - red, XD - Green), TP. HCM.

Bảng 3. Tỷ lệ (%) các đối tượng CX, MN, XD, ĐT, KGX, KXD và nhiệt độ trung bình T_{s-tb} lưới ô vuông của khu vực nghiên cứu TP. HCM

CX (%)	XD (%)	MN (%)	ĐT (%)	KGX (%)	KXD (%)	Ts (^{0}C)
20,37037	77,96296	**1,66667**	0	22,03704	77,962963	37,77280
20,28169	76,33803	2,81690	0,56338	23,0986	76,90141	37,55967
20,86168	74,37642	3,85488	0,90703	24,71655	75,28345	37,23003
20,35714	74,64286	4,107143	0,89286	24,46428	75,53571	37,01010
21,08027	74,11853	4,05101	0,75019	25,13128	74,86872	36,90212
21,10901	**73,66100**	4,34783	0,88217	**25,45684**	**74,54316**	36,78833
20,32	74,24	4,32	**1,12**	24,64	75,36	**36,769135**

20,15792	73,98978	**4,83047**	1,02183	24,98839	75,01161	36,83600
20,33279	74,10714	4,66721	0,89286	25	75	36,88316
18,28264	76,96451	4,05577	0,69708	22,33840	77,66160	37,09326
17,43808	78,80911	3,20240	0,55041	20,64048	79,35952	37,32267
16,26606	80,62578	2,65230	0,45586	18,91836	81,08164	37,55926
14,73268	82,68867	2,20045	0,37820	16,93313	83,06687	37,79364
13,61448	**84,19670**	1,86780	**0,32103**	**15,48227**	**84,51773**	**38,46334**

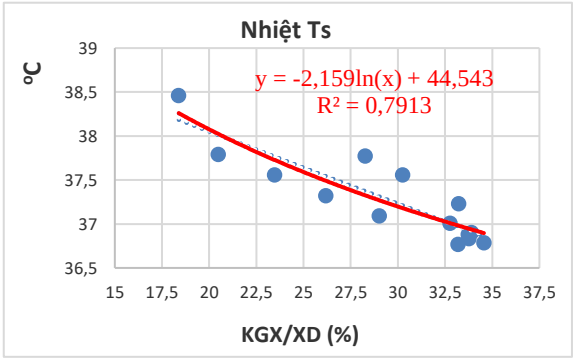
** Mầu đỏ nét đậm đánh dấu giá trị cực đại và cực tiểu*

Từ bảng 3 cho thấy, giá trị nhiệt độ Ts ở khu vực có tỷ lệ xây dựng cao thường cao hơn so với các khu vực có tỷ lệ xây dựng thấp và có tỷ lệ KGX cao. Điều này đúng với các nghiên cứu trước đây về hiện tượng đảo nhiệt đô thị tại khu vực Tp. Hồ Chí Minh [2, 5].

3.2. Quan hệ giữa KGX và T_s

Từ Bảng 3, chúng ta có đồ thị về quan hệ giữa tỷ lệ [KGX/XD] (%) = [(CX+MN)/XD] % so với đất XD và T_{s-tb}, Hình 4. Trong 5 mối quan hệ y = f(x), mối quan hệ logarit tự nhiên có hệ số tương quan lớn nhất (R^2 = 0,7913) và được nhận làm hàm ứng dụng trong thực tiễn. Đồ thị có xu hướng đi xuống cho thấy: khi tỷ lệ KGX tăng so với không gian xây dựng sẽ làm giảm nhiệt đô thị theo hàm logarit tự nhiên.

[KGX/XD]%
28,26603325
30,25830258
33,23170732
32,77511962
33,90688259
34,55945252
33,18965517
33,77275581
33,73493976
29,02428983
26,19047619
23,46440504
20,47817048
18,38821490



y = - 2,159ln(x) + 44,543; R^2 = 0,7913.
y = - 0,0818x+39,689; R^2 = 0,7886.
y = 39,75$e^{-0.002x}$; R^2 = 0,7888.
y = 45,239$x^{-0,058}$; R^2 = 0,7906.
y = 0,0006x^2 – 0,1128x + 40,09;
R^2 = 0,7893.
Trong đó: x = (KGX/XD) %; y = T_s.

Hình 4. Quan hệ giữa tỷ lệ giữa [KGX/XD] (%) và T_s.

Mối quan hệ y = f(x = T_s) lựa chọn trên Hình 4 là hàm logarit:

$$T_{s,kgx/xd} = - 2,159\ln(x) + 44,543;\ R^2 = 0,7913 \qquad (4)$$

Bảng 4. Mô phỏng biến thiên hàm $T_{s,kgx/xd}$ theo (4)

x	$T_{s,kgx/xd}$ (ºC)	ΔTs (ºC) (= Ts - 44.543)	x	$T_{s,kgx/xd}$ (ºC)	ΔTs (ºC) (= Ts - 44.543)
1	44,543		35	36,867	- 7,676
2	43,047	- 1,497	40	36,579	- 7,964
3	42,171	- 2,372	45	36,324	- 8,219
4	41,550	- 2,993	50	36,097	- 8,446
5	41,068	- 3,475	55	35,891	- 8,652
6	40,674	- 3,868	60	35,703	- 8,840
7	40,342	- 4,201	65	35,530	- 9,012
8	40,053	- 4,490	70	35,370	- 9,172
9	39,799	- 4,744	75	35,222	- 9,321
10	39,572	- 4,971	80	35,082	- 9,461
15	38,696	- 5,847	85	34,951	- 9,592
20	38,075	- 6,468	90	34,828	- 9,715
25	37,593	- 6,950	95	34,711	- 9,832
30	37,200	- 7,343	100	34,600	- 9,942

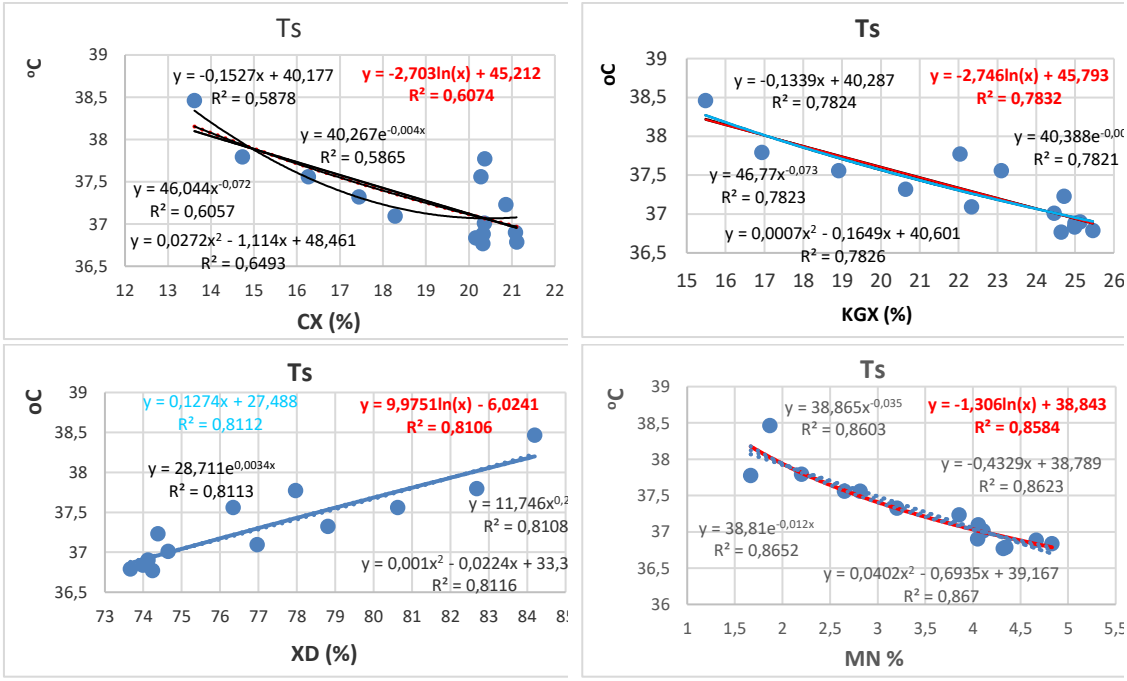
Mô phỏng hàm lựa chọn logarit tự nhiên trong khoảng x biến thiên từ 1% - 100% để ứng dụng trong thực tế, chúng ta nhận được y = f(x = T_s) ghi Bảng 4. Từ đây chúng ta có nhận xét:

- Khi tăng diện tích đất cây xanh, mặt nước tức là tăng KGX so với diện tích XD, khả năng giảm nhiệt độ thị sẽ tăng lên.

- Cường độ giảm nhiệt đô thị *tăng mạnh* (tới 5 ºC) trong khoảng tỷ lệ KGX tăng từ 2% - 10% (giảm trung bình 0,386ºC/1%). Tiếp theo, nhiệt độ giảm từ từ tiếp thêm 4 ºC khi tỷ lệ KGX tăng tới 65% (giảm trung bình 0,073 ºC/1%). Sau đó, nhiệt độ giảm chậm thêm 1 ºC nữa cho tới khi KGX đạt tới 100% (giảm chậm trung bình 0,028 ºC/1%).

- Tỷ lệ diện tích KGX so với diện tích XD đạt tới 65% có thể được coi là cận dưới và tỷ lệ KGX bằng 10% có thể coi là cận trên khi thiết kế đô thị sinh thái dưới góc nhìn về lợi ích giảm nhiệt của đô thị trước áp lực về biến đổi khí hậu.

Vấn đề tiếp theo chúng ta xét tới khi tỷ lệ diện tích đất XD tăng so với đất quy hoạch đô thị thì ảnh hưởng như thế nào tới nhiệt độ đô thị, cũng như tỷ lệ cây xanh CX, mặt nước MN và không gian xanh KGX so với đất quy hoạch đô thị sẽ có tác động giảm nhiệt đô thị như thế nào? Rõ ràng giữa nhiệt độ đô thị tăng khi tỷ lệ XD tăng và nhiệt độ đô thị giảm khi tỷ lệ KGX tăng có mối ràng buộc hữu cơ với nhau. Để tìm mối ràng buộc hữu cơ ấy, chúng ta làm tiếp thực nghiệm dưới đây.



Hình 5. Quan hệ giữa tỷ lệ CX, KGX, XD và MN (%) với T_s

Từ Bảng 3 chúng ta có mối quan hệ giữa CX, MN, KGX, XD với nhiệt độ T_s được thể hiện trên các đồ thị tương ứng (Hình 5).

Bốn hàm liên hệ y = f(x) được lựa chọn từ Hình 5 là hàm logarit tự nhiên để tương thích với hàm trên Hình 4, chúng có R^2 chênh với các hàm khác không đáng kể (≤ 3%.), cụ thể:

$$y = -2{,}703\ln(x) + 45{,}212;\ R^2 = 0{,}6074;\ y = T_{s,cx};\ x = CX(\%) \quad (5)$$

$$y = -2{,}746\ln(x) + 45{,}793;\ R^2 = 0{,}7832;\ y = T_{s,kgx};\ x = KGX(\%) \quad (6)$$

$$y = 9{,}9751\ln(x) - 6{,}0241;\ R^2 = 0{,}8106;\ y = T_{s,xd};\ x = XD(\%) \quad (7)$$

$$y = -1{,}306\ln(x) + 38{,}843;\ R^2 = 0{,}782;\ y = T_{s,mn};\ x = MN(\%) \quad (8)$$

Tương tự mô phỏng như Hình 4 cho 4 hàm trên đây, sau đó vẽ đồ thị của 5 hàm mô phỏng tỷ lệ đối tượng (CX, MN, KGX, KGX/XD, XD) với nhiệt độ T_s tương ứng (theo các hàm: (4), (5), (6), (7), (8)) chúng ta có đồ thị của 5 đường logarit được thể hiện trên Hình 6.

Từ kết quả mô phỏng năm hàm số (từ (4) đến (8)) và Hình 6 chúng ta có nhận xét:

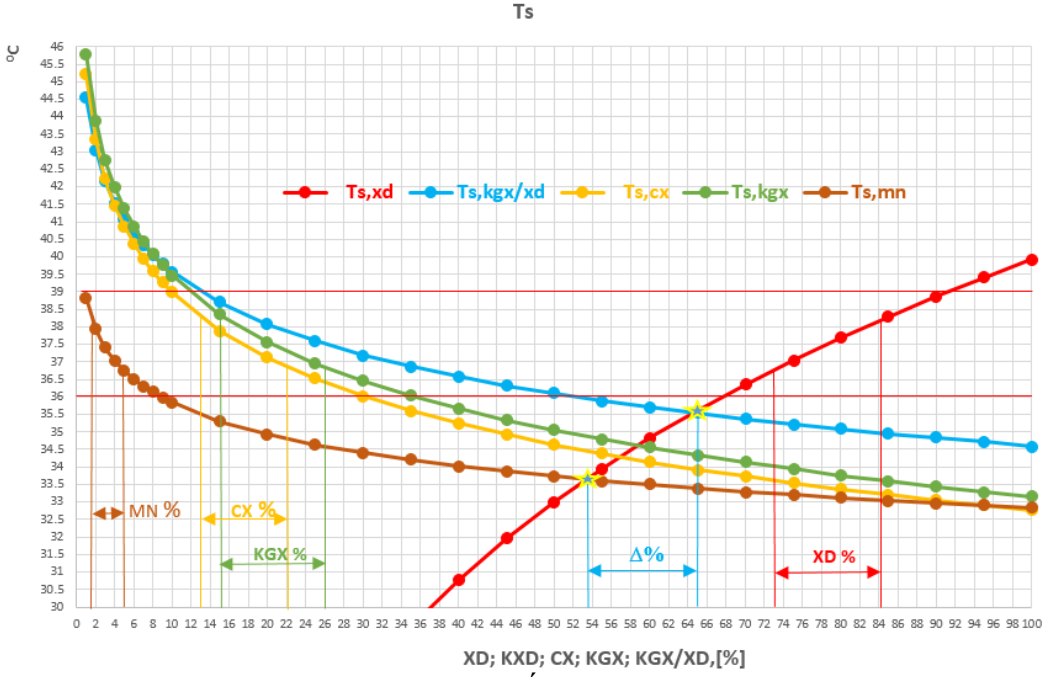
- Đồ thị biến thiên nhiệt độ $T_{s,xd}$ khi tỷ lệ XD tăng, sẽ tăng dần theo hướng từ từ dưới lên trên và từ trái sang phải; trái lại, xu thế 4 đường cong biến thiên nhiệt độ T_s theo tỷ lệ tăng dần tương ứng của MN, CX, KGX sẽ giảm dần theo hướng từ trên xuống dưới, từ trái sang phải.

- Đường cong biến thiên $T_{s,xd}$ giao cắt với 4 đường (tuần tự từ dưới lên trên) $T_{s,\ mn}$; $T_{s,cx}$; $T_{s,kgx}$; $T_{s,kgx/xd}$ tại 4 điểm có tọa độ [%, Ts] được thống kê trên Bảng 5.

- Điểm giao cắt có ý nghĩa thực tiễn rất lớn, nó thể hiện: đây là điểm có tỷ lệ thích

hợp nhất về lựa chọn diện tích phù hợp giữa tỷ lệ đất XD và tỷ lệ đất MN, CX, KGX và KGX/XD.

Đây chính là cơ sở khoa học khi quy hoạch - thiết kế khu đô thị sinh thái, đặc biệt quan tâm tới KGX bao gồm MN và CX bằng ứng dụng công nghệ Viễn thám và GIS.



Hình 6. Quan hệ giữa T_s và tỷ lệ các đối tượng XD, MN, CX, KGX, KGX/XD.

Bảng 5. Tọa độ điểm cắt của đường $T_{s,xd}$ với 4 đường $T_{s,mn}$; $T_{s,cx}$; $T_{s,kgx}$; $T_{s,kgx/xd}$

Điểm cắt đường cong		%	T_s
1*	$T_{s,xd}$X $T_{s,mn}$	53,5	33,7
2	$T_{s,xd}$X $T_{s,cx}$	56,5	34,25
3	$T_{s,xd}$X $T_{s,kgx}$	59	34,6
4*	$T_{s,xd}$X $T_{s,kgx/xd}$	65	35.6
	Hiệu số (max - min), Δ	11,5	1,9

** Điểm giao cắt có tọa độ [%, T_s] cực đại và cực tiểu*

Bảng 5 cho phép chúng ta đánh giá từng đối tượng có tỷ lệ thích hợp (%) của MN, CX, KGX và KGX/XD, sao cho nhiệt độ T_s của chúng không lớn hơn giá trị T_s cực tiểu của đô thị là 36,77 ^oC ghi trong Bảng 3.

4. KẾT LUẬN

Qua số liệu trích xuất từ ảnh vệ tinh Landsat - 8 và GIS từ khu vực nghiên cứu của TP. HCM, bài báo đã đưa ra cơ sở khoa học giải quyết một vấn đề rất cụ thể trong thực tiễn về mối quan hệ tỷ lệ (%) diện tích đất KGX của đô thị sinh thái so với tỷ lệ % diện tích đất XD (KGX/XD), nhằm đảm bảo giảm nhiệt đô thị (làm mát đô thị) trước áp lực

về biến đổi khí hậu cũng như vấn đề sử dụng hiệu quả nguồn tài nguyên đất. 65% diện tích KGX so với XD là tỷ lệ thích hợp cho hai mục đích nêu trên. Kết quả cũng đưa ra tỷ lệ (%) thích hợp cho từng thành phần như CX, MN, KGX đảm bảo tiêu chí của mục đích đề ra cho khu đô thị sinh thái.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. Jiménez - Muñoz JC, Sobrino JA (2008): Split - window coefficients for land surface temperature retrieval from low - resolution thermal infrared sensors. IEEE Geosci. Remote Sens. Lett. 5:806 - 809.

[2]. Lê Thị Thu Hà và nnk (2020), Đánh giá vai trò của cơ cấu lớp phủ bề mặt đô thị trong việc giảm hiệu ứng đảo nhiệt đô thị áp dụng cho khu vực Thành phố Hồ Chí Minh, Việt Nam, Tạp chí Khoa học Kỹ thuật Mỏ - Địa chất, tập 61, kỳ 2 (2020), trang 76 - 85.

[3]. Kleespies, T. J., and L. M. McMillin. (1990). "Retrieval of Precipitable Water from Observations in the Split Window Over Varying Surface Temperatures." Journal of Applied Meteorology 29:851 - 862. doi:10.1175/1520 - 0450(1990)0292.0.CO;2.

[4]. Krysicki W., Bartos J., Dyczka W., Krolikowska K., Wasilewski M. (1999). Rachunek Prawdopodobienstwa i sta tystyka matematyczna w zadaniach, czesc II, Wydawnictwa naukowe PWN.

[5]. Trần Thị Vân và nnk (2017), Đặc điểm môi trường nhiệt và diễn biến đảo nhiệt đô thị bề mặt khu vực Bắc thành phố Hồ Chí Minh, Tạp chí Khoa học Trường ĐH Cần Thơ, Tập 49, phần A (2017), trang 11 - 20.

[6]. Wan Z, Dozier J. (1996). A generalized split - window algorithm for retrieving land - surface temperature from space. IEEE Trans. Geosci. Remote Sens. 34:892 - 905.

[7]. *http://www.unfpa.org/swp/2007/english/int sinhtion .html*.

NGHIÊN CỨU MỐI QUAN HỆ THỰC NGHIỆM GIỮA PM_{10} VÀ ĐỘ DÀY QUANG HỌC SOL KHÍ Ở KHU VỰC HÀ NỘI

Nguyễn Thị Thuý Hằng, Nguyễn Công Sơn, Phan Doãn Thành Long, Vũ Duy Tân, Bùi Thị Lê Hoàn, Vũ Trung Thành, Đào Thị Bích Hồng

Phòng Nghiên cứu Trắc địa - Địa động lực, Viện Khoa học Đo đạc và Bản đồ

Ngày nhận bài: 05/7/2021 - Ngày phản biện: 24/7/2021 - Ngày chấp nhận đăng: 16/08/2021

Tóm tắt. *Ô nhiễm không khí đang tác động sâu sắc đến môi trường cũng như sức khoẻ của con người. Các hạt phân tử khí này rất nhỏ, bay lơ lửng trong không khí, rất dễ đi vào cơ thể con người thông qua việc hít thở, là tác nhân gây ra các bệnh về đường hô hấp. Các trạm quan trắc mặt đất bị hạn chế về mặt không gian, chỉ quan trắc được PM_{10} ở quy mô các vùng nhỏ. Dữ liệu ảnh MODIS với khả năng độ phủ rộng, không chỉ cho phép nghiên cứu chất lượng không khí theo không gian mà còn gần thời gian thực trong quản lý và giám sát chất lượng không. Trong nghiên cứu này, PM_{10} được ước tính dựa trên mối quan hệ giữa PM_{10} và độ sâu quang học aerosol (AOD). Độ tương quan giữa số liệu quan trắc PM_{10} và sản phẩm AOD chiết suất từ dữ liệu ảnh vệ tinh MODIS được đánh giá trong khoảng 01/01/2014 đến hết 31/10/2014 bằng phương pháp thống kê với hệ số tương quan R=0.28. Mặc dù, hệ số tương quan này còn chưa được tốt, nhưng hệ số này sẽ được cải thiện hơn trong các nghiên cứu trong tương lai bằng việc tăng cường mật độ của các trạm quan trắc mặt đất, kết hợp với các sản phẩm AOD từ các vệ tinh khác nhằm tăng cường độ phân giải về thời gian.*

Từ khoá: *PM_{10}; AOD; độ dày quang học; MODIS.*

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Sol khí (AOD - Aerosol Optical Depth) là một thành phần phát tán trong khí quyển, được tạo nên từ bụi và khí thải (tự nhiên và nhân tạo), tham gia trực tiếp vào hiệu ứng nhà kính tác động tới biến đổi khí hậu. Sol khí còn được biết đến là liên quan đến ô nhiễm không khí trong bầu khí quyển [3]. Các hạt phân tử nhỏ (PM) là những hạt bụi trong không khí có kích thước rất nhỏ, nhỏ hơn 10 μm mà mắt thường không nhìn thấy được. Những hạt có đường kính từ 2,5 μm đến 10 μm được gọi là các hạt PM_{10}.

Các nhà khoa học đã đề xuất nhiều phương pháp khác nhau để xác định ô nhiễm không khí từ dữ liệu ảnh vệ tinh như sau. Năm 1984, Carnahan W. H., Mausel P. W., Zhou G. P đã đề xuất phương pháp ước lượng nồng độ bụi ở khu vực đô thị sử dụng tỷ số giữa các kênh phổ của tư liệu Landsat TM [1]. Trong nghiên cứu này, tác giả sử dụng phương pháp phân tích tỉ số của các kênh ảnh Landsat TM như sau: 1/2, 1/3, 1/4, 1/5 và

1/6 và các ước tính về nồng độ hạt có nguồn gốc từ các ảnh tỷ lệ và được kiểm tra qua độ phản xạ thấp tại các vị trí nước đục và đường cao tốc bê tông. Từ phân tích dữ liệu, đối với nước thì mô hình tăng nồng độ hạt có liên quan đến các giá trị tỷ lệ giảm trong tất cả các kết hợp băng tần được sử dụng. Kết quả cụ thể, các giá trị tỷ số kênh ảnh 1/4 tuân theo mô hình dự đoán, trong khi 1/6 có các tỷ số bị đảo ngược so với giá trị dự kiến.

Chu và cộng sự [2] đã chứng minh khả năng sử dụng MODIS để giám sát ô nhiễm không khí toàn cầu, khu vực và địa phương. Ba nghiên cứu điển hình ở miền bắc Italy, Los Angeles, và Bắc Kinh cho thấy kết quả áp dụng độ sâu quang học được tính từ MODIS (τ_a) đối với ô nhiễm không khí khu vực và cục bộ đạt độ chính xác ($\Delta\tau_a = \pm 0{,}05 \pm 0{,}2\tau_a$) và hệ số tương quan giữa Aerosol Robotic Network (AERONET) trung bình hàng ngày τ_a và nồng độ PM_{10} ($\mu g/m^3$) ở miền bắc Italy là 0,82. Các phép đo từ ảnh vệ tinh MODIS cho cũng đã xác định được mức độ ô nhiễm không khí tại các vùng ở miền Bắc Ý, Nam Ba Lan, Bỉ, Hà Lan và Ruhr, cũng như các thành phố lớn và các thung lũng công nghiệp [5].

Ở Việt Nam, tác giả Lương Chính Kế [6] đã thực hiện đề tài nghiên cứu khoa học cấp Bộ của Bộ Tài nguyên và Môi trường "Ứng dụng công nghệ viễn thám để nghiên cứu khả năng pháp hiện và giám sát một số thành phần ô nhiễm môi trường không khí khu vực đô thị và khu công nghiệp". Đề tài đã sử dụng dữ liệu ảnh vệ tinh để tính toán sol khí và kết quả nghiên cứu mới chỉ dừng lại ở việc xác lập mối tương quan sol khí với một số thành phần ô nhiễm không khí. Một nghiên cứu khác, tác giả Trần Xuân Trường [9] sử dụng ảnh vệ tinh MODIS để tính toán độ dày sol khí (AOT) và từ đó xác định được các chỉ số về chất lượng không khí AQI và chỉ số về ô nhiễm không khí API. Tuy nhiên, nghiên cứu chỉ dừng lại ở việc sử dụng ảnh MODIS để chiết tách mà chưa có các dữ liệu đo mặt đất để kiểm chứng kết quả.

Độ dày quang học của các sol khí có thể đo được trực tiếp từ các thiết bị mặt đất nhờ sự khuyếch tán của các sol khí với bức xạ mặt trời. Tuy nhiên, hạn chế của các thiết bị đo mặt đất là sự giới hạn về không gian cũng như khả năng phủ trùm. Việc xác định hệ số tương quan giữa dữ liệu đo ảnh MODIS và dữ liệu đo ở các trạm mặt đất là nguồn dữ liệu quan trọng để kiểm chứng cho độ chính xác của việc chiết tách sol khí. Ở nghiên cứu này, việc xem xét mối quan hệ giữa PM_{10} và sol khí (AOD) là cần thiết, mối quan hệ này sẽ mang lại một phương pháp mới có cơ sở khoa học để ước tính nồng độ PM_{10} ở khu vực chưa có trạm quan trắc.

Mục đích của nghiên cứu này nhằm hiết lập được mối quan hệ giữa PM_{10} và sol khí (AOD) chiết xuất từ ảnh vệ tinh; đánh giá chất lượng không khí của khu vực nghiên cứu.

2. PHƯƠNG PHÁP XÁC ĐỊNH PM_{10} DỰA TRÊN SOL KHÍ TỪ ẢNH MODIS

2.1. Cơ sở khoa học chiết tách sol khí từ ảnh MODIS

Nguyên lý phương pháp đo sol khí: năng lượng phản xạ thu được tại đỉnh khí quyển, theo [8], là một hàm xác định gồm có các thành phần sau:

$$\rho^*(\mu_s,\mu_v,\varphi)=\rho^a(\mu_s,\ \mu_v,\ \varphi)+\frac{T(\mu_s)[\rho exp[^{-\tau}/_{\mu_v}]+\langle p\rangle t_d(\mu_v)]}{1-\langle p\rangle s} \quad (1)$$

trong đó:

ρ^*: năng lượng phản xạ tại đỉnh khí quyển

ρ^a: năng lượng phản xạ một phần trong khí quyển

ρ: năng lượng phản xạ bề mặt trái đất

μ_s, μ_v: góc thiên đỉnh của vệ tinh

φ: góc phương vị của vệ tinh

τ: độ dày quang học của sol khí

T: tổng năng lượng truyền từ mặt trời về bề mặt trái đất

t_d: năng lượng tán xạ giữa bề mặt trái đất và vệ tinh

Trong công thức trên, chúng ta nhận thấy rằng năng lượng phản xạ tại đỉnh khí quyển gồm hai thành phần chính là năng lượng phản xạ một phần trong khí quyển và năng lượng phản xạ của các sol khí. Với việc thừa nhận phản xạ tại bề mặt trái đất là đồng nhất, thì với việc xác định đo được chính xác lượng năng lượng phản xạ tại đỉnh khí quyển có thể hoàn toàn chiết tách được các sol khí aerosol.

Về lý thuyết, độ dày sol khí được định nghĩa là tích phân theo bề mặt thẳng đứng từ bề mặt trái đất cho đến đỉnh khí quyển của năng lượng bị suy giảm theo công thức sau:

$$\tau(\lambda) = \int_0^{TOA} \sigma_e(\mathrm{s})\ \mathrm{ds} \quad (2)$$

σ_e: hệ số suy giảm năng lượng

$$\sigma_e=\sigma_a+\sigma_s \quad (3)$$

σ_a: hệ số hấp thụ năng lượng của phân tử khí

σ_s: hệ số phản xạ năng lượng của phân tử khí

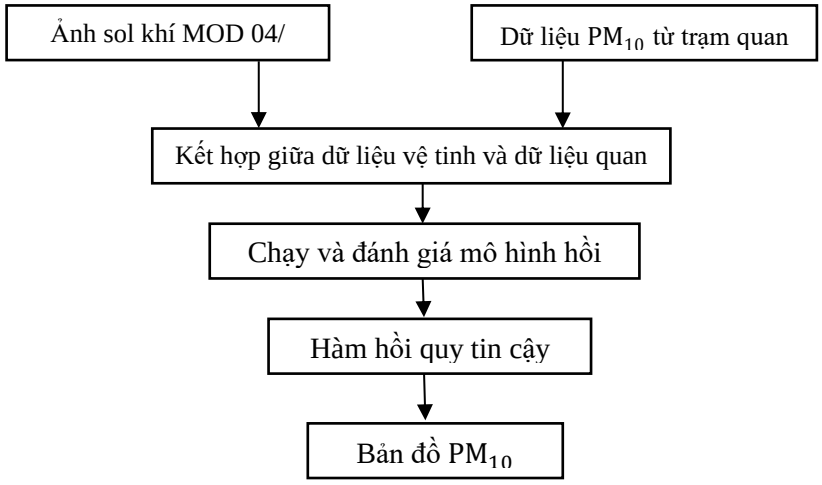
Sản phẩm sol khí (aerosol) được chiết tách từ dữ liệu vệ tinh MODIS được đo bởi phản xạ khí quyển lên bề mặt Trái đất, với sự hỗ trợ tính toán các giá trị trong bảng tra cứu mô hình lục địa (Look - up tables) [4].

Sản phẩm ảnh sol khí được thu trên toàn cầu theo quỹ đạo bay của 2 vệ tinh Terra và Aqua trên khắp đại dương và lục địa. Ảnh sol khí level 2 được cung cấp hàng ngày với độ phân giải là 10 km/1 pixel.

2.2. Quy trình tính toán PM_{10} từ ảnh MODIS

Đầu vào của mô hình là dữ liệu sol khí MOD 04/MYD 04. Việc tính toán, chiết tách aerosol trên khu vực đất liền phức tạp hơn so với khu vực trên mặt biển, vì bề mặt đất có sự thay đổi lớn, từ thảm thực vật đến sa mạc và các vùng có tuyết hoặc băng bao phủ.

AOD MODIS được tính toán ở hai bước sóng 0,47 µm và 0,66 µm bằng cách thừa nhận giá trị phản xạ trung bình tại bề mặt ở tại hai bước sóng đỏ và xanh lần lượt theo tỷ số sau: ρ 0,47= (ρ 0,66)/2 = (ρ 2,1)/4 [7].



Hình 1. Quy trình tính toán PM_{10} từ ảnh MODIS.

Dữ liệu PM_{10} được trích xuất toạ độ địa lý của từng điểm đo, sau đó được chuyển về cùng với hệ toạ độ đối với điểm ảnh. Giá trị AOD được xác định có cùng vị trí địa lý đối với điểm mặt đất đang xét. Các giá trị quan trắc trùng nhau giữa điểm đo và điểm ảnh dùng để chạy mô hình hàm hồi quy. Trong nghiên cứu này, hàm hồi quy tuyến tính giữa AOD - PM_{10} có dạng:

$$PM_{10} = \beta_1 \times AOD_{(vệ\ tinh)} + \beta_0 \quad (4)$$

Trong đó PM_{10} là giá trị đo mặt đất tại điểm đo (có đơn vị là µg.m^{-3}), β_1, β_0 là các hệ số tương quan với giá trị AOD.

Sai số dự báo trung bình (root mean square error - RMSE) được dùng để đánh giá sự chính xác của mô hình hồi quy.

$$RMSE=\sqrt{\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}\left(AOD_{(vệ\ tinh)} - PM_{10}\right)^2} \quad (5)$$

3. THỰC NGHIỆM XÁC ĐỊNH MỐI QUAN HỆ GIỮA PM_{10} VÀ ĐỘ DÀY QUANG HỌC SOL KHÍ Ở KHU VỰC HÀ NỘI

3.1. Dữ liệu ảnh vệ tinh MODIS

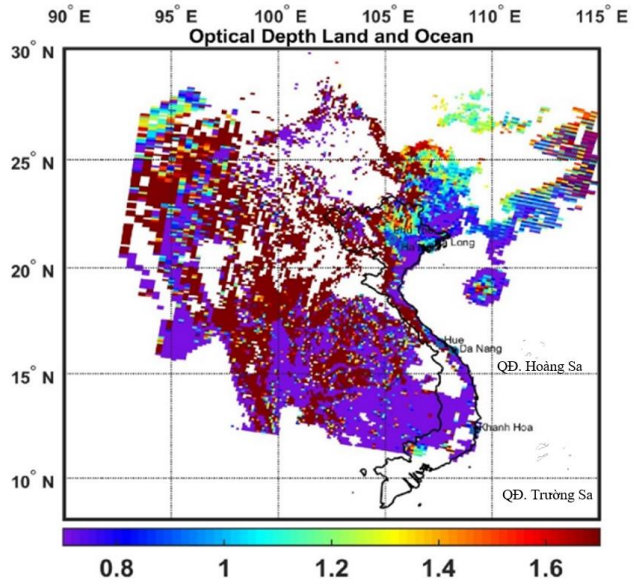
Nhóm nghiên cứu đã lựa chọn hai loại ảnh MODIS bao trùm toàn bộ khu vực nghiên cứu là Terra và Aqua. Các cảnh ảnh thu được từ các vệ tinh trong khoảng thời gian trên, sau khi lựa chọn đạt yêu cầu sẽ được sử dụng để thực nghiệm xác định mối quan hệ giữa PM_{10} và độ dày sol khí, bao gồm:

- 18 cảnh ảnh Terra đưa vào thực nghiệm được thu nhận trong 10 tháng bắt đầu từ tháng 01/01/2014. Hai cảnh ảnh liên tiếp cách nhau 16 ngày. Thời gian thu nhận hoàn toàn trùng nhau, vào 3 giờ 45 phút. Danh sách các cảnh ảnh Tera đưa vào thực nghiệm

được thể hiện trong Bảng 1.

Bảng 1. Danh sách các cảnh ảnh Terra

Thời gian	Sản phẩm	Tên file
2014 - 002 3.45	MOD04 - L2	MOD04_L2.A2014002.0345.061.2017308032110.hdf
2014 - 018 3.45	MOD04 - L2	MOD04_L2.A2014018.0345.061.2017308125602.hdf
2014 - 034 3.45	MOD04 - L2	MOD04_L2.A2014034.0345.061.2017308225620.hdf
2014 - 050 3.45	MOD04 - L2	MOD04_L2.A2014050.0345.061.2017309064040.hdf
2014 - 066 3.45	MOD04 - L2	MOD04_L2.A2014066.0345.061.2017309224727.hdf
2014 - 082 3.45	MOD04 - L2	MOD04_L2.A2014082.0345.061.2017310014805.hdf
2014 - 098 3.45	MOD04 - L2	MOD04_L2.A2014098.0345.061.2017311094651.hdf
2014 - 114 3.45	MOD04 - L2	MOD04_L2.A2014114.0345.061.2017311164230.hdf
2014 - 130 3.45	MOD04 - L2	MOD04_L2.A2014130.0350.061.2017312004638.hdf
2014 - 146 3.45	MOD04 - L2	MOD04_L2.A2014146.0345.061.2017312120837.hdf
2014 - 162 3.45	MOD04 - L2	MOD04_L2.A2014162.0345.061.2017313002844.hdf
2014 - 178 3.45	MOD04 - L2	MOD04_L2.A2014178.0345.061.2017313071453.hdf
2014 - 194 3.45	MOD04 - L2	MOD04_L2.A2014194.0345.061.2017313114705.hdf
2014 - 210 3.45	MOD04 - L2	MOD04_L2.A2014210.0345.061.2017313235454.hdf
2014 - 226 3.45	MOD04 - L2	MOD04_L2.A2014226.0345.061.2017314065546.hdf
2014 - 242 3.45	MOD04 - L2	MOD04_L2.A2014242.0345.061.2017314104436.hdf
2014 - 258 3.45	MOD04 - L2	MOD04_L2.A2014258.0345.061.2017314155413.hdf
2014 - 274 3.45	MOD04 - L2	MOD04_L2.A2014274.0345.061.2017316225859.hdf



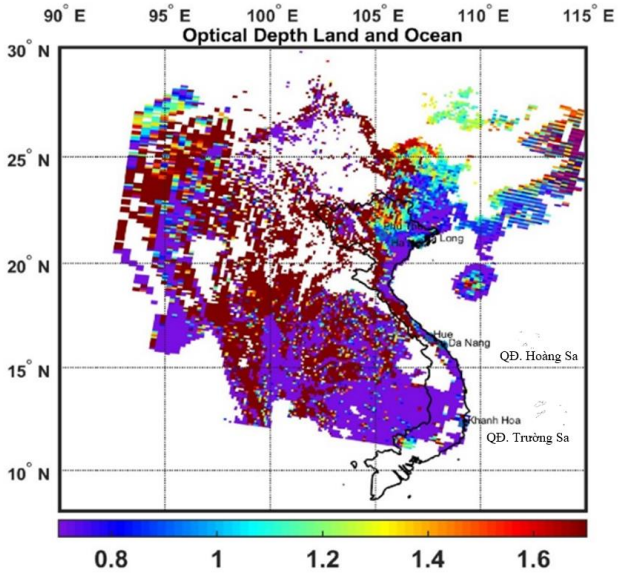
Hình 2. Tư liệu ảnh MOD04_L2.A2014002.0345.061.2017308032110 từ vệ tinh Terra

- Vệ tinh Aqua: tương tự dữ liệu vệ tinh MODIS Terra, 18 cảnh ảnh MODIS Aqua đưa vào thực nghiệm được thu nhận trong 10 tháng, bắt đầu từ 02/01/2014 (các cảnh ảnh

MODIS Terra và Aqua tương ứng luôn lệch nhau 01 ngày). Thời gian thu nhận ảnh Aqua trong ngày là 6 giờ 10 phút. Danh sách các cảnh ảnh Aqua đưa vào thực nghiệm được thể hiện trong Bảng 2.

Bảng 2. Danh sách các cảnh ảnh Aqua

Thời gian	Sản phẩm	Tên file
2014 - 001 06:10	MYD04 - L2	MYD04_L2.A2014001.0610.061.2018051042950.hdf
2014 - 017 06:10	MYD04 - L2	MYD04_L2.A2014017.0610.061.2018051222330.hdf
2014 - 033 06:10	MYD04 - L2	MYD04_L2.A2014033.0610.061.2018052035929.hdf
2014 - 049 06:10	MYD04 - L2	MYD04_L2.A2014049.0610.061.2018052111001.hdf
2014 - 065 06:10	MYD04 - L2	MYD04_L2.A2014065.0610.061.2018052151453.hdf
2014 - 081 06:10	MYD04 - L2	MYD04_L2.A2014081.0610.061.2018052204524.hdf
2014 - 097 06:10	MYD04 - L2	MYD04_L2.A2014097.0610.061.2018053005130.hdf
2014 - 113 06:10	MYD04 - L2	MYD04_L2.A2014113.0610.061.2018053074158.hdf
2014 - 129 06:10	MYD04 - L2	MYD04_L2.A2014129.0610.061.2018053122407.hdf
2014 - 145 06:10	MYD04 - L2	MYD04_L2.A2014145.0610.061.2018053205810.hdf
2014 - 161 06:10	MYD04 - L2	MYD04_L2.A2014161.0610.061.2018054005211.hdf
2014 - 177 06:10	MYD04 - L2	MYD04_L2.A2014177.0610.061.2018054053243.hdf
2014 - 193 06:10	MYD04 - L2	MYD04_L2.A2014193.0610.061.2018054115021 .hdf
2014 - 209 06:10	MYD04 - L2	MYD04_L2.A2014209.0610.061.2018054215247.hdf
2014 - 225 06:10	MYD04 - L2	MYD04_L2.A2014225.0610.061.2018055012800.hdf
2014 - 241 06:10	MYD04 - L2	MYD04_L2.A2014241.0610.061.2018055065851.hdf
2014 - 257 06:10	MYD04 - L2	MYD04_L2.A2014257.0610.061.2018055113338.hdf
2014 - 273 06:10	MYD04 - L2	MYD04_L2.A2014273.0610.061.2018055171919.hdf



Hình 3. Tư liệu ảnh MYD04_L2.A2014001.0610.061.2018051042950 từ vệ tinh Aqua

3.2. Dữ liệu đo mặt đất PM_{10}

Nghiên cứu sử dụng dữ liệu thu được tại trạm quan trắc không khí tự động đặt tại đường Nguyễn Văn Cừ, Hà Nội. Các thông số quan trắc liên tục bao gồm các thông số về khí tượng và các thông số ô nhiễm (Carbon monoxit - CO, Ozone - O_3, PM_{10}, $PM_{2.5}$, $PM_{1,...}$). Sau khi tiến hành sàng lọc và kiểm tra dữ liệu, tương ứng với 36 kênh ảnh MODIS được đưa vào sử dụng, dữ liệu PM_{10} phù hợp với dữ liệu vệ tinh MODIS Aqua và Terra đã nêu trên trong khoảng thời gian từ 01/01/2014 đến hết 31/10/2014. Dữ liệu chi tiết PM_{10} khu vực nghiên cứu được thể hiện trong Bảng 3.

Bảng 3. Dữ liệu PM_{10} đo tại trạm Nguyễn Văn Cừ đưa vào thực nghiệm

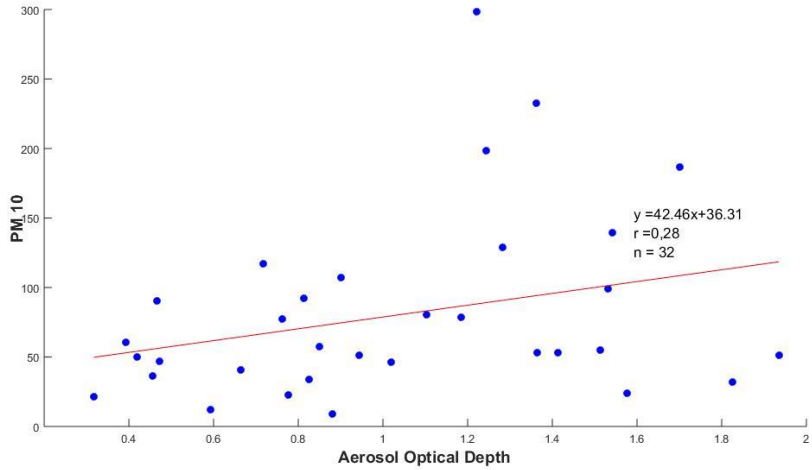
Ngày	Thời gian	PM 10	Ngày	Thời gian	PM 10
01/01/2014	6:10	298,265	02/01/2014	3:45	232,623
17/01/2014	6:10	198,725	18/01/2014	3:45	186,64
02/02/2014	6:10	51,028	03/02/2014	3:45	36,1883
18/02/2014	6:10	117,293	19/02/2014	3:45	46,6892
06/03/2014	6:10	46,4058	07/03/2014	3:45	32,1808
22/03/2014	6:10	34,1058	23/03/2014	3:45	52,88
07/04/2014	6:10	52,811	08/04/2014	3:45	23,6625
23/04/2014	6:10	51,131	24/04/2014	3:45	54,893
09/05/2014	6:10	60,513	10/05/2014	3:45	24,4592
25/05/2014	6:10	106,935	26/05/2014	3:45	78,593
10/06/2014	6:10	128,85	11/06//2014	3:45	92,13
26/06/2014	6:10	90,32	27/06/2014	3:45	99,357
12/07/2014	6:10	77,451	13/07/2014	3:45	49,8117
28/07/2014	6:10	19,385	29/07/2014	3:45	9,1642
13/08/2014	6:10	NA	14/08/2014	3:45	NA
29/08/2014	6:10	12,0192	30/08/2014	3:45	21,68
14/09/2014	6:10	80,368	15/09/2014	3:45	22,6333
30/09/2014	6:10	40,47	01/10/2014	3:45	57,589

3.3. Kết quả mối quan hệ giữa PM_{10} và độ dày sol khí khu vực Hà Nội

Dựa trên các số liệu thu thập được, nhóm nghiên cứu đã xử lý, tính toán giá trị hệ số tương quan cho hàm hồi quy tuyến tính. Kết quả phương trình hồi quy được xác định như sau:

$$y = 42,46x + 36,31 \quad (6)$$

Trong đó: y là giá trị PM_{10}; x là giá trị AOD trích xuất từ ảnh.

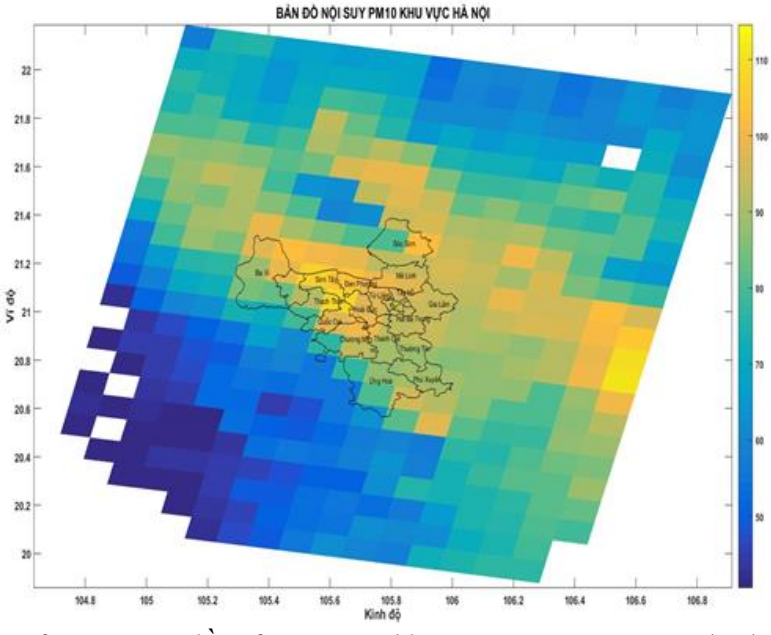


Hình 4. Tương quan giữa AOD và PM_{10} tại trạm Nguyễn Văn Cừ

Giá trị R = 0,28, giá trị tương quan bội này không cao. Điều này có thể được giải thích bởi:

- Số lượng điểm sử dụng để lập hàm hồi quy còn mỏng;
- Số lượng trạm quan trắc mặt đất còn quá ít (chỉ có 1 trạm quan trắc mặt đất để tham gia tính toán hồi quy);
- Tại điểm quan trắc mặt đất, giá trị PM_{10} đo có giá trị dao động lớn.

Tuy nhiên với mục đích nghiên cứu, thì phương trình này có thể sử dụng để tính toán chỉ số PM_{10} phục vụ định hướng các khu vực bị ô nhiễm do hàm lượng vật chất lơ lửng trong không khí. Từ phương trình hồi quy và từ ảnh MODIS tải về ngày 02/01/2014, có thể thành lập bản đồ chỉ số PM_{10} cho khu vực Hà Nội như trong Hình 5.



Hình 5. Bản đồ giá trị PM_{10} khu vực Hà Nội ngày 01/01/2014

Giá trị PM10 bề mặt và AOD ước tính từ dữ liệu MODIS được tính trung bình từ tháng 01/2014 đến tháng 09/2014 có một số điểm tương đồng, cả hai đều có giá trị cao ở các khu vực nội đô xung quanh Hà Nội. Các khu vực ngoại thành có giá trị này thấp hơn so với các khu vực nội đô. Giá trị AOD có giá trị dao động trong khoảng từ 0,8 đến 1,6 tập trung ở khu vực trung tâm thành phố. Nồng độ bụi trung bình PM10 được ghi nhận dao động trong khoảng từ 70 đến 110 µg/m^3. Thời điểm xác định về thông số ô nhiễm PM_{10}, các giá trị này đều ở ngưỡng cho phép của Bộ Tài Nguyên và Môi trường - với mức ngưỡng dưới 150 µg/m^3. Ở các vùng có mật độ giao thông dày đặc, tập trung nhiều các công trình xây dựng như vùng phía Tây Hà Nội thể hiện nồng độ PM_{10} cao hơn các khu vực lân cận.

4. KẾT LUẬN

Mặc dù số điểm quan trắc mặt đất còn quá mỏng, nhưng kết quả bước đầu thể hiện sự đúng đắn trong phương pháp tính toán. Mô hình thuật toán ứng dụng trong nghiên cứu đảm bảo độ tin cậy để phát hiện và xác định thành phần ô nhiễm không khí. Nồng độ PM_{10} thay đổi đáng kể theo không gian và thời gian, do đó điều quan trọng là phải nội suy một cách phù hợp giữa độ phân giải không gian - thời gian của AOD và PM_{10}. Do đó, việc tăng cường mật độ của các trạm quan trắc về nồng độ PM_{10} sẽ mang lại một mô hình tương quan tin cậy hơn của hai đại lượng này.

Kết quả nghiên cứu cũng thể hiện rằng số liệu AOD từ vệ tinh là một đại diện tốt, là cơ sở để theo dõi nồng độ PM_{10} trên mặt đất. Trong tương lai, các yếu tố về khí tượng như độ ẩm tương đối xung quanh, độ che phủ của đám mây,… là các yếu tố cần tiếp tục nghiên cứu để cải thiện độ chính xác của mô hình cũng như nâng cao hệ số tương quan của mô hình.

Nghiên cứu sử dụng sản phẩm ảnh MODIS độ phân giải 10 km nên còn giới hạn về độ chi tiết. Vì vậy, để có được bản đồ PM_{10} chi tiết hơn cần sử dụng các ảnh có độ phân giải cao hơn.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. Carnahan W.H., Mausel P.W., & Zhou G.P. (1984), Evaluation of atmospheric particulate concentrations derived from analysis of ratio thematic mapper data. 10th Int. Symp. *Machine Processing of Remotely Sensed data*, p 235 - 243.

[2]. Chu D.A., Kaufman Y.J., Zibordi G., Chern J.D., Jietai Mao, Chengcai Li, Holben B.N. (2003), Global monitoring of air pollution over land from the Earth Observing System - Terra Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer (MODIS), journal of Geophysical research: Atmosphere, 108(D21).

[3]. Fenger, J., 1999. Urban air quality. Atmospheric environment 33 (29). 4877 - 4900.

[4]. Kaufman, Y. J., D. T. and O. B. (n.d.). A satellite view of aerosols in the climate system. Nature, 419(6903), 215 - 223.

[5]. Koelemeijer R.B.A., Homan1 C.D., Matthijsen J. (2006), Comparison of spatial and temporal variations of aerosol opticalthickness and particulate matter over Europe, Atmospheric Environment 40 (2006) 5304 - 5315.

[6]. Lương Chính Kế (2010), Ứng dụng công nghệ viễn thám để nghiên cứu khả năng pháp hiện và giám sát một số thành phần ô nhiễm môi trường không khí khu vực đô thị và khu công nghiệp, đề tài nghiên cứu khoa học cấp Bộ của Bộ Tài nguyên và Môi trường.

[7]. Remer, L. A., Kaufman, Y. J., Tanré, D., Mattoo, S., Chu, D. A., Martins, J. V., … Holben, B. N. (2005)The MODIS Aerosol Algorithm, Products, and Validation. Journal of the Atmospheric Sciences, 62(4), 947 - 973.

[8]. Tanré, D., M. H. and Y. J. K. (1996). Information on aerosol size distribution contained in solar reflected spectral radiances. J. Geophys. Res, 101, 19 043 - 19 060.

[9]. Trần Xuân Trường (2012), "Nghiên cứu xây dựng chương trình giám sát ô nhiễm không khí từ dữ liệu ảnh vệ tinh", Tuyển tập các báo cáo Hội nghị khoa học lần thứ 20, Đại học Mỏ - Địa chất.

ỨNG DỤNG THIẾT BỊ BAY KHÔNG NGƯỜI LÁI (UAV) PHỤC VỤ GIÁM SÁT CÁC HỆ SINH THÁI ĐỚI BỜ BIỂN: NGHIÊN CỨU TẠI QUẦN THỂ HÒN YẾN, TỈNH PHÚ YÊN

**Nguyễn Trọng Đợi[1], Nguyễn Hữu Xuân[1], Ngô Anh Tú[1],
Trần Văn Trường[2], Đỗ Tấn Nghị[1], Phạm Viết Thành[2]**

[1]Khoa Khoa học Tự nhiên - Trường Đại học Quy Nhơn,
[2]Khoa Địa lý - Trường Đại học Khoa học Tự nhiên - Đại học Quốc gia Hà Nội
Ngày nhận bài: 19/7/2021 - Ngày phản biện: 21/7/2021 - Ngày chấp nhận đăng: 30/07/2021

Tóm tắt. *Nghiên cứu đề cập đến việc sử dụng thiết bị bay không người lái Phantom 4 RTK bay chụp ảnh tự động, kết hợp với các phương pháp điều tra, khảo sát thực địa và GIS (Geographic Information System) để nghiên cứu, xác định và thành lập bản đồ hiện trạng các hệ sinh thái (HST) đới bờ biển quần thể Hòn Yến, tỉnh Phú Yên. Kết quả nghiên cứu cho thấy quần thể Hòn Yến có sự đa dạng về HST với 14 HST tự nhiên và 5 HST nhân tạo. Sự kết hợp của các HST tự nhiên đảo đá bazan Hòn Yến, Hòn Đụn và các HST rạn san hô lộ ra khi triều xuống tạo nên cảnh quan độc đáo, hấp dẫn thu hút du khách trong và ngoài nước đến tham quan. Tuy nhiên, trong những năm gần đây các HST san hô đang bị đe dọa nghiêm trọng bởi tác động các hoạt động du lịch, khai thác, nuôi trồng thủy sản và các hoạt động dân sinh. Việc đề xuất các giải pháp góp phần bảo vệ, bảo tồn và phát triển các HST quần thể Hòn Yến là hết sức cần thiết.*

Từ khóa: *UAV, hệ sinh thái ven biển, Hòn Yến, Phú Yên.*

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Công nghệ chụp ảnh bằng thiết bị bay không người lái (Unmanned Aerial Vehicles - UAV) thuộc viễn thám quang học tầng thấp, thu nhận hình ảnh với độ phân giải siêu cao, trong thời gian nhanh và cung cấp kết quả xử lý tại thời gian thực, cho phép chủ động trong công tác bay chụp, thu nhận hình ảnh, chủ động, tranh thủ được điều kiện thời tiết. Do vậy, ứng dụng UAV đang thực sự là cuộc cách mạng trong lĩnh vực thu thập số liệu, khảo sát, giám sát và theo dõi các đối tượng trên thực địa, nhất là đối với công tác trắc địa và giám sát tài nguyên môi trường trên diện rộng, khó khăn phức tạp về địa hình (giám sát thu thập số liệu lâm nghiệp, đo đạc khảo sát địa hình, kiểm tra hành lang an toàn đường dây truyền tải điện, ghi nhận số liệu thiên tai ngập lụt, trượt lở đất… Sự phát triển công nghệ dẫn đường bằng định vệ vệ tinh (GNSS), các loại cảm biến cho UAV đã ngày càng nâng cao độ chính xác bay chụp, đồng thời mở rộng khả năng ứng dụng cho nhiều ngành và lĩnh vực, nhất là liên quan đến thực vật nhờ vào cảm biến hồng ngoại nhiệt.

Công nghệ UAV bắt đầu phát triển từ thế kỷ XX nhưng chỉ tập trung trong lĩnh vực quân sự. Đến đầu thế kỷ XXI, mới thực sự được ứng dụng rộng rãi ở nhiều lĩnh vực khác nhau như nông nghiệp, lâm nghiệp, khảo cổ học và kiến trúc, môi trường,… Trong lĩnh vực trắc địa thành lập bản đồ, đã có nhiều nghiên cứu sử dụng UAV để thành lập các loại bản đồ khác nhau như: thành lập bản đồ địa chính dựa trên UAV quang học và quét laser kết hợp kiểm chứng, đánh giá độ chính xác bằng GNSS và toàn đạc điện tử [11]; thành lập bản đồ hiện trạng sử dụng đất, bản đồ lớp phủ [12, 13]; và thậm chí cho cả bản đồ quy hoạch sử dụng đất [14]. Trong nghiên cứu, giám sát tài nguyên, môi trường, UAV được sử dụng rộng rãi để nghiên cứu, đánh sự thay đổi các đối tượng địa lý như nghiên cứu sự biến động của cảnh quan cồn cát ven biển [15]. Trong lĩnh vực nông nghiệp, UAV đã được sử dụng tự động hóa trong sản xuất ở nhiều khâu thay thế sức lao động của con người như thiết kế đồng ruộng, phun thuốc trừ sâu, theo dõi sức khỏe cây trồng thời gian thực, giúp người sản xuất chủ động trong canh tác, mang lại hiệu quả cao về nhiều mặt. Bên cạnh đó cũng đã có một số nghiên cứu thành lập bản đồ vùng san hô ven biển dựa trên UAV được gắn cảm biến đa phổ [16].

Ở nước ta, công nghệ UAV chỉ thực sự phát triển trong những năm gần đây và đã được ứng dụng trong nhiều ngành và lĩnh vực, phổ biến nhất vẫn là trong đo đạc thành lập bản đồ địa hình, địa chính và ứng dụng trong khảo sát xây dựng. Một số nghiên cứu điển hình về việc ứng dụng công nghệ bay chụp bằng UAV như: khảo sát, nghiên cứu ứng dụng công nghệ thành lập bản đồ từ ảnh chụp bằng máy chụp ảnh số phổ thông lắp trên máy bay không người lái M100 - CT điều khiển bằng sóng Radio [5]; tích hợp thiết bị IMU và GNSS thu nhận dữ liệu sử dụng công nghệ trạm tham chiếu ảo (VRS) trên thiết bị bay không người lái (UAV) phục vụ công tác thành lập bản đồ địa hình [2]; đánh giá độ chính xác mô hình số bề mặt (DSM) và bản đồ ảnh trực giao thành lập từ UAV [7]; kết hợp công nghệ UAV, RTK và SES trong thành lập bản đồ địa hình tỷ lệ lớn vùng rừng ngập mặn ven biển [1]; thành lập bản đồ địa chính đất thổ canh [6]… Trong thời gian tới, các ứng dụng từ công nghệ UAV ở nước ta sẽ ngày một nhiều hơn dựa vào hành lang pháp lý của Thông tư 07/2021/TT-BTNMT của Bộ TN&MT quy định về thu nhận và xử lý dữ liệu ảnh số từ thiết bị UAV [8].

Quần thể Hòn Yến, xã An Hòa Hải, huyện Tuy An là một trong những điểm đến nổi tiếng nhất của tỉnh Phú Yên trong những năm gần đây, gắn liền với tổng hòa vẻ đẹp cảnh quan của những rạn san hô khi thủy triều rút, những tàn tích địa chất phun trào bazan ven biển thời kỳ Đệ Tứ của Hòn Đụn và Hòn Yến, những hoạt động nuôi tôm hùm trên bè, đánh lưới vây của ngư dân. Tuy vậy, do nhiều nguyên nhân khác nhau, chủ yếu là sự dẫm đạp của con người lên các rạn san hô khi thủy triều rút, HST san hô Hòn Yến đã bị tàn phá nghiêm trọng, rất cần có sự can thiệp của Nhà nước trong quản lý du lịch và hoạt động của người dân địa phương. Nằm ở đới bờ biển Phú Yên, quần thể Hòn Yến bao gồm cả các HST ven biển và biển, đảo ven bờ, việc nghiên cứu, giám sát các HST này phụ

thuộc rất lớn vào chế độ thủy triều. Với lợi thế linh hoạt về thời gian bay chụp và độ phân giải ảnh siêu cao, việc lựa chọn công nghệ UAV được xem là rất phù hợp để giải quyết được yêu cầu về dữ liệu ảnh vào thời kỳ thủy triều rút thấp và thành lập được bản đồ có tỉ lệ lớn.

Bài báo này tập trung nghiên cứu ứng dụng thiết bị UAV Phantom 4 RTK để bay chụp và thành lập bản đồ hiện trạng các HST đới bờ biển quần thể Hòn Yến ở tỷ lệ lớn (1:1.000). Nội dung nghiên cứu bao gồm: bay chụp ảnh khu vực quần thể Hòn Yến; phân tích, xử lý dữ liệu ảnh bay chụp để xây dựng mô hình số bề mặt DSM, mô hình số độ cao DEM và bình đồ ảnh trực giao khu vực nghiên cứu; sử dụng công cụ GIS kết hợp điều tra, khảo sát thực địa lập bản đồ hiện trạng các HST đới bờ biển; từ đó đề xuất các giải pháp bảo vệ, bảo tồn các HST san hô của quần thể Hòn Yến.

2. DỮ LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Khái quát về khu vực nghiên cứu

Quần thể Hòn Yến thuộc thôn Nhơn Hội, xã An Hòa Hải, huyện Tuy An, Phú Yên bao gồm Hòn Yến, Hòn Đụn, Bàn Than, Gành Yến, Hòn Choi và Vũng Choi tạo thành một quần thể thắng cảnh tự nhiên đa dạng. Trong đó, Hòn Yến là điểm nhấn của quần thể danh thắng cấp quốc gia này. Vùng biển Hòn Yến có kiểu khí hậu nóng quanh năm, mùa khô dài, mùa mưa tập trung từ tháng 9 - 12 hàng năm. Lượng mưa, độ ẩm phong phú, có gió bắc và đông bắc vào mùa đông, gió tây nam và nam vào mùa hè. Nằm trong vùng có chế độ nhật triều không đều, vùng biển Hòn Yến một tháng có 2 lần nước cường, biên độ triều tối đa khoảng 1,8m. Độ cao sóng gió khu vực nghiên cứu đạt 1m vào mùa đông và 0,5 m vào mùa hè. Độ cao sóng lừng trung bình mùa đông là 2,2 m, cực đại 2,7 m; trong mùa hè trung bình là 2,3 m, cực đại 2,5 m [10].

Khu vực này có đặc điểm địa chất, địa mạo rất đặc biệt. Trải qua thời gian và sự bào mòn của sóng biển, dãy núi nhô ra biển giờ chỉ còn hai hòn đảo nhỏ. Hòn Yến là đảo đá bazan, có cấu tạo dạng cột và Hòn Đụn cấu tạo bởi tuff núi lửa, hình thành do phun trào. Đồi thấp ven biển, có vách dốc sát biển, cấu tạo bazan như đồi đá bazan Bà Điền; thềm biển mài mòn cao 3 - 5 m cấu tạo khối, tảng bazan bọt và vật liệu của nền san hô cổ. Bãi biển dài > 1 km, thoải, cấu tạo cát thạch anh mịn. Đá bazan Hòn Yến được cấu tạo chính bởi đá bazan tholeit, bazan olivine - augit - plagioclaz màu đen, xanh đen, cấu tạo khối, đặc sít hoặc lỗ hổng, hạnh nhân, kiến trúc porphyr giàu ban tinh, nền kiến trúc gian phiến, độ cứng cấp 4 - 6, lớp đá dày 30 - 200 m thuộc hệ tầng Đại Nga ($\beta N_2 đn$) [9]. Bên cạnh đó quần thể Hòn Yến có đa dạng sinh học cao; trên cạn có thảm thực vật bao phủ và một số loài chim như nhạn biển, yến; dưới nước là nơi sinh tồn, phát triển của các HST san hô, cỏ biển, rong biển và một số loài cá nhỏ, hải sâm, sao biển… có giá trị kinh tế, khoa học; đặc biệt nơi đây có hệ sinh thái rạn san hô vùng triều độc đáo bậc nhất nước ta, rạn san hô đa dạng, phong phú về chủng loại, nhiều màu sắc và độc đáo [3].

2.2. Dữ liệu

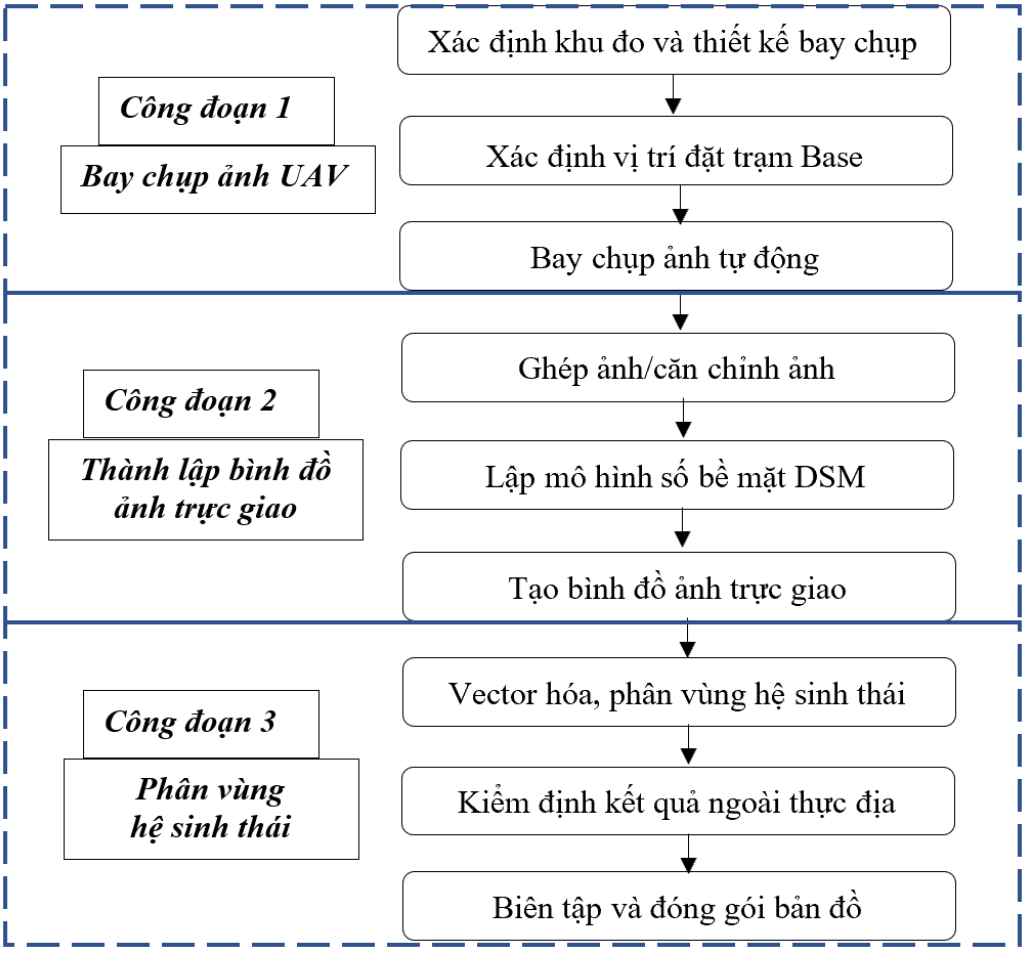
- Dữ liệu bản đồ theo hệ tọa độ Quốc gia VN2000, bao gồm: bản đồ địa chính tỉ lệ 1:2.000 xã An Hòa Hải, huyện Tuy An, tỉnh Phú Yên; bản đồ địa hình đáy biển tỉ lệ 1:50.000, tên mảnh Tuy Hòa, số hiệu mảnh D - 49 - 63 - D; dữ liệu về các HST ven biển Phú Yên nói chung và khu vực Hòn Yến nói riêng;

- Dữ liệu từ 765 ảnh từ kết quả bay chụp bằng thiết bị UAV Phantom 4 RTK ngày 24/5/2020 với các thông số ảnh độ cao bay chụp 100 m, kích thước ảnh 5472x3648 pixel, độ phủ dọc là 80% và độ phủ ngang là 70%, độ phân giải mặt đất GSD = 2,74 cm/pixel.

2.3. Quy trình và phương pháp nghiên cứu

2.3.1. Quy trình nghiên cứu

Quy trình ứng dụng công nghệ UAV vào giám sát các HST ven biển quần thể Hòn Yến được xây dựng dựa trên quy trình thu nhận và xử lý dữ liệu ảnh máy bay không người lái trong Thông tư 07/2021/TT-BTNMT. Khu vực nghiên cứu nằm ngoài mạng lưới hệ thống trạm CORS Quốc gia, nên bắt buộc phải đo nối GNSS về vị trí đặt trạm Base để bay chụp.



Hình 1. Quy trình ứng dụng UAV phân vùng HST

2.3.2. Phương pháp nghiên cứu

1 - Phương pháp điều tra, khảo sát thực địa

Phương pháp này được sử dụng trong tìm kiếm điểm địa chính cơ sở có số hiệu 899426 tại thôn Diêm Hội, xã An Hòa Hải, huyện Tuy An để dẫn chuyền tọa độ trạm Base tại quần thể Hòn Yến phục vụ bay chụp. Bên cạnh đó việc khảo sát thực địa tại quần thể Hòn Yến được thực hiện 03 lần vào những ngày triều kiệt: lần 1 vào ngày 9/5/2020; lần 2 trùng với thời gian bay chụp 24/5/2020; và lần 3 vào ngày 6/6/2020 để quan sát, mô tả, chụp ảnh, quay phim, thu thập thông tin, số liệu khái quát chung về vùng đất ngập nước Hòn Yến, đánh giá hiện trạng các HST quần thể Hòn Yến, đồng thời kiểm tra kết quả khoanh vẽ bản đồ hiện trạng các HST quần thể Hòn Yến. Qua tìm hiểu và khảo sát trên thực địa, nhóm nghiên cứu thấy được rằng thủy triều khu vực Hòn Yến rút mạnh vào buổi chiều tối (từ 15 h - 20 h) theo tuần trăng và mạnh nhất từ tháng 4 đến tháng 8 hàng năm. Do vậy có thể lập trước kế hoạch khảo sát và bay chụp ảnh UAV dựa trên lịch thủy triều.

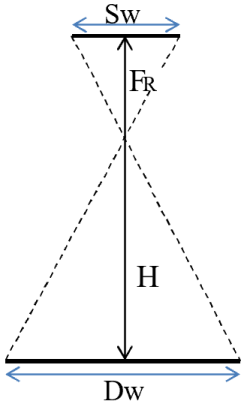
2 - Phương pháp bay chụp UAV

- Thiết kế độ cao bay

Chiều cao bay chụp có thể được tính toán dựa trên chiều dài tiêu cự của máy ảnh, kích thước cảm biến của máy ảnh và độ rộng của tấm ảnh.

Độ cao bay chụp được tính toán theo công thức sau:

$$H = \frac{imW*\text{GSD}*F_R}{S_W*100}$$



Trong đó:

H = Độ cao bay chụp (m)

imW = Độ rộng của một tấm ảnh (pixel)

GSD = Độ phân giải mặt đất (cm)

F_R = Chiều dài tiêu cự (mm)

Sw = Chiều rộng cảm biến máy ảnh (mm)

Dw = Chiều rộng ảnh phủ trên bề mặt đất (m)

Trong nghiên cứu này với mong muốn đạt được độ phân giải mặt đất là 2,74 cm, UAV Phantom 4 RTK có F_R = 8,8 m, kích thước cảm biến là 1 inch (13,2 x 8,8 mm), thì độ cao bay chụp tính được là 99,96 m.

- Thiết kế tuyến bay chụp

Việc thiết kế tuyến bay UAV được thực hiện theo nguyên tắc phải phủ kín khu bay, đảm bảo độ chính xác và tiết kiệm kinh phí nhất. Trên cơ sở ranh giới khu bay, độ phân giải mặt đất của ảnh, độ phủ dọc và độ phủ ngang của ảnh được xác định lần lượt là 80% và 70%, hướng bay là Đông Bắc - Tây Nam theo hướng gió thịnh hành vào thời điểm bay chụp tại khu vực nghiên cứu, các thông số chụp ảnh của máy ảnh cần đảm bảo về tốc độ

chụp, khẩu độ và độ nhạy sáng để đảm bảo chất lượng ảnh bay chụp tốt nhất. Bên cạnh đó việc thiết kế tuyến bay cũng cần đảm bảo độ phủ trùm ra khỏi ranh giới khu bay chụp và số đường bay chụp là ít nhất.



Hình 2. Sơ đồ tuyến bay trên phần mềm DJI GO cho khu vực nghiên cứu

- Tiến hành bay chụp

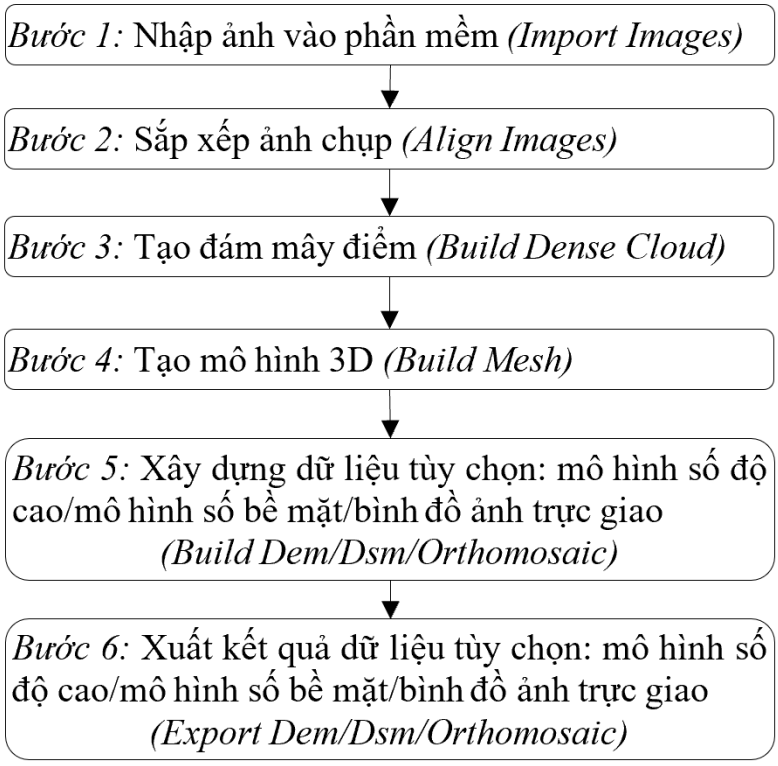
Xác định thời điểm cần bay chụp, xây dựng kế hoạch bay chụp, xem dự báo thời tiết, chuẩn bị và kiểm tra chi tiết thiết bị bay chụp. Mở tệp dự án bay chụp đã lập kế hoạch, kiểm tra các thông số máy ảnh, độ phủ trùm, kiểm tra chế độ khử méo ảnh. Kiểm tra thiết lập trạm Base RTK: thiết lập tọa độ và kết nối với Rover (Phantom 4 RTK). Sau đó tiến hành bay chụp theo kế hoạch đã lập.

3 - Phương pháp xử lý ảnh UAV

- Hiện nay trên thế giới có nhiều phần mềm xử lý ảnh UAV như Pix4D Mapper Pro, Bentley Context Capture, Agisoft Metashape (PhotoScan), Drone Mapper,… Trong nghiên cứu ngày nhóm tác giả sử dụng phần mềm Agisoft Metashape 1.7.2 của hãng Agisoft LLC - Liên Bang Nga. Tính năng chính của phần mềm này bao gồm: Thiết lập hệ tọa độ cho ảnh bay chụp, Tạo mô hình số bề mặt DSM, tạo bình đồ ảnh trực giao, tạo mô hình số độ cao DEM,…

- Phần mềm cho phép tùy biến xử lý các bước thủ công hoặc thiết lập xử lý tự động tất cả các công đoạn trước khi xuất kết quả ảnh trực giao và DEM.

- Các bước xử lý ảnh từ dữ liệu bay chụp: bao gồm 6 bước chính



Hình 3. Các bước xử lý ảnh UAV bằng phần mềm Agisoft Metashape

- Một số điểm lưu ý khi xử lý ảnh UAV: trước khi sắp xếp ảnh cần thiết lập số về sai số ảnh bay chụp cho loại thiết bị được sử dụng, chuẩn hóa hệ tọa độ cho ảnh; sau khi sắp xếp ảnh cần kiểm tra phân bố sai số tâm ảnh; khi xây dựng mô hình số độ cao cần lọc bỏ các yếu tố thực vật và công trình xây dựng; tùy thuộc vào mục tiêu thành lập bản đồ mà lựa chọn các mức độ, chế độ xử lý khác nhau để đạt hiệu suất và độ chính xác cho dữ liệu cần xử lý.

4 - Phương pháp lập bản đồ phân loại hệ sinh thái

- Xác định hệ thống phân loại HST: hệ thống phân loại HST khu vực quần thể Hòn Yến được xác định có nhóm HST tự nhiên và nhóm HST nhân tạo. Các HST được xác định dựa trên nguồn gốc hình thành, phát triển và theo hiện trạng.

- Lập bản đồ hiện trạng hệ sinh thái: sử dụng phần mềm bản đồ MicroStation V8i và ArcGis 10.5 để vector hóa, phân loại HST ven bờ quần thể Hòn Yến bằng phương pháp giải đoán ảnh bằng mắt (visual interpretation) trên nền ảnh trực giao có độ phân giải 2,74 cm kết hợp với khảo sát thực địa. Kết quả xây dựng được bản đồ hiện trạng HST quần thể Hòn Yến ở tỷ lệ 1:1.000.

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

3.1. Kết quả bay chụp và xử lý dữ liệu bay chụp

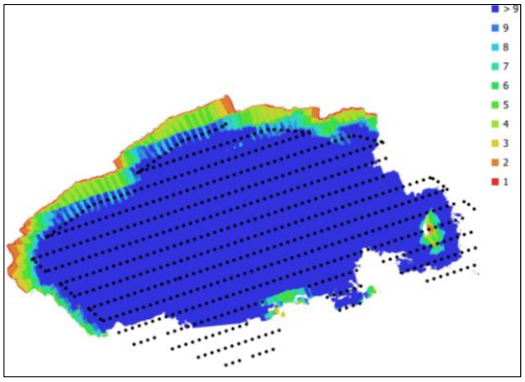
3.1.1. Kết quả bay chụp

Qua nghiên cứu tài liệu về khu vực nghiên cứu và khảo sát thực địa, đã tiến hành xác định ranh giới bay chụp quần thể Hòn Yến. Khảo sát và xác định điểm đặt trạm Base và

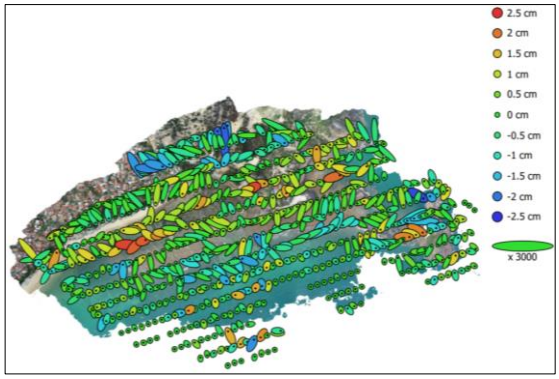
đo nối tọa độ GNSS từ điểm địa chính cơ sở có số hiệu 988426. Khu bay chụp có kích thước trên thực địa khoảng 1.000 x 500 m, được thiết kế trước tuyến bay với 02 ca bay liên tục. Thiết kế bay chụp cho khu vực nghiên cứu tập trung cho Hòn Yến và vùng có HST san hô. Để đạt độ phân giải mặt đất lớn phục vụ cho việc xác định các đối tượng trên nền ảnh trực giao trong phân vùng chức năng cảnh quan, độ cao bay chụp được thiết kế là 100 m, độ phủ dọc là 80% và độ phủ ngang khi bay là 70%. Số lượng ảnh bay chụp được là 765 ảnh.

3.1.2. Kết quả xử lý dữ liệu bay chụp

Sử dụng phần mềm Agisoft Metashape 1.7.2 của hãng Agisoft LLC tiến hành các công việc theo quy trình xử lý ảnh UAV (Hình 3) như nhập ảnh bay chụp, sắp xếp ảnh, tạo đám mây điểm, xây dựng dữ liệu tùy chọn (mô hình số độ cao, mô hình bề mặt, bình đồ ảnh ảnh trực giao) và xuất kết quả.



4a. Vị trí tâm ảnh và độ phủ trùm



4b. Phân bố sai số tọa độ tâm ảnh



4c. Mô hình số bề mặt - DSM



4d. Ảnh trực giao quần thể Hòn Yến

Hình 4. Kết quả xử lý ảnh UAV quần thể Hòn Yến

Bảng 1. Trung bình sai số tâm ảnh sau khi ghép ảnh (m)

Sai số X	***Sai số Y***	***Sai số Z***	***Sai số XY***	***Tổng sai số***
0,0007	0,0059	0,0076	0,009	0,0119

Phương pháp bay chụp tự động sử dụng trạm Base RTK, độ phủ trùm ngang và dọc lớn, điều kiện thời tiết tại thời điểm bay rất tốt, nên sai số tâm ảnh rất thấp, chất lượng dữ liệu xử lý đạt ở mức cao. Với mục tiêu bay chụp cho thành lập bản đồ hiện trạng HST, nên không rải điểm khống chế mặt đất để kiểm tra, tọa độ tại trạm Base sau xử lý so với kết quả dẫn chuyền GNSS là 0,15 cm.

3.2. Kết quả phân loại và đặc điểm các hệ sinh thái quần thể Hòn Yến

3.2.1. Hệ thống phân loại hệ sinh thái quần thể Hòn Yến

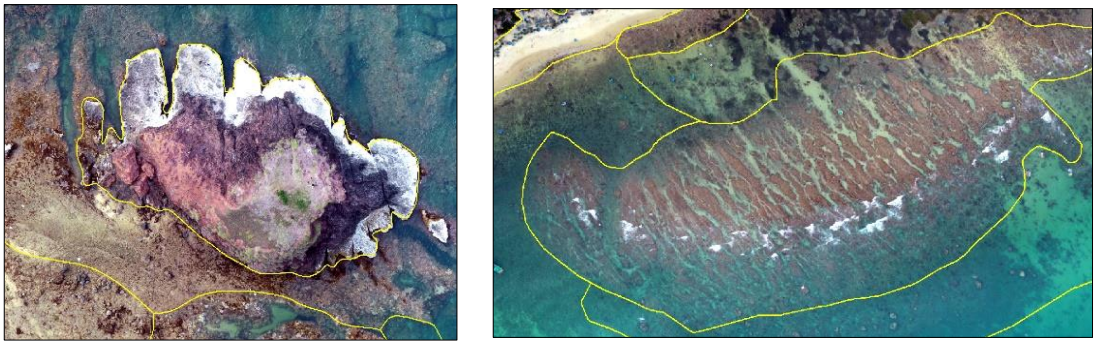
Qua nghiên cứu đặc điểm quần thể Hòn Yến và khảo sát thực địa đã xác định quần thể Hòn Yến có 2 nhóm HST: tự nhiên và nhân tạo; với tổng cộng 19 kiểu HST phân bố cả trên cạn, dưới biển và trên đảo.

(1) *Nhóm HST tự nhiên*, bao gồm: 1.1. Đảo đá bazan Hòn Yến, 1.2. Đảo đá bazan Hòn Đụn; 1.3. Đồi đá bazan bà Điền, 1.4. San hô cứng; 1.5. San hô mềm; 1.6. San hô hỗn hợp phát triển tầng đáy; 1.7. Đáy biển mài mòn trên đá bazan; 1.8. Thềm đá bazan Hòn Yến; 1.9. Bãi đá bazan; 1.10. Bãi đá lẫn san hô; 1.11. Bãi đá lẫn cát; 1.12. Bãi cát; 1.13. Thảm cỏ biển; 1.14. Vùng đánh bắt thủy sản.

(2) *Nhóm HST nhân tạo*, bao gồm: 2.1. Nuôi tôm hùm; 2.2. Quần cư nông thôn; 2.3. Rừng phòng hộ; 2.4. Vùng neo đậu tàu thuyền; 2.5. Nhân tạo khác.

3.2.2. Đặc điểm các hệ sinh thái quần thể Hòn Yến

Trên cơ sở phân loại HST quần thể Hòn Yến, tiến hành số hóa trực tiếp, khoanh vẽ trên bình đồ ảnh trực giao các HST, kết hợp khảo sát thực địa kiểm tra đối chứng thành lập được bản đồ hiện trạng các HST quần thể Hòn Yến ở tỷ lệ 1:1.000.



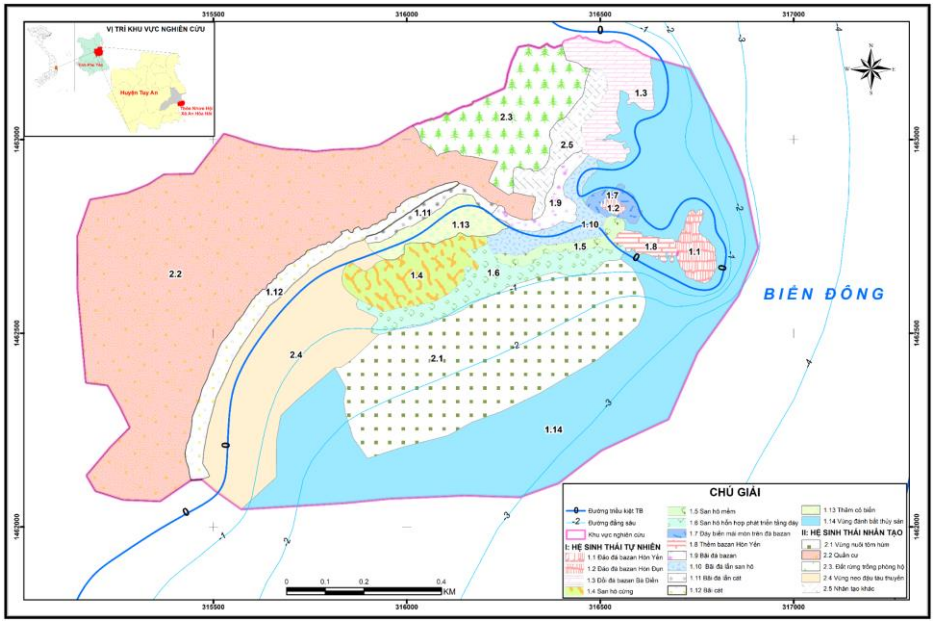
5a. Hòn Đụn *5b. Vùng san hô cứng*

Hình 5. Số hóa, khoanh vẽ các HST quần thể Hòn Yến



6a. San hô thể cứng *6b. Thảm cỏ biển*

Hình 6. Khảo sát thực địa kiểm chứng kết quả



Hình 7. Bản đồ hiện trạng các HST quần thể Hòn Yến

Bảng 2. Thống kê đặc điểm các HST quần thể Hòn Yến

TT	Tên Hệ sinh thái	Diện tích (ha)	Tỷ lệ (%)	Đặc điểm chính
1	***Hệ sinh thái tự nhiên***	***67,11***	***43,8***	
1.1	Đảo đá bazan Hòn Yến	1,28	0,8	Đá bazan dạng cột điển hình, cây bụi
1.2	Đảo đá bazan Hòn Đụn	0,18	0,1	Tàn tích tuff núi lửa, thảm cỏ
1.3	Đồi đá bazan bà Điền	3,71	2,4	Đá bazan xếp tầng
1.4	San hô cứng	4,25	2,8	Các loại san hô cứng đang bị xâm hại mạnh
1.5	San hô mềm	1,08	0,7	Các loại san hô mềm đang phát triển tốt
1.6	San hô hỗn hợp phát triển tầng đáy	4,09	2,6	San hô mềm, san hô cứng sống ở tầng đáy
1.7	Đáy biển mài mòn trên đá bazan	0,67	0,4	Thềm đá ngập nước
1.8	Thềm đá bazan Hòn Yến	0,76	0,5	Thềm đá cạn
1.9	Bãi đá bazan	1,44	0,9	Các tảng đá bazan trên thềm biển
1.10	Bãi đá lẫn san hô	2,31	1,5	Có san hô cứng, san hô mềm xen lẫn đá
1.11	Bãi đá lẫn cát	1,02	0,7	Đá cuội trên nền bãi cát

TT	Tên Hệ sinh thái	Diện tích (ha)	Tỷ lệ (%)	Đặc điểm chính
1.12	Bãi cát	4,2	2,7	Bãi cát
1.13	Thảm cỏ biển	2,36	1,5	Các loại cỏ biển, xen kẽ có san hô
1.14	Vùng đánh bắt thủy sản	40,26	26,1	Nghề lưới vây, đánh bắt cá cơm
2	***Hệ sinh thái nhân tạo***	***86,92***	***56,2***	
2.1	Nuôi tôm hùm	21,24	13,7	Các lồng nuôi tôm hùm
2.2	Quần cư nông thôn	41,77	27	Nhà ở, cây cối, hoa màu, …
2.3	Rừng trồng phòng hộ	7,97	5,2	Rừng trồng cây dương, phi lao
2.4	Vùng neo đậu tàu thuyền	13,48	8,7	Nơi neo đậu tàu thuyền
2.5	Nhân tạo khác	2,46	1,6	Đất nghĩa địa

Kết quả thống kê tại Bảng 2 cho thấy, tại khu vực nghiên cứu:

- Các HST nhân tạo chiếm ưu thế với tổng diện tích 86,92 ha, chiếm 56,2%; HST tự nhiên có diện tích 67,11 ha, chiếm 43,8% diện tích.

- Diện tích quần cư nông thôn, vùng đánh bắt thủy sản gần bờ, vùng nuôi tôm hùm và vùng neo đậu tàu thuyền là những HST có diện tích lớn nhất trong số 19 HST quần thể Hòn Yến.

- Trong khi đó, diện tích các HST có san hô rất nhỏ 9,42 ha, chỉ chiếm 6,4% diện tích; HST cỏ biển là 2,36 ha, chỉ chiếm 1,5% diện tích. Đây là các HST quan trọng nhưng nhạy cảm, dễ bị suy thoái bởi tác động của các hoạt động nhân sinh.

3.3. Giải pháp bảo vệ, bảo tồn và phát triển hệ sinh thái san hô Hòn Yến

Quần thể Hòn Yến có cảnh quan đặc sắc, nổi bật là sự kết hợp của các HST rạn san hô rất đẹp nằm ngay dưới mặt nước và lộ ra khi thủy triều rút với các đảo núi lửa ven bờ. Tuy nhiên, nhiều hoạt động kinh tế như nuôi tôm hùm lồng, khai thác, chế biến hải sản, dịch vụ du lịch… và sinh hoạt của cộng đồng dân cư đã thải ra môi trường chất thải nhựa, nước thải, dầu mỡ… Các hoạt động này đã ảnh hưởng lớn đến môi trường và đe dọa sự tồn tại của các HST san hô, thảm cỏ biển, rong biển tại đây.



Hình 8. Hình ảnh về nguyên nhân gây suy thoái HST san hô Hòn Yến

Kết quả điều tra, khảo sát cho thấy những khi thủy triều xuống, hàng trăm du khách giẫm đạp lên san hô để tìm kiếm địa điểm, chụp những bức ảnh đẹp, thậm chí bẻ san hô, sưu tầm sao biển... Hoạt động du lịch như vậy tạo ra nguy cơ cao nhất cho việc suy giảm, phá hủy rạn san hô, cảnh quan độc đáo của vùng biển Hòn Yến.

Để bảo vệ, bảo tồn và phát triển các HST tự nhiên, đặc biệt là đối với HST san hô cần kiểm soát chặt chẽ các hoạt động phát triển tại không gian đới bờ, trong đó có các hoạt động phát triển như đã đề cập ở trên. Bên cạnh đó cần xây dựng được quy chế để bảo vệ đa dạng sinh học, bảo tồn các HST và gắn với sự tham gia, giám sát của cộng đồng tại quần thể này.

4. KẾT LUẬN

Thành lập bản đồ hiện trạng các HST đới bờ biển dựa trên ứng dụng thiết bị UAV và công cụ GIS là một trong những phương pháp hữu ích và mang lại hiệu quả cao bởi tính cơ động, linh hoạt và độ phân giải ảnh thu được rất lớn (cm). Để đảm bảo độ chính xác cao cần chuẩn bị tốt cho công tác bay chụp, nắm chắc chế độ thủy triều và điều kiện thời tiết tại thời điểm cần bay chụp của khu vực nghiên cứu, phải sử dụng tiêu ảnh khi bay chụp để làm điểm kiểm tra hoặc điểm khống chế mặt đất theo quy định.

Kết quả nghiên cứu cho thấy sự đa dạng HST quần thể Hòn Yến với 14 HST tự nhiên và 5 HST nhân tạo. HST Hòn Yến cấu tạo bởi các cột đá bazan, hòn Đụn cấu tạo bởi tuff núi lửa, hình thành do phun trào và các HST rạn san hô vùng triều điển hình. Tất cả đã tạo nên một quần thể danh thắng Hòn Yến với cảnh quan đẹp, độc đáo, hấp dẫn, có giá trị rất lớn về địa chất - địa mạo và đa dạng sinh học. Mặt khác, kết quả khảo sát thực địa và bay chụp UAV cho thấy, một số HST nơi đây đang bị đe dọa và tàn phá, nhất là đối với HST san hô mà nguyên nhân đến từ các hoạt động kinh tế và sự dẫm đạp của người dân địa phương và du khách đến tham quan. Việc phối hợp quản lý của tất cả các bên có liên quan và cả cộng đồng địa phương là rất cần thiết, để cùng đưa ra các lựa chọn tốt nhất, góp phần bảo vệ, bảo tồn các HST, cảnh quan tự nhiên của quần thể Hòn Yến.

Để xác định một cách đầy đủ về chính xác hơn nữa các HST ven bờ cũng như giám sát các HST cần sử dụng thêm UAV có cảm biến hồng ngoại nhiệt và bay chụp ở nhiều thời điểm khác nhau; Việc đánh giá định lượng và phân vùng chức năng HST cho quần thể Hòn Yến cũng hết sức quan trọng để đề xuất các giải pháp hữu hiệu, thiết thực cho bảo vệ, bảo tồn các HST tự nhiên cho quần thể Hòn Yến.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. Trần Trung Anh và nnk (2018). Kết hợp công nghệ UAV, RTK và SES trong thành lập bản đồ địa hình tỷ lệ lớn vùng rừng ngập mặn ven biển. Kỷ yếu Hội nghị toàn quốc Khoa học Trái Đất và Tài nguyên với Phát triển bền vững.

[2]. Lưu Hải Âu (2020). Tích hợp thiết bị IMU và GNSS thu nhận dữ liệu sử dụng công nghệ trạm tham chiếu ảo (VRS) trên thiết bị bay không người lái (UAV) phục vụ công tác thành lập bản đồ địa hình. Tạp chí Khoa học Đo đạc và Bản đồ, Số 45 (9/2020).

[3]. Phan Kim Hoàng, Võ Sĩ Tuấn (2010) *Đặc điểm quần xã san hô ở vùng biển ven bờ Phú Yên*, Tuyển Tập Nghiên cứu biển, tập XVII, tr 155 - 166, Hà Nội, 2010.

[4]. Lã Phú Hiến và nnk (2017). Đánh giá khả năng của phép lọc hình thái trong phân loại điểm địa hình tự động từ đám mây điểm UAV. Tạp chí Khoa học Kỹ thuật Mỏ - Địa chất, Tập 58, Kỳ 2, trang 165-173.

[5]. Đào Ngọc Long (2011). Nghiên cứu ứng dụng công nghệ thành lập bản đồ (địa hình và địa chính) từ ảnh chụp bằng máy chụp ảnh phổ thông lắp trên máy bay không người lái M100 - CT điều khiển bằng sóng Radio. Đề tài cấp Bộ Tài nguyên và Môi trường.

[6]. Bùi Ngọc Quý và nnk (2020). Nghiên cứu khả năng sử dụng thiết bị bay không người lái (UAV) trong thành lập bản đồ địa chính - khu vực đất thổ canh. Tạp chí Khoa học Kỹ thuật Mỏ - Địa chất. Tập 61, Kỳ 5, trang 43 - 53.

[7]. Ngô Thị Phương Thảo (2017). Đánh giá độ chính xác mô hình số bề mặt và bản đồ ảnh trực giao thành lập từ phương pháp ảnh máy bay không người lái (UAV). Tạp chí Khoa học Kỹ thuật Mỏ - Địa chất, Tập 58, Kỳ 5, trang 18 - 27.

[8]. Bộ Tài nguyên và Môi trường. Thông tư số 07/2021/TT-BTNMT ngày 30/6/2021 Quy định kỹ thuật thu nhận và xử lý dữ liệu ảnh số từ tàu bay không người lái.

[9]. UBND tỉnh Phú Yên, *Đề án Bảo vệ, bảo tồn đa dạng sinh học, cảnh quan môi trường Quần thể Hòn Yến (xã An Hòa Hải, huyện Tuy An) đến năm 2025, tầm nhìn 2035*. Phú Yên, 2019.

[10]. UBND tỉnh Phú Yên, *Quyết định số 1873/QĐ - UBND* về việc ban hành Kế hoạch quản lý không gian ven bờ (ISP) huyện Tuy An, Phú Yên, 2018.

[11]. Šafář V., Potůčková M., Karas J., et al. (2021). The Use of UAV in Cadastral Mapping of the Czech Republic. *ISPRS Int J Geo - Inf*, 10(6), 380.

[12]. Jumaat N., Ahmad B., and Dutsenwai H. (2018). Land cover change mapping using high resolution satellites and unmanned aerial vehicle. *IOP Conf Ser Earth Environ Sci*, 169, 012076.

[13]. Noor N., Harun N., and Abdullah A. (2020). The Fixed wing UAV usage on Land use Mapping for gazetted Royal land in Malaysia. *IOP Conf Ser Earth Environ Sci*, 540, 012006.

[14]. FAO (2020), *The usage of unmanned aerial vehicle technology in participatory land use planning and mapping*, FAO, Naypyitaw, Myanmar.

[15]. Laporte - Fauret Q., Marieu V., Castelle B., et al. (2019). Low - Cost UAV for High - Resolution and Large - Scale Coastal Dune Change Monitoring Using Photogrammetry. *J Mar Sci Eng*, 7(3), 63.

[16]. Muslim A.M., Chong W.S., Safuan C.D.M., et al. (2019). Coral Reef Mapping of UAV: A Comparison of Sun Glint Correction Methods. *Remote Sens*, 11(20), 2422.m

ỨNG DỤNG KỸ THUẬT ĐỊNH VỊ ĐIỂM CHÍNH XÁC (PPP) ĐỂ XÁC ĐỊNH TỌA ĐỘ TÂM ẢNH CỦA THIẾT BỊ BAY KHÔNG NGƯỜI LÁI

Phạm Cần[1], Nguyễn Ngọc Lâu[2,3]

[1]Công ty TNHH Tư vấn Khảo sát và Xây dựng Đại Nam,

[2]Bộ môn Địa Tin học - Trường Đại học Bách khoa TP. HCM,

[3]Đại học Quốc gia TP. HCM

Ngày nhận bài: 15/7/2021 - Ngày phản biện: 26/7/2021 - Ngày chấp nhận đăng: 02/08/2021

Tóm tắt. *Việc xác định vị trí tâm ảnh bằng kỹ thuật PPP giúp hạn chế các ước tính khi thực hiện công tác ghép các ảnh chụp thành khối ảnh, đồng thời giảm thiểu đáng kể số lượng điểm khống chế ảnh mặt đất (GCPs). PPP giúp giảm kinh phí cũng như khối lượng việc dành cho trạm tham chiếu mặt đất, đồng thời kỹ thuật này cũng linh động về không gian làm việc khi không cần quan tâm đến khoảng cách đến trạm tham chiếu (đây là điểm lợi thế của phương pháp định vị tuyệt đối so với phương pháp định vị tương đối). Chúng tôi tiến hành đánh giá độ chính xác khi sử dụng PPP chỉ dùng trị đo GPS và PPP dùng kết hợp GPS + GLONASS so với kỹ thuật định vị tương đối RTK (Real - time Kinematic) trên tập số liệu bay chụp với thời gian khoảng 15 phút, kết quả cho thấy khi kết hợp GPS + GLONASS độ chính xác của các thành phần hướng Bắc, hướng Đông và độ cao lần lượt là ±0,022 m, ±0,095 m và ±0,072 m cải thiện gần 7,8 lần so với PPP chỉ sử dụng trị đo GPS, đặc biệt thành phần hướng Bắc và độ cao cải thiện lên đến ~ 11 lần.*

Từ khóa: *GNSS PPP, định vị điểm đơn chính xác, NRCAN CSRS - PPP, RTKLIB, IGS.*

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Thiết bị bay không người lái (Unmanned Aerial Vehicle - UAV) gần đây đã trở thành một nền tảng phổ biến để thu thập dữ liệu ảnh quang học vì tính chất linh hoạt, mang tính thời sự cao và chi phí thấp so với các cách thu thập dữ liệu địa lý khác. Hơn nữa, các sản phẩm như đám mây điểm dày đặc, mô hình số độ cao và ảnh trực giao hiện có thể thu được thường xuyên từ hình ảnh UAV với độ chính xác cấp độ cm thông qua một số lượng nhất định các điểm khống chế mặt đất (Ground Control Points - GCPs) có độ chính xác cao và phân bố đều [1]. Các GCPs như vậy theo truyền thống được sử dụng để xác định gián tiếp các hướng hình ảnh tuyệt đối trong quá trình xử lý tam giác trên không, thường được thực hiện thông qua việc định hướng khối

ảnh theo gói. Tuy nhiên, việc thiết lập các GCPs được phân bố tốt là một việc làm tốn nhiều thời gian, chi phí và thường là khó thực hiện trong các loại địa hình đồi núi. Do đó việc giảm thiểu số lượng điểm GCPs là cần thiết.

Một trong các yếu tố chính trong việc xác định độ chính xác của các đám mây điểm được tạo ra bằng cách sử dụng tham chiếu vị trí trực tiếp (khi không có GCPs) là các vị trí máy ảnh dựa trên thiết bị GNSS gắn trên UAV. Ngoài các yếu tố định hướng mô hình, độ phân giải mặt đất (GSD), thì vị trí máy ảnh trên vật mang chính xác đến mức cm có thể hỗ trợ việc lập bình đồ ảnh với độ chính xác từng cm [1]. Định vị điểm đơn thông thường dùng trị đo mã và bản lịch truyền thông có độ chính xác 5 - 15 m [7], nên sẽ hạn chế trong các ứng dụng lập bản đồ tỷ lệ lớn nếu muốn tối thiểu hóa các GCPs, trong khi các kỹ thuật định vị tương đối chẳng hạn như RTK (Real time Kinematic) có thể cung cấp độ chính xác ở mức mm - cm nhưng để tính toán chính xác tọa độ của tâm ảnh chụp cần thêm ít nhất một trạm cơ sở mặt đất thu đồng thời. Điều này dẫn đến tốn kinh phí và thời gian cài đặt trạm cơ sở ngoài thực địa.

Kỹ thuật định vị điểm chính xác (PPP) cung cấp một giải pháp thay thế cho các kỹ thuật định vị tương đối để xác định vị trí của máy ảnh với độ chính xác ở mức cm - dm [7]. PPP là phương pháp định vị điểm đơn, xử lý các trị đo pha và mã từ một máy thu GNSS duy nhất cùng với quỹ đạo và số hiệu chỉnh đồng hồ vệ tinh có độ chính xác cao từ bản lịch vệ tinh chính xác được cung cấp miễn phí từ Dịch vụ GNSS Quốc tế (International GNSS Service - IGS). Hạn chế chính của kỹ thuật này là phải tìm ra tham số đa trị mà không có dữ liệu bổ sung từ các trạm tham chiếu. Các nghiên cứu trước đây [1, 6], để giải tham số đa trị thành công cần một khoảng thời gian để hội tụ, thường yêu cầu ít nhất 15 đến 20 phút quan sát. Theo nghiên cứu gần đây [11], một số phương pháp giải đa trị như LAMBDA và iFlex cho phép thời gian hội tụ nhanh hơn giảm xuống chỉ còn khoảng 1 phút.

Các nghiên cứu đã chỉ ra rằng độ chính xác của PPP cải thiện khi thực hiện kết hợp trị đo của đa hệ thống vệ tinh định vị [4, 6, 11]. Hiện nay vẫn còn ít nghiên cứu cũng như đánh giá về độ chính xác của kỹ thuật PPP trên các vật mang với thời lượng bay hạn chế và tốc độ thu dữ liệu nhanh.

Nghiên cứu trong bài báo này, chúng tôi sẽ trình bày những nội dung chính sau:

- Thu thập dữ liệu bằng thiết bị bay không người lái
- Tính toán tọa độ của tâm ảnh chụp bằng kỹ thuật PPP
- Cuối cùng đánh giá độ chính xác của vị trí tâm ảnh tính bằng kỹ thuật PPP so với kỹ thuật RTK.

2. THU THẬP DỮ LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Thu thập dữ liệu

Khu vực lấy mẫu nằm tại dự án khu du lịch Ánh Dương thuộc Hàm Thuận Nam, tỉnh Bình Thuận. Độ cao bay thiết kế của thiết bị bay không người lái so với mặt đất là 100 m ứng với độ phân giải ảnh là 2,7 cm. Chúng tôi tiến hành công tác khảo sát vào ngày 30 - 05 - 2021 bằng thiết bị Phantom 4 RTK của hãng DJI (xem Hình 2.1) với thông số về độ chính xác mặt bằng: 1 cm + 1 ppm, độ cao: 1,5 cm + 1 ppm và tốc độ thu 0,2 giây. Số lượng vệ tinh quan trắc được trong thời gian khảo sát khoảng 9 - 12 vệ tinh GPS và 5 - 6 vệ tinh GLONASS.



Hình 2.1. Thiết bị Phantom 4 RTK

Ngoài ra để so sánh và đánh giá độ chính xác của kỹ thuật PPP so với RTK, chúng tôi đã cài đặt một trạm tham chiếu mặt đất đặt tại điểm BASE nằm ngay trong khu vực khảo sát (Hình 2.2) thu dữ liệu đồng thời với thiết bị bay không người lái bằng máy thu GNSS 2 tần số RUIDE R90I thu được cả vệ tinh GPS + GLONASS, có độ chính xác mặt bằng và độ cao tương ứng (H = 0,8 cm + 1 ppm/ V = 1,5 cm + 1 ppm) với tốc độ thu là 0,2 giây. Để đảm bảo độ chính xác của giá trị tọa độ của trạm tham chiếu chúng tôi tiến hành ghi dữ liệu tại trạm tham chiếu với thời gian dài hơn (>1 giờ) [6]. Chi tiết về công tác cài đặt cho việc thu thập dữ liệu được tóm tắt trong Bảng 2.1.

Bảng 2.1. Chi tiết về công tác thu thập số liệu

Nội dung	Thông số kỹ thuật
Vật mang	Phantom 4 RTK
Camera	1” CMOS
Thời gian bay	15 phút
Tốc độ	0.3 m/s
Độ phủ	80%
Độ phân giải ảnh chụp	2,7 cm
Số lượng tấm ảnh	369
Thời tiết	Nắng tốt

Sơ đồ thiết kế tuyến tuyến bay, và vị trí của trạm tham chiếu mặt đất như Hình 2.2.



Hình 2.2. Sơ đồ thiết kế tuyến bay

2.2. Phương pháp nghiên cứu

Để thực hiện kỹ thuật PPP, dữ liệu đầu vào cần có trị đo giả cự ly (trị đo mã) và trị đo pha trên 2 tần số, kết hợp với bản lịch chính xác từ IGS và loại trừ các nguồn sai số khác để tiến hành tính toán ra tọa độ tại vị trí ăng - ten của máy thu [5].

Phương trình trị đo mã và pha kết hợp để khử sai số tầng điện ly [5, 6].

$$P_{i,3}^{k}(t)=\alpha_1 P_{i,1}^{k}(t)-\alpha_2 P_{i,2}^{k}(t)=\rho_i^{k}(t)+c\left[dt_i(t)-dT^{k}(t)\right]+T_i^{k}(t)+ISB_{i,P}+\varepsilon_{i,3}^{-k}(t) \quad (1)$$

$$\Phi_{i,3}^{k}(t)=\alpha_1 \Phi_{i,1}^{k}(t)-\alpha_2 \Phi_{i,2}^{k}(t)=\rho_i^{k}(t)+c\left[dt_i(t)-dT^{k}(t)\right]+T_i^{k}(t)+b_{i,3}^{k}+ISB_{i,\phi}+\varepsilon_{i,3}^{k}(t) \quad (2)$$

Trong đó:

- $\Phi_{i,1}^{k}(t)$ và $\Phi_{i,2}^{k}(t)$ là trị đo pha tương ứng trên tần số f_{L_1} và f_{L_2}
- $P_{i,1}^{k}(t)$ và $P_{i,2}^{k}(t)$ là trị đo mã tương ứng trên tần số f_{L_1} và f_{L_2}
- $\rho_i^k(t)$ là khoảng cách hình học từ máy thu đến vệ tinh
- $T_i^k(t)$ là độ trễ đối lưu
- $dt_i(t)$ và $dT^k(t)$ là số hiệu chỉnh đồng hồ máy thu và vệ tinh
- ISB_i là sai số do khác hệ thống vệ tinh định vị
- $\varepsilon_{i,3}^{k}(t)$ và $\varepsilon_{i,3}^{-k}(t)$ là sai số do độ nhiễu và đa đường
- $b_{i,3}^{k}$ là tham số đa trị (số thực)
- c là tốc độ ánh sáng
- Các hệ số:

$$\alpha_1 = \frac{(f_{L_1})^2}{(f_{L_1})^2 - (f_{L_2})^2} \quad và \quad \alpha_2 = \frac{(f_{L_2})^2}{(f_{L_1})^2 - (f_{L_2})^2} \tag{3}$$

$\alpha_1 = 2.545728$, $\alpha_2 = 1.545728$ *đối với vệ tinh GPS*

$\alpha_1 = 2.531250$, $\alpha_2 = 1.531250$ *đối với vệ tinh GLONASS*

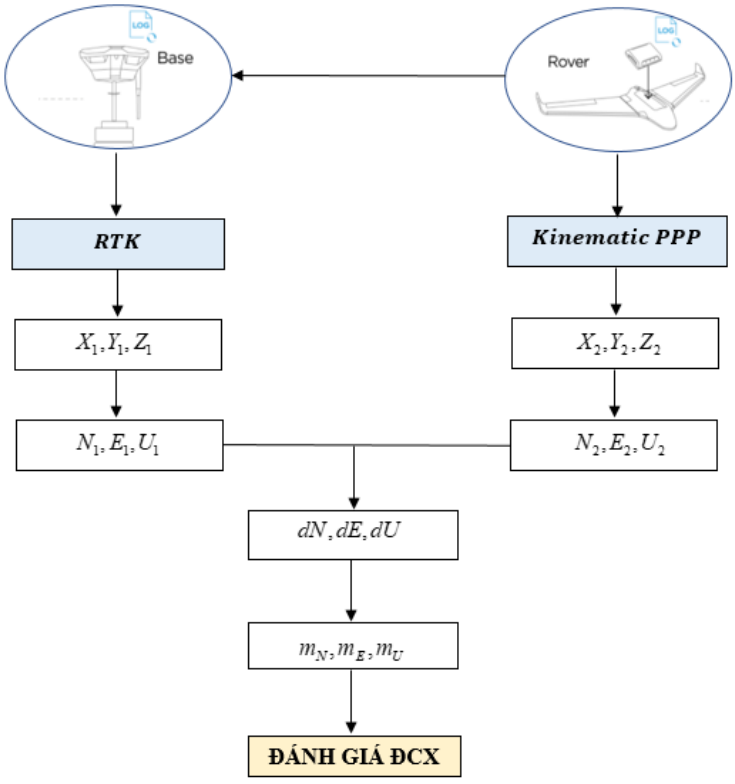
Để xử lý kết hợp GPS + GLONASS còn cần phải đồng nhất về thang thời gian cũng như hệ tọa độ tham chiếu của hai hệ thống vệ tinh định vị [6].

Ngoài các nguồn sai số kể trên còn có:

- Sai số do khác hệ thống vệ tinh định vị (Inter - System Bias - ISB) khi xử lý kết hợp GPS + GLONASS: lấy hiệu nội bộ của từng hệ thống vệ tinh định vị sẽ khử được nguồn sai số này.
- Số hiệu chỉnh phase wind - up (chỉ ảnh hưởng đến trị đo pha): tính toán và hiệu chỉnh vào trị đo pha trong định vị điểm chính xác.
- Sai số do mô hình ăng - ten máy thu: tham khảo đến tâm pha trung bình của ăng - ten, bỏ qua biến động tâm pha trong quá trình xử lý PPP.

Như vậy trong phương trình (1), (2) cần xác định: các thành phần tọa độ máy thu, sai số đồng hồ máy thu, độ trễ đối lưu thiên đỉnh và tham số đa trị (số thực).

Dữ liệu thô sau khi chuyển sang định dạng RINEX chúng tôi thực hiện hai phương án xử lý PPP động (GPS PPP và GPS+GLONASS PPP) và so sánh kết quả với kỹ thuật RTK (với độ chính xác của RTK ở mức vài cm khi đạt trạng thái nghiệm fixed) nhằm đánh giá độ chính xác của các phương án xử lý PPP theo các thành phần hướng Bắc, hướng Đông và độ cao. Sơ đồ nghiên cứu tóm tắt như Hình 2.3.



Hình 2.3. Sơ đồ quy trình nghiên cứu

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

3.1. Các phương án xử lý PPP

Chúng tôi thực hiện xử lý PPP với giải pháp nghiệm trôi (float solution) theo hai phương án: a) chỉ dùng trị đo của vệ tinh GPS, b) kết hợp trị đo GPS+GLONASS. Các tham số cài đặt để xử lý như Bảng 3.1.

Bảng 3.1. Các tham số cài đặt khi xử lý PPP

Tham số cài đặt	Nội dung
Độ giản cách tín hiệu (giây)	0,2
Góc cao vệ tinh (^{o})	7,5
Bản lịch vệ tinh	IGS Final
Trị đo	Pha và mã
Độ trễ tầng điện ly	Tổ hợp P3 và L3
Độ trễ tầng đối lưu	Hàm VMF1
Tham số đa trị	Nghiệm trôi (float solution)
Mô hình tâm pha ăng - ten	Igs14.atx

Biểu đồ thể hiện số lượng vệ tinh quan sát và giá tri DOP theo thời gian như Hình 3.1.



Hình 3.1. Biểu đồ thể hiện số vệ tinh quan sát và giá trị DOP theo thời gian

Theo biểu đồ Hình 3.1, giá trị DOP nhỏ khi số lượng vệ tinh nhiều, đồng nghĩa chúng ta có thể tiên đoán được tại một khu vực nhất định khi số lượng vệ tinh càng nhiều thì độ chính xác định vị càng cao.

3.2. So sánh và đánh giá kết quả

Bảng 3.2. Tọa độ trạm tham chiếu mặt đất trong hệ tọa độ ITRF14

TÊN ĐIỂM	X(m)	Y(m)	Z(m)	Thời gian thu
BASE	- 1938045,257	5959385,550	1183918,509	1 giờ 13 phút 30 giây

Để đánh giá độ chính xác của các phương án xử lý PPP chúng tôi dựa trên tọa độ của tập điểm xử lý bằng RTK, trong đó tọa độ trạm cơ sở mặt đất được tính toán chính xác bằng kỹ thuật Static PPP - AR (PPP tĩnh có giải đa trị) từ dịch vụ NRCAN CSRS - PPP, tọa độ của điểm BASE cho trong Bảng 3.2 với độ chính xác vài cm [9]. Kết quả xử lý RTK trên phần mềm RTKLIB cho nghiệm fixed 100% với tổng cộng 4644 epoch.

Bảng 3.3 là kết quả đánh giá độ chính xác của kỹ thuật PPP so với kỹ thuật RTK theo ba thành phần: hướng Bắc, hướng Đông và độ cao theo công thức sau:

$$m_N = \pm\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}(N_2 - N_1)^2}{n}} \qquad m_E = \pm\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}(E_2 - E_1)^2}{n}} \qquad m_h = \pm\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}(h_2 - h_1)^2}{n}} \quad (4)$$

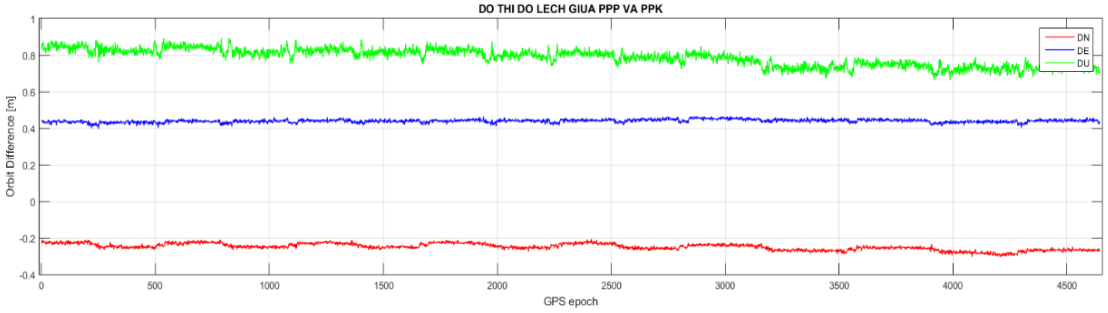
Trong đó: (N_1, E_1, h_1) và (N_2, E_2, h_2) tương ứng là tọa độ, độ cao xử lý bằng kỹ thuật RTK và PPP. Và n là tổng số epoch so sánh.

Bảng 3.3. Đánh giá độ chính xác của kỹ thuật PPP so với kỹ thuật RTK

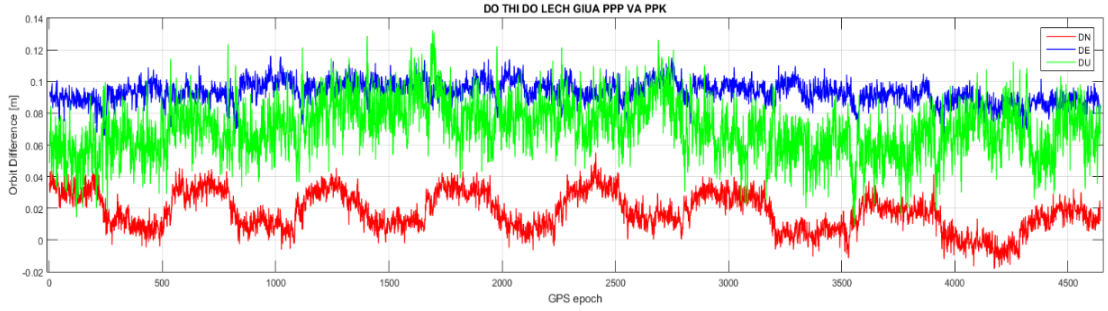
Phương pháp xử lý	Hướng Bắc (m)	Hướng Đông (m)	Độ Cao (m)
GPS PPP	±0,250	±0,439	±0,788
GPS+GLN PPP	±0,022	±0,093	±0,072
Độ chính xác cải thiện	11,3 lần	4,7 lần	10,9 lần

Để đảm bảo đồng bộ về thời gian lấy mẫu chúng tôi đã cài đặt tốc độ lấy mẫu của trị

đo GNSS trên thiết bị bay và trạm tham chiếu mặt đất đều là 5Hz (tương ứng 0.2 giây / epoch). Chênh lệch về vị trí ăng - ten trên máy bay từ 2 phương án xử lý PPP so với kỹ thuật RTK thể hiện như đồ thị dưới đây:



(a) GPS only



(b) GPS + GLONASS

Hình 3.2. Đồ thị biểu diễn độ lệch các thành phần tọa độ của PPP so với RTK theo thời gian a) chỉ dùng trị đo của vệ tinh GPS; b) kết hợp trị đo GPS + GLONASS

Dựa vào đồ thị Hình 3.2, ta có thể thấy được sai số hệ thống trong kết quả định vị PPP, đặc biệt là trường hợp chỉ sử dụng trị đo GPS, cụ thể là (±0,2, ±0,4 và ±0,8) m tương ứng với hướng Bắc, hướng Đông và độ cao rất có thể đây là ảnh hưởng của việc không giải tham số đa trị (xem đa trị là số thực) gây ra. Đây cũng là một thách thức trong định vị PPP và là hạn chế cố hữu của định vị GPS trên các nền tảng thiết bị không người lái chuyển động với tốc độ cao và thời gian thu dữ liệu ngắn [1].

Bảng 3.3 chỉ ra rằng, độ chính xác khi kết hợp GPS + GLONASS cải thiện vượt trội so với PPP chỉ dùng trị đo GPS, đặt biệt ở thành phần hướng Bắc và độ cao. Lý do số lượng vệ tinh GPS + GLONASS nhiều hơn GPS, Kết quả này cho thấy vai trò của trị đo GNSS dư đối với kết quả PPP động trên trên nền tảng thiết bị chuyển động nhanh như UAV.

4. KẾT LUẬN

Chúng tôi đã khảo sát độ chính xác của các phương án xử lý PPP so với RTK trên tập số liệu bay chụp vào ngày 30 - 05 - 2021. Cuối cùng đưa ra các nhận xét như sau:

- Độ chính xác khi xử lý PPP chỉ dùng trị đo GPS là ±0,250, ±0,439 và ±0,788 (m) còn PPP dùng kết hợp GPS + GLONASS có thể đạt được ±0,022, ±0,095 và ±0,072 (m)

tương ứng theo hướng Bắc, hướng Đông và độ cao (khi bỏ qua sai số kết quả của RTK).

- Việc kết hợp trị đo GPS và GLONASS trong xử lý PPP đã cải thiện độ chính xác đáng kể khi tốc độ thu dữ liệu nhanh trên thiết bị bay không người lái. So với khi xử lý chỉ dùng trị đo GPS, độ chính xác này cải thiện đến 7,8 lần, đặc biệt ở thành phần hướng Bắc và độ cao cải thiện lên đến ~11 lần.

Tóm lại, độ chính xác PPP trong giải pháp nghiệm trôi phụ thuộc nhiều vào số lượng trị đo dư. Điều này chứng tỏ việc sử dụng đa hệ thống vệ tinh định vị trong kỹ thuật PPP là cần thiết để cải thiện độ chính xác. Ngoài ra sai số về độ cao cũng bị ảnh hưởng ít nhiều bởi sự lệch pha ăng - ten khi chưa được mô hình hóa chính xác.

Độ chính xác của PPP đạt được có thể hỗ trợ cho công tác lập bình đồ ảnh, mang lại những lợi ích đáng kể như giảm số lượng điểm GCPs, loại bỏ thao tác vận hành liên quan đến trạm tham chiếu mặt đất, đồng thời chúng ta cũng không cần quan tâm đến tầm bay xa giới hạn của thiết bị không người lái. Vì vậy PPP phù hợp cho các ứng dụng khi kết hợp với thiết bị bay không người lái để bay chụp ở các khu vực núi cao hoặc môi trường có khí hậu khắc nghiệt, nơi mà việc lập các GCPs và việc lắp đặt trạm tham chiếu mặt đất khó thực hiện hoặc thậm chí nguy hiểm.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. Ben GRAYSON, Nigel T. PENNA, Jon P. MILLS, Darion S. GRANT, "GPS Precise Point Positioning for UAV Photogrammetry," The Photogrammetric Record Volume 33, Issue 164, December 2018.

[2]. JasonN.Gross, RyanM.Watson, StéphaneD'Urso, and YuGu, "Flight - Test Evaluation of Kinematic Precise Point Positioning of Small UAVs," International Journal of Aerospace Engineering, Volume 2016, Article ID 1259893.

[3]. Bikram Parajuli, Masters in Cartography & Geographical Information Engineering, LIESMARS "Performance Analysis of Different Positioning Modes in RTKLIB Software," Technical Report, January 2020.

[4]. Byung - Kyu Choi, Kyoung - Min Roh, Sang Jeong Lee, "Development of a Combined GPS/GLONASS PPP Method," Journal of Positioning, Navigation, and Timing - JPNT 3(1), 31 - 36 (2014).

[5]. Nguyen Ngoc Lau, Pham Can, "Improving Accuracy of Real Time Kinematic Positioning by Using PPP with IGS - RTS Corrections," International Symposium on Geoinformatics for Spatial Infrastructure Development in Earth and Allied Sciences 2018.

[6]. Nguyen Ngoc Lau, Ho Chi Minh City University of Technology, "Point Precise Positioning Using GPS and GLONASS Measurements," Publication in Journal of Geodesy and Cartography, No. 15 - March 2013.

[7]. Nguyen Ngoc Lau, Pham Can, "Accuracy Assessment of the Precise Point Positioning Using The IGS Real - Time Corrections," Publication in Journal of Geodesy and Cartography, September 2018.

[8]. Pham Can, Nguyen Ngoc Lau, "Research on Application of RTPPP for the Hydrographic Surveying in Vietnam," the FIG Working Week 2019 in Hanoi, Vietnam 22 - 26 April 2019.

[9]. Nguyen Ngoc Lau, Tran Trong Duc, Duong Tuan Viet, Dang Van Cong Bang, "Automatic GPS precise point processing via Internet," Report of ministry level project B2010 - 30 - 33, 2010.

[10]. 07/2021/TT-BTNMT "Quy định kỹ thuật thu nhận và xử lý dữ liệu ảnh số từ tàu bay không người lái phục vụ xây dựng, cập nhật cơ sở dữ liệu nền địa lý quốc gia tỷ lệ 1:2.000, 1:5.000 và thành lập bản đồ địa hình tỷ lệ 1:500, 1:1.000."

[11]. Tuan Viet Duong, "Precise Point Positioning with ambiguity resolution using multi - frequency multi - constellation GNSS measurements," Thesis for: Doctor of Philosophy (PhD), RMIT University, 2020.

NGHIÊN CỨU KẾT HỢP TƯ LIỆU VIỄN THÁM VÀ HỆ THÔNG TIN ĐỊA LÝ PHỤC VỤ QUẢN LÝ, BẢO TỒN VÀ PHÁT TRIỂN BỀN VỮNG VÙNG ĐẤT NGẬP NƯỚC KHU VỰC BÁN ĐẢO CÀ MAU

Đỗ Thị Hoài[1], Lê Minh Hằng[2], Nguyễn Đức Mạnh[1]

[1]Viện Khoa học Đo đạc và Bản đồ

[2]Học viện Kỹ thuật quân sự

Ngày nhận bài: 12/7/2021 - Ngày phản biện: 22/7/2021 - Ngày chấp nhận đăng: 01/08/2021

Tóm tắt. *Việt Nam có một hệ thống tài nguyên đất ngập nước (ĐNN) khoảng 10 triệu ha phân bố rộng khắp cả nước. ĐNN đóng vai trò quan trọng đối với hệ thống kinh tế, xã hội và môi trường. Tuy nhiên, hệ sinh thái ĐNN ở Việt nam đang bị suy giảm nghiêm trọng do tác động của biến đổi khí hậu, áp lực dân số và hậu quả của chiến tranh, đặc biệt tại khu vực bán đảo Cà Mau. Hiện nay, công nghệ viễn thám và hệ thông tin địa lý đang là tư liệu chính phục vụ công tác quản lý của ngành tài nguyên môi trường nói chung và đất ngập nước nói riêng. Trong nội dung bài báo, các tác giả trình bày kết quả nghiên cứu kết hợp tư liệu viễn thám đa nguồn và hệ thông tin địa lý để xây dựng các bản đồ chuyên đề phục vụ cho quản lý, bảo tồn và phát triển bề vững vùng đất ngập nước khu vực bán đảo Cà Mau.*

Từ khóa: *đất ngập nước, tư liệu viễn thám, hệ thông tin địa lý.*

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Đất ngập nước có thể được mô tả là những vùng có mực nước thấp, thường gần bề mặt đất và được bao phủ bởi thực vật ưa nước hoặc chịu nước [8]. Đất ngập nước được tìm thấy ở mọi nơi trên thế giới từ Bắc cực đến vùng nhiệt đới và là một phần quan trọng của môi trường tự nhiên [6, 7]. Đất ngập nước có thể cải thiện chất lượng nước, bảo vệ bờ biển, bổ sung nước ngầm, giảm bớt mức độ nghiêm trọng của lũ lụt và hạn hán, và cung cấp môi trường sống độc đáo của nhiều loài thực vật và động vật. Ngày nay, các nhà khoa học và các cơ quan chính phủ đã chú ý đến các vùng đất ngập nước để duy trì sự đa dạng sinh học của hệ thủy sinh, đảm bảo phát triển bền vững.

Việt Nam có một hệ thống tài nguyên đất ngập nước (ĐNN) rất phong phú với diện tích hơn 10 triệu hecta phân bố rộng khắp cả nước bao gồm nhiều loại hình đa dạng như: đầm phá, đầm lầy, bãi bồi cửa sông, rừng ngập mặn ven biển, ao hồ tự nhiên và nhân tạo. Mặc dù có vai trò quan trọng với hệ thống kinh tế, xã hội và môi trường nhưng các hệ sinh thái ĐNN tại Việt Nam đang bị suy giảm nghiêm trọng. Về số lượng, trong

thập kỷ qua, ước tính có khoảng 180 ngàn ha rừng ngập mặn ven biển đã bị mất, thay vào đó là các đầm nuôi trồng thủy sản, các công trình phục vụ du lịch, giao thông, thương mại. Đất ngập nước bán đảo Cà Mau nói riêng và đồng bằng sông Cửu Long nói chung chiếm một vị trí quan trọng trong hệ thống ĐNN của cả nước. Xong tài nguyên ĐNN nơi đây đang bị đe dọa nghiêm trọng do tác động của con người qua nhiều thế kỷ đã để lại dấu ấn lên môi trường tự nhiên của bán đảo Cà Mau nói riêng và vùng đồng bằng sông Cửu Long nói chung. Các hệ sinh thái đất ngập nước và rừng đã được chuyển thành đất nông nghiệp để đáp ứng nhu cầu về lương thực và các sản phẩm khác. Áp lực dân số và hậu quả của chiến tranh đã thúc đẩy nhanh sự suy thoái, sự xáo trộn và phá hoại các hệ sinh thái tự nhiên của khu vực. Đặc biệt, hiện nay vùng bán đảo Cà Mau đang chịu nhiều áp lực đe dọa đến sự tồn tại và giá trị của các vùng đất ngập nước trong khu vực.

Nhìn chung, ĐNN hiện nay đang chịu sự thay đổi mạnh mẽ về chất lượng do một số nguyên nhân như ô nhiễm công nghiệp, tràn dầu, biến đổi khí hậu, áp lực tăng trưởng kinh tế, đô thị hóa và sự yếu kém trong hệ thống quản lý tài nguyên. Cụ thể là hệ thống pháp lý thiếu đồng bộ, chồng chéo trong phân định chức năng của các cơ quan quản lý, hệ thống quyền tài sản chưa được phân định rõ ràng, nguồn tài chính cho bảo tồn kém bền vững, thiếu cơ sở dữ liệu, tư liệu khoa học phục vụ quản lý. Kinh nghiệm thế giới cho thấy thông tin về giá trị kinh tế của ĐNN là một yếu tố đầu vào quan trọng cho việc quản lý và sử dụng hiệu quả, bền vững tài nguyên này.

Sự phát triển của công nghệ viễn thám và hệ thông tin địa lý (GIS) đã giúp thu thập, theo dõi thông tin không gian kịp thời và hỗ trợ quản lý về những thay đổi của khu vực ĐNN. Trong vòng 50 năm qua, công nghệ viễn thám đã được sử dụng trong các nghiên cứu về đất ngập nước như: (1) Theo dõi biến động lớp phủ bề mặt/ sử dụng đất hoặc thành lập bản đồ khu vực ngập nước [5]; (2) Nghiên cứu những ảnh hưởng của biến đổi khí hậu với hệ sinh thái ĐNN [1]; Phát thải carbon từ vùng đầm lầy [9] và (4) Hoạt động thủy sinh tại vùng ĐNN [3]. Các nhà khoa học đã sử dụng nhiều dạng tư liệu viễn thám trong nghiên cứu đất ngập nước như ảnh hàng không, ảnh vệ tinh độ phân giải cao đến thấp, ảnh siêu phổ, dữ liệu LiDAR... [2]. Kết quả nghiên cứu đã đề xuất được các phương pháp thành lập bản đồ và phân loại ĐNN từ tư liệu viễn thám nhanh chóng, hiệu quả, đạt độ chính xác cao, giúp cập nhật nhanh sự thay đổi của các vùng đất ngập nước, khoanh vùng các khu vực ngập lụt, giám sát rừng ngập mặn. Ngoài ra, công nghệ viễn thám và GIS đã giúp giám sát và quản lý những thay đổi ĐNN ảnh hưởng đến môi trường sống của các loài động vật hoang dã [10]. Bên cạnh đó, tư liệu viễn thám còn phục vụ cho việc giám sát chất lượng nước tại các vùng

ĐNN dựa trên hai phương pháp là quan sát sự thay đổi giá trị phản xạ trên ảnh MODIS và xác định mối quan hệ với các điểm đo thực địa [4].

Công nghệ viễn thám và hệ thông tin địa lý đã đem lại những ứng dụng hiệu quả trong nghiên cứu ĐNN. Trong nội dung bài báo, các tác giả trình bày các kết quả nghiên cứu sử dụng đa nguồn dữ liệu viễn thám, kết hợp với thông tin thu thập ngoài thực địa, hệ thông tin địa lý để xây dựng cơ sở dữ liệu phục vụ cho quản lý cho quản lý, bảo tồn và phát triển bề vững vùng đất ngập nước khu vực bán đảo Cà Mau.

2. DỮ LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Dữ liệu nghiên cứu

Dữ liệu nghiên cứu và các thông số kỹ thuật của từng dạng tư liệu được thể hiện trong Bảng 1.

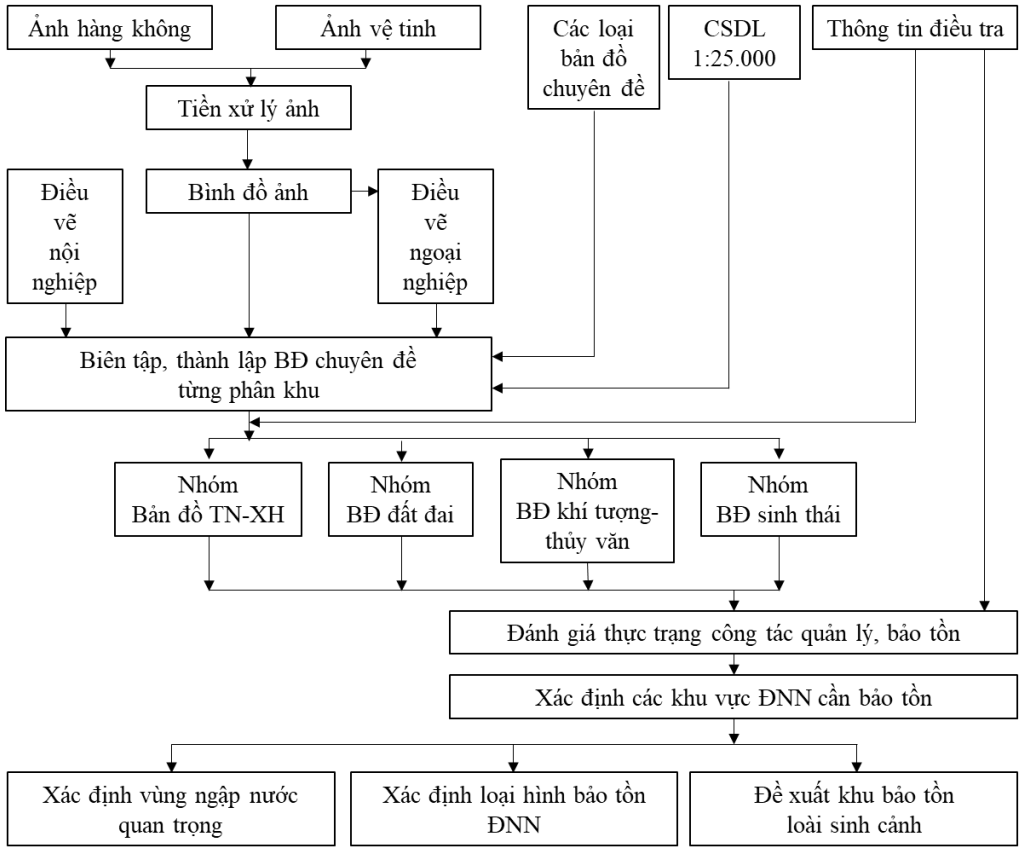
Bảng 1. Thông số kỹ thuật của dữ liệu nghiên cứu

Tư liệu viễn thám	Thông số kỹ thuật
Ảnh bay chụp hàng không	Năm 1999 ký hiệu C8 - 99, tỷ lệ ảnh 1:18.400
	Năm 2002 ký hiệu C8 - 2002, tỷ lệ bay chụp 1:18.000
Ảnh vệ tinh	SPOT5, SPOT6 năm 2018, 2019
Bản đồ địa hình	Tỷ lệ 1 1:50.000
CSDL	CSDL nền địa lý 1:25.000
Bản đồ hiện trạng sử dụng đất	Năm, 2010, 2015
Thông tin ĐNN bán đảo Cà Mau	Điều tra, thu thập thông tin thực địa, văn bản quy định

Dữ liệu thử nghiệm được thu thập từ nhiều nguồn dữ liệu để đảm bảo xây dựng đầy đủ các lớp dữ liệu bao gồm thông tin các loài động thực vật; Thông tin về các khu bảo tồn, hệ sinh thái cấp tỉnh, huyện; Hiện trạng sử dụng đất và các văn bản Nhà nước có tính pháp lý liên quan đến khu vực bảo tồn ĐNN.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

Quy trình nghiên cứu được thể hiện trong sơ đồ tại Hình 1. Tư liệu viễn thám bao gồm ảnh hàng không, ảnh vệ tinh được kết hợp với các thông tin trên bản đồ, thông tin điều tra thực địa, cơ sở dữ liệu để xây dựng các bản đồ chuyên đề thành phần thuộc các nhóm Bản đồ tự nhiên - xã hội, nhóm bản đồ đất đai, nhóm bản đồ khí tượng thủy văn và nhóm bản đồ sinh thái. Các bản đồ chuyên đề sẽ là cơ sở giúp nâng cao khả năng quản lý tài nguyên thiên nhiên tại khu vực ĐNN.



Hình 1. Sơ đồ quy trình công nghệ

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

3.1. Khu vực nghiên cứu

Khu vực nghiên cứu là khu vực đất ngập nước thuộc địa bàn tỉnh Cà Mau và một số huyện thuộc tỉnh Bạc Liêu và Kiên Giang. Phía Bắc giáp với CamPuChia, phía Tây giáp với vịnh Thái Lan, phía Đông giáp với tỉnh Hậu Giang, phía Nam giáp với biển Đông (Hình 2).

Tọa độ địa lý:

- Từ $8^0$32’ đến $9^0$37’ vĩ Bắc;
- Từ $104^0$40’ đến $105^0$52’30’’ kinh Đông.

Đây là khu vực tập trung các hệ sinh thái đất ngập nước điển hình cho bán đảo Cà Mau như: hệ sinh thái đất ngập nước nội địa nhân tạo, hệ sinh thái đất ngập nước ven biển nhân tạo, hệ sinh thái đất ngập nước ven biển nhân tạo. Cụ thể, khu vực này bao gồm:

- Tỉnh Cà Mau gồm 8 huyện: Cái Nước, Đầm Dơi, Năm Căn, Ngọc Hiển, Phú Tân, Thới Bình, Trần Văn Thời, U Minh;
- Tỉnh Kiên Giang gồm 2 huyện: An Minh, U Minh Thượng;
- Tỉnh Bạc Liêu gồm 1 huyện: Đông Hải.

Vùng bán đảo Cà Mau là vùng bồi tích từ phù sa sông và phù sa biển, hình thành các dải đất cao ven các sông rạch lớn, ven bờ biển. Địa hình trũng nhưng tương đối bằng

phẳng có độ cao phổ biến từ 0,2 - 0,6 m, hướng dốc chính là Đông Bắc - Tây nam. Khu vực nghiên cứu có khí hậu nhiệt đới gió mùa cận xích đạo, có nền nhiệt cao, phân thành hai mùa rõ rệt với mùa mưa từ tháng 5 đến tháng 11 và mùa khô từ tháng 12 - 4. Đặc điểm thổ nhưỡng chủ yếu là đất phèn và đất mặn, trong đó nhóm đất phèn chiếm diện tích lớn nhất, kế đến là nhóm đất mặn. Ngoài ra, có nhóm đất than bùn phân bố tại vùng trũng U Minh, đất bãi bồi, đất cát phân bố ở ven bờ biển và đất đỏ vàng phân bố ở ngoài các cụm đảo chỉ chiếm diện tích nhỏ, diện tích còn lại là sông rạch. Hệ thống thủy văn bao gồm các sông thông ra biển. Nhiều vùng triều không đều ảnh hưởng đến xâm nhập mặn ở một vị trí. Mật độ dân số trung bình khoảng 126 người/km^2 với 03 cộng đồng dân tộc chính là dân tộc Kinh, Hoa, Khơ - me.

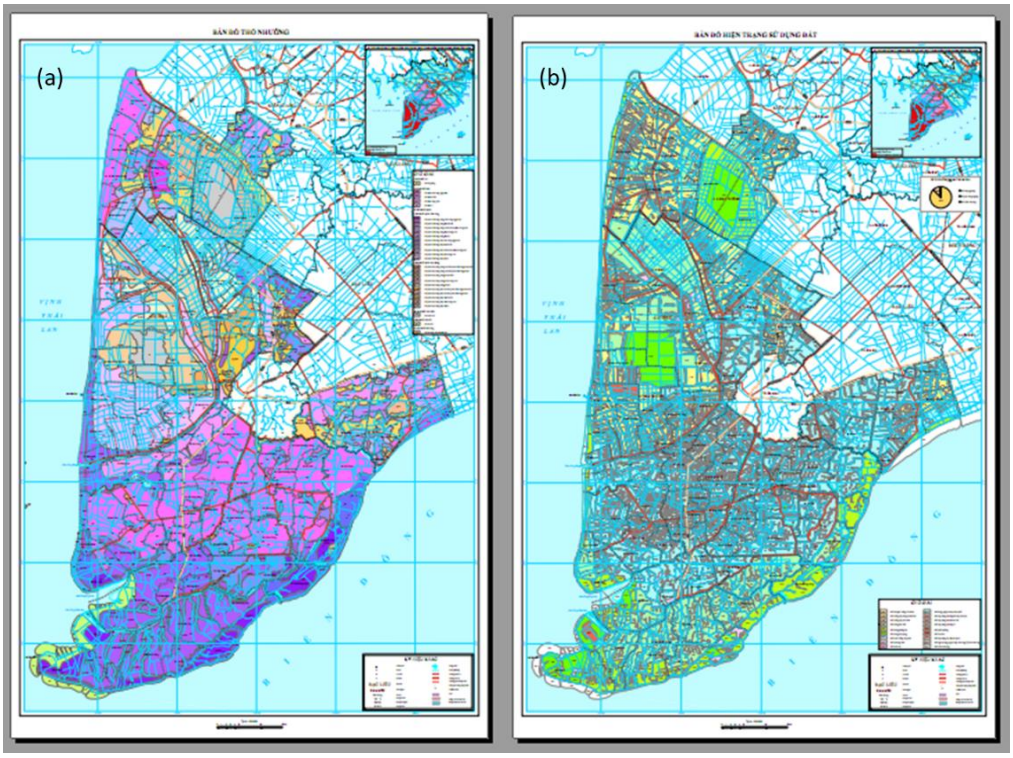


Hình 2. Sơ đồ khu vực nghiên cứu

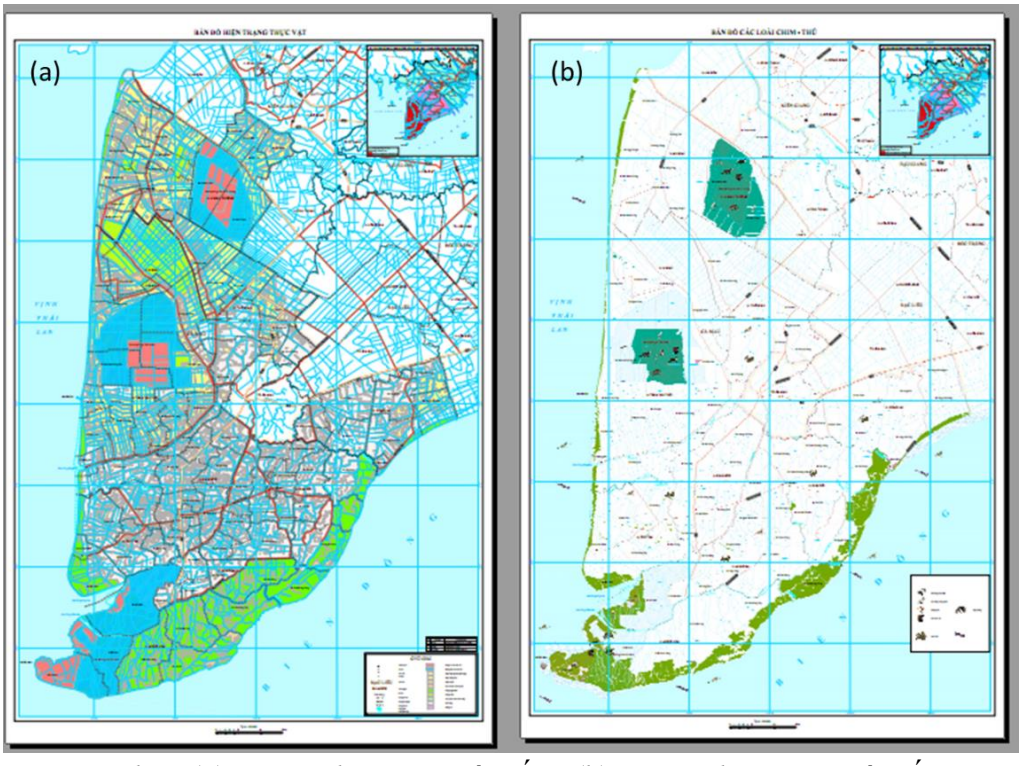
Các vùng ĐNN có ý nghĩa đặc biệt trong khu vực nghiên cứu được Nhà nước đưa vào quản lý bảo tồn bao gồm: Vườn quốc gia Mũi Cà Mau, vườn quốc gia U Minh Hạ, vườn quốc gia U Minh Thượng, khu bảo tồn loài sinh cảnh Sân Chim đầm Dơi, khu bảo tồn loài sinh cảnh ấp Canh Điền, khu bảo tồn loài sinh cảnh Sông Ông Đốc - đầm Thị Tường, khu vực ven biển Cà Mau.

3.2. Kết quả nghiên cứu

Dựa trên các tư liệu viễn thám và các thông tin về trên các loại bản đồ đa tỷ lệ, các thông tin điều tra thực địa, các tác giả đã thành lập tập bản đồ chuyên đề về vùng đất ngập nước bán đảo Cà Mau thể hiện những đặc trưng địa lý cơ bản về vùng bán đảo Cà Mau.



Hình 3. (a) Bản đồ thổ nhưỡng ; (b) Bản đồ hiện trạng sử dụng đất



Hình 4. (a) BĐHT thực vật quý hiếm; (b) BĐHT động vật quý hiếm

Nội dung tập bản đồ thể hiện các nội dung chính sau: kinh tế - xã hội; đặc điểm sử dụng đất và tài nguyên đất; đặc điểm khí hậu, thủy văn và tài nguyên nước; đặc điểm môi

trường sinh thái (Hình 3 và Hình 4) được thành lập ở tỷ lệ 1:100.000. Cơ sở toán học của các bản đồ chuyên đề về vùng đất ngập nước bán đảo Cà Mau được lấy theo cơ sở toán học của bản đồ địa hình tỷ lệ 1:50.000, cụ thể: hệ quy chiếu, hệ tọa độ và độ cao Quốc gia VN2000, múi chiếu 6º, kinh tuyến trung ương 105º.

Bản đồ chuyên đề về vùng đất ngập nước bán đảo Cà Mau và các tài liệu thu thập ngoài thực tế là những thông tin hỗ trợ cho công tác quản lý khu vực nghiên cứu. Các thông tin về diện tích các vùng ĐNN khu vực bán đảo Cà Mau được thể hiện trên Bảng 2.

Bảng 2. Các thông tin về ĐNN khu vực bán đảo Cà Mau

TT	Một số khu ĐNN điển hình tại khu vực bán đảo Cà Mau	Diện tích (ha)
1	Vườn quốc gia Mũi Cà Mau	
	Phân khu bảo vệ nghiêm ngặt	12.203 (có 6.110 ha bãi bồi)
	Phân khu phục hồi sinh thái	2.859
	Phân khu hành chính dịch vụ	200
	Phân khu bảo tồn biển	26.600
2	*Vườn Quốc Gia U Minh Hạ*	
	Khu bảo tồn hệ sinh thái rừng trên đất than bùn	2.592,6
	Phân khu phục hồi và sử dụng bền vững hệ sinh thái rừng ngập nước	5.134,2
	Phân khu dịch vụ hành chính	801
3	*Vườn Quốc Gia U Minh Thượng*	
	Phân khu bảo vệ nghiêm ngặt	7.838
	Phân khu phục hồi sinh thái kết hợp bảo tồn di tích lịch sử	200
	Phân khu hành chính dịch vụ	15

Khu vực bán đảo Cà Mau có các vùng ĐNN được quản lý bảo tồn là Vườn quốc gia Mũi Cà Mau, vườn quốc gia U Minh Hạ, vườn quốc gia U Minh Thượng. Dựa trên các lớp thông tin đã được xây dựng và đánh giá thực trạng quản lý tại các khu bảo tồn ĐNN vùng bán đảo Cà Mau, các tác giả đề xuất các giải pháp để hỗ trợ công tác quản lý như sau:

- Xây dựng kế hoạch kiểm kê, giám sát ĐDSH, giám sát sinh thái đất ngập nước và xuất bản các Atlat phục vụ cho du lịch và bảo tồn động, thực vật rừng.

- Hoàn thiện hệ thống bản đồ phân loại đất ngập nước tỷ lệ lớn, bản đồ quy hoạch và bảo tồn vườn quốc gia mũi Cà Mau để thực hiện tốt công tác xây dựng kế hoạch quản lý và bảo tồn vườn quốc gia mũi Cà Mau.

- Xây dựng và triển khai phương án nuôi thủy sản kết hợp với bảo tồn hệ sinh thái tự nhiên, bảo vệ rừng ngập mặn của Vườn quốc gia.

Như vậy, các lớp thông tin từ bản đồ chuyên đề sẽ giúp các nhà quản lý có cái nhìn

tổng quan về hiện trạng ĐNN của khu vực và có những giải pháp bảo tồn hợp lý đảm bảo tính toàn vẹn của hệ sinh thái, duy trì đặc tính sinh thái vùng ĐNN, đồng thời đảm bảo cơ chế chia sẻ lợi ích công bằng, hợp lý về quyền lợi và nghĩa vụ giữa các bên liên quan trong việc sử dụng dịch vụ hệ sinh thái ĐNN. Trên cơ sở đánh giá hiện trạng sử dụng đất và hiện trạng hệ sinh thái tại các vùng ĐNN trong khu vực nghiên cứu cho thấy các khu vực Vườn Quốc gia được bảo tồn tương đối tốt. Tuy nhiên, do cộng đồng dân cư sống ở gần rừng đang khai thác bừa bãi và sự gia tăng hoạt động du lịch đã ảnh hưởng đến môi trường, đa dạng sinh học, thay đổi nguồn nước mặt…

Trong khu vực nghiên cứu có hai khu bảo tồn là Khu bảo tồn loài sinh cảnh Sân Chim Đầm Dơi (Bảng 3), Khu bảo tồn loài sinh cảnh Đầm Thị Tường (Bảng 4), Khu bảo tồn sinh thái Khai Long (Bảng 5).

Bảng 3. Diện tích đề xuất bảo tồn Sân Chim, Đầm Dơi

STT	Loại đất	Diện tích (ha)
1	Rnm (Rừng ngập mặn)	105,2
2	Anm (nuôi trồng thủy sản)	4,4
3	Sd (sông, kênh đào)	5,9
Tổng		**115,5**

Bảng 4. Diện tích đề xuất bảo tồn loài sinh cảnh Đầm Thị Tường

STT	Loại đất	Diện tích (ha)
1	Dp (đầm, phá ven biển)	853,0
2	Rnm (rừng ngập mặn)	133,0
3	Ont (đất thổ cư)	8,6
4	Anm (ao, hồ nuôi trồng thủy sản mặn, lợ)	99,8
5	Cp (vùng cây bụi ngập nước theo mùa)	1,60
Tổng		**1096,00**

Bảng 5. Diện tích khu vực đề xuất bảo vệ cảnh quan Khai Long

STT	Loại đất	Diện tích (ha)
1	***Rnm*** (Rừng ngập mặn)	14,0
2	***Rnm*** (Rừng ngập mặn)	133,0
3	***Stx*** (nuôi trồng thủy sản)	2,7
4	***Htn*** (sông, kênh đào)	0,4
Tổng		**150,1**

Dựa trên bản đồ phân bố động, thực vật quý hiếm cho thấy Khu bảo tồn loài sinh cảnh Đầm Dơi và Đầm Thị tường đủ tiêu chí đáp ứng vùng ĐNN quan trọng. Tuy nhiên, dựa trên bản đồ hiện trạng sử dụng đất thì các khu vực bảo tồn đang bị đe dọa bởi tác động của con người như các hệ thống đầm nuôi tôm ảnh hưởng sự thoát nước của các bãi bồi, nước giảm độ mặn, hệ sinh thái rừng ngập mặn giảm sút…

4. KẾT LUẬN

Kết quả nghiên cứu cho thấy kết hợp tư liệu viễn thám và hệ thông tin địa lý đã giúp nâng cao hiệu quả trong việc thu thập, quản lý thông tin của vùng ĐNN khu vực bán đảo Cà Mau. Với các thể hiện bằng cả thông tin không gian và thông tin thuộc tính trên các bản đồ chuyên đề và trên cơ sở dữ liệu đã giúp các nhà quản lý có được những quan sát trực quan về hiện trạng sử dụng các nguồn tài nguyên thiên nhiên trong khu vực nghiên cứu.

Những thông tin về diện tích, vị trí phân bố của các đối tượng và những văn bản quy định vùng ĐNN khu vực bán đảo Cà Mau đã hỗ trợ đánh giá thực trạng công tác quản lý, bảo tồn hiện nay, từ đó có được các giải pháp nâng cao hiệu quả của công tác quản lý. Trong tương lai, cần thúc đẩy hơn nữa những ứng dụng của tư liệu viễn thám và hệ thông tin địa lý trong công tác quản lý, sử dụng tài nguyên thiên nhiên tại các địa phương, đặc biệt trong việc bảo tồn hệ sinh thái của các vùng ĐNN.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. Chen, H.; Zhang, W.; Gao, H.; Nie, N. Climate change and anthoropogenic impacts on wetland and agriculture in the Songnen and Sanjiang Plain, Northeast China. Remote sensing, 2018, 10, 356, 1 - 25.

[2]. LaRocque, A.; Phiri, C.; Leblon, B.; Pirotti, F.; Connor, K.; Hanson, A. Wetland Mapping with Landsat 8 OLI, Sentinel - 1, ALOS - 1 PALSAR, and LiDAR Data in Southern New Brunswick, Canada. Remote sensing, 2020, 12, 2 - 30.

[3]. Li, S. - N.; Wang, G. - X.; Deng, W.; Hu, Y. - M.; Hu, W. - W. Influence of hydrology process on wetland landscape pattern: A case study in the Yellow River Delta. *Ecol. Eng.* 2009, *35*, 1719 - 1726.

[4]. Long, C. M.; Pavelsky, T. M. Remote sensing of suspended sediment concentration and hydrologic connectivity in a complex wetland environment. Remote Sens. Environ., 2013, 129, 197 - 209.

[5]. Mahdavi, S.; Salehi, B.; Granger, J.; Amani, M.; Brisco, B.; Huang, W. Remote sensing for wetland classification: A comprehensive review. GISci. Remote Sens. 2018, 55, 623 - 658.

[6]. Mitsch, W.J.; Bernal, B.; Hernandez, M.E. Ecosystem services of wetlands. Int. J. Biodivers. Sci. Ecosyst. Serv. Manag. 2015, 11, 1 - 4.

[7]. Ramsar Convention on Wetlands. Global Wetland Outlook: State of the World's Wetlands and Their Services to People; Ramsar Convention Secretariat: Gland, Switzerland, 2018; p. 18.

[8]. Rubec, C. The Canadian wetland classification system. In The Wetland Book; Finlayson, C.M., Everard, M., Irvine, K., McInnes, R., Middleton, B., van Dam, A., Davidson, N.C., Eds.; Springer: Dordrecht, The Netherlands, 2018; pp. 1577 – 1581.

[9]. Van der Werf, G.R.; Randerson, J.T.; Giglio, L.; Collatz, G.J.; Kasibhatla, P.S.; Arellano, A.F., Jr. Interannual variability in global biomass burning emissions from 1997 to 2004. Atmos. Chem. Phys. 2006, 6, 3423 - 3441.

[10]. Wang, H.; Gao, J.; Ren, L.L.; Kong, Y.; Li, H.; Li, L. Assessment of the Red - crowned Crane habitat in the Yellow River Delta Nature Reserve, East China. Reg. Environ. Chang. 2012, 13, 115 - 123.

ỨNG DỤNG HỆ THỐNG PHÂN TÍCH ĐƯỜNG BỜ KỸ THUẬT SỐ (DSAS) VÀ TƯ LIỆU VIỄN THÁM NGHIÊN CỨU BIẾN ĐỘNG ĐƯỜNG BỜ BIỂN KHU VỰC CỬA SÔNG LẠCH GHÉP - THANH HÓA

Nguyễn Thị Thu Hà, Nguyễn Đắc Vệ, Nguyễn Mai Lựu

Viện Tài nguyên và Môi trường Biển

Ngày nhận bài: 01/8/2021 - Ngày phản biện: 03/8/2021 - Ngày chấp nhận đăng: 13/08/2021

Tóm tắt. *Kết hợp hệ thống phân tích đường bờ kỹ thuật số (DSAS) và tư liệu ảnh vệ tinh Landsat đa thời gian từ năm 2000 đến 2020 với 3 ảnh (2000, 2010, 2020) được sử dụng để phân tích biến động đường bờ biển khu vực cửa sông Lạch Ghép - Thanh Hóa giai đoạn 2000 - 2020. Các phương pháp ảnh tỷ số với kỹ thuật phân ngưỡng để tách chiết đường bờ tại các thời điểm trên ảnh vệ tinh đã được áp dụng. Kết quả chỉ ra trong giai đoạn này quy mô và cường độ bồi xói tại cửa sông ven biển khu vực cửa sông Lạch Ghép - Thanh Hóa diễn ra với cường độ lớn, khu vực đoạn bờ phía Nam cửa sông Lạch Ghép có xu thế xói lở với tốc độ bồi xói thuộc xã Hải Ninh lên tới 9,82 m/năm, khu vực đoạn bờ phía Bắc cửa sông Lạch Ghép có xu thế bồi tụ với tốc độ bồi tụ khu vực xã Quảng Nham lên tới 23,51 m/năm. Kết quả nghiên cứu giúp các nhà quản lý trong việc giám sát đường bờ biển và dự báo tai biến môi trường vùng bờ biển.*

Từ khóa: *DSAS, xói lở, bồi tụ.*

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Biến động địa hình đường bờ biển tác động rất lớn đến các cộng đồng dân cư và các hệ sinh thái ven bờ. Hiện nay xói lở bờ biển đã và đang diễn ra nghiêm trọng tại các khu vực bờ biển Bắc Trung Bộ, sạt lở ven bờ xảy ra hầu hết các kiểu cấu tạo bờ, song chủ yếu là bờ cát chiếm 90% (Tổng cục Biển và Hải đảo Việt Nam, 2014). Qua khảo sát chúng tôi thấy dọc bờ biển cửa Lạch Ghép (Thanh Hóa) dài khoảng 35 km trong những năm gần đây diễn ra hiện tượng bồi tụ xói lở mạnh mẽ, quá trình tính toán bờ biển được chia làm 2 đoạn: đoạn 1: dọc theo xã Hải Hòa - đến xã Hải Ninh huyện Tĩnh Gia và đoạn 2: thuộc từ xã Quảng Nham đến xã Quảng Vinh huyện Quảng Xương, Thanh Hóa.

Ngày nay với sự phát triển nhanh chóng của công nghệ viễn thám và GIS đã được ứng dụng rộng rãi trong nhiều lĩnh vực nghiên cứu khác nhau, đặc biệt là trong nghiên cứu biến động đường bờ biển. Dữ liệu đầu vào từ thông tin đường bờ được trích xuất tự động từ series ảnh viễn thám theo thời gian là nguồn dữ liệu hỗ trợ cho đánh giá biến động đường bờ biển. Tuy nhiên để phân tích và thống kê một cách chi tiết về tình hình

biến động đường bờ biển theo thời gian đòi hỏi công cụ hỗ trợ DSAS (Digital Shoreline Analysis System - hệ thống phân tích đường bờ kỹ thuật số) được phát triển bởi Thieler [7]. DSAS là một công cụ hữu hiệu để phân tích đường bờ hiện nay đã được sử dụng rộng rãi trên thế giới, qua đó giúp các nhà khoa học và quản lý tiết kiệm được tiền bạc, thời gian và công sức để đưa ra giải pháp nhằm bảo vệ đường bờ biển.

2. DỮ LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Dữ liệu

Nghiên cứu đã tiến hành khảo sát, thu thập tài liệu liên quan phục vụ đánh giá biến động đường bờ bao gồm ảnh vệ tinh Landsat các năm 2000 (Landsat - 5), 2010 (Landsat - 5) và 2020 (Landsat - 8) với độ phân giải 30 m x 30 m có mực thủy triều tương đồng nhất tại thời điểm thu ảnh, tần suất thu nhận được ảnh có độ che phủ mây khu vực nghiên cứu nhỏ hơn 10%. Đường bờ được quy chiếu về một mức nào đó, khu vực cửa sông Lạch Ghép mực nước tại cửa sông và biển tại thời điểm chụp ảnh dao động trong khoảng từ 0,62 m đến 1,53 m theo quy đổi độ cao. Vì vậy dao động thủy triều ảnh hưởng rất lớn đến các đường bờ nước được chiết xuất từ ảnh vệ tinh trong 3 thời điểm trong các năm 2000, 2010, 2020. Để xác định biến động, đường bờ được quy về mức thủy triều chung theo phương pháp nội suy thường áp dụng cho đường bình độ ở một mức độ cao chuẩn nào đó [8]. Trong nghiên cứu này mức thủy triều 0,75 m năm 2010 được chọn làm mức chuẩn để quy chiếu các thời điểm khác nhau.

Bảng 1. Danh sách ảnh vệ tinh Landsat được sử dụng

Ảnh vệ tinh	Độ phân giải (m)	Ngày chụp	Mực thủy triều
Landsat - 5 TM	30	05/06/2000	0,62 m
Landsat - 5 TM	30	25/02/2010	0,75 m
Lansat - 8 OLI	30	24/08/2020	1,53 m

2.2. Phương pháp nghiên cứu

2.2.1. Phương pháp viễn thám

Trong nghiên cứu này phương pháp viễn thám được sử dụng nhằm tách chiết đường bờ qua các năm. Để tách đường bờ từ dữ liệu ảnh viễn thám, Ảnh vệ tinh Landsat - 5 TM và Landsat - 8 OLI được hiệu chỉnh khí quyển, Theo tính chất phổ của ảnh Landsat cho thấy nước có sự phản xạ thấp nhất các band NIR (Near IR - Band 4) hoặc MIR (Middle IR - Band 5, Band 7) và cao nhất đối với Band 2. Với lý do trên, nghiên cứu này sử dụng ảnh tỷ số Band 5/Band 2 đối với dữ liệu Landsat TM, ETM [4] và Band 6/Band 3 cho Landsat - 8 OLI [1, 2, 3] để phân loại 2 đối tượng: vùng bờ và nước đối với dữ liệu ảnh viễn thám nghiên cứu. Phương pháp này xử lý hiệu quả yếu tố nhiễu do vùng sóng vỡ, làm rõ đường bờ biển, tạo ra một ranh giới hoàn chỉnh giữa vùng bờ và nước. Quá trình

phân loại ảnh vệ tinh được tiến hành trên phần mềm: Envi 5.3. Sau khi phân loại, ảnh raster sẽ được chuyển đổi thành ảnh vector. Bước cuối cùng là xuất thành định dạng shapefile để xử lý trong công cụ GIS.

2.2.1. Phương pháp GIS

Đường bờ sau khi được trích xuất tự động từ ảnh viễn thám là các vector dạng đường và được làm trơn [9] để giảm thiểu sự khác biệt về độ phân giải mặt đất của ảnh vệ tinh đến sản phẩm đường bờ, tính toán sự thay đổi đường bờ được thực hiện bằng DSAS 5, phần mềm mở rộng chạy trong phần mềm Arcgis 10.5. Tính toán thay đổi đường bờ được thực hiện qua các bước

- Thiết lập đường chuẩn (baseline);
- Lựa chọn tham số cho mặt cắt ngang vuông góc với đường bờ (transects);
- Tính toán các thông số thay đổi đường bờ.

Trong nghiên cứu này mỗi mặt cắt được đặt cách nhau 50 m, các transects được xây dựng dọc đường bờ khu vực 2 bên bờ cửa Lạch Ghép (Thanh Hóa), được đánh thứ tự tăng dần từ phía Nam lên phía Bắc, tổng số transects là 688. Từ transsect 1 đến 313 là đoạn bờ biển dọc thuộc dọc theo xã Hải Hòa đến xã Hải Ninh huyện Tĩnh Gia *(đoạn 1)* và Transect 314 đến 688 là đoạn bờ biển thuộc dọc theo từ xã Quảng Nham đến xã Quảng Vinh huyện Quảng Xương, Thanh Hóa *(đoạn 2).*

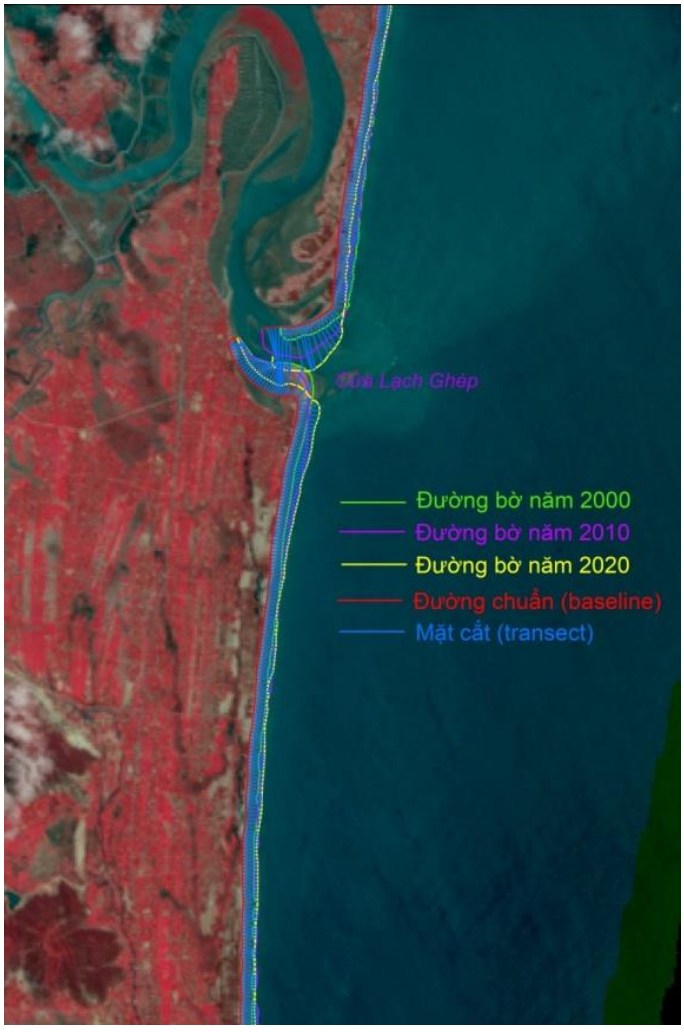
Phân tích sự thay đổi đường bờ với 03 thông số khác nhau được lựa chọn: SCE, NSM, EPR như sau:

- SCE (Shoreline Change Envelope): Là khoảng cách giữa đường bờ xa nhất và gần nhất so với đường chuẩn và được xác định cho mỗi transect;
- NSM (Net Shoreline Movement): là khoảng cách đường bờ tại thời điểm đầu với đường bờ tại thời điểm cuối trong thời đoạn tính;
- EPR (End Point Rate): tốc độ thay đổi đường bờ bình quân hàng năm trong thời đoạn tính: EPR= NSM. Trong đó n là số năm trong thời đoạn tính.

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

3.1. Tách chiết đường bờ

Đường bờ được tách chiết từ ảnh vệ tinh Landsat - 5 TM và Landsat - 8 OLI, sử dụng công thức ảnh tỷ số Band5/Band2 đối với dữ liệu Landsat TM, ETM và Band6/Band3 cho dữ liệu Landsat - 8 OLI để phân loại 2 đối tượng: vùng bờ và nước. Kết quả đường bờ (shoreline) của từng năm 2000, 2010, 2020 được tách và hiệu chỉnh đối với vùng cửa sông nước đục hơn so với vùng nước ven bờ khác (Hình 1)



Hình 1. Các mặt cắt được sử dụng trong nghiên cứu

3.2. Biến động đường bờ biển giai đoạn 2000 - 2020

3.2.1. Sự thay đổi vị trí đường bờ biển cửa lạch Ghép trong giai đoạn 2000 - 2010

Kết quả phân tích tại Bảng 2. Đường bờ đoạn 1 (đoạn bờ biển dọc theo xã Hải Hòa đến xã Hải Ninh huyện Tĩnh Gia) dao động từ 4,8 m đến 217,5 m cho thấy trong giai đoạn 2000 - 2020 khoảng cách xói lở ăn sâu vào đất liền từ 4,8 m đến đoạn bờ gần cửa Lạch Ghép tăng dần đến 217,5 m. NSM nhỏ nhất có giá trị - 198,6 m cho thấy năm 2000 so với năm 2020 diễn ra hiện tượng xói lở ăn sâu vào đất liền 198,6 m và NSM có giá trị lớn nhất 143,1 m cho thấy đoạn bờ gần cửa sông Lạch Ghép thuộc xã Hải Ninh năm 2020 bồi ra so với năm 2000 về phía biển là 143,1 m.

Đường bờ đoạn 2 (đoạn bờ biển dọc theo từ xã Quảng Nham đến xã Quảng Vinh huyện Quảng Xương, Thanh Hóa) giá trị SCE dao động từ 2,13 m đến 475 m cho thấy khoảng cách bồi tụ ra ngoài phía biển từ 2,13 m đến gần cửa Lạch Ghép thuộc xã Quảng

Nham lên tới 475,4 m. NSM có giá trị nhỏ nhất - 123,95 m cho thấy năm 2020 xói ăn sâu vào đất liền 123,95 m và NSM có giá trị lớn nhất 475,4 m cho thấy hiện tượng bồi tụ diễn ra khá mạnh mẽ lên tới 475,4 m tại đoạn bờ cửa sông khu vực cửa Lạch Ghép thuộc xã Quảng Nham.

Bảng 2. Giá trị SCE, NSM tại các đoạn bờ cửa Lạch Ghép trong giai đoạn 2000 - 2020

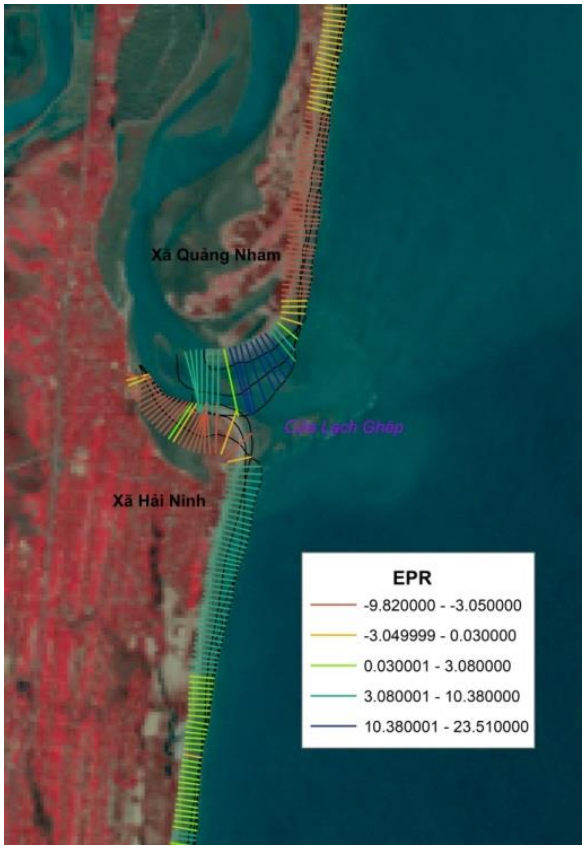
Đoạn bờ	Giá trị	SCE	NSM
Đoạn 1	Min	4,8	- 198,6
	Max	217,5	143,1
	TB	51,5	27,7
Đoạn 2	Min	2,13	- 123,95
	Max	475,4	475,4
	TB	72,1	31,90

3.2.2. Tốc độ thay đổi đường bờ biển cửa Lạch Ghép giai đoạn 2000 - 2020

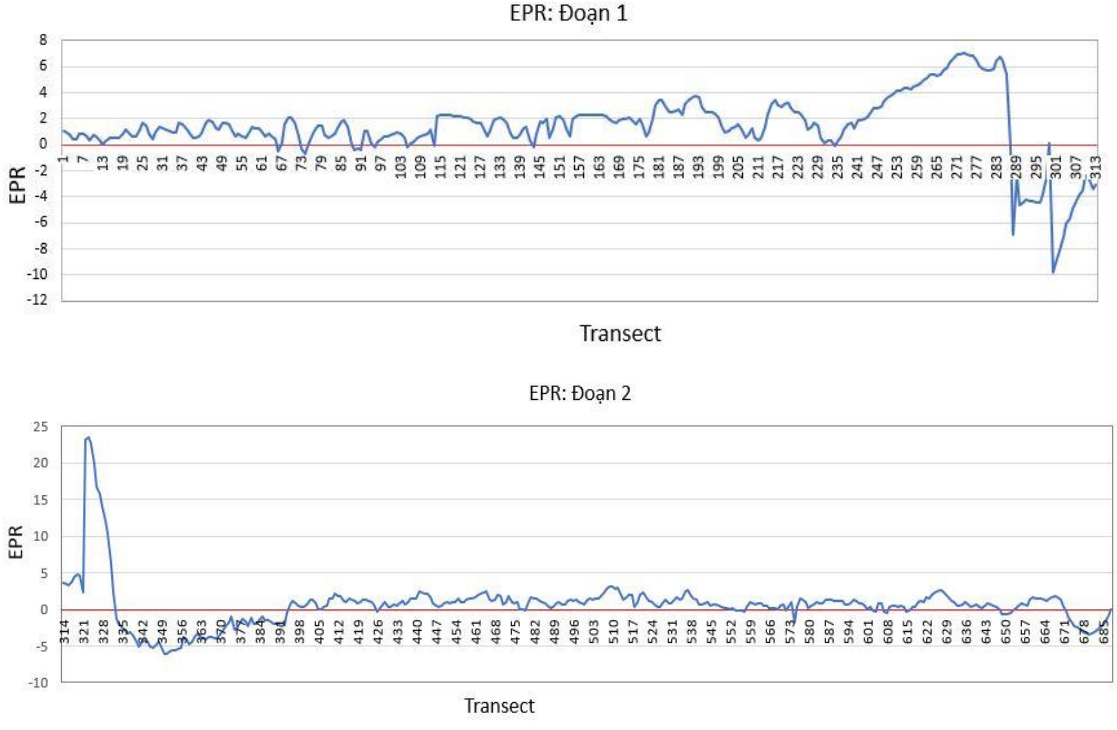
Dựa trên các mặt cắt được thiết lập trong Hình 1, có 688 tuyến mặt cắt được thiết lập, mỗi mặt cắt cách nhau 50 m và được thiết kế tăng dần từ phía Nam lên Bắc, đoạn 1 (đoạn bờ biển dọc thuộc dọc theo xã Hải Hòa đến xã Hải Ninh huyện Tĩnh Gia) có 313 mặt cắt (từ mặt cắt 1 đến mặt cắt 313) và đoạn 2 (đoạn bờ biển thuộc dọc theo từ xã Quảng Nham đến xã Quảng Vinh huyện Quảng Xương, Thanh Hóa) có 375 mặt cắt (từ mặt cắt 314 đến 688).

Có thể thấy tỷ lệ thay đổi 2 bên bờ cửa Lạch Ghép cho thấy sự bồi tụ và xói lở tương ứng với nhau. Các Hình 2, 3 cho thấy giá trị tại EPR (tốc độ thay đổi đường bờ bình quân hàng năm) của các mặt cắt đoạn bờ phía Nam cửa Lạch Ghép dọc theo từ xã Hải Hòa đến xã Hải Ninh huyện huyện Tĩnh Gia, Thanh Hóa (đoạn 1) trong giai đoạn 2000 - 2020 diễn ra có xu thể bồi tụ nhẹ (0 - 10,38 m/năm) từ mặt cắt 1 đến mặt cắt 286, từ mặt cắt 287 đến 313 đoạn bờ về phía cửa Lạch Ghép thuộc xã Hải Ninh huyện Quảng Xương có xu thế xói lở mạnh với tốc độ từ 3,05 - 9,82 m/năm.

Trái ngược với quá trình bội tụ - xói lở đoạn bờ phía Nam cửa Lạch ghép, giá trị EPR các mặt cắt thuộc đoạn bờ phía Bắc cửa sông Lạch Ghép dọc theo từ xã Quảng Nham đến xã Quảng Vinh huyện Quảng Xương, Thanh Hóa (đoạn 2) từ 0,03 - 23,51 m/năm cho thấy xu thế bồi tụ mạnh vùng cửa sông phía Bắc cửa Lạch Ghép từ mặt cắt 314 đến 332, từ mặt cắt 333 đến 393 có xu hướng xói lở trong giai đoạn 2000 - 2020, từ mặt cắt 394 đến mặt cắt 688 có xu hướng 0,03 - 3,08 m/năm.



Hình 2. Tốc độ thay đổi đường bờ trên từng mặt cắt



Hình 3. Tốc độ thay đổi đường bờ giai đoạn 2000 - 2020 khu vực cửa Lạch Ghép

3.2.3. Thống kê diện tích bồi xói của từng đoạn bờ cửa lạch Ghép giai đoạn 2000 - 2020

Kết quả Bảng 3 thể hiện diện tích bội tụ - xói lở các đoạn bờ cửa sông Lạch Ghép năm 2020 so với năm 2000. Tại đoạn bờ 1 (đoạn bờ phía Nam cửa Lạch Ghép dọc theo từ xã Hải Hòa đến xã Hải Ninh huyện huyện Tĩnh Gia, Thanh Hóa) từ mặt cắt1 đến mặt cắt 286 diện tích bồi tụ 65,84 ha, đoạn bờ tiến gần cửa sông Lạch Ghép thuộc xã Hải Ninh (từ mặt cắt 287 đến mặt cắt 313) có diện tích xói lở 23,1 ha.

Đối với đoạn bờ 2 (đoạn bờ phía Bắc cửa sông Lạch Ghép dọc theo từ xã Quảng Nham đến xã Quảng Vinh huyện Quảng Xương, Thanh Hóa): tại đoạn bờ gần cửa sông Lạch Ghép thuộc xã Quảng Nham có diện tích bồi tụ lớn 45,05 ha, tiến về phía Bắc (mặt cắt 333 - 393) có diện tích xói lở 21,14 ha và đoạn bờ thuộc xã Quảng Vinh (mặt cắt 394 - 688) có diện tích bồi tụ 42,62 ha.

Bảng 3. Diện tích xói lở - bội tụ của các mặt cắt giai đoạn 2000 - 2020

Đoạn bờ	**Mặt cắt (Transect)**	**Xói lở (ha)**	**Bồi tụ (ha)**
Đoạn bờ 1	*1 - 313*	*23,10*	*65,84*
	1 - 286		65,84
	287 - 313	23,10	
Đoạn bờ 2	*314 - 688*	*21,14*	*87,67*
	314 - 332		45,05
	333 - 393	21,14	
	394 - 688		42,62

4. KẾT LUẬN

DSAS kết hợp với công nghệ GIS - viễn thám là công cụ rất hiệu quả trong phân tích sự biến động đường bờ theo thời gian cho ra kết quả định lượng.

Việc tách chiết đường bờ tự động từ tư liệu ảnh viễn thám đa thời gian cho phép tiết kiệm được thời gian, công sức so với đo đạc thực tế ngoài hiện trường. Tuy nhiên để có được nguồn dữ liệu đường bờ hữu ích và chính xác cho việc phân tích, tính toán và thống kê trong ArcGIS phụ thuộc vào chất lượng, số lượng ảnh tại các thời điểm chụp, vì vậy cần phải được hiệu chỉnh như: điểm khống chế mặt đất, dao động thủy triều…

Cả đoạn bờ phía Bắc (đoạn 2) và phía Nam (đoạn 1) cửa sông Lạch Ghép đều từng xảy ra hiện tượng xói lở - bồi tụ, đối với đoạn bờ sát cửa sông Lạch Ghép, hiện tượng xói ở bồi tụ diễn ra mạnh mẽ trong giai đoạn 2000 - 2020: tại đoạn bờ phía Nam sát cửa sông Lạch Ghép quá trình xói lở mạnh với tốc độ 9,82 m/năm và diện tích xói lở 23,10 ha. Tại đoạn bờ phía Bắc sát cửa sông Lạch Ghép diễn ra quá trình bội tụ mạnh mẽ với tốc độ bồi tụ lên tới 23,51 m/năm và diện tích bồi tụ 45,05 ha.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. Cui BL, Li XY, 2011. Coastline change of the Yellow River estuary and its response to the sediment and runoff (1976 - 2005). Geomorphology127:32 - 40

[2]. Guariglia A, Buonamassa A, Losurdo A, Saladino R, Trivigno ML, Zaccagnino A, Colangelo A, 2006. A multisource approach for coastline mapping and identification of shoreline changes. Ann Geophys 41(1):295 - 304

[3]. Kuleli T, 2010. Quantitative analysis of shoreline changes at the Mediterranean Coast in Turkey. Environ Monitor Assess 167:387 - 397

[4]. Mourad Louatl, Hanen Saidi, Fouad Zargouni, 2014. Shoreline change assessesment using remote sensing and GIS techniques: a case study of the Medjerda delta coast, Tunisia.

[5]. Dương Quốc Nõn, Nguyễn Hữu Ngữ, 2017. Tích hợp DSAS , GIS và viễn thám đánh giá biến động đường bờ biển: trường hợp nghiên cứu tại Cửa Đại - Quảng Nam. Tạp chí nông nghiệp và phát triển nông thôn.

[6]. Pham Thi Phuong Thao, Ho Dinh Duan, Dang Van To, 2008. Integrated remote sensing and GIS for calculating Shoreline change in Phan Thiet - coastal area. International Symposium on Geoinformatics for Spatial Infrastructure Development in Earth and Allied Sciences 2008.

[7]. Thieler, E.R., Himmelstoss E.A., Zichichi J.L., Ergul A., 2009. Digital Shoreline Analysis System (DSAS) version 4.0 - An ArcGIS extension for calculating shoreline change.U.S. Geological Survey Open - File Report 2008 - 1278.

[8]. Nguyễn Ngọc Tiến, Huy Cường, Đinh Văn Ưu, Nguyễn Thọ Sáo, Trần Anh Tuấn, Lê Đình Nam, 2017. Phân tích biến động đường bờ khu vực bờ biển cửa sông Hậu bằng tư liệu viễn thám. Tạp chí Khoa học và Công nghệ biển; Tập 17, Số 4; 2017: 386 - 392. DOI: 10.15625/1859 - 3097/17/4/8858.

[9]. Winarso, G. J, and Budhiman, S, 2001. The potential application remote sensing data for coastal study. [Paper] presented at the 22nd Asian conference on remote sensing, 5 - 9 November 2001, Singapore. Centre for remote imaging, sensing and processing (CRISP), National University of Singapore.

TIỀM NĂNG ỨNG DỤNG DỮ LIỆU ẢNH VIỄN THÁM LANDSAT TRÊN NỀN TẢNG GOOGLE EARTH ENGINE (GEE) PHỤC VỤ CÔNG TÁC KIỂM KÊ ĐẤT ĐAI TRÊN PHẠM VI TOÀN QUỐC

Trần Trọng Phương, Phan Thành Nội

Bộ môn Trắc địa Bản đồ, Khoa Tài nguyên và Môi trường,
Học viện Nông nghiệp Việt Nam

Ngày nhận bài: 13/7/2021 - Ngày phản biện: 22/7/2021 - Ngày chấp nhận đăng: 22/08/2021

Tóm tắt. *Công tác kiểm kê đất đai đóng vai trò hết sức quan trọng trong sự phát triển kinh tế xã hội. Vì vậy, các thông tin này cần phải được cập nhật thường xuyên. Các phương pháp truyền thống thường tốn kém và cần nhiều thời gian để thực hiện. Công nghệ viễn thám (VT) có tiềm năng to lớn để thay thế phương pháp truyền thống. Tuy nhiên, các nghiên cứu từ trước đến nay ở Việt Nam, thường áp dụng cho khu vực nhỏ và lựa chọn ảnh ít mây nhất tại một thời điểm để thành lập bản đồ lớp phủ (BĐLP). Điều này ảnh hưởng đến độ chính xác của bản đồ được thành lập. Sự ra đời của Google Earth Engine (GEE) - một nền tảng tính toán dựa trên dữ liệu đám mây - đã mở ra nhiều thách thức và cơ hội cho ngành đo đạc bản đồ. Trong nghiên cứu này, chúng tôi chọn một khu vực quanh Hà Nội để thành lập bản đồ lớp phủ. Kết quả cho thấy, sử dụng tất cả ảnh Landsat - 8 được chụp trong năm 2019 để thành lập bản đồ lớp phủ cho độ chính xác cao hơn rất nhiều so với phương pháp chỉ dùng ảnh chụp tại 1 thời điểm. Kết quả này, khẳng định khả năng sử dụng ảnh VT trên nền tảng GEE để phục vụ công tác kiểm kê đất đai trên phạm vi toàn quốc.*

Từ khoá: bản đồ lớp phủ, ảnh viễn thám, Landsat, Google Earth Engine

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

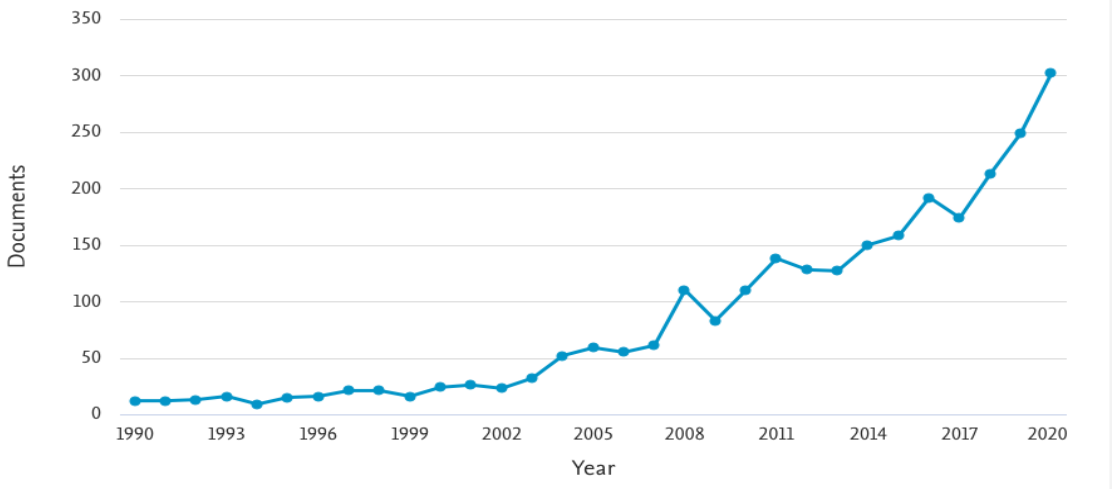
Để đáp ứng nhu cầu phát triển kinh tế xã hội, bảo đảm an ninh quốc phòng, đặc biệt, trong bối cảnh biến đổi khí hậu đang diễn ra toàn cầu thì công tác quản lý và sử dụng đất hiệu quả, bền vững nguồn tài nguyên đất đai, đóng vai trò hết sức quan trọng. Số liệu thống kê, kiểm kê đất đai, bản đồ hiện trạng, bản đồ biến động sử dụng đất là những tư liệu quan trọng hàng đầu để phục vụ cho công tác hoạch định chính sách, xây dựng chiến lược phát triển kinh tế - xã hội theo hướng bền vững. Đồng thời, những tư liệu này cũng phục vụ cho công tác kiểm tra, giám sát hoạt động sử dụng đất, đảm bảo theo đúng quy hoạch.

Trong gần 40 năm qua (từ 1986 đến nay), bản đồ hiện trạng sử dụng đất, bản đồ địa chính thường không thống nhất, và có sự khác biệt về độ chính xác do sử dụng các

phương pháp khác nhau. Trước năm 2000, phương pháp đo đạc truyền thống như sử dụng máy kinh vĩ quang cơ, xử lý số liệu, biên tập bản đồ, tính toán diện tích bằng phương pháp thủ công nên có độ chính xác thấp, gây nên những khó khăn nhất định trong công tác quản lý đất đai bằng công nghệ thông tin theo hướng hiện đại [3]. Bên cạnh đó, việc thiếu đồng nhất giữa các địa phương, chi phí cao, khối lượng công việc lớn, cũng là những hạn chế của phương pháp truyền thống. Việc thay đổi địa giới hành chính cấp xã, cấp huyện cũng gây ra những khó khăn nhất định cho công tác kiểm kê đất đai, lập bản đồ hiện trạng sử dụng [1].

Chính vì vậy, việc áp dụng các công nghệ mới để hạn chế tối đa những khó khăn nêu trên, cũng như nâng cao hiệu quả kinh tế, cập nhật kịp thời, và đảm bảo độ chính xác thống nhất trên toàn quốc là cần thiết và cấp bách.

Trên thế giới, việc áp dụng công nghệ viễn thám vào công tác quản lý đất đai, quản lý rừng, và quản lý tài nguyên đã trở nên phổ biến và là công cụ chính trong hơn 3 thập kỷ qua. Tuy nhiên, để tìm hiểu về công tác quản lý đất đai sử dụng công nghệ viễn thám của từng quốc gia, từng khu vực là hết sức khó khăn, bởi do rào cản ngôn ngữ, và việc tiếp cận những số liệu này của mỗi quốc gia. Vì vậy, chúng tôi xem xét vấn đề này ở mức tổng quan nhất, bằng cách theo dõi các công bố khoa học sử dụng tư liệu viễn thám vào công tác quản lý đất đai và quy hoạch sử dụng đất của các quốc gia được đăng (bằng tiếng Anh) trên các tạp chí quốc tế và được cập nhật trên hệ thống Scopus từ năm 1990 đến năm 2020.



Hình 1. Số lượng các công bố quốc tế (được indexed trong hệ thống SCOPUS) sử dụng dữ liệu viễn thám trong quản lý đất đai và quy hoạch sử dụng đất từ năm 1990 - 2020

Kết quả ở Hình 1, tuy không phản ánh đầy đủ (do có nhiều công bố bằng ngôn ngữ khác - không phải là tiếng Anh, hoặc nhiều áp dụng không công bố trên các tạp chí được cập nhật trong hệ thống Scopus) nhưng cũng cho ta thấy xu hướng tăng lên liên tục của việc áp dụng công nghệ viễn thám vào công tác quản lý đất đai và quy hoạch sử dụng đất trên

thế giới trong hơn 30 năm qua. Điều này thể hiện vai trò và hiệu quả của công nghệ viễn thám trong công tác quản lý đất đai nói riêng, và công tác quản lý tài nguyên nói chung.

Ở Việt Nam, thấy rõ được những ưu điểm của công nghệ viễn thám nên ngay từ những năm 80 của thế kỷ trước Nhà nước ta đã nghiên cứu và áp dụng công nghệ này vào việc thành lập bản đồ hiện trạng sử dụng đất của cả nước. Hơn 30 năm qua, ảnh viễn thám là nguồn tư liệu quan trọng trong các công trình nghiên cứu liên quan đến điều tra quy hoạch và thành lập bản đồ hiện trạng sử dụng đất. Tuy nhiên, vì nhiều lý do, hầu hết các nghiên cứu từ trước đến nay thường áp dụng cho khu vực nhỏ và lựa chọn ảnh ít mây nhất tại một thời điểm để thành lập bản đồ - điều này ảnh hưởng rất lớn đến độ chính xác thành lập bản đồ hiện trạng lớp phủ [2, 4]. Thêm vào đó, việc ghép mảnh các ảnh chụp ở các thời điểm khác nhau để thành lập bản đồ cho khu vực rộng lớn cũng ảnh hưởng nhiều đến độ chính xác của bản đồ. Sự ra đời của Google Earth Engine (GEE) - một nền tảng tính toán dựa trên dữ liệu đám mây - giúp cho việc xử liệu viễn thám lớn (big data) nhanh hơn, mạnh hơn, và dễ áp dụng hơn [5], đã mở ra nhiều cơ hội và tiềm năng để thành lập bản đồ hiện trạng sử dụng đất trên phạm vi toàn quốc một cách nhanh nhất, hiệu quả kinh tế cao nhất, và điều quan trọng nhất, đảm bảo độ chính xác đồng bộ trên phạm vi toàn quốc. Vì vậy, trong nghiên cứu này, chúng tôi lựa chọn một khu vực nghiên cứu có nhiều ảnh hưởng của mây, là nơi tiếp nối của nhiều cảnh ảnh Landsat, để kiểm tra hiệu quả của việc sử dụng ảnh Landsat đa thời gian, và khả năng tự động hoá ở mức cao nhất, để thành lập bản đồ hiện trạng, bản đồ lớp phủ, hướng tới mục tiêu sử dụng công nghệ vệ thám để thành lập bản đồ hiện trạng trên phạm vi toàn quốc.

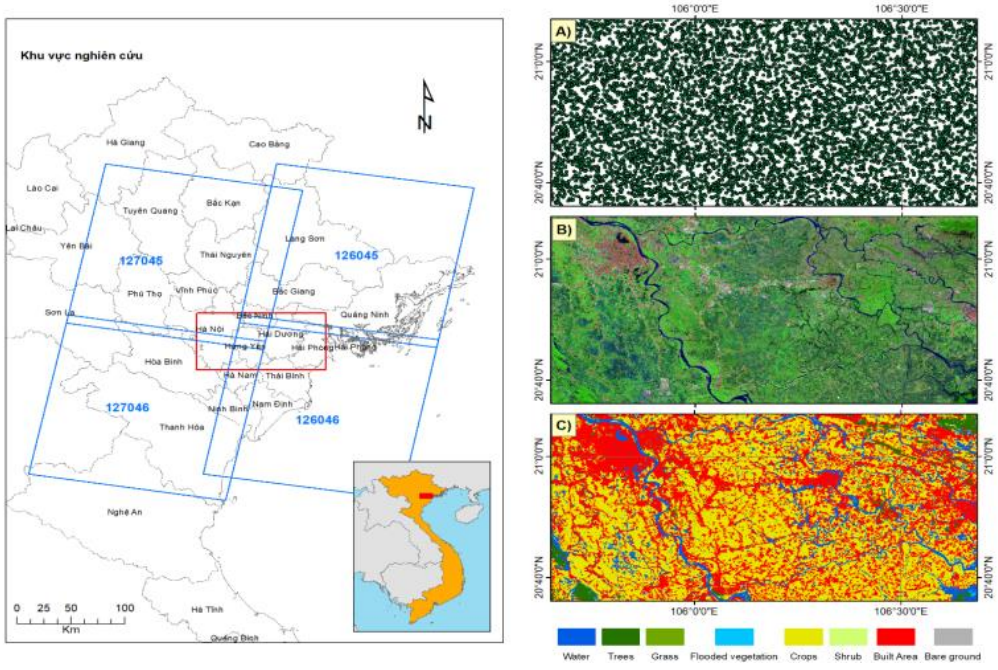
2. NỘI DUNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Trong nghiên cứu này, toàn bộ quy trình, từ lựa chọn khu vực nghiên cứu, chuẩn bị dữ liệu ảnh viễn thám để phân loại, lựa chọn mẫu và phân loại ảnh, thành lập bản đồ lớp phủ đều được thực hiện trực tiếp trên nền tảng Google Earth Engine (GEE).

2.1. Lựa chọn khu vực nghiên cứu

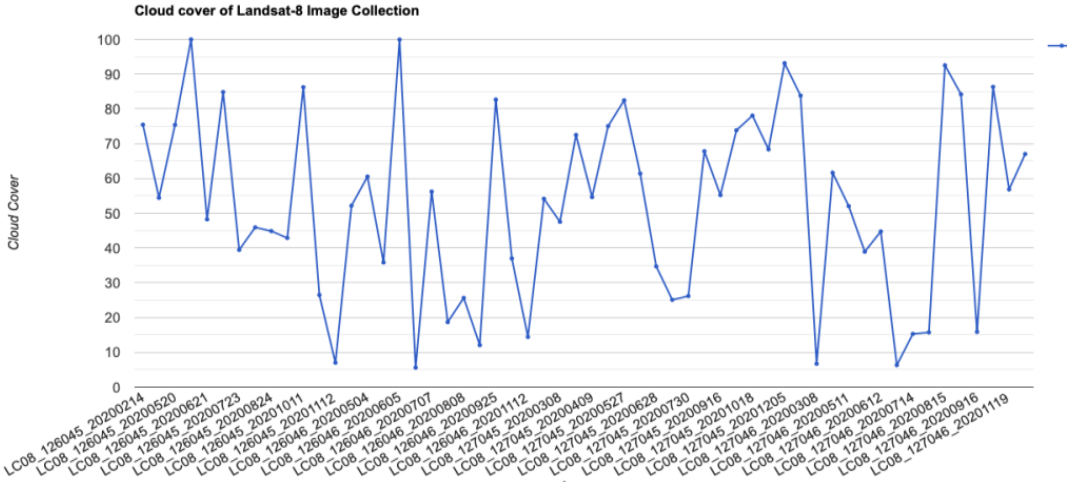
Trong các nghiên cứu trước đây, hầu hết đều lựa chọn khu vực nghiên cứu nhỏ, nằm trọn trong một cảnh ảnh (scene) và lựa chọn ảnh có ảnh hưởng của mây ít nhất để thành lập bản đồ hiện trạng.

Vì vậy, trong nghiên cứu này, để đánh giá khả năng ứng dụng ảnh viễn thám phục vụ cho công tác thành lập bản đồ hiện trạng ở quy mô cấp tỉnh và toàn quốc, chúng tôi chọn khu vực nằm giữa 4 cảnh ảnh (Hình 2a) để đánh giá và lựa chọn phương án tối ưu khi cần ghép các cảnh ảnh với nhau. Chúng tôi chọn khu vực nghiên cứu có kích thước 720 km^2 (120 x 60 km) nằm trên 4 cảnh ảnh Landsat (126045 - 126046 - 127045 - 127046).



Hình 2. Khu vực nghiên cứu. (A) Phân bố của 48,558 điểm mẫu, (B) Tổ hợp màu tự nhiên của ảnh Landsat - 8 năm 2020 ở khu vực nghiên cứu, (C) Bản đồ lớp phủ của ESRI công bố năm 2021

2.2. Chuẩn bị dữ liệu ảnh viễn thám



Hình 3. Độ phủ mây (%) của các ảnh thu nhận năm 2020 của khu vực nghiên cứu

Trong năm 2020, có 56 ảnh Landsat - 8 được thu nhận qua vùng nghiên cứu, tuy nhiên, chỉ có 25 ảnh có độ phủ mây dưới 50% (Hình 3), điều này thể hiện rằng, trong thực tế áp dụng ảnh viễn thám để thành lập bản đồ hiện trạng/ bản đồ lớp phủ luôn luôn đòi hỏi phải ghép các ảnh bị mây với nhau để tạo ra ảnh không bị mây (hoặc ít bị mây) cho toàn bộ khu vực nghiên cứu.

Trong nghiên cứu này, chúng tôi sử dụng 25 ảnh Landsat - 8, có độ phủ mây dưới 50% được thu nhận trong năm 2020, để tạo ra ảnh viễn thám sử dụng cho việc phân loại lớp phủ.

Bên cạnh các kênh phổ (Band 2 - Band 7) lấy các giá trị "min/max/median/standard deviation" chúng tôi cũng sử dụng các chỉ số như "EVI/NDVI/NDWI", và các số liệu về địa hình như: độ dốc, độ cao, hướng địa hình... để kiểm tra sự khác biệt về kết quả phân loại.

2.3. Lựa chọn và thu thập mẫu phân loại

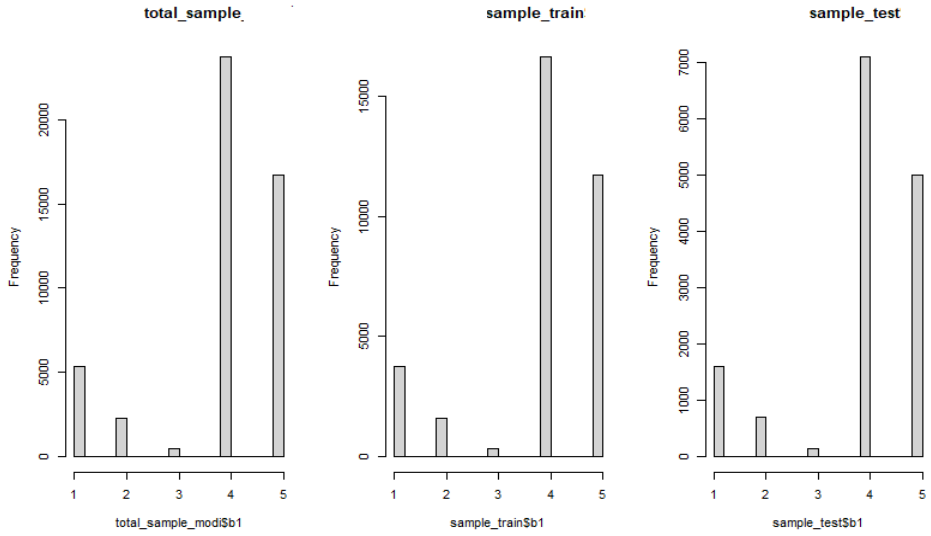
Một trong những ưu điểm của công nghệ viễn thám đó là khả năng thành lập bản đồ nhanh chóng với chi phí thấp nhất bằng cách kế thừa nhiều nguồn tư liệu viễn thám khác đã được công bố và áp dụng.

Dựa vào bản đồ thực phủ có độ phân giải 10 m của năm 2020, được Esri công bố tháng 7/20221. Theo bản đồ này, khu vực nghiên cứu có 8 loại lớp phủ (land cover) chính là: mặt nước (water), cây (trees), cỏ (grass), thực vật ngập nước (flooded vegetation), cây trồng nông nghiệp (crops), cây bụi (shrubs), đất xây dựng (built area), và đất trống (bare ground). Tuy nhiên, các loại như cỏ (grass), đất ngập nước, cây bụi, và đất trống chiếm tỷ lệ rất nhỏ (Bảng 1), nên chúng tôi gộp những lớp này thành một lớp mới - lớp "Khác/Others".

Bảng 1. Các loại hình lớp phủ của khu vực nghiên cứu theo dữ liệu Bản đồ lớp phủ ESRI 2020

No.	Loại thực phủ (Esri, 2020)	Phân bố (%)	Lựa chọn lớp thực phủ (trong nghiên cứu này)
1	Water	10,70	Water
2	Trees	5,00	Trees
3	Grass	0,42	Other
4	F.Veg	0,07	Other
5	Crops	48,60	Crops
6	Shrub	0,21	Other
7	Builtup	34,84	Builtup
8	Bareland	0,16	Other

Để lấy mẫu phân loại, chúng tôi lựa chọn ngẫu nhiên 50,000 điểm trong khu vực nghiên cứu (Hình 2a). Tuy nhiên, vì trong bản đồ của Esri có thể có sai số, và trong ảnh tổng hợp Landsat - 8 có thể còn có ảnh hưởng của mây (vì được kết hợp từ những ảnh có độ phủ mây < 50%) nên để làm giảm những sai số này, chúng tôi loại bỏ các điểm mẫu có độ tin cậy thấp. Kết quả, có 48,558 điểm mẫu của 5 lớp thực phủ.



Hình 4. Chia mẫu thành tập huấn luyện và tập kiểm tra (đảm bảo tỷ lệ giữa các loại hình lớp phủ)

Tổng số mẫu được chia thành 2 tập số liệu, tập huấn luyện (training) và tập kiểm tra (validation). Điều quan trọng nhất khi chia ngẫu nhiên thành 2 tập mẫu này là giữ nguyên tỷ lệ mẫu giữa các loại lớp phủ. Trong nghiên cứu này, chúng tôi lấy ngẫu nhiên 70% (33991 điểm) và 30% (14567 điểm) số mẫu cho tập huấn luyện (xây dựng mô hình) và kiểm tra. Kết quả ở Hình 4 thể hiện rằng, tỷ lệ mẫu giữa các loại lớp phủ được giữ nguyên cho cả 2 tập số liệu (huấn luyện và kiểm tra).

2.4. Phương pháp phân loại và đánh giá độ chính xác

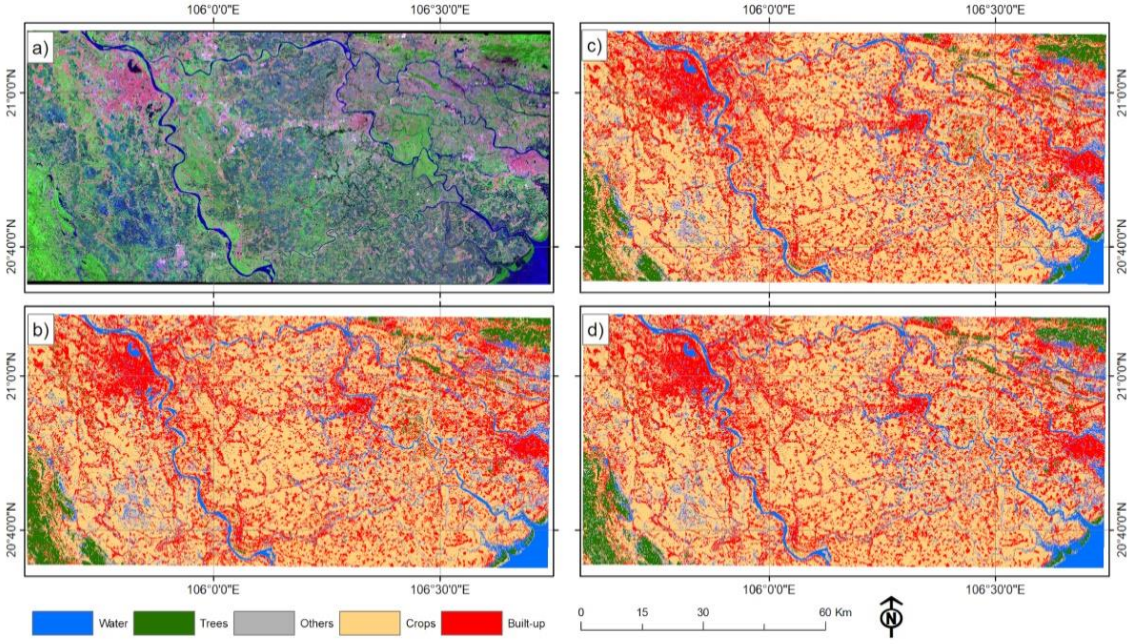
Để lựa chọn phương pháp phân loại, chúng tôi tiến hành kiểm tra 3 phương pháp phân loại phổ biến nhất hiện nay là: "Random Forest", "Support Vector Machine" và phương pháp "nnet''. Dùng tập số liệu huấn luyện, áp dụng 3 phương pháp nêu trên, lặp lại 10 lần, thì phương pháp Random Forest cho kết quả tốt nhất (độ chính xác cao, và tính toán nhanh). Kết quả so sánh này được thể hiện ở Bảng 2. Vì vậy, để phân loại ảnh cho khu vực nghiên cứu chúng tôi áp dụng phương pháp phân loại "Random Forest".

Bảng 2. So sánh kết quả phân loại của 3 phương pháp

Phương pháp	**Kết quả TB 10 lần chạy kiểm tra trên bộ số liệu dùng để phân loại**		
	Độ chính xác toàn cục (OA)	**Kappa**	**Thời gian tính toán (s) (CPU, 32 GB RAM)**
Random Forest	0,84	0,74	56,8
nnet	0,59	0,24	5,2
Support Vector Machine	0,84	0,74	307,7

Để đánh giá độ chính xác, chúng tôi dùng ma trận sai số, và độ chính xác toàn cục (overall Accuracy).

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN



Hình 5. Kết quả phân loại sử dụng các ảnh đầu vào khác nhau. b) Chỉ dùng kênh B2 - B7, c) Kênh B2 - B7 và các chỉ số, d) Kênh B2 - B7, các chỉ số, và địa hình

Một trong các yếu tố cần được xem xét khi sử dụng ảnh viễn thám để thành lập bản đồ lớp phủ cho một khu vực rộng lớn đó là khối lượng tính toán, khi sử dụng càng nhiều kênh ảnh đầu vào thì khối lượng tính toán càng lớn, và ngược lại. Vì vậy, trong nghiên cứu này, chúng tôi so sánh 3 ảnh đầu vào để thành lập bản đồ. (1) chỉ sử dụng kênh phổ B2 đến B7 của ảnh Landsat; (2) sử dụng kênh phổ B2 - B7 và các chỉ số (EVI, NDVI, NDWI) và (3) sử dụng kênh phổ B2 - B7, các chỉ số, và các yếu tố địa hình như độ cao, độ dốc, và hướng địa hình. Hình 5 (b, c, d) cho thấy sự đồng nhất, ít khác biệt giữa các kết quả này. Khi so sánh độ chính xác toàn cục (Overall Accuracy) sự khác biệt cũng rất nhỏ, với độ chính xác tương ứng, lần lượt là: 80,1%, 81,5%, và 82,3%. Điều này, có ý nghĩa rất lớn trong việc khẳng định khả năng ứng dụng của ảnh viễn thám trong công tác thành lập bản đồ hiện trạng/ bản đồ lớp phủ trên phạm vi toàn quốc, bởi vì chỉ cần sử dụng trung bình trung vị (median) của các kênh phổ đa thời gian (B2 - B7) là có thể đạt được độ chính xác cao tương đương khi chúng ta sử dụng rất nhiều kênh (khối lượng dữ liệu và tính toán lớn) ảnh đầu vào.

Kết quả này, cũng tương ứng với nghiên cứu trước đây của chúng tôi [6], khi so sánh kết quả phân loại của 8 loại ảnh đầu vào khác nhau, và ảnh trung bình trung vị (median) cũng cho độ chính xác cao tương đương với việc sử dụng ảnh đa thời gian.

Trong khuôn khổ nghiên cứu này, chúng tôi chỉ áp dụng ảnh Landsat để thành lập bản đồ hiện trạng sử dụng đất cho một khu vực nhỏ, và đã đạt được độ chính xác cao. Tuy nhiên, các nghiên cứu gần đây trên thế giới cũng chỉ ra rằng các nguồn ảnh vệ tinh miễn phí có độ phân giải trung bình có thể được sử dụng để thành lập các loại bản đồ hiện trạng sử dụng đất, bản đồ lớp phủ với độ chính xác rất cao. Xiao - PengSong và cộng sự đánh giá khả năng sử dụng ảnh viễn thám Landsat, Sentinel 1, Sentinel 2 và MODIS để thành lập bản đồ cây trồng (crop type mapping) cho toàn nước Mỹ (có diện tích gấp khoảng 30 lần Việt Nam), và chỉ ra rằng, nếu chỉ sử dụng một loại ảnh (Landsat, Sentinel 1, hoặc Sentinel 2) thì có thể thành lập bản đồ cây trồng (đậu tương và ngô) với độ chính xác từ 94,8 - 96,8% [7]. Trong khi đó, ảnh MODIS có thể cho độ chính xác 92%. Còn nếu kết hợp các loại ảnh nói trên lại với nhau thì có thể cho độ chính xác 97% cho cả 2 loại cây trồng. Từ kết quả nghiên cứu của Xiao - PengSong và cộng sự ta có thể thấy rằng, tiềm năng ứng dụng ảnh vệ tinh miễn phí có độ phân giải trung bình (10, 30, đến 250 m, hay 1.000 m) để thành lập bản đồ hiện trạng, bản đồ nông nghiệp cho toàn lãnh thổ Việt Nam là rất lớn. Bên cạnh đó, việc kết hợp các loại ảnh như Landsat, Sentinel - 1, Sentinel - 2, và MODIS cũng góp phần loại bỏ các hạn chế do ảnh hưởng của mây khi khai thác ảnh cho khu vực rộng lớn như toàn lãnh thổ Việt Nam.

4. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

Trong các nghiên cứu trước đây, ứng dụng dữ liệu viễn thám phục vụ công tác quy hoạch và kiểm kê đất đai, đã đạt được những thành công và độ chính xác cho các khu vực nhỏ, và sử dụng ảnh ít bị ảnh hưởng của mây.

Trong nghiên cứu này, chúng tôi chỉ ra rằng, ở những khu vực bị ảnh hưởng của mây, và phải kết hợp nhiều cảnh ảnh với nhau, cũng cho độ chính xác phân loại rất cao (trên 80%, cho phương pháp hoàn toàn tự động).

Bên cạnh đó, việc sử dụng công cụ tính toán mạnh như GEE, đã giảm thiểu khối lượng công việc rất nhiều (cả về khối lượng dữ liệu phải xử lý, máy tính, phần mềm, và thời gian xử lý). Ngày nay, với nguồn dữ liệu vệ tinh miễn phí và đa dạng, thì việc nghiên cứu và khai thác các nguồn dữ liệu này sẽ mang lại hiệu quả rất lớn, và nâng cao độ chính xác, cũng như đồng bộ dữ liệu bản đồ lớp phủ, bản đồ hiện trạng trên toàn quốc.

Theo dõi các nghiên cứu gần đây trên thế giới, chúng tôi thấy rằng việc kết hợp các loại ảnh vệ tinh miễn phí, có độ phân giải trung bình như Landsat (30 m), Sentinel - 1, Sentinel - 2 (10 - 60 m) vào việc thành lập bản đồ lớp phủ, bản đồ hiện trạng sẽ đạt được độ chính xác rất cao. Vì vậy, chúng tôi kiến nghị, trong thời gian tới, sẽ có nhiều nghiên cứu, nhiều đánh giá hơn nữa ở Việt Nam, để trong tương lai gần, công nghệ viễn thám sẽ đảm nhận vai trò cốt lõi trong việc thành lập bản đồ hiện trạng cho tất cả các cấp, từ trung ương đến địa phương.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. Bộ Tài Nguyên và Môi trường: https://monre.gov.vn

[2]. Nguyễn Quang Tuấn, Trần Văn No, Đỗ Thị Việt Hương. *Ứng dụng GIS và viễn thám trong việc thành lập bản đồ hiện trạng thảm thực vật năm 2008 tỷ lệ 1:50.000 ở huyện Kỳ Anh, tỉnh Hà Tĩnh,*(2010). Tạp chí khoa học, Đại học Huế, số 58.

[3]. Trần Thị Thu Hiền, Lê Thị Thu, Đàm Thị Thanh Thủy. *Nghiên cứu hiện trạng sử dụng đất và công tác quản lý, đo đạc bản đồ địa chính trên địa bàn tỉnh Thái Nguyên,* (2020). Tạp chí khoa học Đại học Tân Trào, số 17.

[4]. Võ Minh Hoàn, Nguyễn Thị Hoa, Trần Quang Bảo. *Sử dụng ảnh vệ tinh Landsat 8 trong thành lập bản đồ hiện trạng rừng ngập mặn cần giờ, TP. Hồ Chí Minh,* (2017). Tạp chí khoa học và công nghệ Lâm nghiệp, số 6.

[5]. Gorelick, N.; Hancher, M.; Dixon, M.; Ilyushchenko, S.; Thau, D.; Moore, R. *Google Earth Engine: Planetary - scale geospatial analysis for everyone,* (2017). Remote Sensing of Environment, 202.

[6]. Phan, T.N.; Kuch, V.; Lehnert, L.W. *Land Cover Classification using Google Earth Engine and Random Forest Classifier - The Role of Image Composition*, (2020). Remote Sensing, 12.

[7]. Xiao - PengSong, WenliHuang, Matthew C.Hansen, PeterPotapov. *An evaluation of Landsat, Sentinel - 2, Sentinel - 1 and MODIS data for crop type mapping*, (2021). Science of Remote Sensing, 3.

ỨNG DỤNG PHẦN MỀM UR - SCAPE VÀ PHƯƠNG PHÁP PHÂN TÍCH GRID - BASED PHỤC VỤ PHÂN VÙNG NHẠY CẢM LAN TRUYỀN DỊCH COVID - 19 QUA TIẾP XÚC

Bùi Hồng Sơn[(1)], Nguyễn Đình Gia Bảo[(1)], Nguyễn Văn Thọ[(1)], Lê Thị Dung[(1)], Dương Thị Thúy Nga[(2)], Lê Trung Chơn[(3)], Đồng Thị Bích Phương[(4)],

[(1)]Trung tâm CNTT TNMT Thành phố Hồ Chí Minh.
[(2)]Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường Thành phố Hồ Chí Minh.
[(3)]Trường Đại học Bách khoa Thành phố Hồ Chí Minh.
[(4)]Viện Khoa học Đo đạc và Bản đồ.

Ngày nhận bài: 17/7/2021 - Ngày phản biện: 21/7/2021 - Ngày chấp nhận đăng: 07/08/2021

Tóm tắt. *Bài báo giới thiệu kết quả nghiên cứu ứng dụng phương pháp phân tích Grid - based và phần mềm UR - SCAPE trong phân tích và trực quan hóa dữ liệu địa lý dạng grid. Thử nghiệm được thực hiện trên dữ liệu phân bố các ca nhiễm (F0) đợt dịch từ đầu tháng 5 đến tháng 7 năm 2021 tại khu vực TP. Hồ Chí Minh. Kết quả xác định mức độ nhạy cảm lan truyền dịch qua tiếp xúc cho thấy phương pháp nghiên cứu này phù hợp cho bài toán phân vùng nhạy cảm lan truyền dịch COVID - 19 qua tiếp xúc phục vụ công tác phòng chống dịch.*

Từ khóa: *phân tích địa lý, Grid - based, UR - SCAPE, COVID - 19, phân vùng dịch bệnh.*

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Trong khi các phương pháp phân tích dữ liệu vector được sử dụng phổ biến trong các ứng dụng GIS về quản lý đất đai, quy hoạch, khoáng sản, khai thác nước ngầm thì các dữ liệu dạng grid hay raster, ngoài ứng dụng trong xử lý ảnh, còn được sử dụng tương đối hạn chế. Một số nghiên cứu về mô hình hóa, đánh giá, mô phỏng, dự báo hành vi, biến động của các đối tượng, hiện tượng tự nhiên và xã hội ứng dụng phương pháp phân tích Grid - based analysis cho thấy bên cạnh các phương pháp phân tích dữ liệu vector, phân tích dữ liệu raster có một số ưu điểm nhất định và phù hợp với nhiều đối tượng, mục đích nghiên cứu. Có thể kể đến Richards [4] sử dụng các thuật toán phân tích ô lưới để mô hình hóa, đánh giá ô nhiễm không khí khu vực đô thị; Wesseloo [5] sử dụng các kỹ thuật phân tích ô lưới để mô hình hóa và dự báo hoạt động địa chấn; Hasi Bagan, Yoshiki Yamagata [6] kết hợp dữ liệu viễn thám và dữ liệu thống kê kinh tế - xã hội để phân tích định lượng biến động đô thị, quan hệ giữa biến đổi lớp phủ và mật độ dân số; Ming - Daw Su [7] chỉ ra rằng thuật toán chuyển dữ liệu thống kê thành dạng grid cho phép sử dụng chúng kết hợp với dữ liệu lớp phủ và các dữ

liệu mặt đất khác để mô hình hóa và đánh giá tác động ngập lụt, dự báo hậu quả kinh tế xã hội. Tại Việt Nam, Lê Thị Thu Hiền và nnk (2017) [1] đã đánh giá ảnh hưởng của kích thước ô lưới tới kết quả tính thủy lực như mực nước, lưu lượng dòng chảy lũ; Nguyễn Quang Việt và nnk (2019) [3] sử dụng phương pháp phân tích raster để tính toán chỉ số thích hợp Suit ability Index xác định khu vực thích hợp cho phát triển khu dân cư; Nguyễn Đăng Phương Thảo và nnk (2011) [2] ứng dụng các phương pháp phân tích dữ liệu raster và phân tích đa tiêu chuẩn MCA (Multiple Correspondence Analysis) áp dụng cho 12 chỉ tiêu để lựa chọn vị trí chôn lấp chất thải rắn phù hợp.

Trong lĩnh vực địa lý y tế (Health Geography), bản đồ phân vùng nhạy cảm và vùng nguy cơ lan truyền dịch là một trong những công cụ hiệu quả cho các cơ quan chức năng trong cả phòng ngừa và ứng phó với dịch bệnh. Kazembe đã sử dụng các phương pháp phân tích không gian để xác định các vùng nguy cơ lây nhiễm bệnh sốt rét [9]. Gần đây, Azevedo [8] đã kết hợp các phương pháp địa thống kê và phân tích raster dựa trên các yếu tố địa lý xã hội để thành lập bản đồ phân vùng nguy cơ COVID - 19 trên quy mô quốc gia.

Trong tình hình dịch COVID - 19 ngày càng lan rộng và kéo dài tại Việt Nam, chính quyền các cấp đã nỗ lực thực hiện nhiều biện pháp để phòng chống dịch. Bản đồ phân vùng nhạy cảm lan truyền dịch qua tiếp xúc làm cơ sở nhận dạng và phân loại các khu vực có nguy cơ nhiễm bệnh là công cụ hiệu quả cho các cơ quan, hỗ trợ ra quyết định và thực hiện các biện pháp chống dịch, đặc biệt cho các khu vực có mật độ dân số cao và số lượng ca nhiễm lớn như Thành phố Hồ Chí Minh. Nghiên cứu đòi hỏi xử lý, phân tích một khối lượng lớn dữ liệu địa lý đa nguồn gốc, cận thời gian thực và thuận tiện cho xuất bản trên Internet, do đó phương pháp phân tích grid - based và phần mềm UR - SCAPE là một trong các lựa chọn.

Trong nghiên cứu này chưa đề cập đến các yếu tố về dịch tễ, yếu tố xã hội và chính sách chống dịch tại Thành phố Hồ Chí Minh.

2. PHÂN TÍCH GRID – BASED

Dữ liệu không gian dạng grid hoặc raster là một hình thức mô hình hóa thế giới thực được sử dụng rộng rãi bên cạnh dữ liệu dạng vector. Trong mô hình vector, thông tin về điểm, đường và vùng được mã hoá và lưu dưới dạng tập hợp các toạ độ x, y. Vị trí của đối tượng điểm, như lỗ khoan, có thể được biểu diễn bởi một toạ độ đơn x, y. Đối tượng dạng đường, như đường giao thông, sông suối, có thể được lưu dưới dạng tập hợp các toạ độ điểm. Đối tượng dạng vùng, như khu dân cư hay lưu vực sông, được lưu như một vòng khép kín của các điểm toạ độ. Mô hình vector rất hữu ích đối với việc mô tả các đối tượng rời rạc, nhưng kém hiệu quả hơn trong miêu tả các đối tượng liên tục. Với mô hình grid, không gian thực được xem như lưới các ô liên tục, được sắp xếp theo một kiểu mẫu đều. Kích thước ô lưới lớn làm giảm độ chính xác hoặc độ chi tiết biểu thị vị trí và giá trị của các đối tượng không gian, trong khi đó giảm kích thước làm gia tăng dung lượng và thời

gian xử lý dữ liệu.

Dữ liệu dạng grid phù hợp với các mô hình không gian liên tục, đặc biệt ở đó chỉ có một thuộc tính chỉ độ biến đổi không gian cao như dữ liệu trên các ảnh vệ tinh, các pixel được bố trí trong một lưới điều hòa thuận lợi cho các thuật toán phân tích, do đó nhiều ứng dụng trong lưu trữ, biểu diễn và xử lý hình ảnh bề mặt đất, ảnh chụp từ vệ tinh, ảnh chụp máy bay, ảnh quét, ảnh chụp thông thường, mô hình hóa các đối tượng, hiện tượng tự nhiên và xã hội có tính liên tục hoặc có sự biến động theo không gian như độ cao, nhiệt độ, lượng mưa, phân bố dân số, độ che phủ thực vật…

Các phương pháp phân tích grid phổ biến bao gồm chồng xếp, tạo vùng đệm, nội suy, phân tích lan truyền, phân tích tầm nhìn, các bài toán phân tích tương quan và hồi quy.

Độ phân giải là một trong các chỉ tiêu chất lượng quan trọng của dữ liệu grid, có vai trò tương đương chỉ tiêu độ chính xác đối với dữ liệu vector. Độ phân giải hay kích thước pixel có ảnh hưởng đến kết quả mô hình hóa, trực quan hóa và ra quyết định, do đó cần phải được xác định trên cơ sở phân tích, đánh giá đặc điểm địa lý khu vực, yêu cầu, mục đích sử dụng và đánh giá các nguồn dữ liệu có thể tiếp cận.

3. PHẦN MỀM UR - SCAPE

UR - SCAPE Systems là phần mềm do Phòng thí nghiệm FCL (Future Cities Laboratory) thuộc Viện nghiên cứu Đại học ETH Zurich (Thụy Sỹ) tại Singapore phát triển. UR - SCAPE cung cấp các công cụ phân tích và trực quan hóa dữ liệu không gian địa lý phục vụ công tác quy hoạch, mô phỏng và hoạch định chính sách dựa trên phân tích dữ liệu grid được hỗ trợ bởi Ngân hàng Phát triển châu Á (ADB) và Ngân hàng Thế giới (WB). UR - SCAPE được công bố như là một tài nguyên mã mở trên hệ thống GitHub (https://github.com/UrbanRuralSystems/UR - SCAPE) và được nhiều đối tác của ADB và WB tại các nước Đông Nam Á sử dụng trong quản lý đô thị, quản lý tài nguyên môi trường và hoạch định chính sách.

Dữ liệu cung cấp cho UR - SCAPE là dữ liệu địa lý dạng vector và raster được chuyển đổi và mã hóa thành định dạng riêng.

UR - SCAPE cung cấp một số chức năng truy vấn, phân tích và trực quan hóa dữ liệu cũng như cho phép trao đổi dữ liệu với các hệ thống khác.

Ưu điểm của UR - SCAPE là không yêu cầu máy tính có tốc độ cao, cấu hình quá mạnh để vận hành, dễ cài đặt và sử dụng, rất mạnh về phân tích và trực quan hóa dữ liệu, hỗ trợ ra quyết định.

4. PHÂN TÍCH MỨC ĐỘ NHẠY CẢM VÀ PHÂN VÙNG NHẠY CẢM

Phân tích xác định mức độ nhạy cảm lan truyền dịch dựa trên quan điểm các vùng có tiếp xúc cao là có nguy cơ cao. Đó là các khu vực đông dân cư, các khu chung cư, cao ốc, chợ, siêu thị, trung tâm thương mại, khu công nghiệp, khu chế xuất, các trung tâm hành chính, dịch vụ...



Hình 1. Các đối tượng địa lý có nguy cơ lan truyền dịch bệnh

Dữ liệu sử dụng trong thử nghiệm bao gồm:

- Dữ liệu dân số của World Population năm 2020 độ phân giải 90 x 90 m.
- Dữ liệu các đối tượng hạ tầng kinh tế xã hội của Vietbando bao gồm chợ (226 điểm), siêu thị (255 điểm), chung cư, cao ốc (1076 điểm), khu công nghiệp, khu chế xuất, nhà máy (41 điểm).

Phần mềm mã mở QGIS được sử dụng trong phân tích các quan hệ không gian và tính toán các chỉ số nguy cơ.

Dữ liệu đối chứng là Heatmap dựa theo phân bố F0 khu vực TP. HCM đợt dịch từ đầu tháng 5 đến tháng 7 năm 2021.

Quy trình xây dựng bản đồ phân vùng nhạy cảm lan truyền bệnh:

1. Lượng hóa các giá trị đặc trưng cho mức độ nhạy cảm của từng ô (cell) kích thước 100 x 100 m (tương đương 01 hectar) bao gồm tổng dân số trong bán kính 500 mét và khoảng cách từ từng cell đến các đối tượng địa lý nhạy cảm, dễ trở thành tâm lan truyền dịch như chợ, siêu thị, chung cư, khu công nghiệp.

2. Xác định các chỉ số nhạy cảm cho từng cell theo công thức sau:

- Đối với dân số xác định chỉ số PopIndex:

$$\text{PopIndex}_i = \frac{\text{Pop2020}_i}{\text{MaxOfPop2020}} \quad (1)$$

Trong đó Pop2020_i là dân số trong vòng 500 mét đối với từng cell và MaxOfPop2020 là giá trị Max của Pop2020.

- Chỉ số nhạy cảm đối với chợ:

$$\text{ChoIndex}_i = \frac{(1000 - \text{Dist2cho}_i)}{1000} \quad (2)$$

Trong đó $Dist2cho_i$ là khoảng cách theo đường chim bay đến chợ của từng cell.

- Chỉ số nhạy cảm đối với chung cư, cao ốc:

$$\text{ChungcuIndex}_i = \frac{(1000 - \text{Dist2cc}_i)}{1000} \quad (3)$$

Trong đó $Dist2cc_i$ là khoảng cách từng cell đến chung cư.

- Chỉ số nhạy cảm đối với siêu thị, trung tâm thương mại:

$$\text{SieuthiIndex}_i = \frac{(1000 - \text{Dist2st}_i)}{1000} \quad (4)$$

Trong đó $Dist2st_i$ là khoảng cách từng cell đến siêu thị.

- Chỉ số nhạy cảm đối với khu công nghiệp, khu chế xuất:

$$\text{KhuCNIndex}_i = \frac{(1000 - \text{Dist2cn}_i)}{1000} \quad (5)$$

Trong đó $Dist2cn_i$ là khoảng cách từng cell đến khu công nghiệp (tính theo đường thẳng, không tính theo lộ trình).

Chỉ số nhạy cảm tổng hợp xác định theo công thức sau:

$$SensIndex_i = k_p.PopIndex_i + k_{ch}.ChoIndex_i + k_{cc}.ChungcuIndex_i + k_{st}.SieuthiIndex_i + k_{cn}.KhuCNIndex_i \quad (6)$$

Trong đó k_p, k_{ch}, k_{cc}, k_{st}, k_{cn} là các trọng số các yếu tố nhạy cảm dân số, chợ, chung cư, siêu thị, khu công nghiệp...

Do chuỗi số liệu thu thập được chưa đủ lớn, trong thử nghiệm dưới đây k_p, k_{ch}, k_{cc}, k_{st}, k_{cn} nhận giá trị bằng 1.

Để thuận lợi trong khai thác trực quan, sử dụng giá trị chỉ số nhạy cảm tổng hợp tương đối:

$$\text{CovidSensIndex}_i = 100.\frac{SensIndex_i}{MaxOfSensIndex} \quad (7)$$

Trong đó MaxOfSensIndex là giá trị lớn nhất trong các giá trị SensIndex của tất cả các cell.

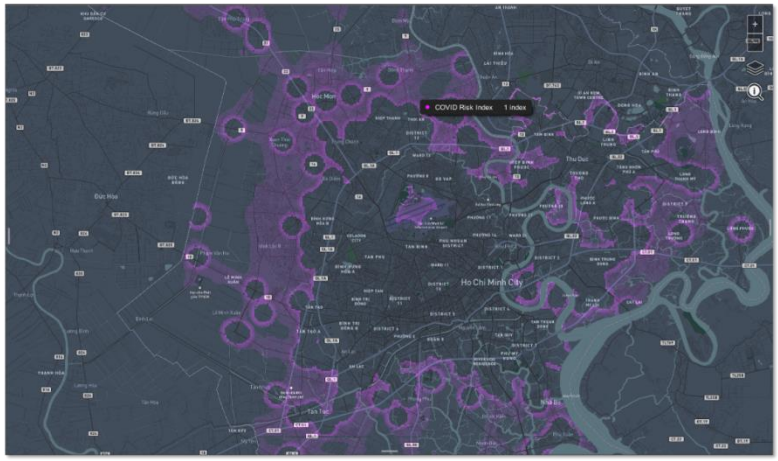
3. Nhập dữ liệu vào UR – SCAPE.

4. Trực quan hóa dữ liệu theo các tiêu chí khác nhau theo nhu cầu sử dụng.

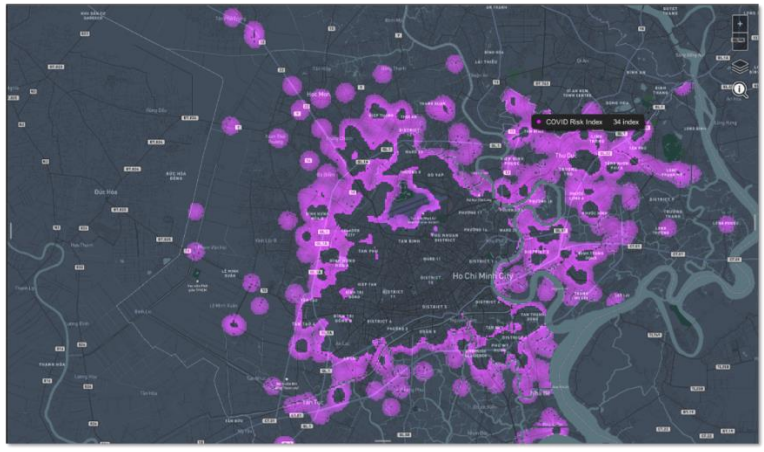
5. Trình bày, xuất bản bản đồ theo yêu cầu.

5. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

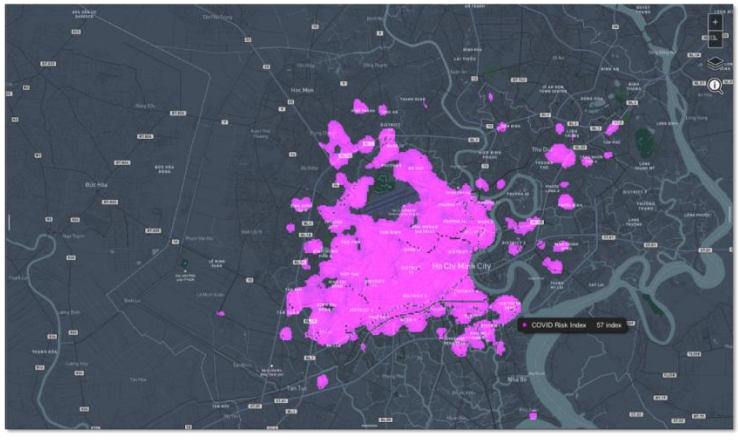
Căn cứ vào biểu đồ tần suất (Histogram) của $CovidSensIndex_i$ có thể phân vùng nhạy cảm theo 3 mức độ theo chỉ số nhạy cảm tổng hợp $CovidSensIndex_i$: vùng nhạy cảm thấp từ 01 đến 10; vùng nhạy cảm cao từ 11 đến 40; vùng nhạy cảm rất cao từ 41 đến 100.



Hình 2. Vùng nhạy cảm thấp chiếm 89,822 cell (khoảng 89,822 ha)



Hình 3. Vùng nhạy cảm cao chiếm 27,197 cells (khoảng 27,197 ha)

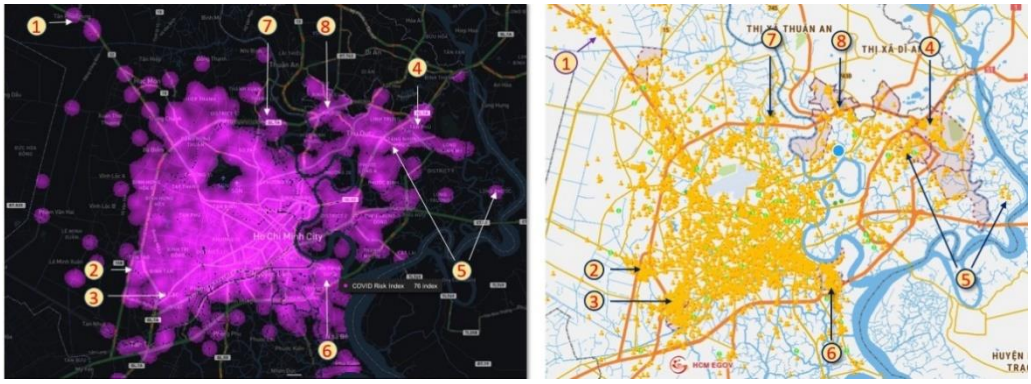


Hình 4. Vùng nhạy cảm rất cao chiếm 16,214 cells (khoảng 16,214 ha)

Đa số các khu vực có chỉ số nhạy cảm thấp có dân cư thưa thớt và ở ngoại thành, khu có chỉ số nhạy cảm cao nằm ở quận vùng ven và khu vực có chỉ số nhạy cảm rất cao nằm ở nội thành. Một số khu vực có sự đan xen các vùng nhạy cảm do đặc thù cảnh quan đô thị.

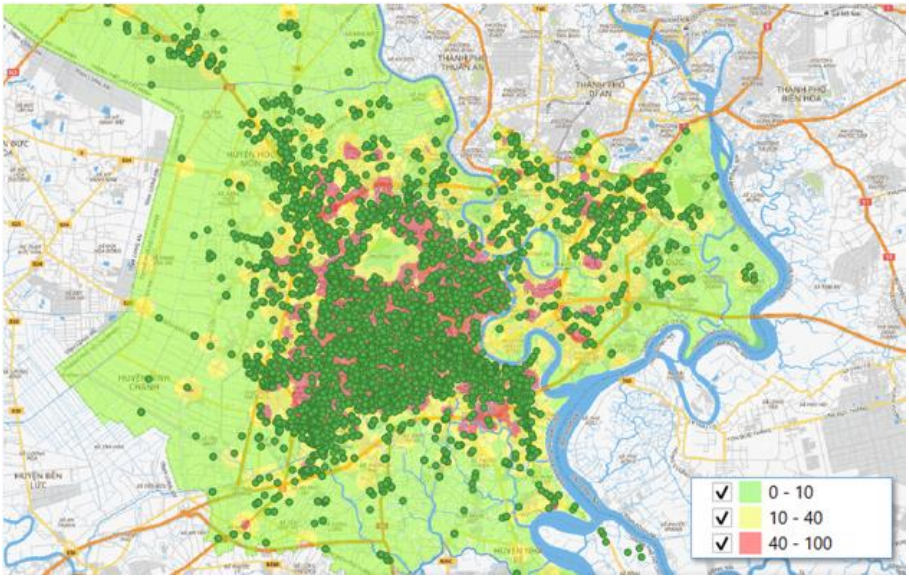
Kết quả so sánh dữ liệu xuất hiện các ca dương tính trên địa bàn thành phố trên bản đồ

COVID - 19 trực tuyến của thành phố ngày 18/07/2021 (https://bando.tphcm.gov.vn/ogis) có nhiều điểm trùng khớp, tương đồng, đặc biệt tại những vùng có sự đan xen giữa các mức độ nhạy cảm khác nhau.



Hình 5. Các vị trí đặc biệt trên bản đồ vùng nhạy cảm cao đến rất cao (trái) và vị trí các ca dương tính đến ngày 18/07/2021 (phải)

Số liệu thống kê cũng chỉ ra rằng các vùng nhạy cảm thấp có số ca nhiễm ít hơn hẳn so với các vùng khác. Không gian bị nhiễm trên cả vùng nhạy cảm thấp chiếm 0,26% so với tổng số cell của toàn khu vực (133233 cells) và với mức độ nhiễm trung bình 0,02 người trên một hectar (xem Bảng 1).



Hình 6. Phân vùng nhạy cảm và vị trí các ca dương tính tích lũy từ ngày 27/04/2021 đến ngày 09/07/2021 tại TP. HCM (tổng số 13464)

Vùng nhạy cảm cao có tỷ lệ cell có ca dương tính so với tổng số cell của toàn khu vực là 0,65% và số ca dương tính trung bình là 0,18 người trong 01 cell (ha).

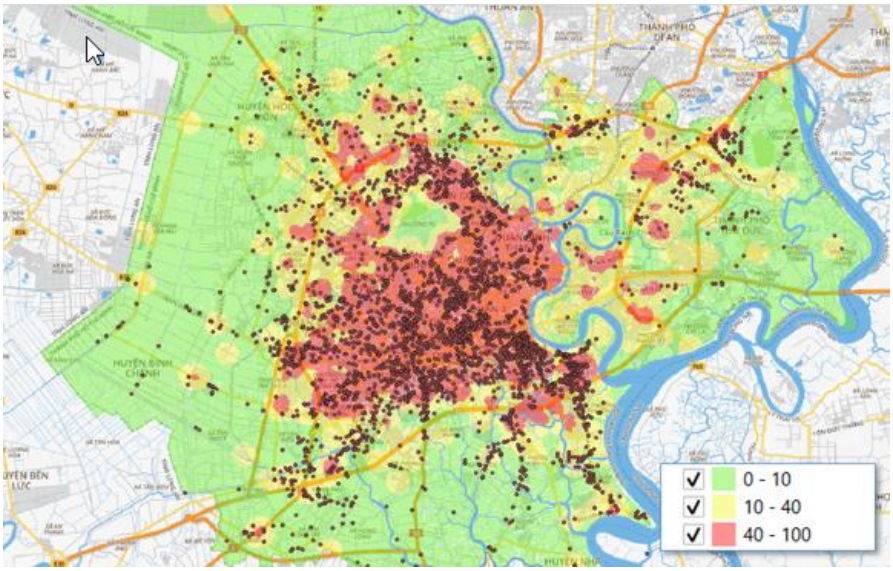
Vùng nhạy cảm cao chỉ chiếm 12% diện tích toàn thành phố, nhưng số ca F0 chiếm tới 72% tổng số ca nhiễm.

Vùng nhạy cảm rất cao tỷ lệ cell có ca dương tính so với tổng số cell của toàn khu vực là 1,27% và số ca dương tính trung bình là 0,4 người trong 01 cell (ha).

Bảng 1. Số liệu thống kê các ca F0 tích lũy từ ngày 27/04/2021 đến ngày 09/07/2021 tại TP. HCM

Vùng nhạy cảm	Số cell	Tỷ lệ (%)	Số ca F0	Số cell có F0	Mật độ (số F0/cell)	Tỷ lệ cell có F0 nội vùng (%)	Tỷ lệ cell có F0 (%)
Thấp	89822	67	1685	351	0,02	0,4	0,26
Cao	27197	21	4854	872	0,18	3,2	0,65
Rất cao	16214	12	6925	1693	0,40	10,4	1,27
Tổng	**133233**	**100**	**13464**	**2916**	**0,10**	**2,2**	**2,20**

Để kiểm tra giả thuyết về ảnh hưởng của các quan hệ không gian đến lan truyền dịch, thực hiện phân tích số liệu các ca nhiễm mới từ ngày 10 đến ngày 23/07/2021 theo các vùng nhạy cảm (không có dữ liệu các ngày 13, 18 và 21/07/2021). Kết quả được trình bày tại Hình 7 và Bảng 2 dưới đây.



Hình 7. Phân vùng nhạy cảm và vị trí các ca dương tính mới xuất hiện từ ngày 09/07/2021 đến ngày 23/07/2021 tại TP. HCM (32659 ca)

Bảng 2. Số liệu thống kê các ca F0 mới xuất hiện từ ngày 09/07/2021 đến ngày 23/07/2021

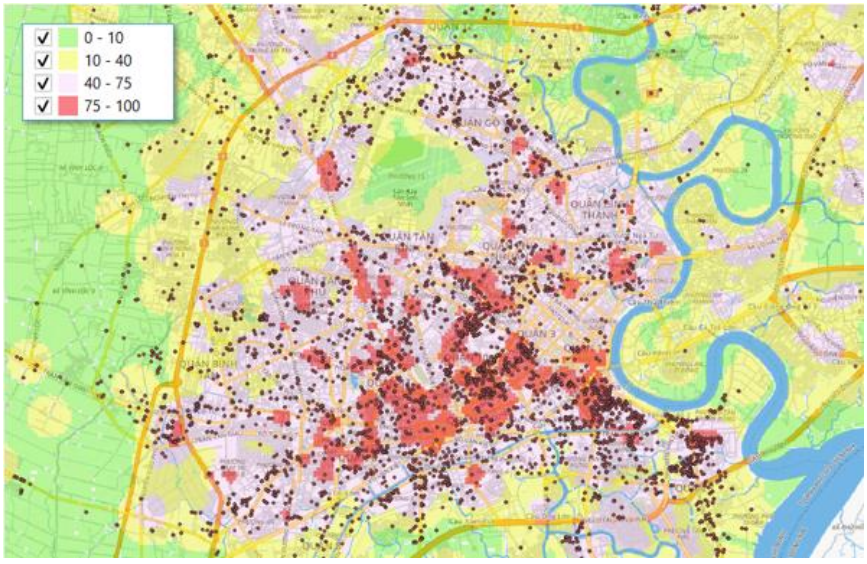
Vùng nhạy cảm	Số cell	Số ca F0 mới	Số cell có F0 mới	Mật độ (số F0/cell)	Tỷ lệ cell có F0 nội vùng (%)	Tỷ lệ cell có F0 (%)
Thấp	89822	3350	394	0,04	0,44	0,30
Cao	27197	7404	767	0,27	2,82	0,58
Rất cao	16214	21905	1964	1,35	12,11	1,47
Tổng	**133233**	**32659**	**3125**	**0,25**	**2,35**	**2,35**

Bảng 2 cho thấy, sự phân bố ca F0 và số cell có F0 có tương quan với vùng nhạy cảm có mức độ thấp, cao và rất cao theo không gian cũng như theo số lượng ca nhiễm từ thấp

đến cao. Điều này hoàn toàn phù hợp với giả thiết về quan hệ giữa mức độ nhạy cảm với nguy cơ lan truyền bệnh qua tiếp xúc. Đặc biệt qua thống kê cho thấy, mật độ nhiễm tại vùng nhạy cảm rất cao là 1,35 ca/cell, cao hơn rất nhiều so với mật độ nhiễm tại vùng nhạy cảm thấp (0,04 F0/cell) và vùng nhạy cảm cao (0,27 F0/cell). Số F0 mắc mới ở vùng nhạy cảm cao chiếm 67% trong khi vùng nhạy cảm thấp chỉ có 10% số ca nhiễm toàn thành phố.

Để rõ hơn quan hệ giữa phân bố F0 và mức độ nhạy cảm, xem xét kết quả phân vùng nhạy cảm cực kỳ cao với chỉ số CovidSensIndex >75. Số liệu từ ngày 09/07/2021 đến ngày 23/07/2021 (không có dữ liệu các ngày 13,18 và 21/07/2021), cho thấy vùng nhạy cảm cực kỳ cao (Hình 8) chỉ chiếm 0,38% trên tổng số cell toàn khu vực thành phố nhưng số lượng F0 chiếm đến 20% trên tổng ca nhiễm (6451 ca). Chỉ số mật độ ca nhiễm gần 3 F0/cell cũng chỉ ra mức độ nhiễm thực tế rất cao trong các vùng nhạy cảm cực kỳ cao.

So sánh phân bố F0 mắc mới hai đợt (27/04 đến 09/07 và 10/07 đến 23/07) cũng cho thấy mặc dù mật độ F0 tăng, song tỷ lệ cell có F0 của từng khu vực không có thay đổi đáng kể (Bảng 1, 2)



Hình 8. Vùng nhạy cảm cực kỳ cao (màu đỏ) và vị trí các ca dương tính mới xuất hiện từ ngày 10/07/2021 đến ngày 23/07/2021 (32.659 ca)

Như vậy các ca dương tính xuất hiện đều tập trung vào các vùng nhạy cảm cao và rất cao cho dù phạm vi không gian của các vùng này là rất nhỏ so với vùng nhạy cảm thấp. Các số liệu và sự phân bố không gian địa lý cũng nói lên rằng mối quan hệ không gian địa lý giữa các đối tượng nguy cơ trên địa bàn Thành phố Hồ Chí Minh có thể làm cơ sở để phân vùng nhạy cảm lan truyền dịch bệnh qua tiếp xúc, cụ thể đối với dịch COVID - 19 đang hoành hành tại Thành phố Hồ Chí Minh.

Kết quả nghiên cứu cho thấy việc phân vùng nhạy cảm lan truyền dịch bệnh qua tiếp xúc dựa trên mối quan hệ không gian địa lý là cần thiết và mang nhiều ý nghĩa thực tiễn:

- Khẳng định vùng nhạy cảm và vùng nguy cơ lan truyền dịch không phụ thuộc vào địa giới hành chính, do vậy các biện pháp phòng ngừa và ứng phó cần phải được xác định trên cơ sở khoa học và thực tiễn.

- Công cụ xác định vùng nhạy cảm và vùng nguy cơ các mức độ khác nhau trong thời gian ngắn để có biện pháp phòng ngự và khống chế hợp lý với nguồn lực hiện có.

- Xây dựng bản đồ phân vùng nhạy cảm và phân vùng nguy cơ lan truyền dịch qua tiếp xúc sẽ là cơ sở hoạch định cơ sở hạ tầng, tổ chức triển khai phòng chống dịch đúng nơi, đúng chỗ và có trọng tâm, trọng điểm tránh bị thụ động.

- Các công cụ GIS thông dụng và dễ tiếp cận như phần mềm UR - SCAPE có thể hỗ trợ xây dựng, khai thác và sử dụng dữ liệu phân vùng nhạy cảm cũng như trợ giúp định hướng chiến lược để phòng chống dịch lâu dài hoặc ra quyết định một cách nhanh chóng dựa trên truy vấn đa tiêu chí.

- Phân vùng nhạy cảm lan truyền dịch là cơ sở để xác định, phân vùng nguy cơ, theo đó, song song với biện pháp truy vết, cách ly, xét nghiệm có thể có các biện pháp chủ động phòng thủ nơi nguy cơ cao và rất cao như xét nghiệp tầm soát, tăng cường ý thức chống dịch, kiểm tra, giám sát thực hiện quy định chống dịch.

6. KẾT LUẬN

Kết quả nghiên cứu, thử nghiệm cho thấy quan hệ không gian giữa các đối tượng địa lý có thể là cơ sở phân vùng nhạy cảm lan truyền dịch bệnh, hỗ trợ các cơ quan chức năng trong việc ra quyết định, thực hiện các biện pháp phòng chống dịch hiệu quả.

Phần mềm UR - SCAE cung cấp các công cụ thuận tiện cho phân tích, trực quan hóa dữ liệu với đa dữ liệu, đa tiêu chí một cách linh hoạt, giúp các nhà hoạch định chính sách ra quyết định nhanh chóng, kịp thời đáp ứng với nhiều điều kiện truy vấn khác nhau.

Bên cạnh các phương pháp phân tích dữ liệu địa lý dạng vector truyền thống, phương pháp phân tích Grid - based có thể ứng dụng trong phân tích dữ liệu, mô hình hóa các đối tượng, hiện tượng có phân bố liên tục hoặc biến động theo không gian và thời gian.

Bài báo là một trong các kết quả của đề tài "Nghiên cứu, thử nghiệm ứng dụng UR - SCAPE để phục vụ hỗ trợ ra quyết định dựa trên dữ liệu tài nguyên và môi trường" thực hiện tại Sở Khoa học và Công nghệ Thành phố Hồ Chí Minh.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. Lê Thị Thu Hiền (2017). Ảnh hưởng của kích thước ô lưới tới kết quả tính toán thủy lực dòng chảy lũ. Tạp chí Khoa học và Công nghệ Thủy lợi số 40, 107 - 117.

[2]. Nguyễn Đăng Phương Thảo và nnk (2011). Ứng dụng GIS và phương pháp phân tích đa chỉ tiêu xác định vị trí bãi chôn lấp chất thải rắn cho quận Thủ Đức, thành phố Hồ Chí Minh. Hội thảo ứng dụng GIS toàn quốc.

[3]. Nguyễn Quang Việt và nnk (2019). Ứng dụng GIS và đánh giá đa tiêu chí xác định khu vực thích hợp cho phát triển khu dân cư trong bối cảnh biến đổi khí hậu ở huyện Phú Vang, tỉnh Thừa Thiên Huế. Kỷ yếu hội nghị Khoa học Địa lý toàn quốc lần thứ XI.

[4]. Richards, Ghanem, Osmond (2006). Grid - based analysis of air pollution data. Ecological Modelling 194 (2006) 274 - 286.

[5]. Wesseloo, Woodward, Pereira. Grid - based analysis of seismic data. Journal of the Southern African Institute of Mining and Metallurgy vol.114, 2014.

[6]. Hasi Bagan, Yoshiki Yamagata (2012). Landsat analysis of urban growth: How Tokyo became the world's largest megacity during the last 40 years. Remote Sensing of Environment, Volume 127, December 2012, Pages 210 - 222.

[7]. Ming - Daw Su, Jui - Lin Kang, Ling - Fang Chang, and Albert S. Chen (2005). A grid - based GIS approach to regional flood damage assessment. Journal of Marine Science and Technology, Vol. 13, No. 3, pp. 184 - 192.

[8]. Azevedo et al (2020). Geostatistical COVID - 19 infection risk maps for Portugal. International Journal of Health Geographics 19:25

[9]. Kazembe et al (2006). Spatial analysis and mapping of malaria risk in Malawi using point - referenced prevalence of infection data. International Journal of Health Geographics 5:41.

THÀNH LẬP BẢN ĐỒ PHÂN VÙNG ƯU TIÊN BẢO VỆ HỆ SINH THÁI ĐẤT NGẬP NƯỚC TRÊN CƠ SỞ ỨNG DỤNG CÔNG NGHỆ GIS, VIỄN THÁM VÀ PHÂN TÍCH CẢNH QUAN (THỬ NGHIỆM TẠI ĐỒNG THÁP MƯỜI)

Nguyễn Thanh Thủy[1], Nguyễn Thị Thanh Hương[1], Đinh Thị Thanh[1], Vũ Thị Hằng[2], Trần Tuấn Anh[1], Lê Lan Lam[1], Vũ Mỹ Linh[3], Dương Tấn Thạnh[4]

[1]Viện Khoa học Đo đạc và Bản đồ

[2]Khoa Địa lý, Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, ĐHQGHN

[3]Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường Hà Nội

[4]Văn phòng đăng ký đất đai huyện Thới Lai, thành phố Cần Thơ

Ngày nhận bài: 19/7/2021 - Ngày phản biện: 26/7/2021 - Ngày chấp nhận đăng: 27/7/2021

Tóm tắt. *Đất ngập nước ở Việt Nam chiếm một diện tích khá lớn và có tầm quan trọng trong phát triển các hệ sinh thái, bảo vệ môi trường, cung cấp các dịch vụ sinh thái, có giá trị cao về mặt kinh tế, xã hội và đặc biệt là bảo tồn đa dạng sinh học theo các tiêu chí Ramsar. Bài báo này là nghiên cứu đầu tiên, chủ yếu tiếp cận theo hướng bản đồ học, phân tích không gian trên cơ sở ứng dụng công nghệ GIS, viễn thám và phân tích cảnh quan để thành lập bản đồ phân vùng ưu tiên bảo vệ hệ sinh thái đất ngập nước tỷ lệ 1:100.000 khu vực Đồng Tháp Mười.*

Từ khóa: *viễn thám, GIS, phân tích cảnh quan, bảo vệ, hệ sinh thái đất ngập nước.*

1. ĐẶT VẤN VỀ

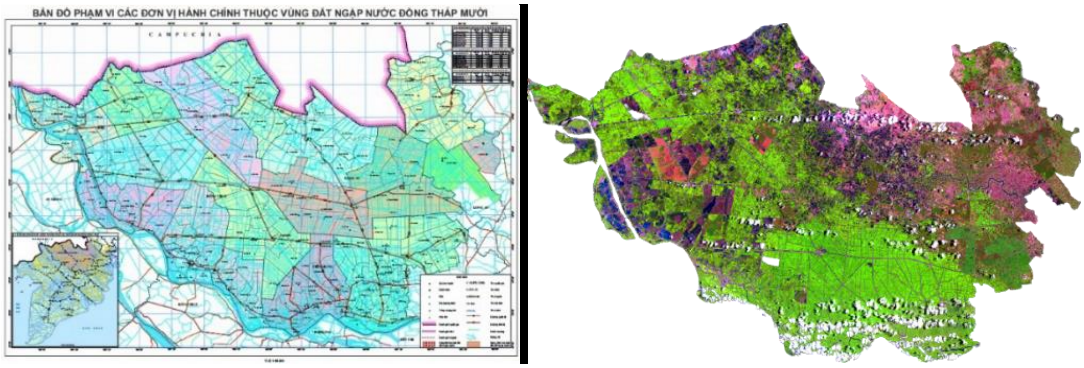
Đất ngập nước (ĐNN) ở Việt Nam chiếm một diện tích khá lớn khoảng 12 triệu ha, xét về môi trường, ĐNN có tầm quan trọng trong phát triển các hệ sinh thái (HST), bảo vệ môi trường và đặc biệt là bảo tồn đa dạng sinh học theo các tiêu chí Ramsar [1 - 4]. ĐNN còn cung cấp các dịch vụ sinh thái, có giá trị cao về mặt kinh tế, đáp ứng nhiều giá trị về mặt xã hội như tinh thần, thẩm mỹ và nghiên cứu khoa học.

Phát triển kinh tế, chế độ canh tác kèm theo biến đổi khí hậu đang có những tác động đáng kể tới các vùng ĐNN, nhất là các HST. Các nguyên nhân cơ bản gây ra sự mất mát và suy giảm đa dạng sinh học chủ yếu là do các hoạt động chặt phá rừng ngập mặn, đốt rừng; khai thác thuỷ sản bằng phương pháp huỷ diệt và các tai biến (cháy rừng, bão, lốc, dịch bệnh...); sự khai thác quá mức do áp lực tăng dân số, ô nhiễm môi trường, sự du nhập của các loài ngoại lai...

Hiện nay, các công trình nghiên cứu, dự án chủ yếu điều tra thành lập bản đồ phân loại ĐNN dựa trên yếu tố nước và lớp phủ bề mặt là chính, điều này sẽ không chỉ ra

được các đặc điểm khác nhau về các điều kiện khác tác động lên các HST trong vùng đất ngập nước như yếu tố nền tảng rắn, nguồn gốc phát sinh, chất đất, độ cao, khí hậu, thuỷ văn, hải văn… [5 - 7]. Đây cũng là các yếu tố cơ bản hình thành nên các HST nói chung, HST đất ngập nước nói riêng. Cách tiếp cận sinh thái cảnh quan đã được nghiên cứu, ứng dụng nhiều trên thế giới, và ở Việt Nam trong nhiều công trình, bước đầu đã có những nghiên cứu riêng lẻ cho một số HST ĐNN cụ thể [8, 9]. Các yếu tố cơ bản hình thành nên cảnh quan cũng tương đồng với các yếu tố hình thành nên HST. Chính vì vậy, vận dụng kiến thức phân tích cảnh quan vào phân vùng HST ĐNN cũng là một cách tiếp cận cần được nghiên cứu. Mặt khác, hiện nay cũng chưa có các nghiên cứu một cách toàn diện, đầy đủ về mục tiêu cần được ưu tiên và tiêu chí đánh giá, xếp hạng đối với các HST ĐNN cần bảo vệ [10, 11]. Đánh giá đa tiêu chí là phương pháp thường được áp dụng rộng rãi trong các bài toán ra quyết định, phổ biến được sử dụng ở Việt Nam. Tuy nhiên, các phương pháp này vẫn còn một số hạn chế cần được nghiên cứu khắc phục [12, 13]. Do đó, hướng tiếp cận tiếp theo là kết hợp các phương pháp phân tích đa tiêu chí khác nhau có các điểm mạnh, yếu bổ sung cho nhau, kết hợp với GIS để tạo thành hệ hỗ trợ ra quyết định không gian đa tiêu chí để giải quyết các bài toán phân vùng ưu tiên bảo vệ HST ĐNN.

Đồng Tháp Mười trải dài trên 3 tỉnh là Long An, Tiền Giang và Đồng Tháp, với khoảng 700 ngàn ha rừng tràm và mặt nước, có tính đa dạng sinh học cao với hai khu Ramsar là vườn quốc gia Tràm Chim ở Đồng Tháp, khu bảo tồn đất ngập nước Láng Sen - Long An. Ngoài ra còn có khu bảo tồn sinh thái Đồng Tháp Mười, khu bảo tồn đa dạng sinh học như khu di tích Xẻo Quýt, khu du lịch sinh thái Gáo Giồng… Đây là khu vực trú ngụ của rất nhiều loài chim, cá, bò sát, động vật đáy, trong đó có rất nhiều loài loài đặc hữu, quý hiếm,… nằm trong danh sách các loài cần được bảo vệ, có nguy cơ tuyệt chủng. Khu vực này đã, đang phải đối mặt với nhiều vấn đề như hạn hán, xâm nhập mặn, cháy rừng, nước biển dâng, sự xâm nhập của các loài ngoại lai… do các hoạt động sản xuất nông nghiệp, nuôi trồng thuỷ sản, phát triển công nghiệp, du lịch dịch vụ của con người, biến đổi khí hậu. Các nghiên cứu đã và đang thực hiện ở khu vực này chủ yếu tập trung vào các giải pháp cải tạo đất, nâng cao hiệu quả kinh tế vùng đất ngập nước trồng lúa, đánh giá khả năng phát triển du lịch; bảo tồn đất ngập nước thích ứng với biến đổi khí hậu... mà chưa có nghiên cứu nào liên quan đến việc xác định mức độ ưu tiên bảo vệ của chúng. Do đó, việc nghiên cứu ứng dụng công nghệ GIS, viễn thám và các công cụ phân tích cảnh quan thành lập bản đồ phân vùng ưu tiên bảo vệ HST ĐNN khu vực Đồng Tháp Mười là cần thiết.



Hình 1. Vị trí địa lý khu vực Đồng Tháp Mười trên bản đồ và trên ảnh vệ tinh

2. DỮ LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Dữ liệu

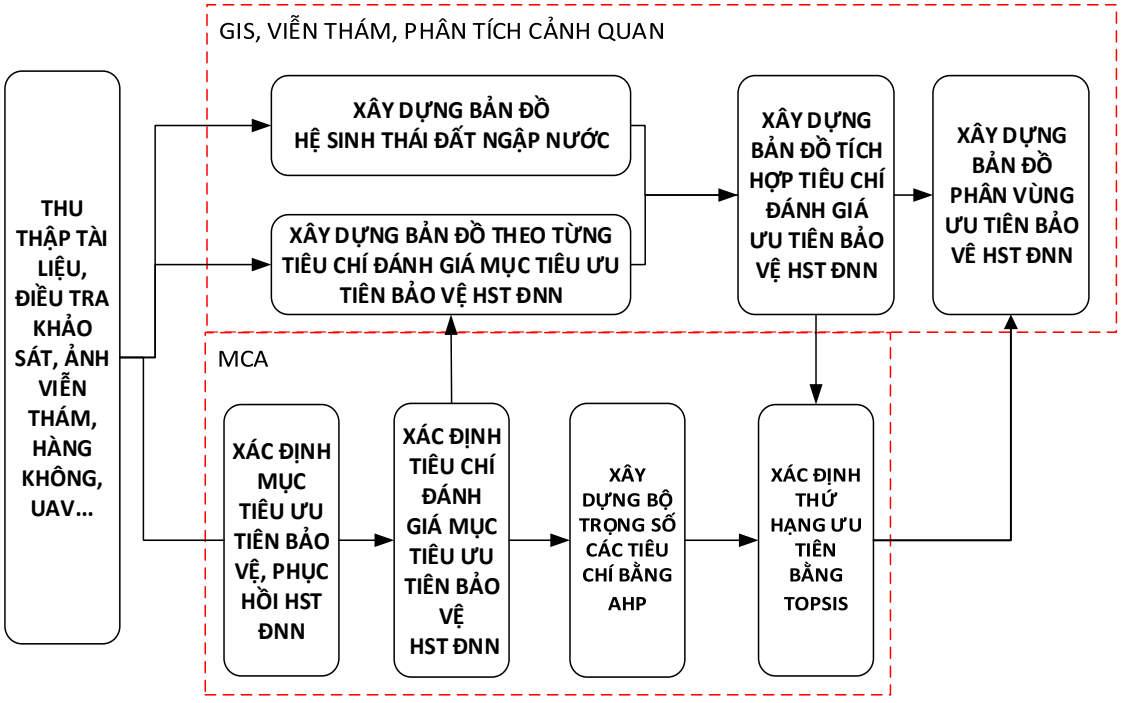
Các tư liệu, dữ liệu được sử dụng trong nghiên cứu bao gồm số liệu thống kê, điều tra, thu thập, dữ liệu ảnh vệ tinh, địa chất, địa mạo, độ cao địa hình, độ dốc, thảm thực vật, sinh khí hậu, thổ nhưỡng, đặc điểm thuỷ văn... Các dữ liệu không gian được thành lập trọng hệ tọa độ VN2000. Chi tiết trong Bảng 3.

Bảng 3. Dữ liệu sử dụng cho nghiên cứu

TT	Nhóm dữ liệu	Lớp dữ liệu	Nguồn dữ liệu
1	Địa hình	*Độ cao*	Dữ liệu nền địa lý
2		*Độ dốc*	Thành lập từ dữ liệu nền địa lý
3	Thủy văn	*Mạng lưới sông suối*	Bản đồ địa hình 1:100.000
4	Giao thông	*Mạng lưới giao thông*	Dữ liệu nền địa lý
5	Lớp phủ rừng	*Bản đồ trạng thái rừng*	Viện điều tra quy hoạch rừng (FIPI) (2018)
6	Khu bảo tồn thiên nhiên, vườn quốc gia	*Khu bảo tồn*	Viện điều tra quy hoạch rừng (FIPI) (2018)
7	Dữ liệu điểm cháy	*Điểm cháy*	FIRMS (https://earthdata.nasa.gov/data/near - real - time - data/firms/active - fire - data)
8	Điểm điều tra chất lượng môi trường		UBND tỉnh Long An, Tiền Giang, Đồng Tháp
9	Dữ liệu khí tượng		Niên giám thống kê
10	Ảnh vệ tinh Landsat năm 4/2010, 11/2018		http://earthexplorer.usgs.gov/
11	Bản đồ hiện trạng sử dụng đất		UBND tỉnh Long An, Tiền Giang, Đồng Tháp
11	Các số liệu khác		Niên giám thống kê 2018 tỉnh Long An, Tiền Giang, Đồng Tháp; số liệu thu thập, điều tra; Viện Khoa học Đo đạc và Bản đồ...

2.2. Quy trình thành lập bản đồ phân vùng ưu tiên bảo vệ hệ sinh thái đất ngập nước trên cơ sở ứng dụng GIS, viễn thám và phân tích cảnh quan

Quy trình thành lập bản đồ phân vùng ưu tiên bảo vệ hệ sinh thái đất ngập nước trên cơ sở ứng dụng GIS, viễn thám và phân tích cảnh quan được thể hiện trong Hình 2.



Hình 2. Quy trình thành lập bản đồ phân vùng ưu tiên bảo vệ hệ sinh thái đất ngập nước trên cơ sở ứng dụng GIS, viễn thám và phân tích cảnh quan

2.3. GIS, viễn thám và phân tích cảnh quan thành lập bản đồ hệ sinh thái đất ngập nước

Trên cơ sở tài liệu thu thập được ở các định dạng khác nhau như giấy, các tệp tin toạ độ, các dữ liệu bản đồ, ảnh viễn thám… tiến hành đánh giá, lựa chọn phương pháp xây dựng và sử dụng GIS để chuẩn hoá các dữ liệu thành phần cảnh quan về mặt không gian, thuộc tính theo yêu cầu được thể hiện trong Bảng dưới đây:

Bảng 1. Yêu cầu nội dung, các phương pháp xây dựng, chuẩn hoá dữ liệu

TT	Loại dữ liệu	Yêu cầu nội dung
1	Địa chất	Ranh giới thông tin hệ tầng địa chất
2	Địa hình - Địa mạo	Ranh giới kiểu nguồn gốc - hình thái địa hình; dạng địa hình; tuổi địa hình; các dạng khác như độ cao, độ sâu vùng biển tới 6 m…
3	Thuỷ văn - Hải văn	Chuẩn hóa ranh giới phân định chế độ ngập nước, ranh giới triều kiệt…

4	Khí hậu - khí tượng	Chuẩn hóa, phân vùng ranh giới các kiểu khí hậu ở Việt Nam (Nhiệt đới gió mùa có mùa đông lạnh khô; nhiệt đới gió mùa có mùa hạ nóng ẩm…), lượng mưa, nhiệt độ.
5	Thổ nhưỡng	Chuẩn hoá, xác định ranh giới các loại thổ nhưỡng.
6	Thảm thực vật	Chuẩn hoá, xác định ranh giới các loại thực vật phục vụ cho việc xác định các hệ sinh thái đất ngập nước (tương ứng với hệ thống phân loại đất ngập nước của Việt Nam và Ramsar).
7	Hiện trạng sử dụng đất	Chuẩn hóa ranh giới loại đất từ bản đồ hiện trạng sử dụng đất.

Theo cách tiếp cận nói trên, bản đồ phân loại cảnh quan được hiểu là bản đồ phân vùng hệ sinh thái. Các hệ sinh thái đất ngập nước được gọi tên theo quyết định 1093/QĐ-TCMT ngày 22 tháng 8 năm 2016, chỉ nhằm mục đích thể hiện bản đồ cũng như phục vụ công tác quản lý nhà nước mà không làm thay đổi ranh giới của chúng trên thực địa [14].

2.4. Lượng hóa, không gian hóa chỉ tiêu, tiêu chí thành lập

Các phương pháp lượng hoá các tiêu chí, chỉ tiêu thường được sử dụng trong việc thành lập các loại bản đồ, lớp dữ liệu phục vụ đánh giá hệ sinh thái đất ngập nước cần ưu tiên bảo vệ có thể kể đến là: thu thập, thống kê, tổng hợp tài liệu (PP1); phỏng vấn, điều tra, khảo sát thực địa (PP2); đo đạc, lấy mẫu và phân tích mẫu (PP3); mô hình hoá (PP4); phân tích và xử lý thông tin (PP5); bản đồ, viễn thám và GIS (PP6) [15].

2.5. Phương pháp đánh giá xếp hạng mức độ ưu tiên bảo vệ

Trên cơ sở ưu điểm của phương pháp AHP là cung cấp giải pháp xác định bộ trọng số của các tiêu chí đáng tin cậy thông qua đánh giá tính nhất quán, khắc phục nhược điểm của phương pháp TOPSIS là không có phương pháp kiểm soát mức độ tin cậy của bộ trọng số các tiêu chí đầu vào và phương pháp TOPSIS lại cung cấp giải pháp xác định khoảng cách tới lời giải lý tưởng dương, lý tưởng âm từ đó xác định thứ tự ưu tiên, khắc phục điểm yếu của AHP là hoán vị xếp hạng. Từ những đặc điểm này, nghiên cứu sinh đã lựa chọn sự kết hợp giữa AHP và TOPSIS để giải quyết vấn đề đặt ra ở trên do các ưu điểm và nhược điểm của chúng có thể bổ trợ cho nhau. Chi tiết được trình bày trong tài liệu [15].

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

3.1. Xác định các tiêu chí và chỉ tiêu phân tích, đánh giá

Trên cơ sở thu thập, tổng hợp tài liệu, các công trình nghiên cứu trong nước, phỏng vấn người dân và cán bộ quản lý tại địa phương cũng như căn cứ vào điều kiện tự nhiên, kinh tế - xã hội; hiện trạng môi trường sinh thái; các áp lực tác động lên khu vực Đồng Tháp Mười và các chiến lược, quy hoạch, kế hoạch, chương trình, các công trình nghiên cứu khoa học... các mục tiêu, tiêu chí đánh giá mức độ ưu tiên bảo vệ đất ngập nước khu vực Đồng Tháp Mười được xác định như sau:

Bảng 2. Các chỉ tiêu được lựa chọn đánh giá mức độ ưu tiên bảo vệ hệ sinh thái đất ngập nước khu vực Đồng Tháp Mười

TT	Tiêu chí	Tên chỉ tiêu đánh giá	Ký hiệu chỉ tiêu	Đơn vị tính
A	**Đánh giá mức độ ưu tiên bảo vệ**			
I	**HT**	**Dịch vụ hỗ trợ**		
1	**KNHT1**	***Tính đa dạng sinh học***		
1.1	KNHT1	Tổng số loài	BV1	Số loài
1.2	KNHT1	Số loài nguy cấp, quý hiếm	BV2	Số loài
2	**ALHT1**	***Áp lực lên tính đa dạng sinh học***		
2.1	ALHT1	Số lượng loài ngoại lại xâm nhập	BV3	Số loài
2.2	ALHT1	Độ mặn của nước	BV8	g/l
2.3	ALHT1	Nhạy cảm cháy rừng	BV9	
II	**VH**	**Dịch vụ văn hoá**		
1	**KNVH1**	***Khả năng cung cấp dịch vụ du lịch và giải trí***		
1.1	KNVH1	Số lượng khách du lịch trung bình năm	BV10	Người
1.2	KNVH1	Doanh thu từ du lịch trung bình năm	BV11	Triệu đồng/năm
2	**ALVH1**	***Áp lực lên du lịch và giải trí***		
2.1	ALVH1	Khoảng cách từ khu vực chăn nuôi đến các khu vực đất ngập nước	BV4	m
2.2	ALVH1	Khoảng cách từ khu vực công nghiệp đến các khu vực đất ngập nước	BV5	m
2.3	ALVH1	Khoảng cách từ khu vực dân cư đến các khu vực đất ngập nước	BV6	m
2.4	ALVH1	Khoảng cách từ đường giao thông đến các khu vực đất ngập nước	BV7	m

3.2. Thành lập bản đồ hệ sinh thái đất ngập nước Đồng Tháp Mười

Trong bài báo này đã sử dụng cách tiếp cận cảnh quan thành lập bản đồ hệ sinh thái đất ngập nước trên cơ sở chồng xếp các bản đồ địa chất, địa mạo, độ cao địa hình, độ dốc, thảm thực vật, sinh khí hậu, thổ nhưỡng, đặc điểm thuỷ văn; chuẩn hóa, gán, gọi tên các hệ sinh thái. Kết quả trình bày bản đồ HST ĐNN được thể hiện ở Hình 3.



Hình 3. Bản đồ hệ sinh thái đất ngập nước

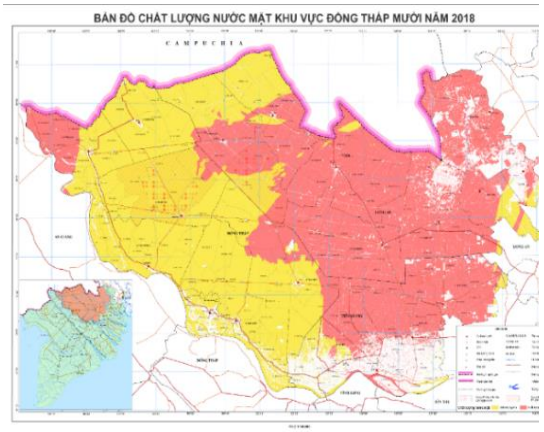
3.3. Thành lập bản đồ phân vùng ưu tiên bảo vệ HST ĐNN Đồng Tháp Mười

3.3.1. Thành lập các bản đồ phục vụ đánh giá mức độ ưu tiên bảo vệ

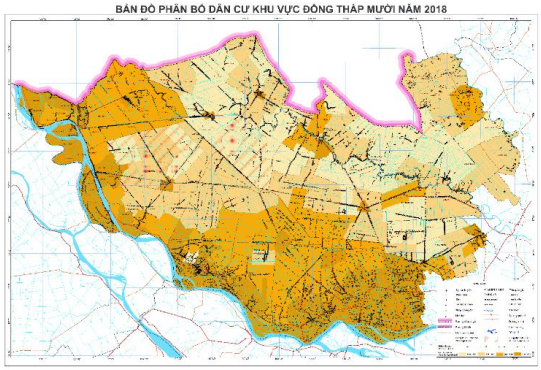
Các bản đồ phân bố động vật, chất lượng nước mặt, phân bố dân cư, giá trị dịch vụ du lịch và nhạy cảm cháy được xây dựng và được trình bày lần lượt trong Hình 4 đến Hình 9.



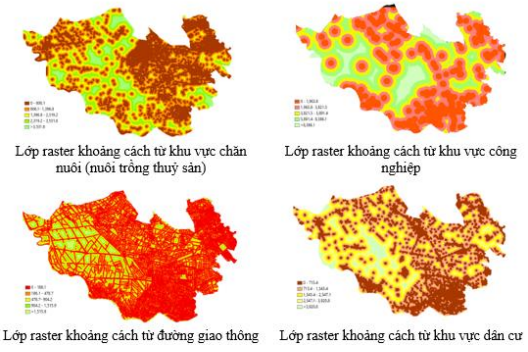
Hình 4. Bản đồ phân bố động vật



Hình 5. Bản đồ chất lượng nước mặt



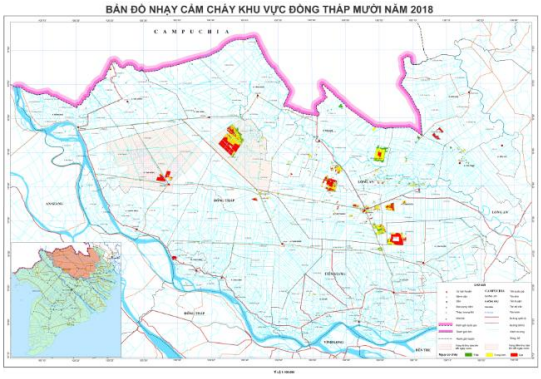
Hình 6. Bản đồ phân bố dân cư



Hình 7. Các lớp dữ liệu đánh giá áp lực lên du lịch và giải trí



Hình 8. Bản đồ giá trị du lịch



Hình 9. Bản đồ nhạy cảm cháy

3.3.2. Thành lập bản đồ phân vùng ưu tiên bảo vệ hệ sinh thái đất ngập nước

Nghiên cứu đã tiến hành chồng xếp 11 lớp dữ liệu tương ứng với 11 chỉ tiêu đánh giá mức độ ưu tiên bảo vệ; sử dụng công cụ Zonal Statistics, Spatial Join, Join Data để gán thuộc tính thành phần vào các hệ sinh thái đất ngập nước thuộc 8 khu vực bảo tồn đã lựa chọn nghiên cứu; sử dụng công cụ xuất dữ liệu thuộc tính của ArcGIS ra định dạng excel để tính toán, xếp hạng mức độ ưu tiên bảo vệ các hệ sinh thái đất ngập nước. Số liệu đánh giá mức độ ưu tiên bảo vệ hệ sinh thái đất ngập nước được trình bày lần lượt trong các Bảng sau:

Bảng 3. Số liệu lượng hóa các tiêu chí đánh giá mức độ ưu tiên bảo vệ

Chỉ tiêu / Khu vực	BV1	BV2	BV3	BV4	BV5	BV6	BV7	BV8	BV9	BV10	BV11
Vườn quốc gia Tràm Chim	667	57	12	2280,9	1066,7	937,9	210,9	0	189,1	66000	6,7
Khu bảo tồn đất ngập nước Láng Sen	382	20	3	2036,2	1149,6	774,5	127,7	0	38,9	30200	2,833
Khu bảo tồn sinh thái ĐTM	337	8	0	1942,2	1975,6	655,7	163,9	0,25	37,5	0	0

Khu di tích Xẻo Quýt	334	15	6	3037,4	2146,9	313,1	84,6	0	0	72000	16,92
Khu du lịch sinh thái Gáo Giồng	389	7	0	2870,9	1337,9	1368,7	124,1	0	0	169582	34,5
Khu bảo tồn Cây dược liệu Đồng Tháp Mười	91	10	0	2361,9	1094,2	810,6	909,4	0	35,0	0	0
Làng nổi Tân Lập	0	0	0	2439,7	1174,8	694,7	620,5	0	29,8	90500	121,5
Khu sinh thái Đồng Sen Gò Tháp	0	0	0	3380,1	1821,1	1812,4	186,7	0	0	75600	6,3

Nghiên cứu đã xác định được mức độ quan trọng theo từng cặp của 11 chỉ tiêu trên cơ sở điều tra, phỏng vấn các chuyên gia liên quan đến các lĩnh vực tài nguyên môi trường, quản lý đất đai, kinh tế, xã hội. Bảng tính trọng số các chỉ tiêu đánh giá mức độ ưu tiên bảo vệ được thể hiện ở Bảng 4.

Bảng 4. Bảng tính trọng số các chỉ tiêu đánh giá mức độ ưu tiên bảo vệ

Chỉ tiêu	**BV1**	**BV2**	**BV3**	**BV4**	**BV5**	**BV6**	**BV7**	**BV8**	**BV9**	**BV10**	**BV11**
Trọng số (AHP)	0,19	0,23	0,14	0,11	0,08	0,08	0,06	0,05	0,03	0,04	0,01

Kết quả CR = 0,06 < 0,1 cho thấy bộ trọng số trên đáp ứng yêu cầu và được chấp nhận sử dụng trong tính toán các bước tiếp theo [16].

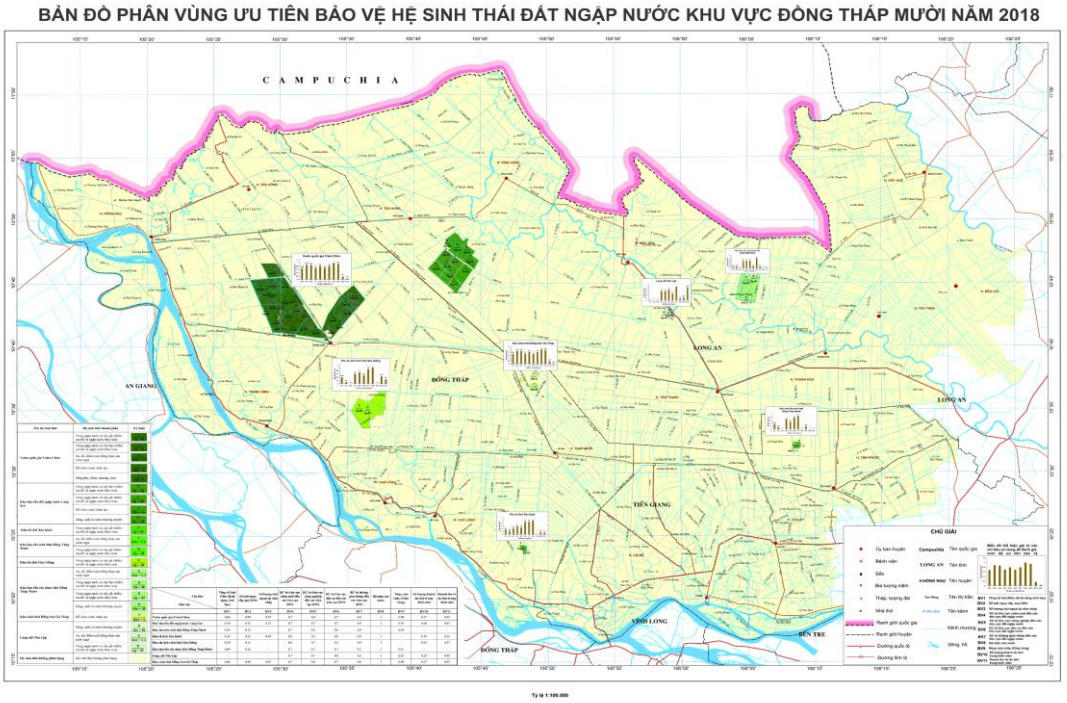
Thứ tự ưu tiên bảo vệ của từng khu vực đất ngập nước (hay HST ĐNN trong từng khu vực) được thể hiện trong Bảng 5 dưới đây.

Bảng 5. Xác định thứ tự ưu tiên bảo vệ các khu vực đất ngập nước Đồng Tháp Mười

Lời giải / **Khu vực**	S^+_i	S^-_i	C_{+i}	**Thứ tự ưu tiên**
Vườn quốc gia Tràm Chim	0,071	0,268	0,791	1
Khu bảo tồn đất ngập nước Láng Sen	0,184	0,107	0,366	2
Khu bảo tồn sinh thái Đồng Tháp Mười	0,227	0,088	0,289	4
Khu di tích Xẻo Quýt	0,190	0,105	0,356	3
Khu du lịch sinh thái Gáo Giồng	0,230	0,086	0,272	5
Khu bảo tồn Cây dược liệu Đồng Tháp Mười	0,241	0,059	0,196	6
Làng nổi Tân Lập	0,274	0,034	0,109	8
Khu sinh thái Đồng Sen Gò Tháp	0,274	0,047	0,147	7

Ký hiệu phân vùng ưu tiên bảo vệ hệ sinh thái đất ngập nước được thể hiện theo phân số $\frac{11}{Cg-Xf}$, trong đó tử số (11) là xếp hạng ưu tiên bảo vệ, mẫu số là ký hiệu tên hệ sinh thái đất ngập nước (Việt Nam (Cg) - Ramsar (Xf)).

Kết quả thể hiện bản đồ ưu tiên bảo vệ HST ĐNN ĐTM được thể hiện ở Hình 10.



Hình 10. Bản đồ ưu tiên bảo vệ hệ sinh thái đất ngập nước khu vực Đồng Tháp Mười

3.4. Kiểm chứng kết quả

Kết quả thành lập bản đồ phân vùng ưu tiên bảo vệ hệ sinh thái đất ngập nước khu vực Đồng Tháp Mười được kiểm chứng thông qua i) Khảo sát thực tế bằng hình thức phỏng vấn, điều tra; ii) Đối chiếu kết quả với các thông tin về quy hoạch, các nghiên cứu đã có về các khu được xếp hạng này. Kết quả tổng hợp số liệu thu thập được phục vụ đánh giá mục tiêu ưu tiên, bảo vệ các hệ sinh thái đất ngập nước của các khu nghiên cứu trong các Bảng dưới đây.

Bảng 6. Bảng tổng hợp số liệu so sánh, đánh giá loài của các hệ sinh thái đất ngập nước

TT	Khu vực	Số liệu đánh giá ưu tiên bảo vệ					
		Tổng số loài	Thực vật (loài)	Chim (loài)	Cá (loài)	Số loài nguy cấp, quý hiếm	Số loài ngoại lai xâm hại
1	Vườn quốc gia Tràm Chim	667	304	230	133	57	12
2	Khu bảo tồn đất ngập nước Láng Sen	382	156	148	78	20	3
3	Khu bảo tồn sinh thái Đồng Tháp Mười	337	156	147	34	8	-
4	Khu di tích Xẻo Quýt	334	170	91	73	15	6
5	Khu du lịch sinh thái Gáo Giồng	389	326	63	-	7	-
6	Khu bảo tồn Cây dược liệu Đồng Tháp Mười	91	91	-	-	10	-

Tràm Chim là khu có mức độ đa dạng sinh học lớn nhất (667 loài, chỉ tính tổng cho Thực vật, chim, cá), trong đó có tới 57 loài nằm trong diện nguy cấp, quý hiếm nhưng số loài ngoại lai xâm hại cũng là lớn nhất (12). Do đó, giá trị đa dạng và áp lực tác động lên cũng là lớn nhất. Đây cũng là khu đạt 7 trong 9 tiêu chuẩn công ước quốc tế Ramsar về đất ngập nước, được công nhận là khu Ramsar thứ 2000 của thế giới, thứ 4 của Việt Nam vào ngày 22/5/2012 [2, 3]. Hơn nữa, khu vực còn có chức năng du lịch sinh thái với nhiều hình thức ngày càng đa dạng thu hút nhiều khách du lịch trong nước, ước tính đến năm 2018 thu hút hơn 66 nghìn lượt khách với tổng doanh thu hơn 6,7 tỷ đồng.

Khu bảo tồn đất ngập nước Láng Sen có thứ tự xếp hạng ưu tiên bảo vệ đồng thời ở vị trí thứ 2 sau vườn quốc gia Tràm Chim. Đây là khu vực có mức độ đa dạng sinh học cao thứ 3 sau khu di tích Xẻo Quýt (382 so với 389) nhưng lại là khu có số lượng loài nguy cấp, quý hiếm là 20, xếp thứ 2 sau Tràm Chim, có số loài ngoại lai xâm hại là 3 (thấp hơn so với Xẻo Quýt là 6). Ngoài ra, Láng Sen được công nhận là khu Ramsar thứ 2.227 của thế giới, thứ 7 của Việt Nam (27/11/2015).

Tổng số loài thực vật, chim, cá ở Xẻo Quýt xếp thứ 5 (334), số lượng loài nguy cấp, quý hiếm lại cao thứ 3 và số loài ngoại lai xâm hại cao thứ 2. Chính vì vậy, mức độ ưu tiên bảo vệ xếp thứ 3/6 khu sau khu Tràm Chim và Láng Sen. Kết quả cũng được kiểm chứng bởi kết quả quy hoạch tổng thể bảo tồn đa dạng sinh học tỉnh Đồng Tháp đến năm 2020, trong đó có Tràm Chim, Gáo Giồng, Gò Tháp, Xẻo Quýt là những khu vực được ưu tiên bảo tồn [17].

3.5. Đề xuất giải pháp bảo vệ hệ sinh thái đất ngập nước Đồng Tháp Mười

Đối với vườn quốc gia Tràm Chim, khu bảo tồn đất ngập nước Láng Sen, khu du lịch sinh thái Gáo Giồng, khu bảo tồn sinh thái Đồng Tháp Mười, khu di tích Xẻo Quýt, khu bảo tồn Cây dược liệu Đồng Tháp Mười nên cần có các giải pháp bảo vệ môi trường sống cho các loài cỏ, đặc biệt là cho cỏ năng kim phát triển, bởi đây là nguồn thức ăn chủ yếu cho Sếu đầu đỏ; trồng và bảo vệ hệ thống rừng tràm, làm nơi trú ngụ và sinh sản cho các loài chim nước. Cân nhắc giữa việc giữ nước để phòng chống cháy rừng với việc duy trì, phát triển các hệ sinh thái đồng cỏ để thu hút lại các loài chim về, đặc biệt là Sếu đầu đỏ; có cơ chế quản lý phù hợp, tránh chuyển đổi diện tích đất tự nhiên sang sản xuất nông nghiệp; xây dựng cơ chế phát triển kinh tế sinh thái, kinh tế xanh một cách bền vững, kết hợp giữa bảo tồn với phát triển du lịch để mang lại sinh kế, thu nhập cho người dân, đưa người dân vào quá trình bảo vệ các hệ sinh thái đất ngập nước. Đối với các khu vực bị loài ngoại lai xâm lấn, cần phải thực hiện các biện pháp phù hợp để tiêu diệt, hạn chế sự lây lan, phát triển của chúng, đặc biệt là cây mai dương trong khu vực Tràm Chim. Bên cạnh đó, cần phải thực sự đẩy mạnh công tác giáo dục cho người dân thông qua tuyên tuyền, vận động của chính quyền địa phương về vai trò của việc bảo vệ các hệ sinh thái đất ngập nước; phải có các chính sách đặc thù cho người tham gia bảo vệ.

Đối với các khu vực có tiềm năng phát triển du lịch sinh thái như làng nổi Tân Lập,

khu du lịch sinh thái Gáo Giồng, khu di tích Xẻo Quýt cần phải có các giải pháp đảm bảo phát triển kinh tế không ảnh hưởng đến môi trường sống của các loài, có cơ chế tái đầu tư cải tạo môi trường sống, nâng độ phủ thảm thực vật trong các khu nhằm thu hút các loài động vật, đặc biệt là chim cư trú về làm tổ và để sống...

4. KẾT LUẬN

Việc đề xuất được quy trình thành lập bản đồ phân vùng ưu tiên bảo vệ hệ sinh thái đất ngập nước trên cơ sở ứng dụng công nghệ GIS, viễn thám và phân tích cảnh quan sẽ cung cấp cơ sở khoa học và phương pháp luận cho việc xác định mức độ cần ưu tiên bảo vệ, cần ưu tiên phục hồi của từng hệ sinh thái đất ngập nước. Đây là cơ sở cho việc hoạch định các chính sách, xây dựng các quy hoạch, kế hoạch bảo tồn.

Kết quả chứng minh việc ứng dụng viễn thám, GIS trong thành lập, trích xuất, mô hình hoá một số dữ liệu đầu vào phục vụ đánh giá, xếp hạng và thành lập bản đồ phân vùng ưu tiên bảo vệ hệ sinh thái đất ngập nước là hoàn toàn thực hiện được; quy trình ứng dụng dễ dàng được sử dụng, phù hợp với các điều kiện thực tiễn và công nghệ hiện hành.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. Cục Bảo vệ Môi trường Việt Nam, *Tổng quan hiện trạng đất ngập nước Việt Nam sau 15 năm thực hiện công ước Ramsar*. Hà Nội. Việt Nam. 77 pp. 2005.

[2]. Ramsar Convention Secretariat, *The Ramsar Convention Manual: a guide to the Convention on Wetlands (Ramsar, Iran, 1971) 6th ed*. Ramsar Convention Secretariat, Gland, Switeerland. 2013a.

[3]. Ramsar Convention Secretariat, *Information Sheet on Ramsar Wetlands (RIS) 2009 - 2014 version*. 2013b: Download from www.ramsar.org:pdf:ris:key_ris_e.pdf, 2013.

[4]. Trần Ngọc Cường. *Tăng cường hiệu quả quản lý và phát triển bền vững các vùng đất ngập nước*. 2019; Available from: http://tapchimoitruong.vn/phap - luat - chinh - sach - 16/T%C4%83ng - c%C6%B0%E1%BB%9Dng - hi%E1%BB%87u - qu%E1%BA%A3 - qu%E1%BA%A3n - l%C3%BD - v%C3%A0 - ph%C3%A1t - tri%E1%BB%83n - b%E1%BB%81n - v%E1%BB%AFng - c%C3%A1c - v%C3%B9ng - %C4%91%E1%BA%A5t - ng%E1%BA%ADp - n%C6%B0%E1%BB%9Bc - 18445.

[5]. Jian Ji and et al, *Analysis and evaluation on landscape pattern of SongPan county with remote sensing and GIS*. International Archives of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences. 2008.

[6]. Viện Khoa học Đo đạc và Bản đồ, *Khảo sát, đo đạc thành lập các loại bản đồ phục vụ khoanh vùng bảo tồn và phát triển bền vững vùng đất ngập nước Đồng Tháp Mười*. Hà Nội. 2012.

[7]. Xiaojun Yang, *Remote sensing and GIS applications for estuarine ecosystem analysis: an overview*. Int. J. Remote Sensing, Taylor & Francis. 2005.

[8]. Christine Tudor, *An Approach to Landscape Character Assessment*. Natural England, England. 2014.

[9]. Nguyễn Huy Yết, *Đánh giá mức độ suy thoái các hệ sinh thái vùng ven bờ biển Việt Nam và đề xuất các giải pháp quản lý bền vững*. Đề tài cấp Nhà nước KC.09/06 - 10. Hải Phòng. 2010.

[10]. Soma Sarkar and et al, *Fuzzy risk assessment modelling of East Kolkata Wetland Area: A remote sensing and GIS based approach*. 2015.

[11]. Rongqun Zhang, X.Z., Jianyu Yang, Hui Yuan,, *Wetland ecosystem stability evaluation by using Analytical Hierarchy Process (AHP) approach in Yinchuan Plain*. China. Elsevier. 2013.

[12]. Mark Velasquez, P.T.H., *An Analysis of Multi - Criteria Decision Making Methods.* International Journal of Operations Research, 2013. 10(2): p. 56 - 66.

[13]. Serafim Opricovic, G. - H.T., *Compromise solution by MCDM methods: A comparative analysis of VIKOR và TOPSIS.* European Journal of Operational Research, (2004). 156(2): p. 445 - 455.

[14]. Tổng cục Môi trường, *Quyết định số 1093/QĐ-TCMT ngày 22 tháng 8 năm 2016: Hướng dẫn kỹ thuật phân loại đất ngập nước*. Hà Nội. 2016.

[15]. Nguyễn Thanh Thủy, *Nghiên cứu xác lập cơ sở khoa học phân vùng ưu tiên bảo vệ, phục hồi hệ sinh thái đất ngập nước dựa trên phương pháp phân vùng cảnh quan và ứng dụng công nghệ viễn thám, GIS*, in *Phòng Nghiên cứu Đo vẽ ảnh và Viễn thám*. 2020, Viện Khoa học Đo đạc và Bản đồ: Hà Nội.

[16]. Saaty T.L., *The analytic hierarchy process: what it is and how it is used, Math. Model. 9 (1987) 161 - 176*. 1987: https://doi.org/10.1016/0270 - 0255(87)90473 - 8.

[17]. Sở Tài nguyên và và Môi trường tỉnh Đồng Tháp, *Quy hoạch bảo tồn đa dạng sinh học tỉnh Đồng Tháp đến năm 2020*. Đồng Tháp. 2018.

NGHIÊN CỨU GIẢI PHÁP KỸ THUẬT XÂY DỰNG MÔ HÌNH 3D PHỤC VỤ THÀNH LẬP BẢN ĐỒ 3D TỶ LỆ LỚN TỪ DỮ LIỆU UAV LIDAR DT26E

Lê Doãn An, Đặng Thanh Tài

Công ty TNHH MTV Trắc địa Bản đồ/Cục Bản đồ

Ngày nhận bài: 28/7/2021 - Ngày phản biện: 29/7/2021 - Ngày chấp nhận đăng: 07/08/2021

Tóm tắt. *Bài báo giới thiệu giải pháp kỹ thuật xây dựng mô hình 3D phục vụ thành lập bản đồ 3D tỷ lệ lớn từ dữ liệu LiDAR. Dữ liệu được thu nhận từ thiết bị bay không người lái Delair DT26E gắn máy quét LiDAR RIEGL miniVUX - 1DL và máy ảnh Delair RGB Camera 21,4Mp. Dữ liệu LiDAR với mật độ đám mây điểm (point cloud) dày (35 điểm/m^2), độ phân giải ảnh số lớn (5 cm) và được thiết kế bay quét với độ phủ ngang, phủ dọc tương đối cao (70%) giúp cho việc thu thập thông tin và phân loại địa hình, địa vật một cách đầy đủ và chính xác. Dữ liệu được xử lý tự động và bán tự động thông qua phần mềm Terrasolid để thành lập mô hình 3D phục vụ xây dựng bản đồ 3D. Kết quả của bài báo là quy trình xử lý dữ liệu LiDAR và ảnh số giúp thành lập nhanh được mô hình 3D các công trình ở mức độ chi tiết LOD2.*

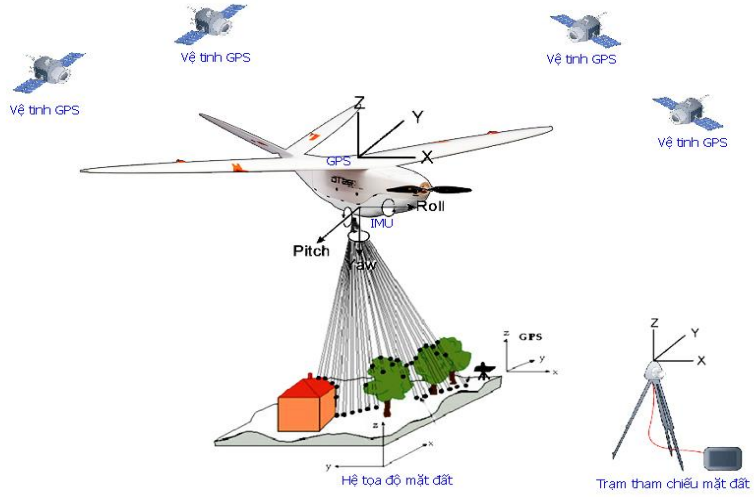
Từ khóa: *UAV LiDAR, DT26E, 2D, 3D, LOD2, Point cloud.*

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Cuộc cách mạng khoa học công nghệ lần 4 của thế giới đã và đang mang đến nhiều thành tựu to lớn trong mọi mặt của đời sống xã hội. Có thể nói khoa học, kỹ thuật ngày càng phát triển đã thúc đẩy và tác động mạnh mẽ đến nhiều ngành, nhiều lĩnh vực kỹ thuật chuyên môn cao, đặc biệt là lĩnh vực Viễn thám trong công tác thành lập bản đồ. Đứng trước xu thế phát triển đó, bản đồ không chỉ còn được yêu cầu là các sản phẩm dưới dạng 2D truyền thống mà ngày càng đòi hỏi phải có chất lượng, độ chính xác cao, thể hiện một cách chi tiết và cụ thể nhất các thông tin thuộc tính, hình dạng kích thước, không gian của các đối tượng. Chính vì vậy mà bản đồ không gian ba chiều (3D) sẽ là yêu cầu và là xu hướng tất yếu của tương lai.

Hiện nay, bản đồ địa hình 3D đã được các nước trên thế giới nghiên cứu và đã có nhiều ứng dụng trong thực tế. Bản đồ 3D đòi hỏi thông tin về kích thước của đối tượng trong chiều thứ ba của không gian. Các thông tin này có thể được thu thập bổ sung bằng các công nghệ như: công nghệ đo đạc trực tiếp thực địa; công nghệ đo vẽ lập thể trên trạm ảnh số; công nghệ giao thoa Radar, LiDAR… Tuy nhiên, nổi bật trong số đó, công nghệ bay quét LiDAR được đánh giá là công nghệ có nhiều ưu thế nhất, đáp ứng được nhiều yêu cầu của bản đồ 3D. Đặc biệt, đối với bản đồ 3D khu vực đô thị, khi mà việc thể hiện các nhà và khối nhà trên nền địa hình là một trong những yêu cầu được quan tâm nhất thì công nghệ LiDAR có thể đáp ứng tốt hơn rất nhiều so với các công nghệ khác.

Với khả năng thành lập cả mô hình số địa hình (DTM) lẫn mô hình số bề mặt (DSM) công nghệ LiDAR đặc biệt tỏ ra hữu ích khi được ứng dụng tại các vùng mà các phương pháp khác tỏ ra kém hiệu quả, chẳng hạn các vùng rừng, vùng cửa sông, đụn cát, vùng đất ngập nước hay quản lý vùng bờ, các khu vực đòi hỏi có mức độ chi tiết cao để thực hiện xây dựng bản đồ 3D như khu vực đô thị. Đặc biệt trong trường hợp cần xây dựng mô hình 3D trong một thời gian ngắn bao gồm cả mô hình bề mặt đất và cả mô hình nhà cửa với hình dạng chi tiết của mái nhà (roof shape). Bên cạnh công nghệ bay quét LiDAR được gắn trên máy bay có người lái, hiện nay với sự phát triển của công nghệ máy bay không người lái UAV có gắn cảm biến LiDAR và máy chụp ảnh số thì việc kết hợp 2 loại dữ liệu này sẽ giúp cho việc ghi nhận thông tin đối tượng một cách chính xác và tin cậy, mang lại hiệu quả to lớn cho việc thu thập dữ liệu không gian địa lý ở các khu vực vừa và nhỏ.



Hình 1. Tổng quan về công nghệ bay quét LiDAR

Tại Việt Nam, hệ thống LiDAR tích hợp ảnh kỹ thuật số Harrier 56/G4 kết hợp máy quét LiDAR LMS - Q560 (Riegl) với máy ảnh Rollei AIC P45 lần đầu tiên được Cục Viễn thám Quốc gia tiến hành bay quét LiDAR khu vực Cần Thơ để lập mô hình số độ cao DEM độ chính xác 0,2m, độ chính xác DSM khoảng 0,3m. Sau đó, với sự đầu tư, trang bị hệ thống LiDAR Citymapper1 của Tổng Công ty Tài nguyên và Môi trường Việt Nam áp dụng ở nhiều khu vực khác đã tạo ra sự phát triển cho thời kỳ ứng dụng công nghệ LiDAR tại Việt Nam.

Ngành Địa hình Quân sự nói chung và Cục Bản đồ - Bộ Tổng Tham mưu, Công ty TNHH MTV Trắc địa bản đồ nói riêng, công tác bay chụp ảnh và thành lập bản đồ địa hình từ ảnh hàng không đã được áp dụng và đưa vào quy trình sản xuất từ khá lâu. Hiện nay, Cục và Công ty cũng đang từng bước nghiên cứu, làm chủ và ứng dụng công nghệ LiDAR trong sản xuất tư liệu địa hình tỷ lệ lớn. Gần đây nhất là đầu tư trang bị hệ thống *UAV DJI M600 PRO* kết hợp đầu quét *LiDAR PHOENIX* và đặc biệt là hệ thống *UAV LIDAR DT26E* với đầu quét *LiDAR RIEGL miniVUX - 1DL* đi kèm bộ phần mềm xử lý dữ liệu *Ri - Process, POSPAC MS UAV*.

Hệ thống *UAV LiDAR DT26E* do hãng Delair sản xuất có độ tin cậy cao, kiến trúc mạnh mẽ, khả năng quét LiDAR và chụp ảnh số đồng thời giúp cho việc tô màu đám mây điểm từ đó đơn giản hóa được quá trình phân loại, thu thập được dữ liệu có độ phân giải cao theo yêu cầu giúp tăng năng suất và giảm chi phí vận hành. Hệ thống trở thành một giải pháp thay thế cho máy bay có người lái để lập bản đồ dạng tuyến và các khu vực vừa và nhỏ.

Bài báo này trình bày giải pháp kỹ thuật xây dựng mô hình 3D từ dữ liệu của hệ thống *UAV LiDAR DT26E,* phục vụ thành lập bản đồ 3D tỷ lệ lớn cho các khu vực đô thị.



Hình 2. Hệ thống UAV LiDAR DT26E

Bảng 1. Cấu hình hệ thống UAV LiDAR DT26E

Thiết bị bay UAV DT26E	
Thời gian bay	110 phút
Trọng lượng	17 kg
Sải cánh/Chiều dài	3,3 m/1,6 m
Tốc độ hành trình	60 km/h
Kiểu cất/hạ cánh	Bệ phóng/bằng bụng
Sức chịu gió	45 km/h
Diện tích 1 ca bay tối đa	9,7 km^2
Độ cao bay	< 3000 m
Máy quét: RIEGL miniVUX - 1DL	
Số lượng điểm đo	100 000 điểm/giây
Độ chính xác	15 mm
Trường nhìn	46^0 / 102 m @ 120 m AGL
Mật độ điểm	35 pts/m^2 @ 120 m AGL
Máy ảnh: Delair RGB Camera 21,4Mp	
Kích thước ảnh	5048 x 4228 pixels
Tiêu cự	12 mm

2. DỮ LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Dữ liệu

Khu vực thử nghiệm: Khu Công nghệ cao Hoà Lạc

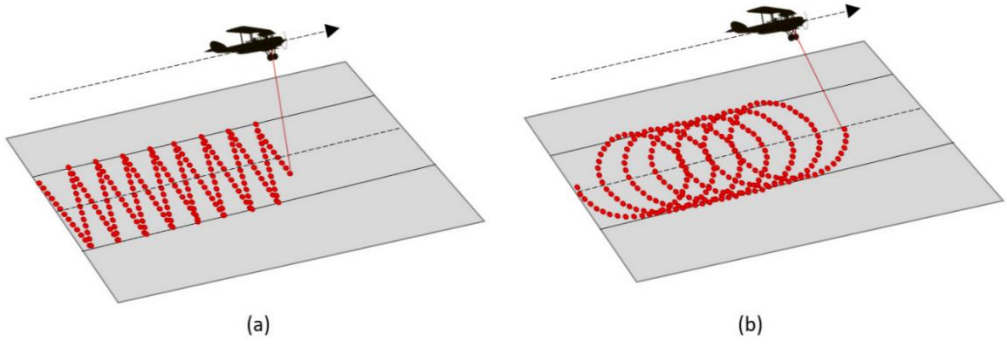
Đây là một khu công nghệ đang được xây dựng trên địa bàn huyện Thạch Thất, Thành phố Hà Nội. Khu vực này có hệ thống giao thông thuận lợi, có các đường liên xã, huyện và tỉnh, tạo thành mạng lưới giao thông dày đặc. Địa vật nhà cửa đang trong quá trình quy hoạch xây dựng và có nhiều biến động.



Hình 3. Phạm vi khu vực thực nghiệm

Dữ liệu đầu vào:

+ Dữ liệu LiDAR: dữ liệu đám mây điểm với mật độ điểm quét 35 điểm/m^2 trên phạm vi khu vực khảo sát, tuy nhiên ở các vị trí có sông suối, hồ (mặt nước) và các vị trí có phản xạ gương, nhà kính thì việc thu lại các điểm phản xạ Lazer rất ít. Với thiết bị đầu quét của DT26E ở dạng Elip sẽ cho phép mở rộng hơn phạm vi thu nhận dữ liệu LiDAR ở cả phía trước và phía sau của đối tượng mặt đất. Chính điều này kết hợp với công suất của các đầu quét hiện đại ngày nay làm tăng độ mật độ điểm, từ đó góp phần tăng độ chính xác trong việc chạy tự động xác định chân và mái các đối tượng công trình và địa vật so với các dạng dải quét ngang của các hệ thống trước đây.



Hình 4. a) Quét LiDAR theo dạng tuyến, b) Quét LiDAR theo dạng Elip

+ Dữ liệu ảnh: gồm 998 ảnh trên 25 tuyến bay, độ cao bay 120 m, độ phân giải mặt

đất 5 cm, hướng bay Đông - Tây, độ phủ ngang 70%, độ phủ dọc 70%.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

- Phương pháp nghiên cứu tài liệu, phân tích đánh giá:

Thu thập các tài liệu liên quan, cập nhật các thông tin trên mạng Internet, tham khảo các phần mềm khác của các nước trên thế giới và các quy trình sản xuất, xử lý dữ liệu trong và ngoài nước, phân tích đánh giá tạo cơ sở xây dựng quy trình xử lý phù hợp với thực tế.

- Phương pháp chuyên gia:

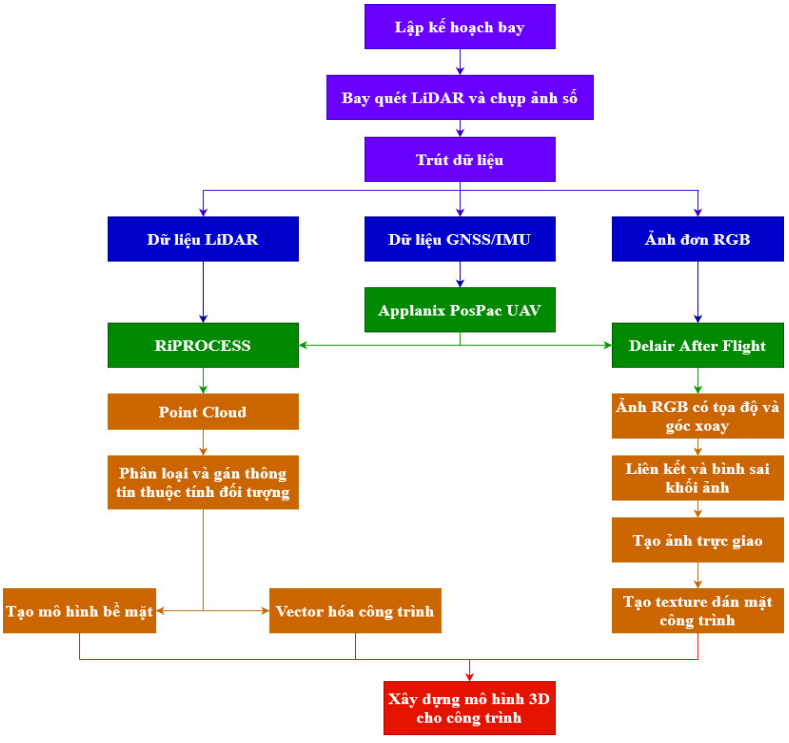
Tham khảo ý kiến các chuyên gia viễn thám để phân tích đánh giá, hoàn thiện xây dựng một quy trình xử lý dữ liệu LiDAR kết hợp chụp ảnh số khép kín, phù hợp nhất với hệ thống *UAV LiDAR DT26E.*

- Phương pháp thực nghiệm:

Sản xuất thử nghiệm trên khu vực, tạo sản phẩm đưa ra phân tích, đánh giá, so sánh kết quả, độ chính xác, tốc độ xử lý và chất lượng của các tham số, từ đó thiết đặt các tham số phù hợp với khu vực. Trong quá trình phân loại đám mây điểm và vector hóa công trình, với mỗi bước thực hiện, tiến hành thử nghiệm với các bộ tham số khác nhau. Từ kết quả tiến hành kiểm tra và đánh giá kết quả phân loại cũng như vector hóa đã phù hợp với khu vực hay chưa để tiến hành điều chỉnh lại các tham số.

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU

Sơ đồ quy trình công nghệ:



Hình 5. Quy trình thành lập mô hình 3D cho các công trình

** Tóm tắt một số công đoạn chính trong quy trình:*

- Dữ liệu quỹ đạo GNSS/IMU thu được sau quá trình bay quét kết hợp với dữ liệu trạm tham chiếu mặt đất sẽ được xử lý bằng phần mềm *Applannix PosPac UAV*. Kết quả nhận được là tọa độ tâm ảnh cùng các góc định hướng, quỹ đạo bay sử dụng cho xử lý ảnh đơn RGB và dữ liệu LiDAR.

- Xử lý ảnh gốc bằng phần mềm *Delair After Flight* kết hợp dữ liệu tọa độ tâm ảnh và các góc định hướng từ dữ liệu GNSS/IMU sẽ cho ra các ảnh đơn RGB có gắn tọa độ vị trí và góc xoay.

- Dữ liệu quỹ đạo bay quét kết hợp với dữ liệu LiDAR gốc sẽ được xử lý bằng phần mềm *Ri - PROCESS*. Kết quả thu được là đám mây điểm Point cloud chính xác.

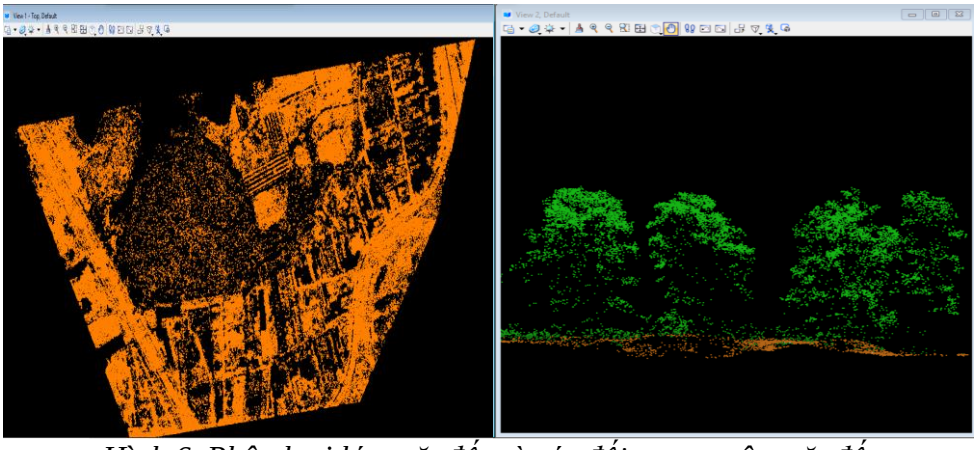
Toàn bộ dữ liệu sau đó sẽ được tiến hành xử lý trên phần mềm *Terrasolid*.

- Phân loại dữ liệu đám mây điểm:

+ Phân loại lớp mặt đất: lớp mặt đất là lớp cơ sở của mô hình số độ cao và là cơ sở để phân loại cho những lớp khác trong dữ liệu. Các đám mây điểm được phân loại vào lớp mặt đất khi các điều kiện góc địa hình (Terrain angle), góc lặp (Interaction angle), khoảng cách lặp (Interaction distance) thỏa mãn. Góc lặp thường là thông số được dùng để thử trong quá trình lặp của phân loại mặt đất. Thường sử dụng giá trị nhỏ với khu vực bằng phẳng hoặc với khu vực chủ yếu thực vật thấp ($< 4^0$), giá trị trung bình với khu vực đồi (khoảng 4^0 - 7^0) và giá trị lớn đối với khu vực núi ($> 7^0$). Đối với khu vực thực nghiệm thì ta lấy giá trị là 4^0.

+ Phân loại đối tượng theo độ cao: tiến hành phân loại các đối tượng theo độ cao, các đối tượng trên mặt đất được chia làm 3 lớp:

- Độ cao từ 0 m đến 0,3 m: đối tượng thấp
- Độ cao từ 0,3 m đến 2,5 m: đối tượng trung bình
- Độ cao trên 2,5 m: đối tượng cao



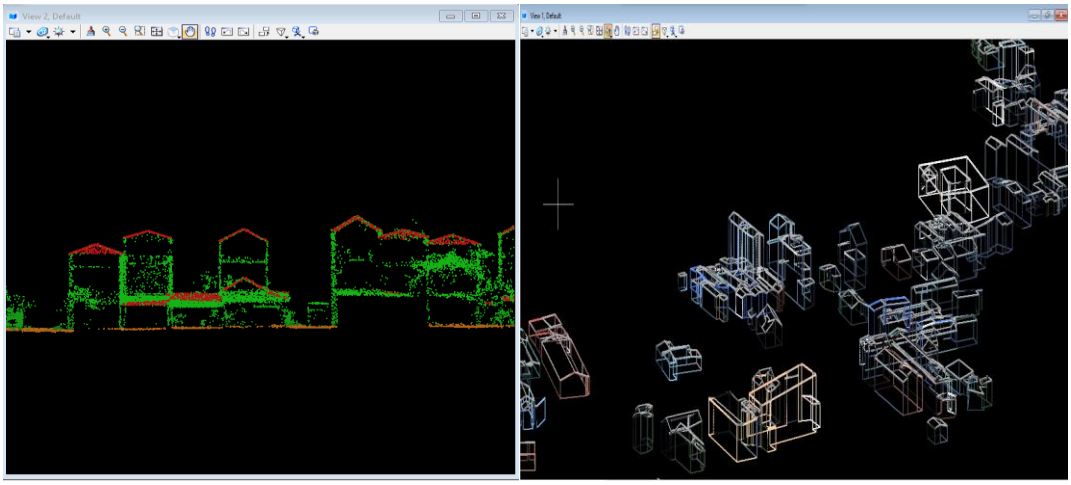
Hình 6. Phân loại lớp mặt đất và các đối tượng trên mặt đất

+ Phân loại công trình: phân loại công trình từ lớp đối tượng cao với các điều kiện kích thước của toà nhà bé nhất và dung sai độ cao. Kích thước tòa nhà tối thiểu phải được

đặt nhỏ hơn một chút so với diện tích của tòa nhà nhỏ nhất mà muốn phân loại. Dung sai độ cao kiểm soát sự phù hợp của mặt phẳng. Kiểm tra lại kết quả phân loại, nếu phân loại công trình sai nhiều thì thay đổi các tham số điều kiện. Một điều này hết sức quan trọng là việc phân loại các đối tượng công trình càng chính xác, chi tiết sẽ giúp cho quá trình vector hóa công trình được tự động một cách tối ưu nhất.

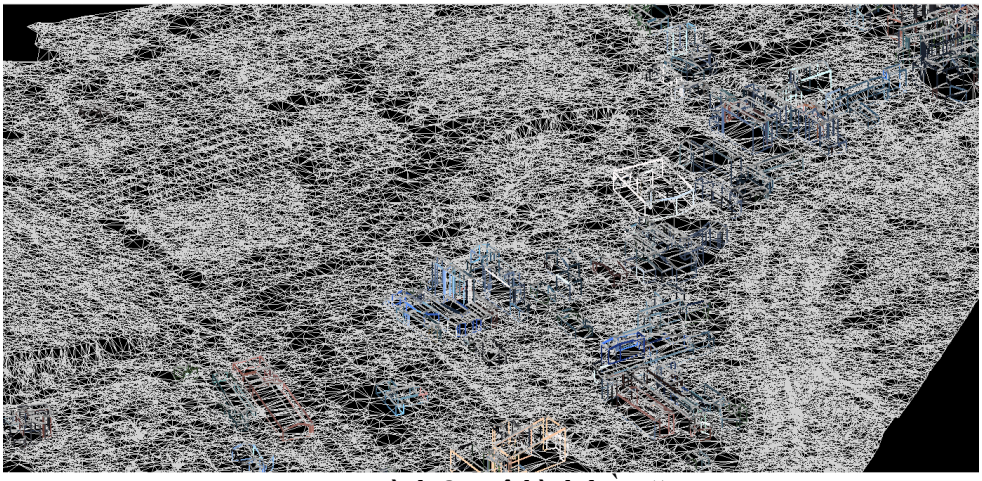
- Vector hóa công trình: được thực hiện sau khi đã phân loại được đám mây điểm thuộc lớp công trình, việc vector hoá các đối tượng công trình phụ thuộc vào các tham số đánh giá độ phẳng (Planarity) và dung sai (Increase) các điểm lân cận trong đám mây điểm để mô tả lại mặt phẳng mái.

Với ưu điểm dữ liệu đám mây điểm có mật độ 35 điểm/m^2 và quét theo dạng Elip, ngoài phần mái công trình thì hình dạng và các vách của công trình cũng được thu nhận tương đối đầy đủ giúp nâng cao chất lượng trong quá trình vector hóa. Phần mềm có khả năng tự động tương đối chính xác các công trình có các mái bằng, hoặc mái nghiêng có độ rộng và ổn định như nhà ở, các công trình mái vòm như các nhà xưởng. Tuy nhiên, đối với những công trình có mái phức tạp, công trình có góc nhà gấp khúc nhỏ, công trình bị thực vật che khuất hay các địa vật có độ cao xấp xỉ đặt gần nhau thì việc nội suy tự động còn chưa thực sự triệt để và chính xác. Để giải quyết điều này, phần mềm đã cung cấp một loạt các công cụ giúp người dùng có thể chỉnh sửa thủ công tương đối linh hoạt như xoá, loại bỏ các phần nhỏ trên mái, gộp các phần mái lân cận, chỉnh sửa lại cạnh của mái… Có thể kết hợp với ảnh trực giao để hỗ trợ tham chiếu, thuận tiện hơn trong quá trình nhận diện và chỉnh sửa đối tượng.



Hình 7. Phân loại và vector hoá công trình

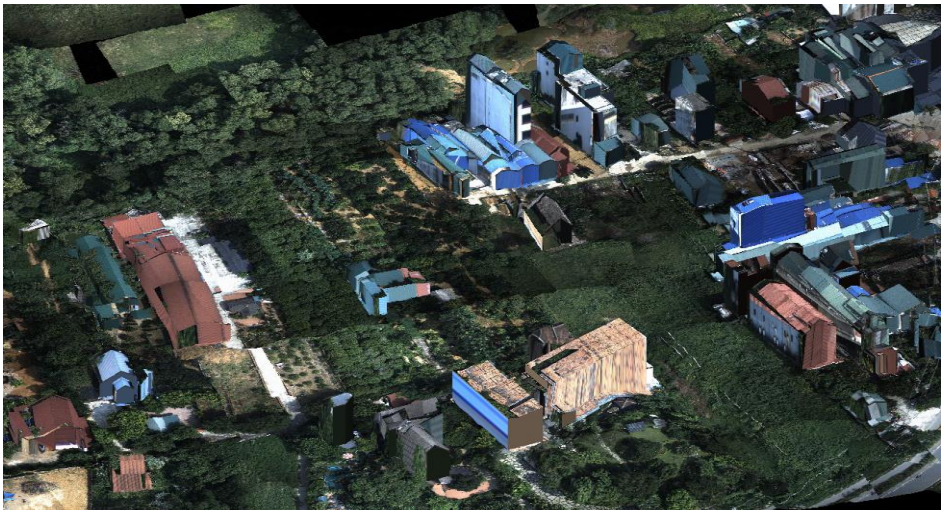
- Tạo mô hình bề mặt: được nội suy từ đám mây điểm mặt đất đã phân loại. Người dùng có thể tùy chọn kích thước và độ phân giải phù hợp cho mô hình bề mặt.



Hình 8. Mô hình bề mặt

- Tạo ảnh trực giao: dữ liệu ảnh số được liên kết và bình sai khối ảnh, tạo ảnh trực giao để tạo ảnh nền địa hình.

- Dán mặt cho công trình: dựa vào dữ liệu ảnh số đã được bình sai và có tọa độ tâm ảnh chính xác, kết hợp với dữ liệu các công trình đã được vetor hóa. Phần mềm sẽ tính toán và tự động trích xuất các hình ảnh phục vụ dán mặt cho công trình tương đối nhanh chóng.



Hình 9. Mô hình 3D một số công trình

4. KẾT LUẬN

Trong phạm vi là một bài báo, nhìn chung bài viết đã giới thiệu được sự hiệu quả trong việc xử lý dữ liệu LiDAR và ảnh số được tích hợp trong cùng một môi trường sẽ giúp cho quá trình hiệu chỉnh, phân loại và tạo mô hình 3D được dễ dàng, tận dụng tối đa tất cả thông tin dữ liệu và đạt được độ chính xác, chất lượng cao. Bên cạnh đó, bài viết cũng đã cơ bản xây dựng được một quy trình xử lý dữ liệu LiDAR khép kín đối với hệ thống *UAV LiDAR DT26E,* bước đầu đã đưa ra được giải pháp kỹ thuật xây dựng nhanh được mô hình 3D các công trình ở mức độ chi tiết LOD2 phục vụ thành lập bản đồ 3D tỷ lệ lớn.

Mặc dù vậy, đây mới chỉ là nghiên cứu và thực nghiệm ban đầu, do đó cần phải có nhiều nguồn dữ liệu hơn và các dự án triển khai trên diện rộng để đánh giá, thử nghiệm và hoàn thiện quy trình. Ví dụ như để việc tạo ảnh trực giao và dán mặt cho các công trình được hoàn toàn triệt để thì cần kết hợp thêm dữ liệu ảnh chụp xiên…

Giải pháp kỹ thuật xử lý kết hợp dữ liệu LiDAR và ảnh số cho hệ thống *UAV LiDAR DT26E* cần được tiếp tục nghiên cứu, hoàn thiện để có thể áp dụng tốt vào quy trình xây dựng Dự án "*Thành lập bản đồ 3D một số thành phố trọng điểm*" hiện đang chuẩn bị triển khai tại Cục Bản đồ/Bộ tổng Tham mưu.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. Đặng Thanh Tùng, Nghiên cứu ứng dụng công nghệ LiDAR thành lập bản đồ 3D khu vực đô thị, Đại học Tài nguyên và Môi trường Hà Nội.

[2]. KS. Lê Tuấn Anh và nnk, Ứng dụng công nghệ tích hợp LiDAR và chụp ảnh hàng không (Citymapper - leica) trong thu nhận, xử lý và thành lập dữ liệu không gian địa lý, Tổng Công ty Tài nguyên và Môi trường Việt Nam.

[3]. Đặng Thanh Tài và nnk, Xây dựng quy trình xử lý dữ liệu bay quét Lidar kết hợp chụp ảnh số bằng bộ phần mềm Inpho của Trimble trong sản xuất bản đồ tỷ lệ lớn, Công ty TNHH MTV Trắc địa bản đồ.

[4]. https://delair.aero/delair - commercial - drones/delair - dt26x - LiDAR - drone/.

ỨNG DỤNG CÔNG NGHỆ THÔNG TIN ĐỊA LÝ ĐÁNH GIÁ BIẾN ĐỘNG SỬ DỤNG ĐẤT VÀ XÂY DỰNG KỊCH BẢN SỬ DỤNG ĐẤT ĐẾN NĂM 2030 TẠI PHƯỜNG LONG TRƯỜNG THÀNH PHỐ THỦ ĐỨC - THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH

Nguyễn Thị Ngọc Ánh, Trần Hiếu Nghĩa

Khoa QLĐĐ&BĐS - Trường Đại học Nông Lâm TP. HCM

Ngày nhận bài: 05/8/2021 - Ngày phản biện: 11/8/2021 - Ngày chấp nhận đăng: 14/08/2021

Tóm tắt. *Con người đã có sự tác động trực tiếp toàn bộ quá trình quản lý và sử dụng đất thông qua các hoạt động của mình. Điều này đặt ra yêu cầu cần đánh giá biến động sử dụng đất trong thời kỳ quy hoạch sử dụng đất của địa phương. Qua số liệu kiểm kê đất đai năm 2010, 2015, 2020, cùng với việc ứng dụng GIS và chuỗi Markov, để phân tích biến động sử dụng đất và dự báo xu hướng biến động sử dụng đất tại phường Long Trường Tp. Thủ Đức đến năm 2030. Kết quả đã phân tích sự chuyển đổi qua lại giữa các loại đất và sự tăng hoặc giảm của cùng loại đất tại các mốc thời gian khác nhau, cụ thể diện tích biến động giai đoạn 2010 - 2020 là 464,04 ha (36,77% diện tích tự nhiên). Trên cơ sở những phân tích về dự báo biến động sử dụng đất bằng chuỗi Markov, nghiên cứu tiến hành xây dưng mô hình để mô hình hóa bài toán thay đổi sử dụng đất đến năm 2030 và xây dựng bản đồ dự báo sử dụng đất đến năm 2030.*

Từ khóa: *GIS, chuỗi Markov, biến động sử dụng đất, phường Long Trường.*

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Biến động sử dụng đất là sự thay đổi diễn ra thường xuyên và liên tục trong quá trình khai thác và sử dụng đất theo nhu cầu sử dụng như chuyển hóa nông thôn, đô thị, cũng như thực hiện công nghiệp hóa, hiện đại hóa trên phạm vi toàn cầu [3]. Tại Việt Nam, sau một quá trình sử dụng đất, các cơ quan quản lý đất đai tại địa phương cần phải có phương pháp đánh giá lại diễn biến sử dụng đất để biết được những vị trí biến động, nội dung biến động, xu hướng biến động, quy luật biến động... từ đó đưa ra những quyết sách, những điều chỉnh phù hợp sao cho đất đai được sử dụng một cách hiệu quả, bền vững và thân thiện với môi trường [6].

Quá trình đô thị hóa và chuyển đổi cơ cấu nông nghiệp tại TP. Hồ Chí Minh diễn ra mạnh mẽ dẫn đến tình hình sử dụng đất có nhiều biến động theo thực tế từng địa phương, trong đó những biến động phù hợp nhưng cũng có những biến động không phù hợp với quy hoạch, kế hoạch sử dụng đất [8]. Nghiên cứu này được thực hiện cụ thể trong điều kiện phường Long Trường chịu sự tác động liên tục của quá trình đô thị hóa và chuyển đổi cơ cấu sử dụng đất nông nghiệp, giảm 81,23 ha (6,44% diện tích tự nhiên) (Long

Trường, 2020). Thông qua ứng dụng công nghệ GIS và chuỗi Markov, nghiên cứu nhằm kiểm chứng được khả năng ứng dụng của phương pháp này trong đánh giá biến động sử dụng đất và hỗ trợ công tác quản lý đất đai tại phường Long Trường.

Bài báo "*Ứng dụng công nghệ thông tin địa lý đánh giá biến động sử dụng đất và xây dựng kịch bản sử dụng đất đến năm 2030 tại phường Long Trường TP. Thủ Đức TP. Hồ Chí Minh"* cần được thực hiện nhằm hỗ trợ công tác định hướng, điều chỉnh quy hoạch sử dụng đất trong thời kỳ tiếp theo.

2. DỮ LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Dữ liệu

Các báo cáo thuyết minh, số liệu diện tích và bản đồ kiểm kê đất đai năm 2010; bản đồ thống kê năm 2018, 2019, 2020, thu thập tại UBND phường.

Ngoài ra, các tài liệu về điều kiện tự nhiên; số liệu kinh tế - xã hội; quy hoạch, kế hoạch sử dụng đất; các chính sách sử dụng đất của địa phương giai đoạn 2010 - 2020 được thu thập tại Ủy ban nhân dân phường Long Trường và Phòng Tài nguyên và Môi trường TP. Thủ Đức.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

- Phương pháp biên tập bản đồ hiện trạng sử dụng đất

Nghiên cứu này sử dụng bản đồ thống kê năm 2010 và năm 2020 dạng *.dgn, có sự khác biệt rõ rệt giữa 2 năm. Cụ thể, một số khoanh đất ở thời điểm năm 2010 là đất trồng cây lâu năm (CLN) nhưng trong quá trình sử dụng đến thời điểm năm 2020 bị biến đổi thành khoanh đất có sự kết hợp của đất ở tại đô thị (ODT). Do đó, bài báo sử dụng các công cụ của phần mềm ArcGIS để định dạng dữ liệu và biên tập thành bản đồ hiện trạng của hai thời điểm; cuối cùng là thành lập bản đồ biến động sử dụng đất giai đoạn 2010 - 2020.

- Phương pháp đánh giá biến động sử dụng đất

Biến động sử dụng đất được xác định thông qua công nghệ GIS với ứng dụng của phần mềm ArcGIS. Các dữ liệu bản đồ sau khi được chuẩn hóa sẽ được chồng ghép để thành lập bản đồ biến động đất đai. Qua bản đồ biến động sử dụng đất được thành lập, dữ liệu biến động được truy xuất phục vụ đánh giá biến động sử dụng đất tại hai thời điểm thông qua ma trận biến động được trình bày ở Bảng 2.

- Phương pháp dự báo sử dụng đất

Xác định sự thay đổi của các kiểu sử dụng đất dựa trên cơ sở của mô hình Markov Chain:

Mô hình chuỗi Markov được sử dụng để tính toán số lượng thay đổi có thể xảy trong tương lai. Quá trình ngẫu nhiên mô tả xác suất của thay đổi từ trạng thái này sang trạng thái khác. Xác suất chuyển tiếp sẽ là xác suất mà loại đất tại thời gian t1 thay đổi sang loại đất khác trong thời gian t2. Những thay đổi trong sử dụng đất được sử dụng để phát triển ma trận chuyển tiếp xác suất và dự đoán sử dụng đất trong thời gian tới [7].

Bảng 1. Ma trận xác suất biến động sử dụng đất giai đoạn t1 - t2

Loại đất	P_1	P_2	P_3	P_4	P_5	P_6
P_1	γ_{11}	γ_{12}	γ_{13}	γ_{14}	γ_{15}	γ_{16}
P_2	γ_{21}	γ_{22}	γ_{23}	γ_{24}	γ_{25}	γ_{26}
P_3	γ_{31}	γ_{32}	γ_{33}	γ_{34}	γ_{35}	γ_{36}
P_4	γ_{41}	γ_{42}	γ_{43}	γ_{44}	γ_{45}	γ_{46}
P_5	γ_{51}	γ_{52}	γ_{53}	γ_{54}	γ_{55}	γ_{56}
P_6	γ_{61}	γ_{62}	γ_{63}	γ_{64}	γ_{65}	γ_{66}

Trong đó:

- P: là loại đất (CHN, CLN, NTS, ODT, CDG, BCS, K)
- γ11, γ12… γ66: là xác xuất thay đổi các kiểu sử dụng đất, được xác định dựa trên ma trận biến động các loại đất.
- Với γ11 = Diện tích đất đã chuyển / Tổng diện tích đất năm 2010.
- Với γij: Là xác suất thay đổi được xác định từ việc chồng xếp bản đồ sử dụng đất tại 2 thời điểm khác nhau.

Để dự đoán phân bố các kiểu sử dụng đất khác nhau vào các thời điểm khác nhau. Tuy nhiên, để dự đoán phân bố các kiểu sử dụng đất khác nhau vào các thời điểm tiếp theo có thể ứng dụng mô hình Markov như sau:

$$\begin{pmatrix} Diện\ tích\ các \\ kiểu\ sử \\ dụng\ đất\ tại \\ thời\ điểm\ t1 \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} Ma\ trận\ xác \\ suất\ thay \\ đổi\ các\ kiểu \\ sử\ dụng\ đất \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} Diện\ tích\ các \\ kiểu\ sử \\ dụng\ đất\ tại \\ thời\ điểm\ t2 \end{pmatrix}$$

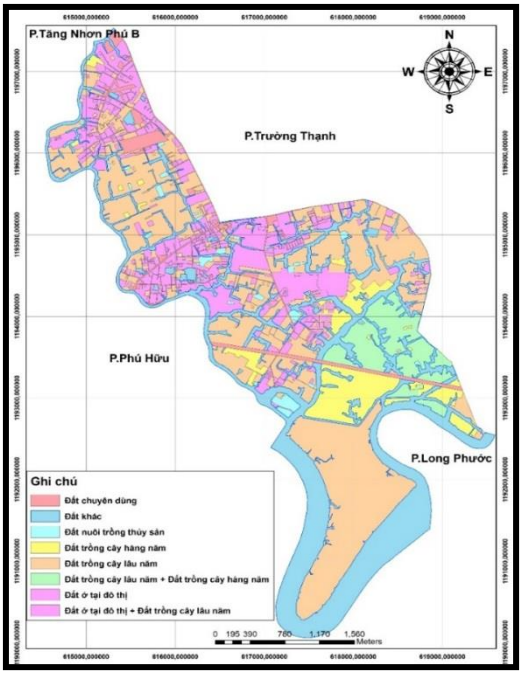
- Phương pháp xây dựng kịch bản sử dụng đất

Dựa vào kết quả dự báo, tác giả tiến hành đề xuất thang điểm cho các loại hình sử dụng đất, kết hợp công cụ Weight Overlay trên phần mềm ArcGIS áp dụng trong việc chồng ghép bản đồ và lựa chọn địa điểm tối ưu hoặc mô hình hóa tính phù hợp.

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU

3.1. Hiện trạng sử dụng đất tại phường Long Trường

Tổng diện tích đất tự nhiên của phường Long Trường là 1.261,96 ha. Cơ cấu sử dụng đất cho mục đích nông nghiệp chiếm 58,61% và phi nông nghiệp chiếm 41,39% (Long Trường, 2020). Sản xuất nông nghiệp của phường Long Trường dựa trên việc chuyển đổi cơ cấu cây trồng vật nuôi, tăng diện tích trồng cây ăn trái, cây kiểng, cá cảnh, với nhiều mô hình trồng lan, mai ghép, nuôi cá cảnh mang lại hiệu quả cao, đồng thời cũng xuất hiện nhiều mô hình vật nuôi mới như: heo rừng lai, cá sấu, ếch… có hiệu quả. Tuy nhiên, việc phân bố đất cho các mục đích này chưa hợp lý, có sự xen lẫn giữa các loại hình sản xuất.



Hình 1. Bản đồ hiện trạng sử dụng đất năm 2020

Bảng 2. Hiện trạng sử dụng đất phường Long Trường năm 2010, 2015, 2020

(*Đơn vị tính: ha)*

STT	Loại hình sử dụng đất	Năm 2010	Năm 2015	Biến động (+)(-)	Năm 2020	Biến động (+)(-)
1	Đất trồng cây hàng năm (CHN)	284,35	208,58	- 75,77	122,37	86,21
2	Đất trồng cây lâu năm (CLN)	516,72	550,38	33,66	599,46	49,08
3	Đất nuôi trồng thủy sản (NTS)	19,86	18,58	- 1,28	17,87	- 0,71
4	Đất chuyên dùng (CDG)	45.90	53,70	7,80	53,68	- 0,02
5	Đất ở tại đô thị (ODT)	63,52	107,11	43,59	144,31	37,20
6	Đất khác (K)	331,61	323,56	- 8,05	324,27	0,71

(Nguồn: tổng hợp)

Dựa vào Bảng 2 cho thấy: diện tích đất trồng cây hàng năm và đất nuôi trồng thủy sản liên tục giảm. Diện tích đất trồng cây hàng năm năm 2010 là 284,35 ha, đến năm 2015 là 208,58 ha giảm 75,77 ha và năm 2020 diện tích đất còn lại là 122,37 ha giảm 86,21 ha. Diện tích đất trồng cây hàng năm 2010 là 284,35 ha, đến năm 2015 là 208,58 ha giảm 75,77 ha và năm 2020 diện tích đất còn lại là 122,37 ha giảm 86,21 ha. Đất nuôi trồng thủy sản năm 2010 là 19,68 ha, đến năm 2015 là 18,58 ha giảm 1,28 ha và năm 2020 diện tích đất còn lại là 17,87 ha giảm 0,71 ha. Đất khác năm 2010 là 331,61 ha, đến năm 2015 là 323,56 ha giảm 8,05 ha và năm 2020 diện tích đất là 324,27 ha tăng 0,71 ha. Đất chuyên dùng năm 2010 là 45,90 ha, đến năm 2015 là 53,70 ha tăng 7,80 ha và năm 2020 diện tích đất là 53,68 ha tăng 0,02 ha. Đất trồng cây lâu năm năm 2010 là 516,72 ha, đến năm 2015 là 550,38 ha tăng 33,66 ha và năm 2020 diện tích đất là 599,46 ha tăng 49,08 ha. Đất ở

tại đô thị năm 2010 là 63,52 ha, đến năm 2015 là 107,11 ha tăng 43,59 ha và năm 2020 diện tích 144,31 ha tăng 37,20 ha.

3.2. Phân tích biến động sử dụng đất và dự báo biến động sử dụng đất năm 2030

Quy hoạch, kế hoạch sử dụng đất từ năm 2010 đến 2020 đều theo hướng giảm diện tích nhóm đất nông nghiệp (sản xuất nông nghiệp và nuôi thủy sản) sang nhóm đất phi nông nghiệp (đất ở và phi nông nghiệp). Thông qua kết quả kiểm kê đất đai năm 2010, 2015, 2020, trong nội bộ nhóm đất nông nghiệp thể hiện xu thế chuyển đổi từ đất sản xuất nông nghiệp sang đất nuôi thủy sản. Dựa vào quy mô và kế hoạch sử dụng đất hàng năm cũng như các chính sách về chuyển đổi sử dụng đất đai của phường Long Trường trong hai kỳ kiểm kê 2010 - 2015 và 2015 - 2020, kết quả số liệu phân tích biến động sử dụng đất tương đồng và không có sự khác biệt lớn; do đó, đủ điều kiện để tiến hành dự báo dựa trên hệ số chu chuyển của giai đoạn nghiên cứu.

Áp dụng mô hình đã được xây dựng để dự báo diện tích đất tại thời điểm năm 2020 thông qua hệ số chu chuyển của giai đoạn 2010 - 2015. Ma trận biến động được xác định tại Bảng 3 có kết quả như sau.

Bảng 3. Ma trận xác suất biến động đất đai giai đoạn 2010 - 2015

Mã loại đất	CHN	CLN	NTS	CDG	ODT	K
CHN	0	0	0	0,96	0,01	0,02
CLN	0,13	0,78	0,02	0	0,07	0
NTS	0,13	0,66	0,02	0,02	0,16	0,01
CDG	0	0	0	0	0,02	0,98
ODT	0,03	0,44	0,21	0,03	0,23	0,06
K	0	0,27	0,01	0,04	0,67	0

(Nguồn: tổng hợp)

Kết quả dự báo diện tích đất trồng cây hàng năm 102,92 ha, đất trồng cây lâu năm 619,52 ha, đất nuôi trồng thủy sản là 19,81 ha, đất chuyên dùng là 53,70 ha, đất ở tại đô thị là 134,70 ha, đất khác là 331,31 ha.

Đối chiếu với diện tích thực tế theo số liệu kiểm kê đất đai tại phường Long Trường năm 2020 và bản đồ hiện trạng sử dụng đất phường Long Trường năm 2020 cho thấy diện tích dự báo của mô hình Markov phù hợp với diện tích thực tế. Sai số được xác định theo công thức:

$$\delta = \frac{Tổng\ diện\ tích\ chênh\ lệch}{Tổng\ diện\ tích\ các\ loại\ đất} x100\% = 4{,}60\%$$

Như vậy, độ chính xác của mô hình dự báo là 95,4%. Kết quả này cho thấy, hệ số chu chuyển biến động sử dụng đất từ phân tích dữ liệu của chuỗi Markov hoàn toàn có thể ứng dụng để xây dựng mô hình dự báo biến động sử dụng đất tại phường Long Trường đến năm 2030.

Nghiên cứu áp dụng mô hình đã được xây dựng để dự báo diện tích đất tại thời điểm năm 2030 thông qua hệ số chu chuyển của giai đoạn 2010 - 2020 với độ chính xác là

95,4% để lập ma trận biến động sử dụng đất được xác định tại Bảng 4 kết hợp với hiện trạng năm 2010, 2020 được dùng để xác định diện tích của từng loại đất đến năm 2030.



Hình 2. So sánh diện tích các loại đất năm 2020 theo dự báo và hiện trạng

Bảng 4. Tổng hợp diện tích các loại hình SDĐ năm 2010, 2020 và dự báo 2030

(Đơn vị tính: ha)

Năm	Loại hình sử dụng đất						Tổng
	CHN	CLN	NTS	CDG	ODT	K	
2010	284,35	516,72	19,86	45,90	63,52	331,61	1261,96
2020	122,37	599,46	17,87	53,68	144,31	324,28	1261,96
2030	143,75	444,57	15,44	63,84	273,98	320,33	1261,96

(Nguồn: tổng hợp)

Sử dụng ma trận hiện trạng sử dụng đất năm 2010 nhân với ma trận xác suất thay đổi sử dụng đất trong giai đoạn 2010 - 2020 theo công thức (1) ta có kết quả dự báo biến động sử dụng đất đến năm 2030. Dựa vào kết quả dự báo đến năm 2030 ta thấy đất nuôi trồng thủy sản là 15,44 ha (1,22%), đất trồng cây hàng năm là 143,78 ha (11,39%), đất trồng cây lâu năm là 444,57 ha (35,23%), đất ở tại đô thị là 273,98 ha (21,71%), đất chuyên dùng là 63,84 ha (5,06%) và cuối cùng là đất khác 320,33 ha (25,38%).

Đối chiếu với kết quả thống kê hàng năm, khảo sát thực tế tại phường Long Trường, ngoài nguyên nhân thực hiện quy hoạch sử dụng đất, nhu cầu sử dụng đất ở của người dân và quá trình triển khai các dự án kinh doanh bất động sản từ năm 2010 đến năm 2020 đã chứng minh kết quả phân tích biến động đất và dự báo nhu cầu sử dụng đất của bài

báo. Như vậy, đến năm 2030 phường Long Trường tiếp tục có sự dịch chuyển cơ cấu sử dụng đất từ nhóm đất nông nghiệp sang nhóm đất phi nông nghiệp, cụ thể đất nông nghiệp năm 2010 là 820,93 ha (65,05%) giảm còn 603,76 ha (47,84%). Xu hướng chuyển đổi này phù hợp với quy hoạch tổng thể phát triển kinh tế xã hội của thành phố Thủ Đức, quy hoạch xây dựng vùng đến năm 2030 và tầm nhìn đến năm 2040.

3.3. Xây dựng bản đồ phân bố sử dụng đất

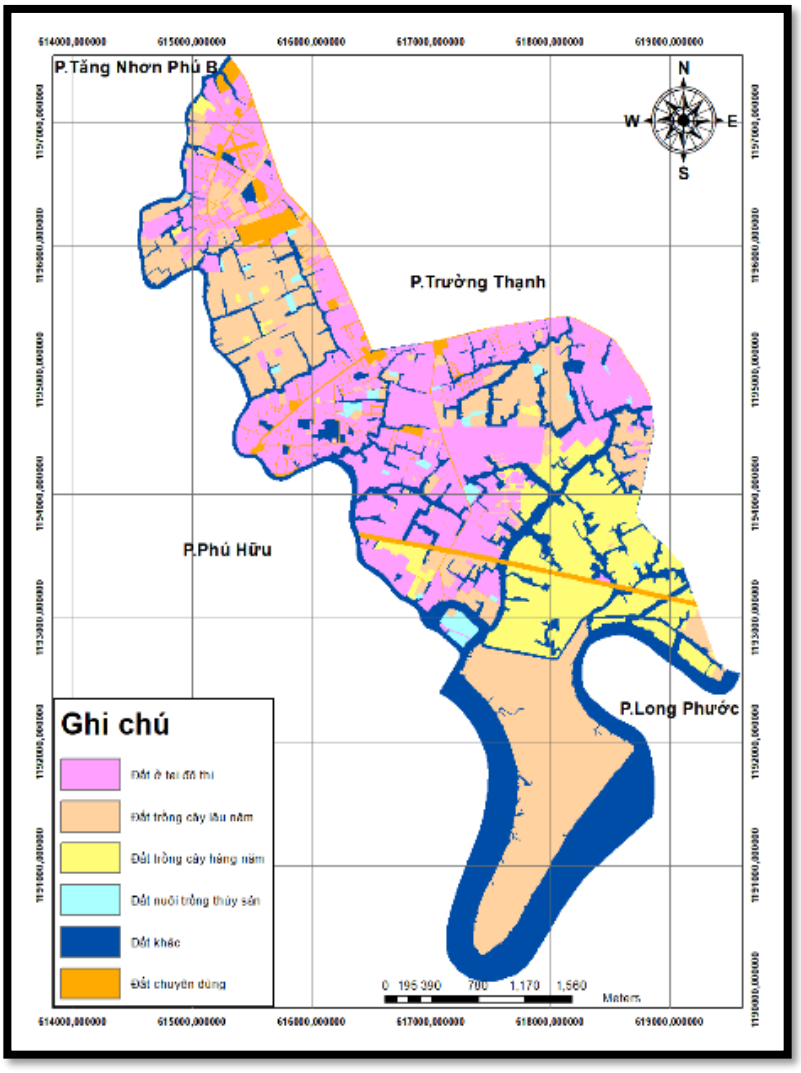
Trên cơ sở những phân tích về dự báo biến động sử dụng đất mục 3.2, nghiên cứu đã xây dựng mô hình để mô hình hóa bài toán thay đổi sử dụng đất đến năm 2030. Tiến hành đề xuất thang điểm cho các loại hình sử dụng đất, kết hợp công cụ Weight Overlay trên phần mềm ArcGIS áp dụng trong việc lựa chọn địa điểm tối ưu và mô hình phù hợp. Mỗi lớp giá trị trong một raster đầu vào được gán một giá trị mới dựa trên thang đánh giá, các lớp tiêu chí đầu vào sẽ nằm trong các hệ thống đánh số khác nhau với các phạm vi khác nhau, để kết hợp chúng trong một phân tích duy nhất, mỗi tiêu chí phải được phân loại lại thành một thang đo ưu tiên chung như 1 đến 5, với 5 là sự thay đổi lớn nhất. Các giá trị mới này là phân loại lại của các giá trị raster đầu vào ban đầu. Các bước mô hình hóa theo trình tự sau:

- Chuyển đổi dữ liệu dạng vector sang dữ liệu dạng raster cho các lớp thông tin như bản đồ hiện trạng sử dụng đất 2010 và 2020.
- Chồng lớp (weighted overlay): tiến hành chồng xếp các lớp thông tin theo đánh giá sự thay đổi đã xác định.

Bảng 5. Bảng đánh giá sự thay đổi sử dụng đất giai đoạn 2010 - 2030

STT	Loại hình sử dụng đất	Năm 2010	Năm 2020	Đánh giá sự thay đổi
1	Đất trồng cây hàng năm (CHN)	284,35	143,75	**1**
2	Đất trồng cây lâu năm (CLN)	516,72	444,57	**2**
3	Đất nuôi trồng thủy sản (NTS)	19,86	15,44	**4**
4	Đất chuyên dùng (CDG)	45,90	63,84	**5**
5	Đất ở tại đô thị (ODT)	63,52	273,98	**1**
6	Đất khác (K)	331,61	320,33	**5**
Tổng		1261,96	1261,96	

Trên cơ sở 02 lớp dữ liệu raster được xây dựng và đánh giá sự thay đổi được xây dựng trong Bảng 5, chúng ta tiến hành thực hiện tiến trình chồng xếp bản đồ và được kết quả như Hình 3.



Hình 3. Bản đồ dự báo sử dụng đất năm 2030

4. KẾT LUẬN

Kết quả nghiên cứu đánh giá biến động sử dụng đất phường Long Trường (Hình 3) cho thấy: diện tích đất trồng cây hàng năm và đất nuôi trồng thủy sản liên tục giảm. Diện tích đất trồng cây hàng năm tại thời điểm năm 2010 là 284,35 ha, đến năm 2020 còn lại là 122,37 ha giảm 158,98 ha, năm 2020 diện tích đất nuôi trồng thủy sản chỉ còn 17,87 ha giảm 1,99 ha. Diện tích đất chuyên dùng tăng: năm 2010, diện tích đất chuyên dùng là 45,90 ha, đến năm 2020 là 53,68 ha tăng 7,78 ha. Năm 2020 diện tích đất ở là 144,31 ha, tăng 80,78 ha. Diện tích đất trồng cây lâu năm là 599,46 ha, tăng 82,74 ha.

Đánh giá biến động đất đai thông qua ứng dụng GIS phân tích được sự chuyển đổi qua lại giữa từng loại đất và sự tăng hoặc giảm của cùng loại đất ở các mốc thời gian khác nhau. Diện tích dự báo đến năm 2030 phù hợp với xu hướng thay đổi sử dụng đất các giai đoạn trước, cụ thể: kết quả dự báo đến năm 2030, ta thấy đất nuôi trồng thủy sản là 15,44

ha (1,22%), đất trồng cây hàng năm là 143,78 ha (11,39%), đất trồng cây lâu năm là 444,57 ha (35,23%), đất ở tại đô thị là 273,98 ha (21,71%), đất chuyên dùng là 63,84ha (5,06%) và cuối cùng là đất khác 320,33 ha (25,38%). Trong nghiên cứu này, nhóm tác giả chỉ đánh giá và phân tích sự chu chuyển diện tích giữa các loại đất; thời gian tới cần có nghiên cứu sâu hơn về tác động của các chính sách, mục đích của các chủ thể trong việc chuyển đổi mục đích sử dụng đất.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. Huỳnh Văn Chương, C. V. (Tập 1 - 2017). Nghiên cứu và dự báo biến động sử dụng đất tại thành phố Nha Trang, tỉnh Khánh Hòa ứng dụng chuỗi Markov và GIS. *Tạp chí Khoa học và Công nghệ Nông Nghiệp*, 37 - 46.

[2]. J.H Liou, C. Y. (2011). A modified VIKOR multiple - criteria decision method for improving domestic airline service quality. *Air transport Management, 17* .

[3]. Lambin, E. T. (2001). The cause of land - use and land - cover change: moving beyond the mysths. *Global Environmental Change*, 261 - 269.

[4]. Nguyễn Kim Lợi. (2005). Ứng dụng chuỗi Markov và GIS trong việc đánh giá diễn biến sử dụng đất. *NXB Nông nghiệp*.

[5]. Esri, 2016. Weighted Overlay

<https://desktop.arcgis.com/en/arcmap/10.3/tools/spatial-analyst - toolbox/weighted - overlay.htm >.

[6]. Phan Hoàng Vũ, P. T. (2017). Nghiên cứu và dự báo biến động sử dụng đất tại thành phố Nha Trang, tỉnh Khánh Hòa ứng dụng trong chuỗi Markov và GIS. *Tạp chí khoa học và công nghê, tập 1(1) - 2017.*

[7]. Yeh A G, L. (2001). A constrained CA mode for the simulation and planning of sustainable urban forms by using GIS. *Environment and Planning B: Planning and Design*, 733 - 753.

[8]. Quận 9, U. (2019). *Báo cáo tổng kết kỳ kiểm kê.* UBND quận 9.

GIỚI THIỆU CÔNG NGHỆ THÀNH LẬP BẢN ĐỒ ẢNH NỔI 3D KHỔ LỚN VÀ MỘT SỐ SẢN PHẨM NỔI 3D TỪ ẢNH VIỄN THÁM, MÔ HÌNH SỐ ĐỘ CAO VÀ CƠ SỞ DỮ LIỆU ĐỊA LÝ

Vũ Văn Chất[1], Nguyễn Tuấn Anh[2]

[1]Viện Phát triển Kinh tế, Văn hóa, Xã hội số,

[2]Trung tâm Thông tin, dữ liệu Biển và Hải đảo quốc gia

Ngày nhận bài: 03/7/2021 - Ngày phản biện: 27/7/2021 - Ngày chấp nhận đăng: 16/08/2021

Tóm tắt. *Trong kỷ nguyên của Cuộc cách mạng công nghiệp lần thứ tư, nhiều sản phẩm công nghệ số được ứng dụng trong lĩnh vực Trắc Địa - Bản Đồ - Viễn Thám. Bài báo giới thiệu công nghệ thành lập và biểu diễn bản đồ ảnh nhìn lập thể bằng kính 3D - xanh đỏ, in khổ lớn, thực nghiệm với diện tích 200 km^2 trên khu vực đỉnh núi cao nhất Phan Xi Păng của Việt Nam và một số sản phẩm nổi 3D hữu dụng được thành lập từ ảnh viễn thám, mô hình số độ cao và cơ sơ dữ liệu địa lý, qua đó đánh giá hiệu quả và tiềm năng ứng dụng của công nghệ và sản phẩm này trong thực tiễn.*

Từ khóa: *ảnh viễn thám, mô hình số độ cao, cơ sở dữ liệu địa lý, Kính 3D, Ảnh 3D, Thực tế ảo (VR - Virtual Reality)*

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Tại Diễn đàn Kinh tế Thế giới (WEF) lần thứ 46 ở Thụy Sỹ, khái niệm Cuộc cách mạng công nghiệp lần thứ tư (CMCN 4.0) được GS. Klaus Schvvab, người Đức, Chủ tịch Diễn đàn Kinh tế Thế giới Davos đưa ra và đó cũng là chủ đề chính của diễn đàn kinh tế lớn nhất thế giới năm 2016. Ở đây "một cụm thuật ngữ cho các công nghệ và khái niệm của tổ chức trong chuỗi giá trị" đi cùng với các hệ thống vật lý trong không gian ảo, Internet kết nối vạn vật (IoT) và Internet của các dịch vụ (IoS). Bản chất của CMCN lần thứ 4 là dựa trên nền tảng công nghệ số và tích hợp tất cả các công nghệ thông minh để tối ưu hóa quy trình, phương thức sản xuất; nhấn mạnh những công nghệ đang và sẽ có tác động lớn nhất đó là công nghệ in 3D, công nghệ sinh học, công nghệ vật liệu mới, công nghệ tự động hóa và người máy.

Đến nay các thành tựu của CMCN 4.0 đã hiện diện trong nhiều lĩnh vực trên thế giới cũng như ở Việt Nam, trong đó có lĩnh vực Trắc địa - Bản đồ - Viễn Thám, mà một trong các ví dụ là công nghệ bản đồ nổi 3D, từ việc sử dụng các trạm đo vẽ ảnh lập thể, công nghệ ảnh Radar vệ tinh giao thoa InSAR, Công nghệ LiDAR, công nghệ UAV, công nghệ in 3D...

Bản chất công nghệ thành lập ảnh dạng 3D không phải là khái niệm mới, nó bắt đầu ra đời từ năm 1853, với các ảnh phong cảnh và vật thể nhỏ tầm nhìn ngang, độ sâu của ảnh không lớn. Ở các nước tiên tiến như Mỹ, Anh, Nga và gần đây là Viện không gian

địa lý GSI Nhật Bản, bản đồ 3D dùng kính xanh đỏ đã được ứng dụng nhiều trong nhiều ngành địa chất, xây dựng, quân sự... Trong nước công nghệ 3D đã được ứng dụng trong đo vẽ bản đồ ảnh chụp hàng không bằng kính phân cực hay kính xanh đỏ trong đào tạo... tuy có nhiều nghiên cứu, ứng dụng nhưng chưa thấy công bố sản phẩm 3D khổ lớn nhìn bằng kính lập thể.

Các bản đồ chuyên đề thường dùng được in trên giấy kích thước nhỏ khổ A4, A3, A2, A1, hay bản đồ địa hình theo chia mảnh theo danh pháp, lưới chiếu kinh vĩ độ, phút, giấy in trên giấy khổ 70 cm x 70 cm. Một số bản đồ treo tường có thể ghép từ 2, 4 hay nhiều mảnh bản đồ khổ A0, nhưng đa phần đều là bản đồ 2D như bản đồ hành chính Việt Nam, Thế giới....

Bản đồ ảnh 3D khổ lớn trong bài viết này được hiểu là bản đồ ảnh được in trên máy in ***khổ lớn*** liền mảnh, không cắt ghép, bảo đảm tính liên tục hình ảnh, với kích thước khu vực thử nghiệm có chiều rộng 1,2 m, chiều dài 2 m và có thể rộng hơn, dài hơn, dùng kính xanh đỏ nhìn tạo hiệu ứng nổi 3 chiều (3D) rất đẹp, hoành tráng cho người xem cảm giác như đứng trước không gian thực để quan sát, nhìn ngắm sự hùng vĩ của địa hình đỉnh núi cao nhất Việt Nam và Đông Dương.

Với việc ứng dụng các thành tựu của CMCN 4.0, công nghệ 3D được sử dụng cho việc thành lập bản đồ ảnh địa hình, có thể in ra trên giấy ở khổ lớn dài rộng hơn 2 mét ở góc nhìn từ trên 3000 mét xuống tạo ra các hiệu ứng 3D hùng vĩ cho việc thể hiện bản đồ ảnh 3D theo một cách mới, qua đó có thể ứng dụng hiệu quả cho một số lĩnh vực tham quan du lịch và lữ hành, bảo tàng, dự đoán phát hiện sạt lở, lũ quét... Ngoài ra có thể triển khai dưới dạng thực tế ảo, giúp người xem có thể quan sát trước khi đến tham quan du lịch hay trải nghiệm ở một thực tế ảo (VR - Virtual Reality), sa bàn 3D, cũng như in ra mô hình 3D từ máy in 3D làm quà lưu niệm...

2. DỮ LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Cơ sở lý luận

2.1.1. Cơ sở lý thuyết của việc nhìn ảnh nổi 3D bằng mắt

Các phương pháp nhìn bằng mắt hình ảnh nổi 3D hiện nay với mô hình giác mạc hơi phi cầu và có hai bề mặt khúc xạ ảnh hưởng đến độ chính xác bởi kích thước đồng tử, hướng nhìn và vị trí đầu đến việc tái tạo lại ảnh nhìn sai số kết quả nằm trong khoảng ± 1,0 độ cho thấy nhìn bằng mắt hình ảnh nổi 3D có thể là một tùy chọn để quan sát thế giới trong không gian 3 chiều.

Phương pháp nhìn bằng mắt được sử dụng rộng rãi trong nhiều lĩnh vực nghiên cứu, chẳng hạn như nghiên cứu về sự chú ý, tìm kiếm trực quan, đọc và tương tác giữa con người với máy tính. Các loại hệ thống nhìn bằng mắt khác nhau tồn tại, tuy nhiên, những phương pháp này tương đối khó nhìn và không thoải mái, loá, dễ bị trôi, điều này làm cho chúng ít thích hợp để sử dụng cho các đối tượng. Có phương pháp nội suy 2D ước tính

hướng nhìn bằng cách liên hệ các đặc điểm hình ảnh với tọa độ hướng nhìn 2D trên màn hình bằng các hàm ánh xạ thực nghiệm, trong khi các phương pháp dựa trên mô hình 3D ước tính hướng nhìn từ mô hình hình học của mắt.

Theo truyền thống, các trình nhìn bằng mắt dựa trên ảnh yêu cầu quy trình hiệu chuẩn in để xác định ánh xạ giữa các đặc điểm hình ảnh và ánh nhìn trong hệ thống 2D và ước tính các thông số của mắt, chẳng hạn như bán kính cong giác mạc trong hệ thống 3D. Đề xuất phương pháp 3D trong đó sử dụng hai camera và hai nguồn sáng để tính toán trục quang học của mắt từ các ước tính về vị trí của trung tâm đồng tử và trung tâm của độ cong giác mạc.

Các phương pháp 3D để tái tạo lại hướng nhìn bằng cách sử dụng trình nhìn bằng mắt hình ảnh nổi 3D dựa trên ảnh.

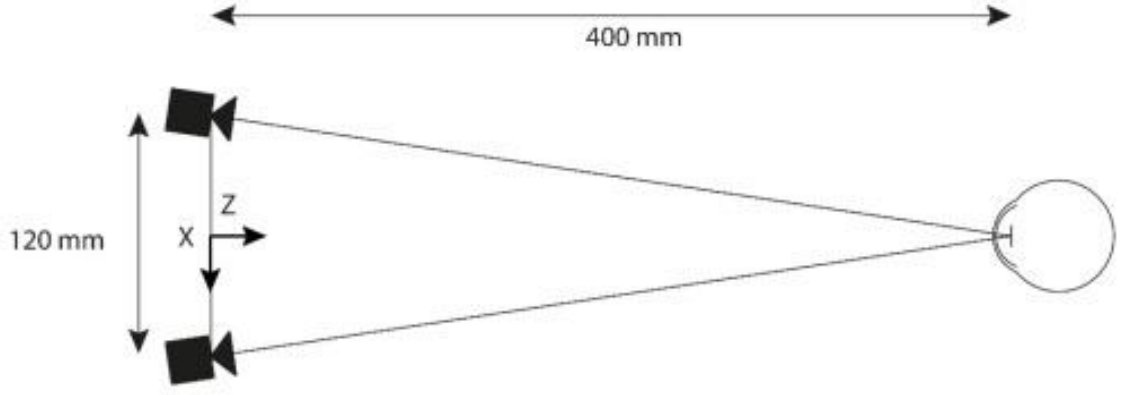
- Mô hình dò tia

Mô hình mắt giản đồ Navarro (Bảng 1) được sử dụng để mô phỏng đồng tử ảo.

Bảng 1. Các thông số của mô hình mắt lược đồ Navarro

	Bán kính cong (mm)	**Hằng số conic (Q)**	**Tâm của độ cong giác mạc (mm)**
Giác mạc trước	7,72	- 0,26	7,72
Giác mạc sau	6,5	0	7,05
	Độ dày (mm)	**Chỉ số khúc xạ**	
Giác mạc	0,55	1,367	
Nước	3,05	1,3374	

Bề mặt của giác mạc phía trước được mô tả bằng công thức x 2 + y 2 + (1 + Q) z 2 - 2Rz = 0 x2 + y2 + (1 + Q) z2 - 2Rz = 0, trong đó Q là hằng số conic và R là bán kính cong.

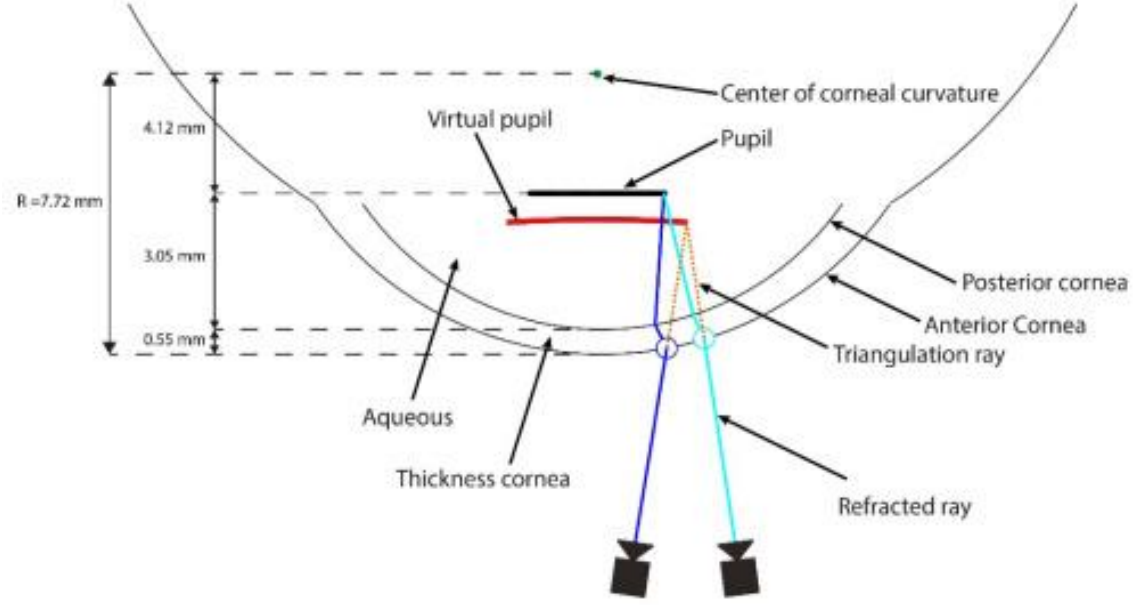


Hình 1. Hình trên cùng của thiết lập nhìn bằng mắt hình ảnh nổi mô phỏng

Hai máy ảnh ảo được đặt cách nhau 120 mm, với các điểm nút của chúng cách gốc 60 mm trái và phải trong một hệ tọa độ thuận tay phải. Trục quang học của cả hai máy

ảnh cắt nhau cách gốc tọa độ 400 mm trong mặt phẳng nằm ngang. Con mắt mô phỏng được đặt ở các vị trí không gian khác nhau (X∈ [0, 30, 60] mm, Y∈ [0, 30, 60] mm và Z = 400 mm).

Mô hình mắt được đặt ở chính vị trí 3D khác nhau để mô phỏng phép tịnh tiến đầu trong mặt phẳng song song (X∈ [0, 30, 60] mm, Y ∈ [0, 30, 60] mm, Z = 400 mm), và 81 hướng nhìn khác nhau (góc ngang và góc dọc của - 15; - 10; - 5; - 2,5; 0; 2,5; 5; 10 và 15 độ). Ngoài ra, sáu đường kính đồng tử khác nhau, từ 1,0 đến 6,0 mm trong các bước 1,0 mm đã được phân tích. Các tia khúc xạ tối ưu cho cả hai máy ảnh được ghép tam giác để thu được điểm ảnh của đồng tử ảo (Hình 2).

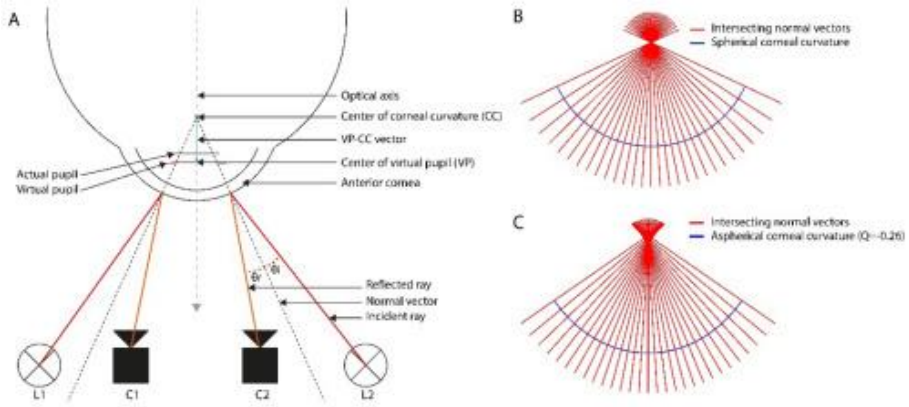


Hình 2. Tái tạo 3D của đồng tử ảo

Đối với mỗi điểm trên ranh giới đồng tử, tia khúc xạ đi qua điểm nút của máy ảnh được xác định. Sau đó, các tia khúc xạ từ cả hai máy ảnh được ghép tam giác để thu được tọa độ 3D của mỗi điểm tương ứng của đồng tử ảo. Các thông số của mô hình mắt Navarro được chỉ ra ở phía bên tay trái.

- Tái tạo hình ảnh 3D

Việc tái tạo ánh nhìn khi sử dụng mô hình chính xác về mặt giải phẫu của giác mạc người trong nhìn bằng mắt ảnh nổi 3D. Trục quang học của mắt đi qua cả trung tâm của đồng tử thực và trung tâm cong của giác mạc (Hình 3, đường đứt nét màu xám). Trước đây, người ta cho rằng người ta có thể tính được tâm của độ cong giác mạc (CC) từ các vị trí sáng trên giác mạc và tâm của đồng tử ảo (VP) nằm trên trục quang học. Nếu đúng, vectơ VP - CC có thể được sử dụng để xác định hướng của trục quang học của mắt. Tuy nhiên, giả định này dựa trên một mô hình mắt đơn giản hóa. Phương pháp tái tạo ánh nhìn đầu tiên sử dụng vectơ VP - CC (Hình 3, mũi tên màu xanh lam nhạt), để ước tính hướng nhìn.



Hình 3.Ước tính độ cong trung tâm của giác mạc

A. Mô hình tia để ước tính độ cong trung tâm của giác mạc dựa trên hình cầu trước giác mạc, L1 và L2 là nguồn sáng, C1 và C2 là camera. Tia tới bị phản xạ ở bề mặt trước giác mạc. Góc tới θi bằng góc phản xạ θr. Các vectơ pháp tuyến giao nhau tại trung tâm của độ cong giác mạc. B. Các vectơ pháp tuyến cắt nhau trong trường hợp giác mạc hình cầu có độ cong. C. Các vectơ pháp tuyến ở bề mặt của giác mạc hình cầu.

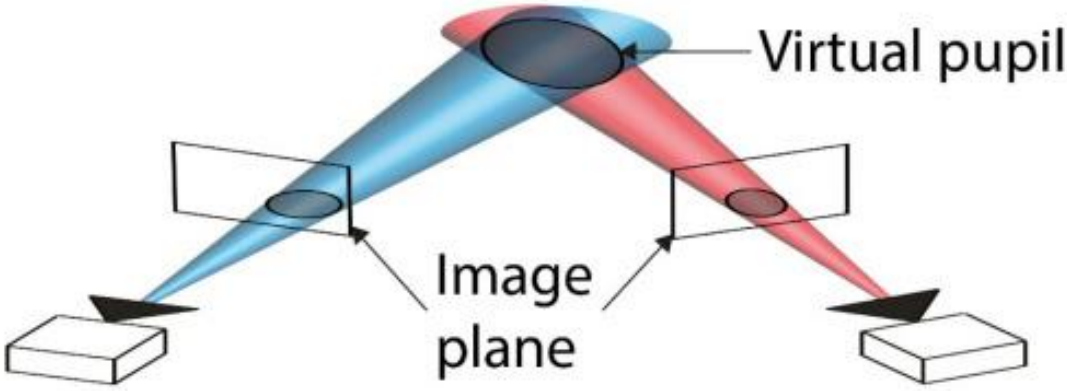
Để xác định kích thước của sai số ước lượng, một thuật toán với hai nguồn sáng mô phỏng đã được sử dụng để xác định vị trí của trung tâm độ cong giác mạc. Các nguồn sáng được đặt cách máy ảnh bên trái 50 mm và cách máy ảnh bên phải 50 mm và cách máy ảnh 50 mm. Hình 3 minh họa sự phản xạ của nguồn sáng L1 trên camera C1 và sự phản xạ của nguồn sáng L2 trên camera C2. Trong thực tế, có bốn điểm phản xạ, bao gồm cả điểm phản xạ của nguồn sáng L1 trên máy ảnh C2 và điểm phản xạ của nguồn sáng L2 trên máy ảnh C1. Chúng tôi đã sử dụng phương pháp dò tia để xác định điểm phản xạ của từng nguồn sáng cho cả hai máy ảnh. Vị trí tại giác mạc nơi chênh lệch giữa góc tới và góc phản xạ là nhỏ nhất được ước tính bằng cách sử dụng quy trình tối ưu hóa. Sau đó, phản xạ được chiếu lên mặt phẳng hình ảnh 2D của máy ảnh. Các tọa độ hình ảnh 2D này sau đó được sử dụng để tính toán vị trí biểu kiến của trung tâm độ cong giác mạc. Phương pháp này giả định rằng phía trước giác mạc hoạt động như một gương cầu và tâm cong thuộc mặt phẳng được xác định bởi máy ảnh C, nguồn sáng L và điểm ảnh tương ứng U của phản xạ giác mạc (Hình 3 (A)) . Vì ba vectơ đồng phẳng thỏa mãn ràng buộc $v1 \times v2 \bullet v3 = 0$, tâm của độ cong giác mạc có thể được ước lượng bằng cách tìm bình phương nhỏ nhất phù hợp với phương trình (1) cho bốn điểm phản xạ.

$$(L - C) \times (U - C) \bullet (CC - C) = 0. \quad (1)$$

Để có được tâm của đồng tử ảo, tâm của các hình elip được lắp vào dữ liệu đồng tử từ mỗi máy ảnh được ghép tam giác bằng cách sử dụng các thông số máy ảnh bên trong và bên ngoài giống nhau được sử dụng để chiếu các học sinh lối vào trên mặt phẳng hình ảnh 2D. Tiếp theo, góc nằm ngang (hoặc góc quay) (ϕ) và góc thẳng đứng (hoặc góc nghiêng) (θ) được tính toán từ phương trình. (2), với p là trung tâm ước tính của đồng tử ảo, và c là vị trí của trung tâm ước tính của độ cong giác mạc.

Những kết quả này được so sánh với một tình huống giả định, trong đó trung tâm của độ cong giác mạc được biết đến (Hình 3 (B)). Trung tâm cố định của độ cong giác mạc (fCC) này nằm ở vị trí 4,12 mm sau tâm của đồng tử thực trên trục quang học, như được xác định bởi mô hình mắt Navarro (Bảng 1). Mô phỏng này cô lập ảnh hưởng của độ lệch tâm của đồng tử ảo khỏi trục quang học của mắt. Việc so sánh kết quả của phương pháp vectơ VP - CC và phương pháp vectơ VP - fCC cho thấy sai số trong ước tính trung tâm của độ cong giác mạc ảnh hưởng như thế nào đến độ chính xác tổng thể của phương pháp VP - CC.

Phương pháp tái tạo ánh nhìn thứ hai áp dụng đại số conic và mô tả tham số của ranh giới đồng tử để ước tính hướng nhìn (Hình 4) sử dụng các khớp elip để xác định một hình nón thông qua điểm nút của máy ảnh và hình ảnh đồng tử ảo. Bằng cách giao nhau cả hai hình nón, định hướng và vị trí của đồng tử ảo đã được ước tính. Định hướng của đồng tử ảo là vectơ pháp tuyến (n) của bề mặt đồng tử ảo, và phương trình. (3) được sử dụng để tính toán góc quay và góc nghiêng.



Hình 4. Tái tạo hình ảnh bằng cách sử dụng đại số conic

Đối với mỗi máy ảnh có thể chiếu một hình nón qua hình chiếu của đồng tử ảo tại mặt phẳng ảnh. Đồng tử ảo nằm ở giao điểm của các hình nón này.

Kết quả của mô hình dò tia chứng minh rằng đồng tử lối vào được tái tạo dựa trên hình ảnh từ hai máy ảnh (đồng bộ) không có cùng hướng với học sinh thực. Vị trí của mắt và góc nhìn đều ảnh hưởng đến sự khác biệt trong định hướng.

Hình dạng của giác mạc có ảnh hưởng đáng kể đến độ chính xác của các phương pháp nhìn bằng mắt ảnh nổi 3D . Kích thước học sinh, hướng nhìn và vị trí đầu đều ảnh hưởng đến độ chính xác của các phương pháp theo dõi mắt. Việc tái tạo ánh nhìn sử dụng trung tâm của đồng tử và phản xạ của các nguồn sáng IR chính xác hơn so với phương pháp đại số conic, sử dụng toàn bộ đồng tử. Tuy nhiên, các lỗi về hướng nhìn của phương pháp đại số conic dường như có tính hệ thống, và do đó, việc hiệu chỉnh có thể dẫn đến việc tái tạo lại ánh nhìn chính xác hơn. Tóm lại, các phương pháp nhìn bằng mắt hình ảnh nổi giả định giác mạc hình cầu với một bề mặt khúc xạ có thể là một lựa chọn trong những trường hợp không thể hiệu chuẩn đáng tin cậy. Tuy nhiên, các phép đo chính xác hơn đòi

hỏi phải sử dụng một mô hình hình học mắt phức tạp hơn, trong đó quang học của giác mạc được tính đến tốt hơn [1].

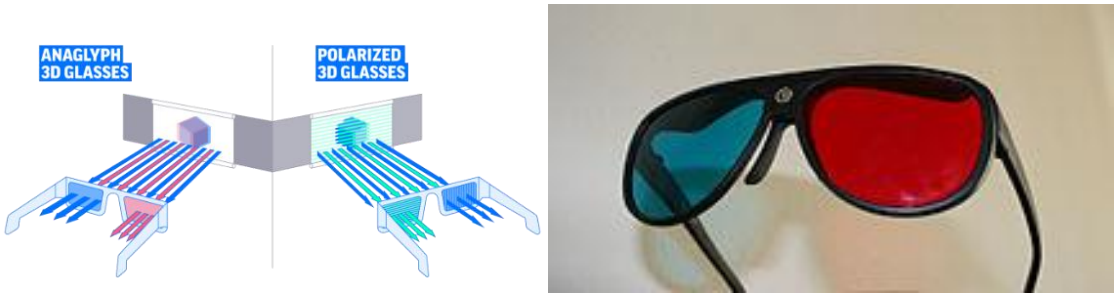
Trên cơ sở phân tích khả năng nhìn ảnh nổi 3D bằng 2 mắt tập trung vào hai hay nhiều ảnh chụp dưới góc độ khác nhau phù hợp với mắt người mà người ta đã triển khai một loại các công nghệ ảnh nổi 3D trong phim ảnh, và bản đồ.

2.1.2. Nguyên lý thành lập và một số loại ảnh nổi 3D

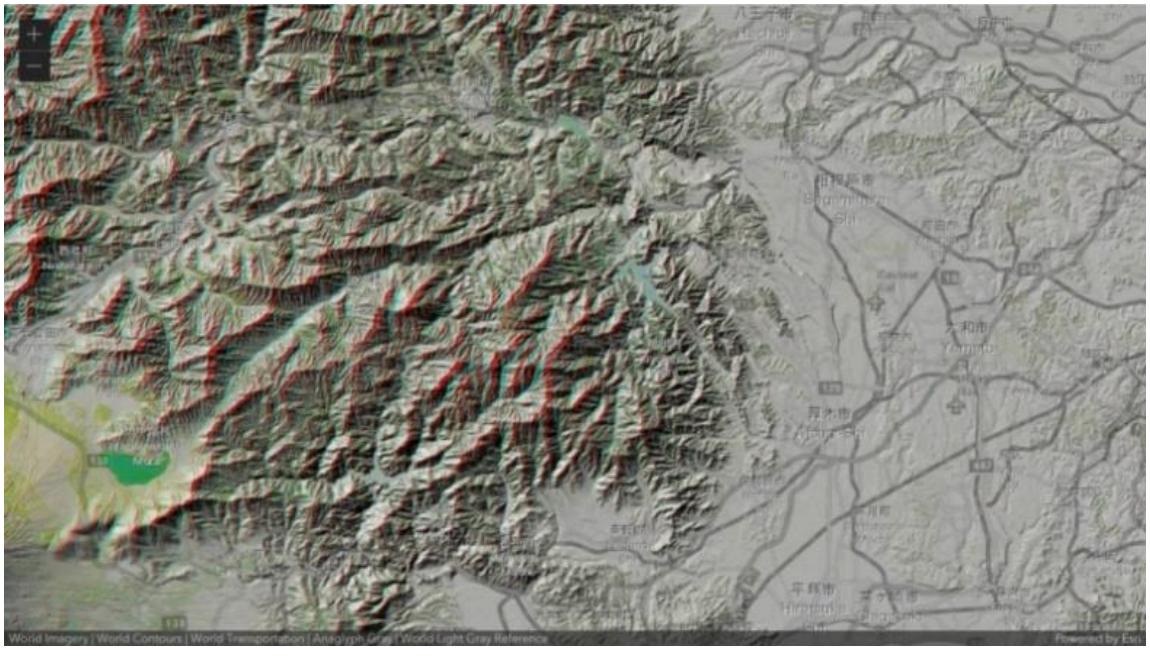
Nguyên lý thành lập ảnh nổi 3D (Stereoscopy) phải có ít nhất 2 ảnh chụp dưới 2 góc độ khác nhau, được tính toán chính xác và in lên cùng một nền ảnh, mỗi ảnh in được "nhuộm" một màu tương ứng với màu mắt của kính đeo. Điều này giúp cho mỗi mắt chỉ nhận được một hình ảnh, trên cơ sở đó tạo lên hiệu ứng ảnh nổi 3 chiều (3D) - trong kỹ thuật gọi là ảnh anaglyph [2].

- Các loại ảnh 3D nhìn bằng kính 2 màu:

+ Ảnh 3D hai màu xanh đỏ Red Cyan



Hình 5. Nguyên lý hoạt động và kính 2 màu red cyan



Hình 6. Sản phẩm bản đồ địa hình 3D Red Cyan

+ Ảnh 3D hai màu Magenta Green



Hình 7. Kính 2 màu Magenta Green và Sản phẩm mô hình địa hình 3D Magenta Green [3]

+ Ảnh 3D hai màu Color Code

Color Code 3 - D là một hệ thống xem lập thể 3D anaglyph được triển khai vào những năm 2000 sử dụng các bộ lọc màu hổ phách và xanh lam. Nó nhằm cung cấp cảm giác xem gần như đầy đủ màu sắc với các phương tiện truyền hình, kỹ thuật số và in hiện có.

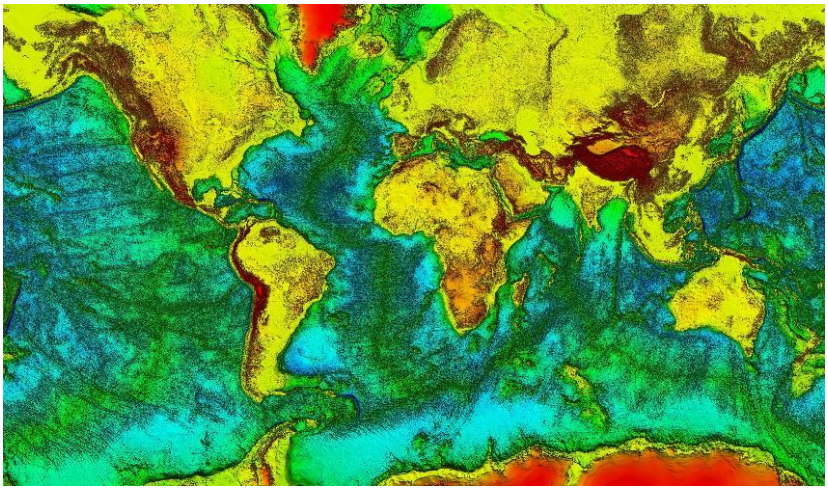


Hình 8. Kính 2 màu Color Code và ảnh phong cảnh 2 màu Color Code

+ Ảnh 3D chromadepht. Theo nguyên lý khúc xạ ánh sáng khi đi qua lăng kính ánh sáng trắng được chia ra các màu đỏ, da cam, vàng, lục, lam, tràm , tím, nên những địa vật gần, xa được "nhuộm" các màu tương ứng, khi đeo kính vào sẽ thấy hiệu ứng nổi 3D. Ảnh 3D dạng này có ưu điểm là ảnh nền chỉ in một ảnh duy nhất rõ ràng, không bị "chập", tuy nhiên các đối tượng lại bị nhuộm màu để tạo hiệu ứng độ sâu của ảnh [4].

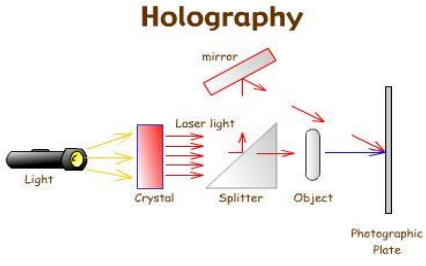


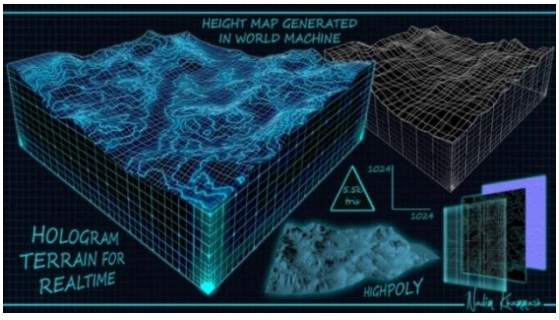
Hình 9. Nguyên lý hoạt động và kính lăng kính màu trắng trong



Hình 10. Sản phẩm bản đồ địa hình 3D chromadepht

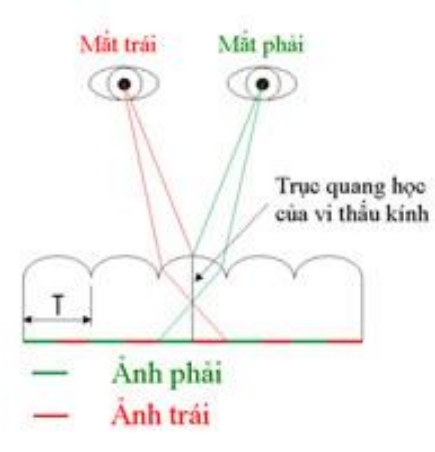
+ *Ảnh 3D hologram:* holography là một kỹ thuật cho phép ánh sáng tán xạ từ một vật thể được ghi lại và sau đó tái tạo lại hình ảnh 3 chiều của nó [5, 6].





Hình 11. Nguyên lý hoạt động và sản phẩm mô hình địa hình hologram

+ *Ảnh 3D lenticular* - là dạng in được chế từ 2 hay nhiều ảnh chụp dưới tấm ống thấu kính nhựa tròn, không cần đeo kính ảnh tự phản xạ 3D ra ngoài qua dãy ống thấu kính nhựa.





Hình 12. Nguyên lý hoạt động [7] và sản phẩm bản đồ lenticular [8]

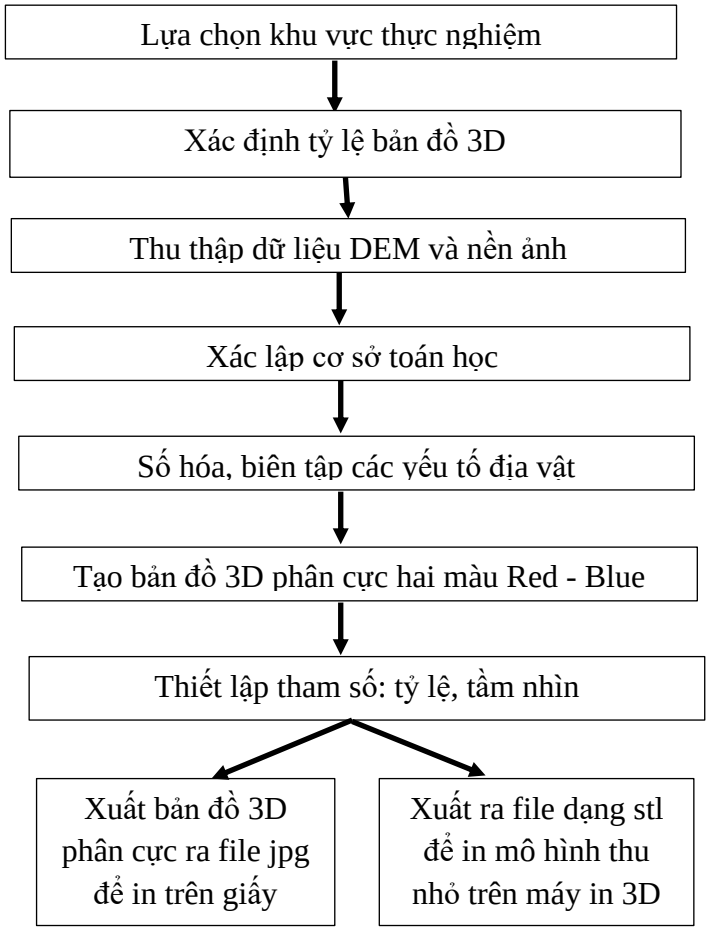
2.2. Nguồn dữ liệu

- Khu vực chọn thực nghiệm làm bản đồ ảnh tỷ lệ 1:10 000, nên mô hình số độ cao có độ phân giải là 5 m x 5 m phù hợp với tỷ lệ bản đồ chọn khu vực núi cao.
- Nền ảnh khu vực chọn thực nghiệm là ảnh màu tự nhiên được sử dụng là vệ tinh độ phân giải cao 0,5 m, có thể chọn ảnh chụp từ máy bay hay thiết bị bay không người lái UAV.
- Dữ liệu địa lý nền được biên tập và thu thập gồm: giao thông, dân cư, cơ sở hạ tầng, thuỷ hệ ở tỷ lệ 1:10.000.

2.3. Phương pháp nghiên cứu

2.3.1. Quy trình công nghệ thành lập sản phẩm 3D

Sơ đồ quy trình công nghệ thực hiện theo các bước như sau:



2.3.2. Mô tả quy trình công nghệ

Khu vực thực nghiệm được chọn là khu vực có đặc trưng địa hình địa mạo hùng vĩ, chênh cao địa hình lớn và có ý nghĩa về vị trí, du lịch, điểm nhấn về danh lam thắng cảnh ở Việt Nam, với diện tích đủ lớn để có tầm nhìn bao quát, chúng tôi đã lựa chọn khu vực đỉnh núi Phan Xi Păng cao nhất Việt Nam và được gọi với cái tên "nóc nhà Đông Dương"

với diện tích 200 km^2 giới hạn bởi kinh vĩ độ:

(LatMax=22,34713990732º, LonMin=103,659876126005º,
LatMin=22,2553321106076º, LonMax=103,854801277945º)

Với diện tích khu vực như trên, để in ra khổ giấy 2 m x 1,2 m thể hiện được mức độ chi tiết của địa hình, địa vật, lựa chọn tỷ lệ in là 1:10.000.

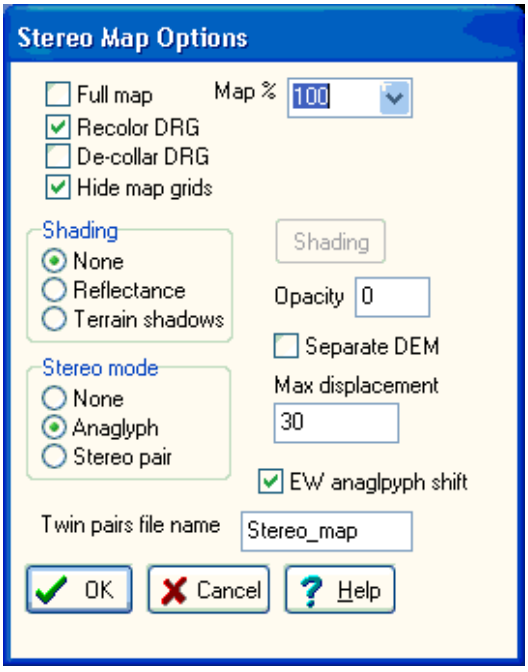
- Thu thập dữ liệu DEM 1:10.000 tương ứng và dữ liệu bình đồ trực ảnh từ các nguồn UAV, ảnh vệ tinh, ảnh máy bay tương ứng ở thời gian chụp mới nhất và có độ phân giải tương ứng với tỷ lệ 1:10.000 hoặc lớn hơn.

- Xác lập cơ sở toán học là hệ tọa độ VN2000, kinh tuyến trục 105º múi chiếu 6º làm tham chiếu cho mô hình. Xử lý, nắn chuyển các dữ liệu thu thập được về hệ quy chiếu chọn.

- Số hóa trên nền bình đồ trực ảnh, và gán độ cao cho một số địa vật đặc trưng như: đường cáp treo, mốc đỉnh cao nhất…

- Tạo bản đồ phân cực dạng Anaglyph để tạo hiệu ứng 3D phân cực trên màn hình khi nhìn bằng kính phân cực Red - Blue.

- Nhập các tham số về tỷ lệ in, tầm nhìn, góc nhìn, độ phóng đại theo yêu cầu cần in ra bản đồ 3D khổ lớn trên giấy 2D như sau:



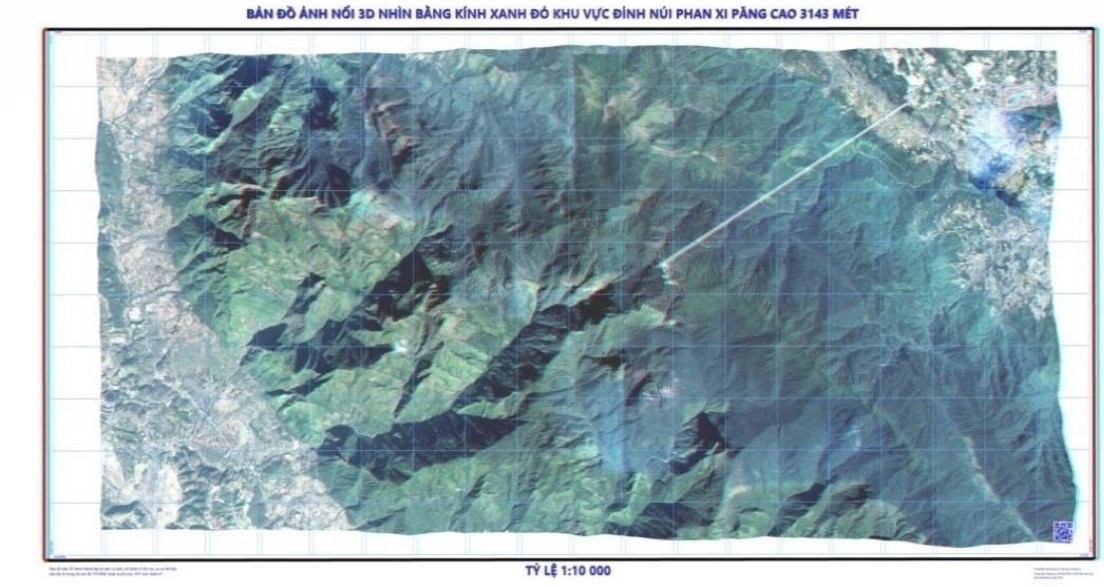
Hình 13. Xuất bản đồ 3D ra file jpg để in trên khổ lớn

- Xuất bản đồ 3D phân cực hai màu xanh đỏ ra định dạng file *.jpg để in trên giấy khổ lớn và file định dang *.stl để in mô hình thực dạng thu nhỏ trên máy in 3D.

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

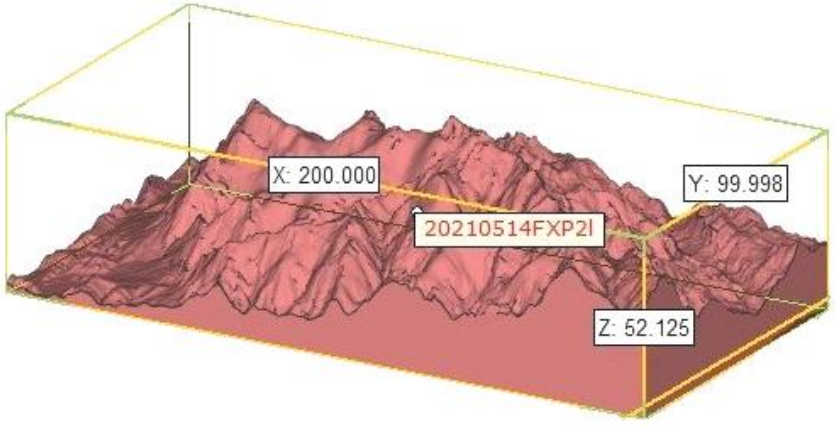
Hình ảnh một số sản phẩm 3D

3.1. Bản đồ ảnh 3D: để sàn nhà, treo tường... khổ 1,2 m x 2 m nhìn nổi lập thể 3D bằng kính xanh đỏ red - cyan.



Hình 14. Hình ảnh bản đồ nổi 3D khổ lớn khu vực đỉnh núi Phan Xi Păng

3.2. Mô hình 3D - quà lưu niệm - in bằng máy in 3D - hộp mica trong, mô hình đúc bằng đá bột, có trang trí thêm một số địa vật: cáp treo, đỉnh núi, nhà ga...



Hình 15. Mô hình 3D khu vực đỉnh núi Phan Xi Păng in từ máy in 3D

3.3. Một số sản phẩm khác: ảnh 3D treo tường khổ lớn, ảnh 3D khổ A0 - dạng giấy chromadepth, ảnh 3D khổ A3 dạng gỗ - nhìn phối cảnh 3D, Ảnh 3D khổ A4 dạng giấy, Video 3D flythrough theo tuyến du lịch...

4. KẾT LUẬN

- Công nghệ thành lập bản đồ ảnh 3D đã được ứng dụng ở nhiều nơi trên thế giới, nhưng đây là sản phẩm được làm tại một khu vực địa hình cao nhất của Việt Nam là đỉnh núi Phan Xi Păng - Một địa điểm du lịch nổi tiếng với cáp treo hiện đại bậc nhất

thế giới - sẽ góp phần quảng bá hình ảnh du lịch của Việt Nam trong nước cũng như ra nước ngoài.

- Sản phẩm được hình thành tự sự kết hợp ảnh viễn thám, mô hình số độ cao và lần đầu được triển khai in bằng công nghệ in 3D ra mô hình kích thước đúng thực tế tạo cái nhìn trực quan - một món quà lưu niệm thiêng liêng của vùng núi được mệnh danh là nóc nhà Đông Dương mà ai cũng muốn chiêm ngưỡng.

- Một loạt các sản phẩm 3D khác được tạo ra cho thấy các thực tế cũng ta có đa dạng rất nhiều sản phẩm phục vụ cuộc sống từ ảnh viễn thám, mô hình số độ cao và cơ sở dữ liệu địa lý.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. T. Duchowski, "Một cuộc khảo sát đầu tiên về các ứng dụng theo dõi mắt," Behav. Res. Phương pháp hướng dẫn. Tính toán. 34 (4), 455 - 470 (2002). [CrossRef] [PubMed]

[2]. https://courses.vrtl.academy/lessons/whats - up - with - stereoscopic - and - virtual - reality/

[3]. https://www.instructables.com/Making - a - 3D - Printable - 3D - Map - With - Roads - and - Featur/

[4]. http://web.engr.oregonstate.edu/~mjb/chromadepth/

[5]. https://nadim3d.artstation.com/projects/kNn5y

[6]. https://onetech.vn/blog/3d - hologram - la - gi - tim - hieu - ve - cong - nghe - va - ung - dung - holography - 5705

[7]. https://www.cooplab3d.com/howto.htm

[8]. https://www.amazon.com/3D - Lenticular - Postcard - DEUTSCHLAND - Greeting/dp/B011ACKZQK.

NGHIÊN CỨU, CHẾ TẠO PHỔ KẾ SIÊU CAO TẦN BĂNG L GẮN TRÊN THIẾT BỊ BAY KHÔNG NGƯỜI LÁI PHỤC VỤ ĐO VẼ HỆ THỐNG THỦY VĂN

Doãn Minh Chung[1], Huỳnh Xuân Quang[1], Mai Thị Hồng Nguyên[1], Nguyễn Thanh Thủy[2], Phạm Lê Phương[2], Vũ Mỹ Linh[3], Trần Tuấn Anh[2]

[1]Viện Công nghệ Vũ trụ, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam,
[2]Viện Khoa học Đo đạc và Bản đồ, Bộ Tài nguyên và Môi trường
[3]Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường Hà Nội

Ngày nhận bài: 15/7/2021 - Ngày phản biện: 21/7/2021 - Ngày chấp nhận đăng: 18/08/2021

Tóm tắt. *Việc đo vẽ chính xác hệ thống thủy văn tại khu vực rừng núi hiểm trở có tán cây che phủ gặp nhiều khó khăn vì ảnh quang học khó xác định vùng ngập nước dưới tán cây còn ảnh radar có sai số lớn tại khu vực địa hình hiểm trở có độ dốc lớn. Bài viết này trình bầy cấu tạo và thông số của phổ kế siêu cao tần băng L được Viện Công nghệ Vũ trụ chế tạo. Phổ kế này có thể gắn trên thiết bị bay không người lái để đo vẽ mạng lưới thủy văn dựa trên nguyên lý: từ giá trị nhiệt độ phát xạ bề mặt đất đo được bằng phổ kế siêu cao tần, có thể xác định được hằng số điện môi của mặt đất (thông qua mô hình phát xạ Fresnel); sau đó từ giá trị hằng số điện môi của mặt đất, xác định được độ ẩm đất (thông qua mô hình bán thực nghiệm Wang - Schmugge); khu vực có độ ẩm đất đạt giá trị xấp xỉ 100% được xác định là khu vực đất ngập nước. Việc sử dụng phổ kế siêu cao tần băng L đặt trên thiết bị bay không người lái để đo vẽ hệ thống thủy văn tại khu vực rừng núi hiểm trở có tán cây che phủ có thể khắc phục được hạn chế về độ chính xác của phương pháp dùng ảnh radar khi đo vẽ khu vực địa hình hiểm trở có độ dốc lớn. So với ảnh quang học gặp nhiều khó khăn khi xác định đối tượng dưới tán cây, phổ kế siêu cao tần băng L có bước sóng từ 15 đến 30 cm có thể truyền xuyên qua tán cây để xác định vùng ngập nước dưới tán cây.*

Từ khóa: *viễn thám, phổ kế, thủy văn, siêu cao tần, băng L.*

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Hàm lượng nước của bề mặt đất là một yếu tố quan trọng trong các mô hình khí hậu và thời tiết toàn cầu. Do đó kỹ thuật giám sát sự phân bố hàm lượng nước trong đất trên quy mô lớn được quan tâm đặc biệt. Phép đo phổ sóng siêu cao tần (SCT) thụ động tại băng L (1 đến 2 GHz) là kỹ thuật đã có từ lâu để xác định độ ẩm của đất với ưu điểm là không phụ thuộc thời tiết và thời gian trong ngày, phép đo này dựa trên cơ sở vật lý như sau:

Mọi vật chất trong thiên nhiên, ngoại trừ ở nhiệt độ không tuyệt đối (0^0K), do chuyển động nhiệt của các proton và electron, đều tự phát ra một phổ bức xạ nhiệt điện từ - đặc

trưng bởi độ phát xạ hay nhiệt độ phát xạ (NĐPX). NĐPX này phụ thuộc vào nhiệt độ vật lý (T) của vật chất, thành phần, cấu trúc và các tham số vật lý của nó. Dựa vào quan hệ này, người ta đo NĐPX của đối tượng cần quan tâm và từ đó xác định được các tham số cần thiết của đối tượng.

Basharinov và Shutko (1971) [1], là những người đầu tiên nhận ra tiềm năng của phép đo phổ sóng SCT áp dụng để đo độ ẩm đất. Hầu hết các thí nghiệm tiên phong về chủ đề này được thực hiện trong 10 năm đầu tiên được tóm tắt bởi Schmugge (1980) [8].

Gần đây, Marie Parrens và cộng sự (2017) [5] đã công bố phương pháp đo vẽ khu vực ngập nước bị che phủ dưới tán rừng nhiệt đới tại đồng bằng sông Amazon sử dụng phổ kế SCT thụ động băng L đặt trên vệ tinh SMOS của Cơ quan Hàng không Vũ trụ châu Âu. Tháng 01 - 2015 Cơ quan Hàng không Vũ trụ Hoa Kỳ cũng phóng vệ tinh SMAP nhằm xác định độ ẩm đất trên toàn cầu kết hợp 2 loại thiết bị là phổ kế SCT băng L (1,4 GHz và 1,26 GHz).

Như vậy việc sử dụng phổ kế SCT thụ động đặc biệt là tại băng L để nghiên cứu độ ẩm đất, đo vẽ mạng lưới thủy văn, xác định vùng ngập lụt… đã và đang được chú trọng trên thế giới. Tuy nhiên ở Việt Nam, công tác nghiên cứu, chế tạo và ứng dụng phổ kế SCT thụ động còn nhiều hạn chế. Cho đến nay, chỉ có Viện Công nghệ Vũ trụ là cơ quan duy nhất chế tạo loại thiết bị này tại Việt Nam. Việc ứng dụng phổ kế SCT thụ động cũng chủ yếu trong khuôn khổ các đề tài do Viện Công nghệ Vũ trụ chủ trì:

Từ năm 2000 đến năm 2010, nhóm cán bộ nghiên cứu của Viện Vật lý thuộc Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam VAST (đã chuyển về Viện Công nghệ vũ trụ từ năm 2007), và Viện Điện tử, Viện Hàn lâm Khoa học Bungari (IE - BAS) đã phối hợp thực hiện 3 nhiệm vụ Nghị định thư hợp tác quốc tế cấp Nhà nước. Nội dung chính của các nhiệm vụ trên là nghiên cứu, thiết kế và chế tạo 3 hệ phổ kế SCT băng L, C, X và ứng dụng trong nghiên cứu viễn thám tài nguyên thiên nhiên và môi trường Việt Nam.

Trong các năm từ 2010 đến nay nhóm cán bộ của Viện Công nghệ Vũ trụ đã thực hiện một số đề tài khác trên cơ sở ứng dụng hệ phổ kế SCT băng L, C và X như đánh giá sinh khối của cây lúa, xây dựng bản đồ độ ẩm đất khu vực đồng bằng Bắc Bộ, xác định độ mặn của đất khu vực Vườn quốc gia Giao Thủy…

Bài viết này giới thiệu tiềm năng và ưu điểm của phương pháp sử dụng phổ kế SCT băng L đặt trên thiết bị bay không người lái (UAV) nhằm đo vẽ hệ thống thủy văn tại khu vực rừng núi hiểm trở có tán cây che phủ so với một số phương pháp viễn thám khác, đồng thời đề xuất phương án chế tạo phổ kế SCT băng L với nhiều cải tiến vượt trội so với các phổ kế đã chế tạo trước đây tại Việt Nam nhằm đảm bảo thực hiện tốt nhiệm vụ trên và có thể thực hiện được nhiều nhiệm vụ đo vẽ, giám sát bề mặt trái đất khác.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Các thí nghiệm đo hằng số điện môi (HSĐM) của đất và nước sạch đã chỉ ra rằng, HSĐM của nước $\varepsilon_w \approx 80$, rất lớn so với đất khô $\varepsilon_{ds} \approx 3$. Sự tương phản này chứng tỏ HSĐM của đất phụ thuộc mạnh vào lượng nước chứa trong đất. Dựa vào thực tế này,

nguyên lý ứng dụng của viễn thám SCT thụ động trong việc xác định độ ẩm đất và khu vực ngập nước như sau:

Từ giá trị NĐPX (T_B) bề mặt đất đo được bằng phổ kế SCT, có thể xác định được HSĐM của mặt đất (thông qua mô hình phát xạ Fresnel). Sau đó từ giá trị HSĐM của mặt đất, xác định được độ ẩm đất (thông qua mô hình bán thực nghiệm Wang - Schmugge). Kết quả là, từ NĐPX của mặt đất, có thể xác định được độ ẩm đất. Khu vực có độ ẩm đất đạt giá trị xấp xỉ 100% được xác định là khu vực đất ngập nước.

2.1. Mô hình phát xạ Fresnel

Bức xạ nhiệt phát ra từ bề mặt Trái đất có thể được mô tả bởi định luật Planck, định luật bức xạ của vật đen. Ở bước sóng siêu cao tần và nhiệt độ đặc trưng của bề mặt trái đất, dựa trên phương pháp tính xấp xỉ Rayleigh - Jeans (với hv << kT) theo định luật Planck, cường độ bức xạ riêng của đen I_0 ở nhiệt độ T (Kelvins) có thể được viết [8]:

$$I_0 = \frac{kT}{\lambda^2} \quad (1)$$

Trong đó, v là tần số (Hz), λ là bước sóng (m), k là hằng số Boltzman, có đơn vị Watts/mz/Hz/steradian, vì trong phép tính gần đúng này, cường độ tỷ lệ thuận với nhiệt độ, thuận tiện cho xác định nhiệt độ phát xạ của bức xạ nhiệt nói chung (không phải vật đen) theo biểu thức:

$$T_B = \frac{I\lambda^2}{k} \quad (2)$$

Các tính toán chỉ ra rằng NĐPX T_B bị biến đổi bởi nhiệt độ và độ sâu lấy mẫu. Ngoài ra, NĐPX T_B của đất còn phụ thuộc vào hằng số điện môi của lớp đất. NĐPX T_B theo phân cực p (H - nằm ngang hoặc V - thẳng đứng) của môi trường đất có bề mặt nhẵn được đo ở góc θ tạo bởi phương thẳng đứng với pháp tuyến của ăng ten, được thể hiện như sau [13]:

$$T_{Bp}(\theta) = \int_{-\infty}^{0} T(z) F_p \{\varepsilon(z), \theta\}\, dz \quad (3)$$

Trong đó $\varepsilon(z)$ và $T(z)$ là HSĐM và nhiệt độ của đất theo độ sâu z của mặt cắt lớp. Hàm số $F_P\{\varepsilon(z), \theta\}$ là hàm trọng số mô tả đóng góp của nhiệt độ lớp z đến NĐPX trên toàn vùng.

Schmugge đã đưa ra một mô hình truyền bức xạ đơn giản nhằm tính toán NĐPX theo công thức sau:

$$T_{Bp}(\theta) = [1 - R_p(\theta)]\, T_{eff}(\theta), \quad (4)$$

Trong đó $R_p(\theta)$ là hàm phản xạ Fresnel đối với mặt tiếp giáp (đất - không khí) và $T_{eff}(\theta)$ là NĐPX hiệu dụng.

Trong trường hợp môi trường đất là đẳng nhiệt $\{T(z) = T_S\}$, phương trình (4) trở thành:

$$T_{Bp}(\theta) = e_p(\theta) T_S = [1 - R_p(\theta)] T_S, \quad (5)$$

Trong điều kiện lý tưởng, khi môi trường đất đẳng nhiệt, đồng nhất, bề mặt phẳng, độ phát xạ $R_p(\theta)$ có thể được tính toán bằng các phương trình Fresnel:

$$R_h(\theta) = \left| \frac{\cos\theta - \sqrt{\varepsilon - \sin^2\theta}}{\cos\theta + \sqrt{\varepsilon - \sin^2\theta}} \right|^2, \quad (6)$$

$$R_v(\theta) = \left| \frac{\varepsilon\cos\theta - \sqrt{\varepsilon - \sin^2\theta}}{\varepsilon\cos\theta + \sqrt{\varepsilon - \sin^2\theta}} \right|^2. \quad (7)$$

2.2. Mô hình HSĐM Wang - Schmugge

Tính chất điện môi của đất ẩm đã được nghiên cứu bởi (Wang và Schmugge) [11]. Hằng số điện môi của nước cao làm tăng đáng kể cả phần thực và phần ảo của hằng số điện môi đất khi phần thể tích của nước trong đất tăng. Sự phụ thuộc vào loại đất (hoặc kết cấu) là do sự khác biệt về tỷ lệ nước liên kết với các bề mặt hạt đất khác nhau. Đối với đất sét (đất tự do) có diện tích bề mặt hạt lớn hơn và lớn hơn lực liên kết các phân tử nước, do đó tỷ lệ phần trăm nước bị ràng buộc lớn hơn.

Theo nghiên cứu của J.R Wang & T.J.Schmugge [11], các phương pháp đo đặc tính điện môi của đất gần đây chỉ ra rằng sự biến thiên của hằng số điện môi với độ ẩm phụ thuộc vào từng loại đất, ở trước điểm hóa ẩm, hằng số điện môi tăng chậm với quá trình tăng độ ẩm. Còn ở phía bên kia điểm hóa ẩm, nó tăng nhanh chóng tỷ lệ với độ ẩm đất. Đối với đất sét, độ ẩm được tìm thấy ở vùng chuyển hóa cao hơn so với đất cát. Người ta đã đưa ta một mẫu thử nghiệm đơn giản mang mục đích mô tả hoạt động hằng số điện môi của hỗn hợp đất - nước.

Về nguyên tắc, đất có thể được coi là hỗn hợp của đất - nước với thành phần cơ bản bao gồm cát, sét, bùn, đá, các lỗ hổng không khí, băng, nước. Mỗi thành phần này đều có hằng số điện môi riêng và vì vậy cũng gây ảnh hưởng đến quá trình phát xạ tự nhiên của đất. Vì vậy độ ẩm đất là hàm của hằng số điện môi hỗn hợp đất - nước, là hàm số phức hợp của các thành phần trên.

Ở một tần số cho trước, HSĐM (ε) của đất là hàm của độ ẩm đất, mật độ khối, thành phần kết cấu, nhiệt độ đất và độ mặn, trong đó độ ẩm đất ảnh hưởng lớn nhất, Mô hình Wang - Schmugge quan niệm HSĐM là một số phức [8, 11]:

$$e = ie + ie'' \quad (8)$$

Bằng thực nghiệm, Wang - Schmugge đã nhận thấy, khi độ ẩm đất m_v nhỏ hơn một giá trị xác định, gọi là độ ẩm chuyển tiếp Wt, thì ε'của đất tăng chậm theo độ ẩm đất, nhưng khi $m_v > W_t$ thì ε' tăng đột biến theo độ ẩm đất. Sự phụ thuộc này được biểu hiện thông qua các phương trình hỗn hợp bao hàm đóng góp của các phần tử đất, không khí và nước như sau:

Khi $m_v < W_t$:

$$\varepsilon = m_v \varepsilon_x + (P - m_v)\varepsilon_a + (1 - P)\varepsilon_r, \quad (9)$$

Với:

$$\varepsilon_x = \varepsilon_i + (\varepsilon_w - \varepsilon_i)(m_v / W_t)\gamma \quad (10)$$

và khi $m_v > W_t$:

$$\varepsilon = W_t \varepsilon_x + (m_v - W_t)\varepsilon_w + (P - m_v)\varepsilon_a + (1 - P)\varepsilon_r \quad (11)$$

Với:

$$\varepsilon_x = \varepsilon_i + (\varepsilon_w - \varepsilon_i)\,\gamma. \quad (12)$$

Ở đây, m_v (g/cm^3) là độ ẩm thể tích của đất, P là độ xốp của đất khô ε_a,ε_w, ε_r vàε_x lần lượt là HSĐM của không khí, nước, đá và băng; ε_x là HSĐM của nước hấp thụ ban đầu, W_t là độ ẩm chuyển tiếp của đất liên quan đến trạng thái nước tự do và γ là tham số thực nghiệm.

Độ xốp P của đất khô được xác định như sau:

$$P = 1 - (\rho_s / \rho_r), \quad (13)$$

Trong đó: p_s, p_r là dung trọng của đất khô và đá trong đất

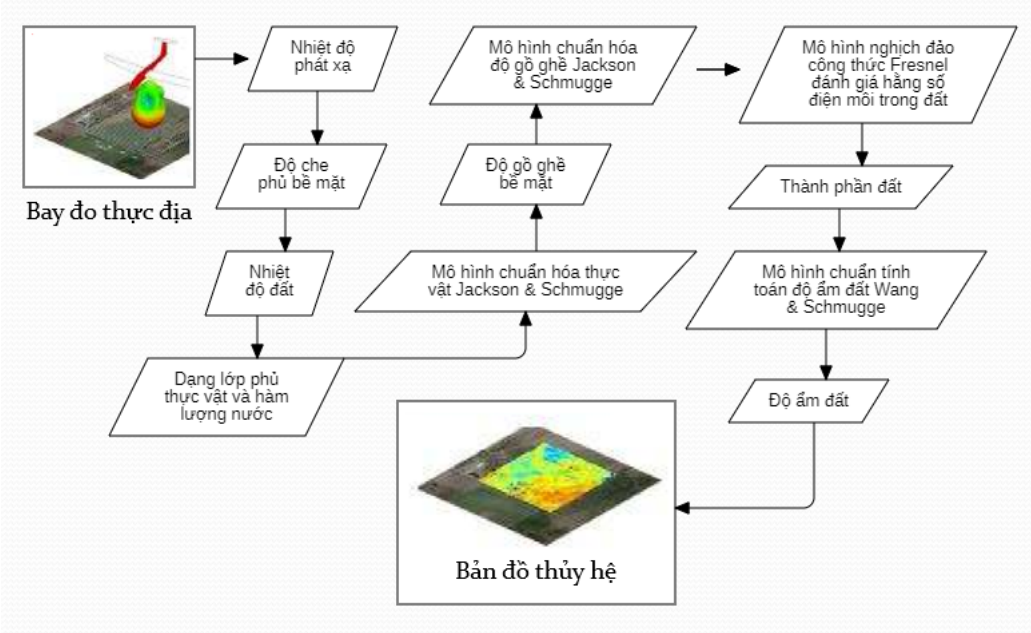
W_t và γ và độ ẩm khô héo WP được tính như sau:

$$\gamma = -0.57\,WP + 0.481 \quad (14)$$

$$W_t = 0.49\,WP + 0.165. \quad (15)$$

$$WP = 0.06774 - 0.00064\,SF + 0.00478\,CF, \quad (16)$$

trong đó *SF* và *CF* là nồng độ % của cát, sét của đất khô.



Hình 1. Quy trình công nghệ đo vẽ bản đồ thủy hệ sử dụng phổ kế SCT trên UAV

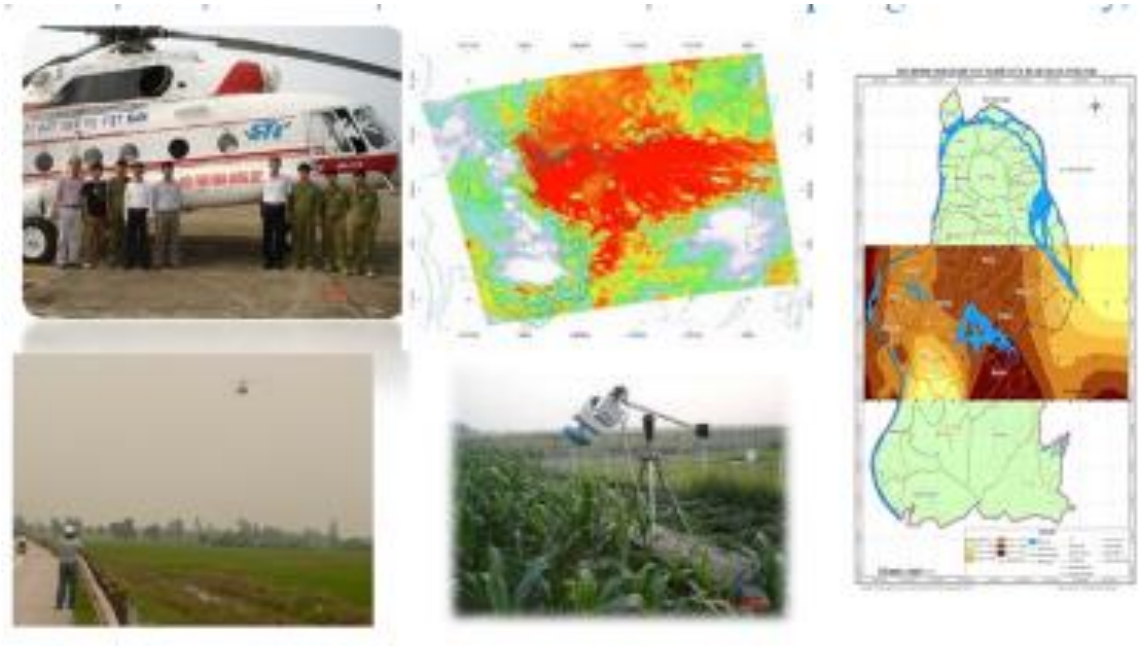
Dựa vào nguyên lý ứng dụng của viễn thám SCT thụ động trong việc xác định độ ẩm đất và khu vực ngập nước như trên, ngoài việc xác định chính xác khu vực ngập nước khi

giá trị độ ẩm đất đạt 100%, ta có thể xác định các khu vực có độ ẩm cao xung quanh vùng ngập nước hay khu vực vừa có dòng nước chảy qua chỉ còn một phần nước thấm trong đất. Như vậy ta có thể xác định được các dòng nước nhỏ hoặc khu vực vừa có nước tràn qua dựa vào độ ẩm đất ở vùng lân cận.

3. CƠ SỞ THỰC TIỄN ĐỂ CHẾ TẠO VÀ ÁP DỤNG PHỔ KẾ SCT BĂNG L TRONG ĐO VẼ HỆ THỐNG THỦY VĂN

Dựa vào cơ sở lý thuyết nêu trên, Marie Parrens và cộng sự đã tiến hành đo vẽ hệ thống thủy văn khu vực đồng bằng sông Amazon sử dụng phổ kế SCT băng L đặt trên vệ tinh SMOS [5]. Do phổ kế này có độ phân giải không gian kém (25 × 25 km) nhưng có độ phân giải thời gian cao (< 3 ngày) nên phù hợp cho việc nghiên cứu sự thay đổi diện tích ngập nước tại khu vực lớn như đồng bằng sông Amazon. Để áp dụng đo độ ẩm đất tại khu vực nhỏ hơn, Rene Acevo - Herrera và cộng sự đã sử dụng phổ kế SCT băng L đặt trên UAV và đo thử nghiệm độ ẩm đất tại Zamora Tây Ban Nha [6].

Tại Việt Nam, Doãn Minh Chung và các cộng sự tại Viện Công nghệ Vũ trụ đã sử dụng phổ kế SCT băng L đặt trên máy bay trực thăng để thành lập bản đồ độ ẩm đất có đối chiếu với dữ liệu đo trực tiếp tại mặt đất. Với kết quả đo độ ẩm đất, nhóm nghiên cứu có thể xác định khu vực ngập nước trong khu vực nghiên cứu.



Hình 2. Xây dựng bản độ ẩm sử dụng phổ kế SCT lắp trên máy bay trực thăng

Viện Công nghệ Vũ trụ đã chế tạo thành công 03 hệ phổ kế SCT làm việc tại băng L, C và X thông qua các đề tài Nghị định thư giữa Bulgaria và Việt Nam. Các đề tài nghiên cứu tiếp theo về độ ẩm đất, sinh khối thực vật trong nông - lâm nghiệp và nhiệt độ, độ

mặn mặt nước biển cũng đã được thực hiện dựa trên ứng dụng của các phổ kế nêu trên. Tuy nhiên, các phổ kế nêu trên được chế tạo đã lâu nên có kích thước, khối lượng quá lớn, chỉ phù hợp với các phép đo trên máy bay trực thăng hay máy bay cánh bằng lớn, chi phí đắt và thủ tục phức tạp, kém linh động. Với kinh nghiệm hơn 20 năm nghiên cứu, chế tạo và ứng dụng phổ kế siêu cao tần thụ động, Viện Công nghệ Vũ trụ đã nghiên cứu và chế tạo thành công 01 hệ phổ kế SCT băng L (1,4 GHz) có khối lượng và kích thước nhỏ gọn, gắn được trên thiết bị bay không người lái (UAV) và thu được NĐPX trên cánh đồng lúa, xây dựng mô hình tính toán độ ẩm đất phù hợp, từ đó xây dựng được bản đồ độ ẩm đất vùng bay đo [16].

Cơ sở khoa học và thực tiễn cho thấy có thể sử dụng phổ kế SCT băng L để đo vẽ hệ thống thủy văn.

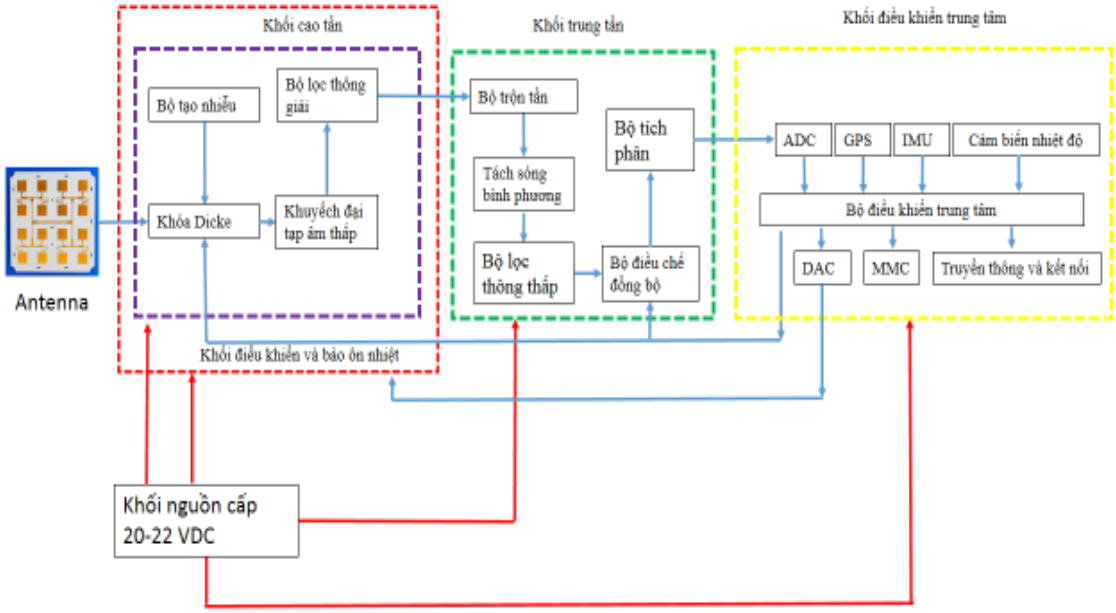
4. NGHIÊN CỨU CHẾ TẠO PHỔ KẾ SIÊU CAO TẦN BĂNG L

Để có thể gắn trên thiết bị bay không người lái và thực hiện nhiệm vụ đo vẽ hệ thống thủy văn, phổ kế siêu cao tần được chế tạo với các thông số chính như sau:

Bảng 1. Các thông số chính của phổ kế SCT băng L

TT	Thông số	Đơn vị
1	Khối lượng	3,8 kg
2	Tần số trung tâm	1,41 GHz
3	Độ phân giải	0,3°K
4	Dải nhiệt độ đầu vào	5 - 320°K
5	Độ rộng băng thông	100 Mhz
6	Thời gian tích phân	0,2 s
7	Giao tiếp	USB
8	Nguồn cấp	24 V - 1,6 A

Qua các phân tích về chỉ tiêu kỹ thuật và ưu điểm của các loại phổ kế SCT cũng như kinh nghiệm kế thừa từ việc thiết kế chế tạo ba bộ phổ kế siêu tần đặt trên mặt đất băng L, C, X chúng tôi lựa chọn chế tạo loại phổ kế SCT băng L theo sơ đồ cụ thể như sau:



Hình 3. Sơ đồ khối của phổ kế SCT băng L

Sau khi được chế tạo, phổ kế SCT được tích hợp và thử nghiệm trên UAV



Hình 4. Lắp đặt PKSCT và Ăng - ten lên UAV



Hình 5. Bay đo thử nghiệm thiết bị ngoài thực địa

5. THẢO LUẬN

Tại khu vực rừng núi hiểm trở có tán cây che phủ, việc đo vẽ chính xác hệ thống thủy văn ở đây là rất cần thiết vì sự phân bố thực vật, động vật, địa hình có liên quan mật thiết với hệ thống thủy văn. Cấu trúc của hệ thống thủy văn tại khu vực này cũng là cơ sở quan trọng để xác định vị trí có nguy cơ lũ quét, sạt lở, cháy rừng… Và khi có các thiên tai trên xảy ra, vị trí của hệ thống thủy văn cũng là cơ sở để đưa ra phương án ứng phó kịp thời và tìm khu vực di tản an toàn. Hiện tại việc đo vẽ chính xác mạng lưới thủy văn sử dụng ảnh viễn thám ở khu vực này gặp nhiều khó khăn vì ảnh quang học khó xác định vùng ngập nước dưới tán cây còn ảnh radar có sai số lớn tại khu vực địa hình hiểm trở có độ dốc lớn.

Cơ sở khoa học của tiếp cận này là: từ bản đồ độ ẩm đất, được xây dựng từ phép bay đo của UAV có gắn phổ kế SCT băng L, khu vực có độ ẩm đất đạt giá trị xấp xỉ 100% được xác định là khu vực đất ngập nước. Như vậy về mặt lý thuyết, có thể đo vẽ mạng lưới thủy văn sử dụng phổ kế SCT băng L.

Việc sử dụng phổ kế SCT băng L đặt trên UAV để đo vẽ hệ thống thủy văn tại khu vực rừng núi hiểm trở có tán cây che phủ có thể khắc phục được một số hạn chế của các phương pháp viễn thám khác. Ví dụ so với ảnh quang học, phổ kế SCT băng L có bước sóng từ 15 đến 30 cm có thể truyền xuyên qua tán cây để xác định vùng ngập nước dưới

tán cây. So với ảnh radar, phổ kế SCT băng L đặt trên UAV có thể hạn chế ảnh hưởng của độ dốc địa hình vì phổ kế SCT thu phát xạ trực tiếp của đối tượng còn ảnh radar thu tín hiệu phản xạ của đối tượng.

Trên thế giới đã thử nghiệm thành công việc đo vẽ hệ thống thủy văn khu vực đồng bằng sông Amazon sử dụng phổ kế SCT băng L đặt trên vệ tinh SMOS. Tại Việt Nam, Viện Công nghệ Vũ trụ đã sử dụng phổ kế SCT băng L đặt trên máy bay trực thăng và UAV để thành lập bản đồ độ ẩm đất có đối chiếu với dữ liệu đo trực tiếp tại mặt đất. Với kết quả đo độ ẩm đất, nhóm nghiên cứu có thể áp dụng một số mô hình bán thực nghiệm, kết hợp với các nguồn dữ liệu khác để xác định vị trí ngập nước trong khu vực nghiên cứu.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. Basharinov, A. E., & Shutko, A. M. (1971). Measurement of soil moisture by radiometers. Meteorology Hydrology, 9, 17.

[2]. Haralick, R., Shanmugam, B., and Dinstein, I. 1973, *Textural features for image classification*. IEEE Trans.Syst. Man Cybern. 33, 3, 610 - 622.

[3]. Lopes, A., R. Touizi, and E. Nezry, 1990, *Adaptive speckle filters and scence heterogeneity.* IEEE Transactions on Geosciences and Remote Sensing, 28(6):992 - 1000.

[4]. McFeeters, S.K. The use of Normalized Difference Water Index (NDWI) in the delineation of open water features. Int. J. Remote Sens.1996, 17, 1425 - 1432.

[5]. Parrens M., Al Bitar A., Frappart F., Papa Fabrice, Calmant Stéphane, Cretaux J. F., Wigneron J. P., Kerr Y. Mapping Dynamic Water Fraction under the Tropical Rain Forests of the Amazonian Basin from SMOS Brightness Temperatures. *Water*, 2017, 9 (5), p. art. 350.

[6]. Rene Acevo - herrera , Albert Aguasca , Xavier Bosch - lluis , Adriano Camps , José Martínez - fernández , Nilda Sánchez - martín , Carlos Pérez - gutiérrez. Design and first results of an uav - borne L - band radiometer for multiple monitoring purposes. Remote Sensing 2(7) · July 2010.

[7]. Richard Holdaway, Spacecraft systems engineering, John Wiley & Sons, 3th Edition, 2003.

[8]. Schmugge, T., Jackson, T. J., & McKim, H. L. (1980). Survey of methods for soil moisture determination. Water Resources Research, 16(6), 961 - 979.

[9]. Simon Haykin, Communication System, John Wiley & Sons, 4th Edition, 2001.

[10]. Tou, J.T.; Gonzalez. R.C, *Pattern Recognition Principles*. Addison - Wesley Publishing Company: Reading, MA, USA, 1974.

[11]. Wang, J. R, and T. J. Schmugge (1980): An empirical model for the complex dielectric permittivity of soils as a function of water content, IEEE Trans. Geosci. Rem. Sens., GE18,288 - 295.

[12]. Doãn Minh Chung và nnk "Thiết kế chế tạo hệ phổ kế siêu cao tần (băng C) và thử nghiệm ứng dụng hệ phổ kế trong nghiên cứu viễn thám thảm thực vật và nhiệt độ mặt nước biển tại Việt Nam"; Quyển nghiệm thu đề tài năm 2007, Thư viện Viện KH & CNVN, 2008.

[13]. Doãn Minh Chung và nnk "Nghiên cứu tích hợp máy thu tín hiệu GPS với hệ phổ kế siêu cao tần và ứng dụng thử nghiệm viễn thám hàng không xây dựng bản đồ độ ẩm đất vùng đồng bằng trung du Bắc Bộ"; Quyển nghiệm thu đề tài năm 2008, Thư viện Viện KH & CNVN, 2009.

[14]. Doan Minh Chung, Vo Thi Lan Anh, Passive microwave remote sensing of the vegetation effects on soil moisture estimation in Vietnam, Journal "Advances in Natural Sciences", Vol.5, No.1, 2004, Published by Vietnamese Academy of Science & Technology, 12/2004, pp.47 - 55.

[15]. Doan Minh Chung, Bui Doan Trong, Vo Thi Lan Anh, Passive microwave remote sensing for estimation of the rice water content in Vietnam, International Geoscience and Remote Sensing Symposium IGARSS'03, July 21 - 25th, 2003, Toulouse, France, Proc. 2003 IEEE International, Vol.2, pp.905 - 907.

[16]. Nguyễn Văn Hiệu, Báo cáo tổng kết đề tài VT - CN.03/17 - 20 "Nghiên cứu thiết kế, chế tạo và thử nghiệm phổ kế siêu cao tần băng L và payload quang học trong dải nhìn thấy, hồng ngoại gần tương thích với thiết bị bay không người lái (UAV) phục vụ nghiên cứu viễn thám" 2020.

KIỂM ĐỊNH MÁY TOÀN ĐẠC ĐIỆN TỬ THEO TIÊU CHUẨN QUỐC TẾ

Nguyễn Văn Sáng[1], Bùi Đăng Quang[2], Vũ Trung Rụy[3]

[(1)]Trường Đại học Mỏ - Địa chất,

[(2)]Cục Đo đạc - Bản đồ và Thông tin địa lý Việt Nam,

[(3)]Hội Trắc địa - Bản đồ - Viễn thám Việt Nam

Ngày nhận bài: 02/7/2021 - Ngày phản biện: 15/7/2021 - Ngày chấp nhận đăng: 15/07/2021

Tóm tắt. *Mục tiêu của báo cáo là nghiên cứu ứng dụng kiểm định máy toàn đạc điện tử theo tiêu chuẩn ISO quốc tế. Trong bài báo, các quy định về bố trí bãi, đo đạc và tính toán kiểm định máy toàn đạc điện tử theo tiêu chuẩn quốc tế được nghiên cứu, ứng dụng vào Việt Nam. Các nội dung kiểm định gồm: đo góc ngang, đo góc đứng, đo khoảng cách và đo tọa độ, độ cao. Thực nghiệm kiểm định được thực hiện đối với máy toàn đạc điện tử Sokkia SET 520K. Kết quả kiểm định cho thấy máy có độ chính xác đo góc ngang là ± 3,30”; độ chính xác đo góc đứng là ± 1,28”; độ chính xác đo khoảng cách là ± 3,28 mm độ chính xác đo tọa độ là ± 0,8 mm; độ chính xác đo độ cao là ± 12,8 mm.*

Từ khóa: *toàn đạc điện tử, kiểm định, tiêu chuẩn quốc tế.*

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Máy toàn đạc điện tử là một phương tiện đo đạc phổ biến trong ngành Đo đạc - Bản đồ. Trước đây, máy toàn đạc điện tử không thuộc danh mục phương tiện đo nhóm 2, do vậy chưa có quy định chính thức nào về kiểm định, hiệu chuẩn máy toàn đạc điện tử. Các đơn vị kiểm định máy chỉ dựa vào một số kết quả nghiên cứu, thực nghiệm để tự xây dựng các quy trình kiểm định, hiệu chuẩn nội bộ. Các quy trình này chưa được cơ quan quản lý nhà nước có thẩm quyền công nhận. Từ khi Thông tư 07/2019/TT-BKHCN ngày 26 tháng 7 năm 2019 ra đời thì máy toàn đạc điện tử thuộc danh mục phương tiện đo nhóm 2, do đó phải kiểm định theo yêu cầu kỹ thuật đo lường do cơ quan quản lý nhà nước về đo lường có thẩm quyền quy định áp dụng [10].

Ở Việt Nam, các nghiên cứu về kiểm định máy toàn đạc điện tử được thực hiện từ những năm 2000: trong tài liệu [7], tác giả đã nghiên cứu sự phụ thuộc giữa hằng số cộng và hằng số nhân máy đo khoảng cách điện tử. Từ đó, đưa ra quy định về kiểm định máy đo khoảng cách điện tử. Trong tài liệu [2], các tác giả đã đưa ra cách phương pháp để kiểm định hằng số cộng và hằng số nhân của máy toàn đạc điện tử. Tài liệu này cũng đưa ra các quy định về kiểm nghiệm bộ phận đo góc, nhưng chủ yếu cho máy kinh vĩ. Trong tài liệu [3] đã đưa ra các quy định về kiểm định máy kinh vĩ đo góc chính xác. Trong tài liệu [1], các tác giả đã đưa ra cấu tạo và nguyên lý hoạt động của máy đo xa điện tử nhưng

chưa đưa ra phương pháp kiểm định. Trong [9], các tác giả đã nghiên cứu phương pháp hiệu chuẩn máy đo xa quang - điện tử, tính toán lựa chọn đường chuẩn để kiểm định máy đo xa điện tử.

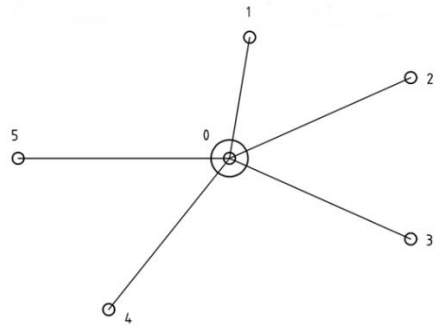
Trên thế giới, Tổ chức tiêu chuẩn quốc tế đã đưa ra các tiêu chuẩn quy định về kiểm định và hiệu chuẩn máy toàn đạc điện tử: Tiêu chuẩn ISO 17123 - 3 quy định về kiểm định góc ngang và góc đứng [4]; Tiêu chuẩn ISO 17123 - 4 quy định quy định về kiểm định khoảng cách [5]; Tiêu chuẩn ISO 17123 - 5 quy định về kiểm định tọa độ đo bằng máy toàn đạc điện tử [6].

Để phục vụ việc kiểm định máy toàn đạc điện tử ở Việt Nam theo Thông tư 07/2019/TT-BKHCN và phù hợp với tiêu chuẩn quốc tế trong điều kiện hội nhập, bài báo này tập trung nghiên cứu ứng dụng kiểm định máy toàn đạc điện tử theo tiêu chuẩn ISO quốc tế vào Việt Nam.

2. KIỂM ĐỊNH MÁY TOÀN ĐẠC ĐIỆN TỬ THEO TIÊU CHUẨN QUỐC TẾ

2.1. Kiểm định góc ngang

Để kiểm định góc ngang, bãi kiểm định được bố trí như sau: đặt máy toàn đạc tại điểm O. Năm mục tiêu (1, 2, 3, 4 và 5) được bố trí tương đối đều xung quanh máy (Hình 1).



Hình 1. Bố trí kiểm định góc ngang

Khoảng cách từ máy đến các tiêu gần bằng nhau để trong vòng đo không phải điều quang. Chiều cao của tiêu bằng chiều cao ống kính của máy. Các mục tiêu phải đảm bảo quan sát tốt, rõ nét, tránh nhầm lẫn mục tiêu.

Trước khi bắt đầu các phép đo, cho thiết bị thích nghi với nhiệt độ môi trường. Để kiểm định đo góc ngang, cần đo 4 lần đo (m = 4). Tại mỗi lần, đo 3 vòng đo. Vị trí bàn độ hướng đầu của mỗi vòng đo được thay đổi 60º bằng cách nhập từ bàn phím.

Sau khi đo xong, việc tính toán thực hiện theo trình tự sau:

- Tính 2C
- Tính giá trị trung bình bàn độ trái và bàn độ phải
- Tính quy "0"

- Tính giá trị trung bình của các mục tiêu từ 3 vòng đo
- Tính được sự khác nhau giữa trị trung bình và các trị đo
- Tính sự khác nhau trung bình
- Từ đó kết quả phần dư r giữa sự khác nhau so với sự khác nhau trung bình
- Tổng bình phương của phần dư là của 1 lần đo thứ *i*
- Tính độ lệch chuẩn kiểm nghiệm s_i của một hướng ở 1 lần đo theo công thức:

$$s_i = \sqrt{\frac{\sum r_i^2}{v_i}} = \sqrt{\frac{\sum r_i^2}{8}} \quad (1)$$

- Tổng hợp cả 4 lần đo thì độ lệch chuẩn kiểm nghiệm s của góc ngang là:

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{4} \sum r_i^2}{v}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{4} \sum r_i^2}{32}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{4} s_i^2}{4}} \quad (2)$$

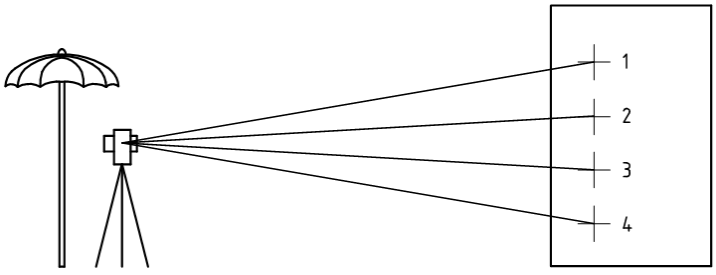
- Nếu độ lệch chuẩn thực nghiệm thỏa mãn điều kiện:

$$s \leq \sigma \times 1{,}2 \quad (3)$$

thì kết luận máy đạt yêu cầu. Trong đó σ là độ lệch chuẩn đo góc ngang cho phép của nhà sản xuất máy.

2.2. Kiểm định góc đứng

Bãi kiểm định góc đứng phải được thiết lập như Hình 2. Máy toàn đạc được đặt cách các tiêu khoảng 50 m. Bốn tiêu 1, 2, 3, 4 được bố trí thành đường thẳng đứng. Phạm vi góc đo (từ tiêu 1 đến tiêu 4) ≥ 30º. Các mục tiêu phải được xác định rõ ràng.



Hình 2. Bố trí kiểm định góc đứng

Kiểm định góc đứng cần phải đo 4 lần. Mỗi lần đo thứ phải được thực hiện trong các điều kiện thời tiết khác nhau nhưng không khắc nghiệt. Mỗi lần đo phải đo 3 vòng. Mỗi vòng đo đến 4 mục tiêu ở cả 2 vị trí bàn độ trái và phải.

Các tính toán được thực hiện cho mỗi lần đo như sau:

- Đầu tiên, tính sai số vạch chỉ tiêu bàn độ đứng MO
- Tính các giá trị trung bình bàn độ trái và phải
- Tính giá trị trung bình góc đứng từ 3 vòng đo cho từng mục tiêu
- Tính phần dư r là độ lệch giữa các vòng đo với giá trị trung bình
- Tính tổng bình phương phần dư của lần đo thứ i
- Độ lệch chuẩn kiểm định s_i của góc đứng được quan sát trong một lần đo ở cả hai

vị trí ống kính, có giá trị là:

$$s_i = \sqrt{\frac{\sum r_i^2}{v_i}} = \sqrt{\frac{\sum r_i^2}{8}} \quad (4)$$

- Tổng hợp cả 4 lần đo thì số bậc tự do là v = 8 x 4 = 32. Độ lệch chuẩn kiểm định s của góc đứng là:

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{4} \sum r_i^2}{v}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{4} \sum r_i^2}{32}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{4} s_i^2}{4}} \quad (5)$$

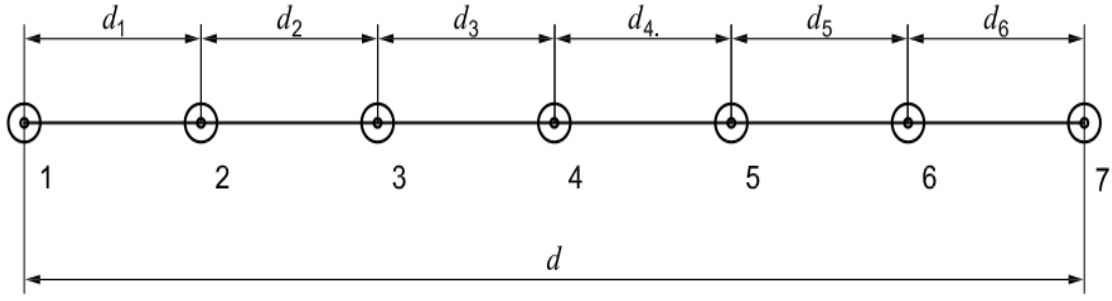
- Nếu độ lệch chuẩn thực nghiệm thỏa mãn điều kiện:

$$s \leq \sigma \times 1{,}2 \quad (6)$$

thì kết luận máy đạt yêu cầu. Trong đó σ là độ lệch chuẩn đo góc đứng cho phép của nhà sản xuất máy.

2.3. Kiểm định khoảng cách

Đáy chuẩn để kiểm định khoảng cách bao gồm 7 mốc chuẩn cố định, thẳng hàng, tạo thành 6 đoạn (Hình 3).



Hình 3. Đường đáy kiểm định khoảng cách

Sáu khoảng cách giữa bảy điểm của đường đáy được tính toán theo quy trình chặt chẽ, có tính đến ảnh hưởng của bước sóng của máy toàn đạc điện tử.

Tất cả 21 khoảng cách có thể có giữa bảy điểm sẽ được đo trong cùng một ngày. Định tâm bắt buộc nên được sử dụng để loại bỏ các sai số định tâm. Tất cả các khoảng cách chỉ được đo khi tín hiệu phản xạ tốt. Việc đo khoảng cách chỉ nên được bắt đầu khi thời tiết tốt.

Từ 21 trị đo, lập hệ phương trình số hiệu chỉnh giữa trị đo với 6 khoảng cách chính xác và hằng số K. Viết dạng ma trận ta được:

$$V = A.X + L \quad (7)$$

X là ma trận ẩn số chứa 6 khoảng cách giữa 7 điểm và hằng số K

Từ đây ta lập được hệ phương trình chuẩn:

$$(A^T.A).X + (A^T.L) = 0 \quad (8)$$

Giải ra ta được:

$$X = -(A^T.A)^{-1}(A^T.L) \quad (9)$$

Từ đây xác định được 6 khoảng cách và đồng thời xác định được hằng số cộng *K*.

Độ lệch chuẩn kiểm nghiệm của khoảng cách đo được, có thể được tính:

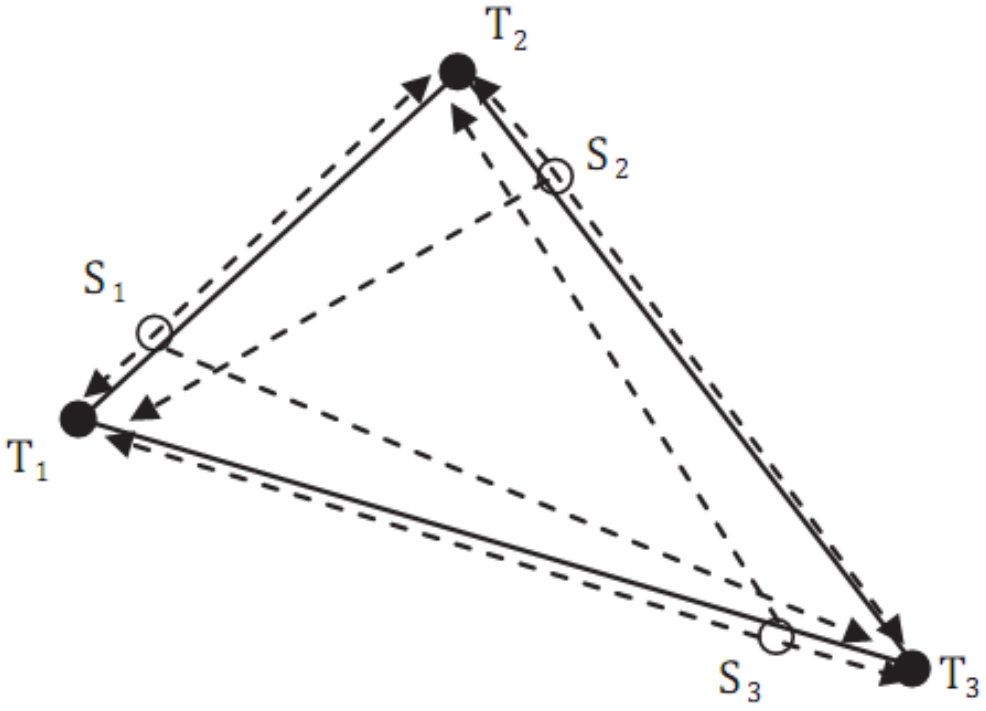
$$s_0 = \pm\sqrt{\frac{[vv]}{n-t}} = \pm\sqrt{\frac{[vv]}{21-7}} \quad (10)$$

So sánh s_0 với độ chính xác của máy theo nhà sản xuất nếu nhỏ hơn hoặc bằng 1,3 lần thì máy đạt yêu cầu kỹ thuật.

2.4. Kiểm định đo tọa độ

Bãi kiểm định tọa độ được bố trí như sau: ba mục tiêu (gương) (T1, T2, T3) phải được đặt ở các góc của tam giác (xem Hình 4). Các mục tiêu cần được cố định chắc chắn trên mặt đất. Khoảng cách giữa các điểm mục tiêu phải khác nhau và ít nhất một khoảng cách phải dài hơn khoảng cách trung bình của nhiệm vụ đo lường dự định. Chiều cao của chúng phải khác nhau.

Ba trạm máy toàn đạc (S1, S2, S3) phải được đặt gần trên mỗi cạnh tam giác và cách mục tiêu gần nhất khoảng 5 m đến 10 m.



Hình 4. Bố trí bãi kiểm định tọa độ

Đo đạc được thực hiện như sau:

- Đặt máy tại điểm S_1, định tâm, cần bằng máy cẩn thận. Ở vị trí bàn độ trái, lần lượt đo tọa độ đến các gương T_1, T_2, T_3, được 1 lần đo (bộ đo).
- Đảo ống ngắm, ở vị trí bàn độ phải, lần lượt đo tọa độ đến các gương T_1, T_2, T_3, được lần đo thứ 2
- Lặp lại thao tác trên một lần nữa, được lần đo thứ 3 và 4.
- Chuyển máy đến điểm S_2 và S_3 cũng thao tác tương tự như ở S_1.

Tính toán kiểm định tọa độ x, y theo trình tự sau:

- Từ tọa độ của các điểm đo được tính ra cạnh ngang giữa các điểm
- Tính trung bình của các cạnh
- Xác định tọa độ của mô hình toán học của tam giác dựa vào các cạnh trung bình vừa tính được
- Tính tọa độ trọng tâm của mô hình toán học (Xg, Yg)
- Tính tọa độ trọng tâm của tam giác thu được tại mỗi trạm máy *i* ($x_{g,i}$, $y_{g,i}$)
- Tính độ lệch tọa độ trọng tâm của mô hình tam giác và tọa độ đo:

$$\Delta x_{g,i} = x_{g,i} - X_g$$
$$\Delta y_{g,i} = y_{g,i} - Y_g \quad (11)$$

- Hiệu chỉnh tọa độ để trùng khớp trọng tâm của mô hình toán học lên trọng tâm của tam giác đo.
- Xoay mô hình toán học xung quanh trọng tâm để giảm thiểu các phần dư của tọa độ đỉnh giữa mô hình toán học và các tam giác đo tương ứng.
- Tính số dư (r_x, r_y) của tọa độ các tam giác đo được so với mô hình toán học đã xoay
- Độ lệch chuẩn kiểm nghiệm là:

$$s_{XY} = \sqrt{\frac{\sum r_{xy}^2}{51}} \quad (12)$$

Tính toán kiểm định độ cao theo trình tự như sau:

- Tính chênh cao giữa T1 và T2 (và T3) từ các giá trị z được đo của mỗi bộ số liệu đo.

$$d_{z,i,j,k} = z_{i,j,k} - z_{i,1,k};\ i = 1,2,3;\ j = 2,3;\ k = 1,2,3,4 \quad (13)$$

- Tính giá trị trung bình của $d_{z,i,2,k}$ và $d_{z,i,3,k}$:

$$a_{z,j} = \frac{1}{12}\sum_{i=1}^{3}\sum_{k=1}^{4} d_{z,i,j,k};\ j = 2,3 \quad (14)$$

- Phần dư $r_{z,i,j,k}$ của chênh lệch chiều cao $d_{z,i,2,k}$ và $d_{z,i,3,k}$ so với các giá trị trung bình thu được cho mỗi bộ đo được tính như sau:

$$r_{z,i,j,k} = d_{z,i,j,k} - a_{z,j} \quad (15)$$

- Tổng bình phương của phần dư thu được là:

$$\sum r_z^2 = \sum_{i=1}^{3}\sum_{j=2}^{3}\sum_{k=1}^{4} r_{z,i,j,k}^2 \quad (16)$$

- Cuối cùng, độ lệch chuẩn của tọa độ z là:

$$s_z = \sqrt{\frac{\sum r_z^2}{22}} \quad (17)$$

3. KẾT QUẢ KIỂM ĐỊNH MÁY TOÀN ĐẠC ĐIỆN TỬ

Trên cơ sở lý thuyết trình bày ở trên, chúng tôi tiến hành đo thực nghiệm kiểm định đối với máy toàn đạc điện tử Sokkia SET 520 K. Công tác đo kiểm định được thực hiện vào tháng 12 năm 2020. Kết quả kiểm định được trình bày trong các mục dưới đây:

3.1. Kết quả kiểm định góc ngang

Góc ngang được kiểm định bằng cách đo 4 lần đo, mỗi lần đo 3 vòng. Dưới đây là kết quả đo đạc và tính toán của lần đo thứ 4:

Bảng 1. Kết quả đo đạc và tính toán kiểm định góc ngang

Lần 4																		
Vòng đo	Tiêu đo	Bàn độ trái			Bàn độ phải			2C	TB	Quy "0"			Trung bình 3 vòng			d	r	r^2
		°	′	"	°	′	"	"	"	°	′	"	°	′	"	"	"	(")^2
1	1	359	59	59	180	0	7	- 8	3,0	0	0	0	0	0	0,0	0,0	- 1,3	1,69
	2	74	57	15	254	57	24	- 9	19,5	74	57	16,5	74	57	15,7	0,8	- 0,5	0,22
	3	143	27	14	323	27	19	- 5	16,5	143	27	13,5	143	27	10,7	2,8	1,5	2,35
	4	180	47	29	0	47	35	- 6	32,0	180	47	29,0	180	47	26,7	2,3	1,0	1,07
	5	232	44	11	52	44	12	- 1	11,5	232	44	8,5	232	44	8,0	0,5	- 0,8	0,64
								0	0,0							1,3	***0,0***	
2	1	60	0	58	240	0	7	- 9	2,5	0	0	0				0,0	0,1	0,01
	2	134	57	20	314	57	20	0	20,0	74	57	17,5				1,8	1,9	3,74
	3	203	27	10	23	27	15	- 5	12,5	143	27	10,0				- 0,7	- 0,6	0,32
	4	240	47	26	60	47	31	- 5	28,5	180	47	26,0				- 0,7	- 0,6	0,32
	5	292	44	8	112	44	11	- 3	9,5	232	44	7,0				- 1,0	- 0,9	0,81
								0	0,0							- 0,1	***0,0***	
3	1	120	0	0	300	0	9	- 9	4,5	0	0	0				0,0	1,2	1,44
	2	194	57	16	14	57	19	- 3	17,5	74	57	13,0				- 2,7	- 1,5	2,15
	3	263	27	11	83	27	15	- 4	13,0	143	27	8,5				- 2,2	- 1,0	0,93
	4	300	47	28	120	47	31	- 3	29,5	180	47	25,0				- 1,7	- 0,5	0,22
	5	352	44	13	172	44	13	0	13,0	232	44	8,5				0,5	1,7	2,89
																- 1,2	***0,0***	
																	∑r4*r4	**18,80**
																	s4	**1,53**

Tính độ lệch chuẩn kiểm định đo góc ngang của 4 lần đo:

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{4} \sum r_i^2}{32}} = \sqrt{\frac{140{,}40}{32}} = \pm 2{,}09'' \qquad (18)$$

Độ lệch chuẩn kiểm nghiệm (2,09") thỏa mãn điều kiện nhỏ hơn 1,2 lần độ lệch chuẩn

đo góc ngang cho phép của nhà sản xuất máy (5”). Do đó, máy đạt yêu cầu kỹ thuật.

3.2. Kết quả kiểm định góc đứng

Góc đứng được kiểm định bằng cách đo 4 lần đo, mỗi lần đo 3 vòng. Dưới đây là kết quả đo đạc và tính toán của lần 3:

Bảng 2. Kết quả đo đạc và tính toán kiểm định góc đứng

Lần 3																
Vòng đo (j)	Mục tiêu (k)	Bàn độ trái			Bàn độ phải			Mo	Góc đứng			Trung bình			r	r^2
		º	‘	“	º	‘	“	“	º	‘	“	º	‘	“	“	“
1	1	61	10	26	298	50	1	13,5	61	10	12,5	61	10	13,8	-1,33	1,778
	2	72	54	43	287	5	47	15,0	72	54	28,0	72	54	28,5	-0,50	0,250
	3	83	51	24	276	9	4	14,0	83	51	10,0	83	51	9,7	0,33	0,111
	4	92	11	51	267	48	42	16,5	92	11	34,5	92	11	32,0	2,50	6,250
	∑	308	126	144	1128	112	94	59,0	308	126	85,0	308	126	84,0	***1,00***	8,389
2	1	61	10	29	298	50	1	15,0	61	10	14,0				0,17	0,028
	2	72	54	40	287	5	43	11,5	72	54	28,5				0,00	0,000
	3	83	51	22	276	9	0	11,0	83	51	11,0				1,33	1,778
	4	92	11	44	267	48	41	12,5	92	11	31,5				-0,50	0,250
	∑	308	126	135	1128	112	85	50,0	308	126	85,0				***1,00***	2,056
																0,000
3	1	61	10	30	298	50	0	15,0	61	10	15,0				1,17	1,361
	2	72	54	42	287	5	44	13,0	72	54	29,0				0,50	0,250
	3	83	51	23	276	9	7	15,0	83	51	8,0				-1,67	2,778
	4	92	11	44	267	48	44	14,0	92	11	30,0				-2,00	4,000
	∑	308	126	139	1128	112	95	57,0	308	126	82,0				***-2,00***	8,389
								13,8							0,00	
$\sum r^2$																**18,833**
s3																**1,5**

Độ lệch chuẩn kiểm định góc đứng của 4 lần đo:

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{4} \sum r_i^2}{v}} = \sqrt{\frac{52{,}833}{32}} = \pm 1{,}28” \quad (19)$$

Độ lệch chuẩn kiểm định (1,28”) thỏa mãn điều kiện nhỏ hơn 1,2 lần độ lệch chuẩn đo góc đứng cho phép của nhà sản xuất máy (5”). Do đó, máy đạt yêu cầu kỹ thuật.

3.3. Kết quả kiểm định khoảng cách

Bảng 3. Kết quả tính toán kiểm định khoảng cách

STT	Cạnh đo	v (mm)	v^2 (mm^2)	STT	Cạnh đo	v (mm)	v^2 (mm^2)
1	1 - 2	9,50	90,250	12	3 - 4	- 1,90	3,610
2	1 - 3	- 2,80	7,840	13	3 - 5	- 0,10	0,010
3	1 - 4	- 2,80	7,840	14	3 - 6	- 0,40	0,160
4	1 - 5	- 2,00	4,000	15	3 - 7	0,40	0,160
5	1 - 6	- 1,30	1,690	16	4 - 5	- 2,00	4,000
6	1 - 7	- 0,50	0,250	17	4 - 6	- 1,40	1,960
7	2 - 3	0,80	0,640	18	4 - 7	- 0,50	0,250
8	2 - 4	0,80	0,640	19	5 - 6	- 1,20	1,440
9	2 - 5	2,60	6,760	20	5 - 7	- 0,40	0,160
10	2 - 6	2,30	5,290	21	6 - 7	- 2,00	4,000
11	2 - 7	3,10	9,610		***Tổng***		***150,56***

- Tính độ lệch chuẩn kiểm nghiệm của khoảng cách đo được:

$$s_0 = \pm\sqrt{\frac{[vv]}{n-t}} = \pm\sqrt{\frac{150,56}{21-7}} = \pm\ 3,28 \text{ mm} \quad (20)$$

- Kết quả xác định hằng số K = - 30,14 mm.
- Độ chính xác xác định hằng số K:

$$m_K = s_0\sqrt{Q_{7,7}} = \pm\ 0,72 \text{ mm} \quad (21)$$

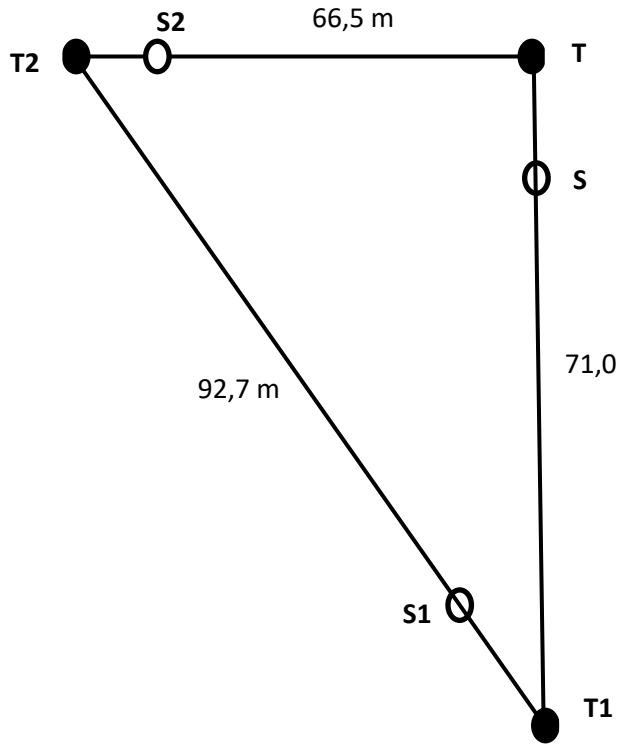
Độ lệch chuẩn kiểm định (s_0 = 3,28 mm) thỏa mãn điều kiện nhỏ hơn 1,3 lần độ lệch chuẩn do nhà sản xuất công bố (4 mm). Kết luận máy đạt yêu cầu kỹ thuật.

Hằng số cộng do nhà sản xuất cung cấp là: - 30 mm. Độ lệch giữa hằng số cộng kiểm định so với nhà sản xuất công bố là: 0,14 mm, nhỏ hơn m_K x 2,14. Kết luận máy đạt yêu cầu kỹ thuật.

3.4. Kết quả kiểm định tọa độ

Bãi kiểm định tọa độ được bố trí như Hình 5. Ba mục tiêu (gương) (T1, T2, T3) được đặt ở các góc của tam giác. Các mục tiêu được cố định chắc chắn trên mặt đất. Khoảng cách mục tiêu T1 đến T2 là 92,7 m, từ T2 đến T3 là 66,5 m, từ T1 đến T3 là 71 m. Chiều cao của các điểm khác nhau.

Ba trạm máy toàn đạc (S1, S2, S3) được đặt trên các cạnh tam giác, cách mỗi điểm mục tiêu khoảng 5 m đến 10 m.



Hình 5. Bãi kiểm định tọa độ

Khi đo tại điểm S1, định hướng về điểm T2, lấy tọa độ điểm S1 x = 100,000 m, y = 200,000 m. Khi đo tại điểm S2, định hướng về điểm T1, lấy tọa độ điểm S1 x = 200,000 m, y = 300,000 m. Khi đo tại điểm S3, định hướng về điểm T1, lấy tọa độ điểm S1 x = 300,000 m, y = 400,000 m. Dưới đây là kết quả đo tọa độ tại trạm máy 1.

Bảng 4. Kết quả đo kiểm định tọa độ tại trạm máy 1

No	Trạm máy	Mục tiêu	Bộ đo	Bàn độ	x (m)	y (m)	z (m)
1	1	1	1	T	93,629	200,000	9,896
2		2			186,371	200,000	9,909
3		3			143,303	250,756	9,952
4		1	2	P	93,629	200,000	9,898
5		2			186,370	199,999	9,894
6		3			143,304	250,755	9,976
7		1	3	T	93,629	200,000	9,895
8		2			186,371	199,998	9,861
9		3			143,305	250,754	9,953
10		1	4	P	93,629	200,000	9,898
11		2			186,371	200,001	9,894
12		3			143,304	250,755	9,981

+) Kết quả tính độ lệch chuẩn kiểm định tọa độ x, y:

$$s_{XY} = \sqrt{\frac{\sum r_{xy}^2}{51}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{3}\sum_{j=1}^{3}\sum_{k=1}^{4}\left(r_{x,i,j,k}^2 + r_{y,i,j,k}^2\right)}{51}} = \sqrt{\frac{0{,}0000315}{51}} = \pm 0{,}0008 \text{ m} \quad (22)$$

+) Kết quả tính độ lệch chuẩn của độ cao là:

$$s_z = \sqrt{\frac{\sum r_z^2}{22}} = \sqrt{\frac{0{,}003588}{22}} = \pm 0{,}0128 \text{ m} \quad (23)$$

4. KẾT LUẬN

- Đã ứng dụng kiểm định được máy toàn đạc điện tử theo tiêu chuẩn quốc tế. Kết quả kiểm định máy Sokkia SET 520 K cho thấy máy có độ chính xác đo góc ngang là ± 3,30”; độ chính xác đo góc đứng là ± 1,28”; độ chính xác đo khoảng cách là ± 3,28 mm độ chính xác đo tọa độ là ± 0,8 mm; độ chính xác đo độ cao là ± 12,8 mm.

- Trong các tiêu chuẩn quốc tế, phần kiểm định góc ngang và góc đứng khá giống với cách kiểm định của Việt Nam đã thực hiện trước đây. Các phần kiểm định góc này có thể thực hiện trong nhà nếu có các thiết bị cần thiết.

- Phần kiểm định khoảng cách, các điểm được bố trí theo quy định chặt chẽ có tính đến ảnh hưởng của bước sóng sử dụng trong máy toàn đạc điện tử. Tuy nhiên, trong tiêu chuẩn quốc tế không sử dụng khoảng cách chuẩn. Khi xây dựng quy định kiểm định cho Việt Nam chúng ta nên đo khoảng cách chuẩn của bãi kiểm định bằng thiết bị có độ chính xác cao hơn.

- Quy định về kiểm định tọa độ trong tiêu chuẩn quốc tế rất mới so với Việt Nam, về lâu dài, cần xem xét tiến tới áp dụng quy định này trong quy trình kiểm định máy toàn đạc điện tử ở Việt Nam để phù hợp với xu thế hội nhập quốc tế.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. Đào Quang Hiếu, Ngô Văn Hợi (1997). Ứng dụng kỹ thuật điện tử trong trắc địa. Bài giảng dành cho học viên cao học. Trường Đại học Mỏ - Địa chất, Hà Nội.

[2]. Đỗ Ngọc Đường (2000). Xây dựng lưới trắc địa. Trường Đại học Mỏ - Địa chất. Hà Nội.

[3]. Đỗ Ngọc Đường, Đặng Nam Chinh (2000). Hướng dẫn thực tập Trắc địa cao cấp. Trường đại học Mỏ - Địa chất. Hà Nội.

[4]. International Organization for Standardization (2001). International Standard ISO 17123 - 3. Optics and optical instruments - Field procedures for testing geodetic and surveying instruments - Part 3: Theodolites.

[5]. International Organization for Standardization (2012). International Standard ISO 17123 - 4. Optics and optical instruments - Field procedures for testing geodetic and surveying instruments - Part 4: Electro - optical distance meters (EDM measurements to reflectors).

[6]. International Organization for Standardization (2018). International Standard ISO 17123 - 5. Optics and optical instruments - Field procedures for testing geodetic and surveying instruments - Part 5: Total stations.

[7]. Phạm Doãn Mậu (2001). Nghiên cứu sự phụ thuộc giữa hằng số cộng và hằng số nhân máy đo khoảng cách điện tử. Luận văn thạc sỹ kỹ thuật. Trường Đại học Mỏ - Địa chất, Hà Nội.

[8]. Phạm Hoàng Lân, Đặng Nam Chinh, Dương Vân Phong, Vũ Văn Trí (2017). Trắc địa cao cấp đại cương. Nhà xuất bản giao thông vận tải. Hà Nội.

[9]. Tống Công Dũng, Vũ Khánh Xuân, Bùi Quốc Thụ, Nguyễn Văn Vinh (2013). Nghiên cứu xây dựng chuẩn đo lường để hiệu chuẩn máy đo xa quang - điện tử. Tạp chí Khoa học và Kỹ thuật số 158, tr 51 - 59, ISSN: 1859 - 0209. Học viện kỹ thuật quân sự. Hà Nội.

[10]. Bộ Khoa học và Công nghệ (2019). Thông tư 07/2019/TT-BKHCN.

TÍCH HỢP THIẾT BỊ ĐO SÂU HỒI ÂM VÀ HỆ THỐNG GNSS-RTK-IMU TRÊN XUỒNG TỰ HÀNH (USV) PHỤC VỤ KHẢO SÁT ĐỊA HÌNH DƯỚI NƯỚC

Lưu Hải Âu, Ngô Thị Liên, Phạm Thành Việt, Lưu Hải Bằng

Viện Khoa học Đo đạc và Bản đồ

Ngày nhận bài: 15/7/2021 - Ngày phản biện: 22/7/2021 – Ngày chấp nhận đăng: 27/9/2021

Tóm tắt. *Hiện nay, các thiết bị tự hành hay còn được gọi là robot hoặc thiết bị không người lái đang được ứng dụng rộng rãi trong nhiều lĩnh vực như quân sự, giáo dục, y tế… Trong lĩnh vực tài nguyên môi trường, việc ứng dụng các thiết bị như máy bay không người lái (UAV), xe tự hành, xuồng không người lái (USV) có thể hỗ trợ và thay thế con người trong công tác thu thập dữ liệu địa không gian. Bài báo này, trình bày giải pháp tích hợp thiết bị đo sâu hồi âm và hệ thống GNSS-RTK-IMU trên xuồng tự hành phục vụ khảo sát địa hình đáy sông, biển.*

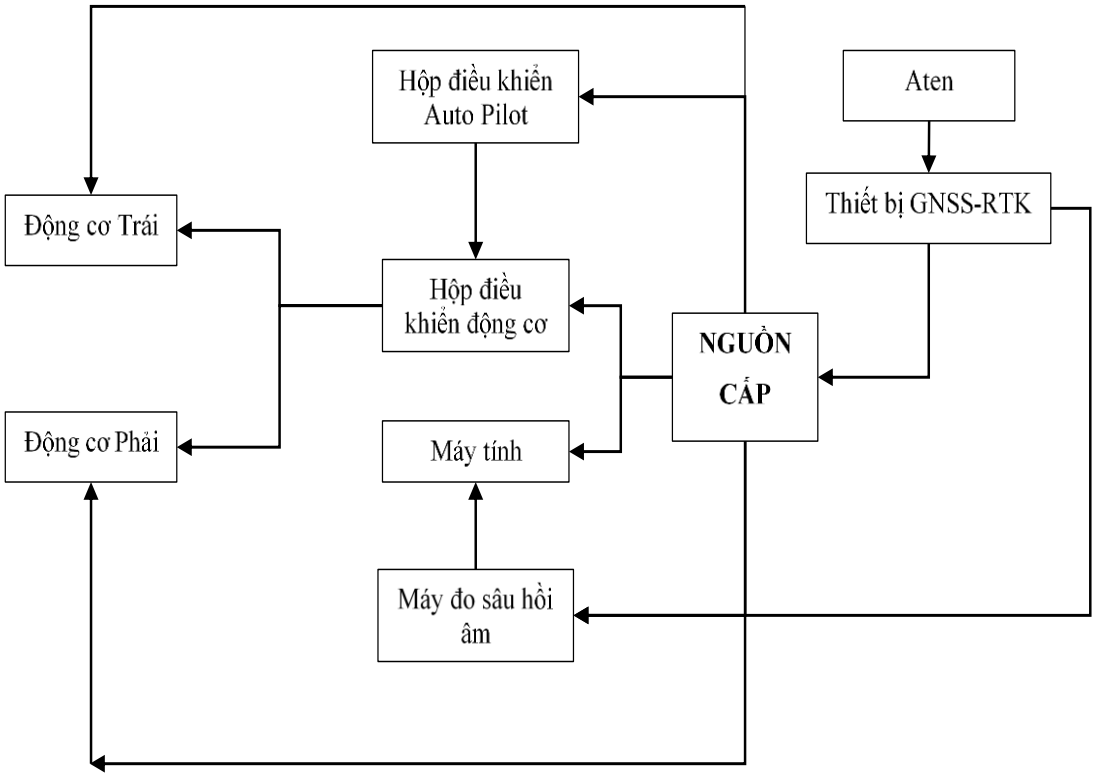
Từ khóa: *đo sâu hồi âm, xuồng tự hành, USV, GNSS-RTK-IMU.*

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Hiện nay, để đáp ứng các công việc đặc thù liên quan đến bản đồ địa hình và độ sâu của các đối tượng thủy văn như xây dựng cầu, cống, đường xá…, tính toán khối lượng đào đắp… Ở Việt Nam người ta đã sử dụng kết hợp công nghệ GNSS và đo sâu hồi âm gắn trên xuồng hoặc tàu, thuyền có người lái [2, 3]. Phương pháp này so với công nghệ đo sâu truyền thống đã rất tiện lợi, tự động hóa và nâng cao hiệu quả công tác đo đạc địa hình đáy sông, biển hơn rất nhiều. Tuy nhiên, việc sử dụng tàu thuyền lớn đối với một số khu vực địa hình sẽ gặp nhiều khó khăn và có khả năng không thực hiện được như khu vực ven bờ, nước nông và chịu ảnh hưởng lớn bởi sự lên xuống của thủy triều; khu vực có đá ngầm, hồ mỏ đá; khu vực có nguồn nước bị ô nhiễm; khu vực thuộc biên giới quốc gia, hải đảo. Một số nghiên cứu trên thế giới đã đề cập tới khả năng ứng dụng của thiết bị xuồng không người lái (USV) trong lĩnh vực quan trắc thủy văn [1, 4]. Việc sử dụng một thiết bị tàu tự hành thay thế cho tàu khảo sát biển chuyên dụng không những giải quyết được các vấn đề về an toàn lao động cho người và các khu vực mà tàu khảo sát biển chuyên dụng không thể tiếp cận được, mà còn mang lại hiệu quả về kinh tế và tự động hóa công tác thành lập bản đồ đáy sông biển cũng là mục tiêu hướng tới của ngành đo đạc và bản đồ thế kỉ XXI.

2. GIẢI PHÁP KỸ THUẬT CHÍNH

2.1. Mô hình tích hợp hệ thống đo sâu hồi âm và GNSS-RTK trên xuồng tự hành

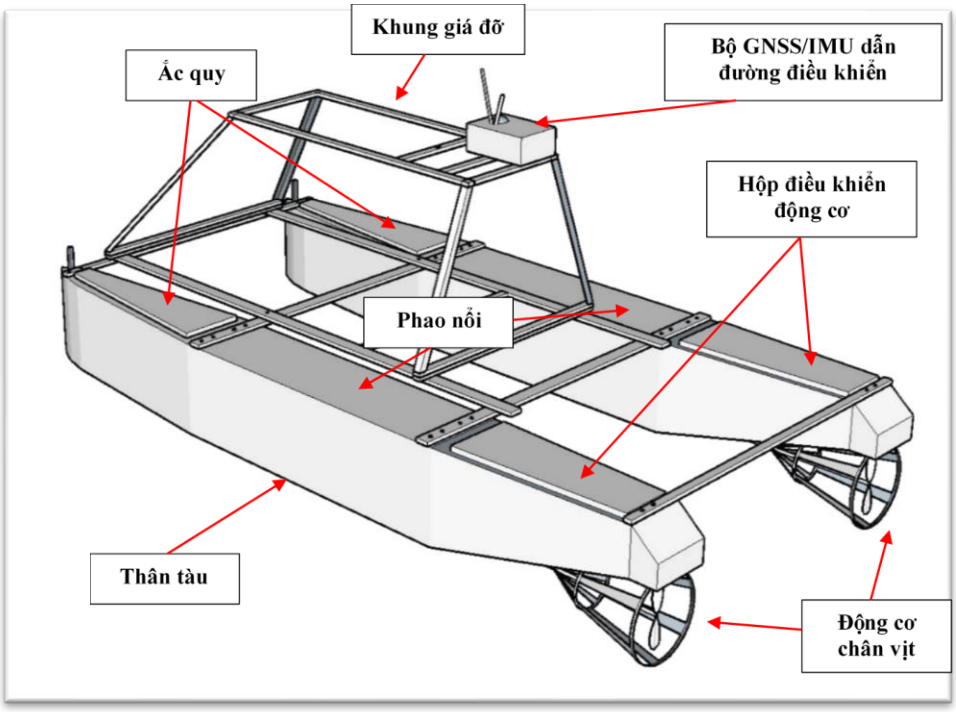


Hình 1. Mô hình tích hợp hệ thống khảo sát đáy sông biển bằng xuồng tự hành theo công nghệ đo sâu hồi âm và GNSS-RTK-IMU

Mô hình tích hợp thiết bị đo sâu hồi âm và hệ thống GNSS-RTK-IMU trên xuồng tự hành được chia ra làm 3 phần: phần xuồng tự hành (USV), phần thiết bị đo sâu hồi âm và phần thiết bị định vị GNSS-RTK-IMU.

a) Phần xuồng tự hành (USV)

Thông thường công tác đo đạc địa hình đáy sông biển được tiến hành trên thiết bị tàu khảo sát chuyên dụng và không chuyên dụng có người lái theo các phương pháp đo sâu truyền thống (dọi đo sâu, sào đo sâu) hoặc đo sâu bằng máy hồi âm đơn tia hoặc đa tia. Tương tự như vậy, thiết bị xuồng tự hành (USV) ở đây đóng vai trò giống như thiết bị tàu khảo sát chuyên dụng. Tuy nhiên, các công tác thiết kế tuyến đo và thực hiện đo đạc được tiến hành toàn tự động thông qua phần mềm điều khiển mà không cần sự tham gia trực tiếp của con người khi tàu hoạt động trên biển.



Hình 2. Cấu tạo một xuồng tự hành (USV)

Cấu tạo cơ bản một thiết bị xuồng tự hành bao gồm:

- Động cơ chân vịt: hoạt động theo sự chỉ đạo của Hộp điều khiển động cơ.
- Thân tàu: là buồng chứa các bộ phận khác và giúp tàu nổi trên mặt nước.
- Hộp điều khiển động cơ: điều hướng tàu tiến về phía trước, hay lùi lại phía sau, quay đầu.
- Ắc quy: cung cấp nguồn điện hoạt động cho động cơ và các thiết bị lắp đặt trên tàu.
- Khung giá đỡ: là bộ phận có thể lắp đặt thêm các thiết bị khác như thiết bị đo sâu hồi âm, ăng ten, thiết bị GNSS…
- Hộp điều khiển GNSS/IMU: kết nối với hệ thống phần mềm điều khiển từ xa để điều hướng hoạt động dẫn đường cho tàu theo hành trình.

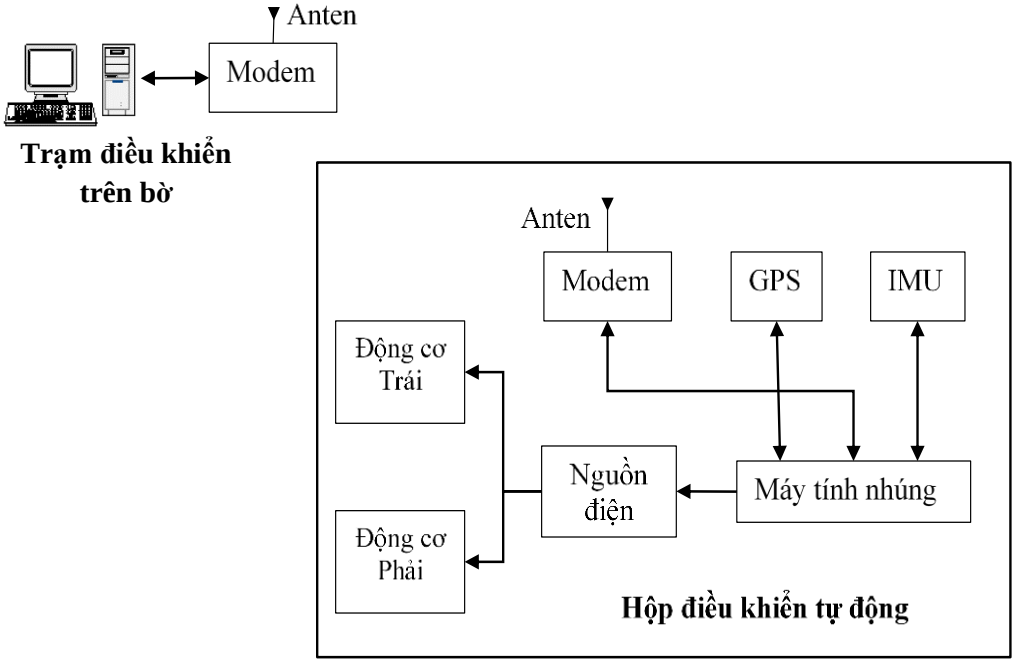
Nguyên lý hoạt động: trạm điều khiển trên bờ gồm một máy tính và model phát tín hiệu radio ghi nhận kết quả từ các cảm biến trên thiết bị tự hành (thông qua hộp điều khiển GNSS-RTK/IMU) và tính toán vị trí và hướng đi của thiết bị tự hành. Phân tích quỹ đạo chuyển động của tàu và quyết định hoạt động của bộ truyền chuyển động của tàu (2 động cơ) và gửi lệnh thông qua modem vô tuyến của nó tới các hộp điều khiển mỗi động cơ của tàu.

Thiết bị xuồng tự hành được phát triển bởi nhóm nghiên cứu với các thông số kỹ thuật cơ bản như sau:

- Kích thước (L × W × H): 250 cm × 150 cm × 60 cm, trọng lượng: 100 kg, vật liệu: Composit, vận tốc: 8-10 m/s, tải trọng tối thiểu: 50 kg.

- Hệ thống điện: công suất: 300 W, Ắc qui: 40.000 mAh, 12 V, vận hành: tự động/Điều khiển.

- Hệ thống điều khiển: điều khiển: radio, tần số: 5.0 GHz, khoảng cách tối đa: 2 km.



Hình 3. Nguyên lý hoạt động của Hộp điều khiển tự động

b) Phần thiết bị đo sâu hồi âm

Cấu tạo của thiết bị đo sâu hồi âm:

- Bộ phận phát sóng đo: dưới sự hoạt động của thiết bị khống chế trung tâm, các xung điện có chu kỳ, tần số, độ rộng xung và công suất điện nhất định được tạo ra. Thông qua thiết bị biến đổi năng lượng phát xạ, sóng âm được phát xuống nước theo một chu kì nhất định. Bộ phát sóng gồm: mạch dao động, mạch tạo xung, mạch phát sóng.

- Bộ thu tín hiệu phản xạ: các tín hiệu sóng âm phản xạ được thu ở bộ thu tín hiệu. Tín hiệu sóng âm được biến đổi từ dạng cơ năng thành năng lượng dạng điện năng. Trong các mạch điện của bộ thu, người ta đưa vào kỹ thuật đo kiểm tương quan hiện đại và kỹ thuật quy về một điểm, đã đưa vào mạch điện tự động giám định các tín hiệu sóng âm phản xạ, mạch tự động tăng giảm AGC (Automatic Gain Control), mạch điều khuếch đại khống chế thời gian TVG (Time Variable Gain).

- Thiết bị biến đổi năng lượng phát xạ: là thiết bị biến đổi điện năng thành cơ năng, lại từ cơ năng biến đổi thành năng lượng sóng âm. Nó biến đổi xung dao động của máy phát sóng chuyển tới, theo khoảng cách, thời gian nhất định và công suất nhất định thành dao động cơ học làm cho môi trường nước phát ra xung của năng lượng sóng âm với góc của chùm tia sóng có độ lớn nhất định.

- Thiết bị biến đổi năng lượng thu: là thiết bị biến đổi năng lượng từ sóng âm thành năng lượng điện, sau đó phóng đại tín hiệu và xử lý tín hiệu. Hiện nay, có nhiều máy đo sâu hồi âm hợp nhất thiết bị biến đổi năng lượng phát xạ và năng lượng thu về, bằng cách đặt giữa máy phát xạ và máy thu và thiết bị biến đổi năng lượng một mạch điều khiển tự động. Khi máy phát xạ hoạt động sẽ nối với thiết bị biến đổi năng lượng để phát xạ sóng âm, khi máy thu hoạt động sẽ nối với thiết bị biến đổi năng lượng để nhận được năng lượng điện của tín hiệu.

- Bộ chuyển đổi ADC (Analogue Digital Convert): bộ chuyển đổi này có nhiệm vụ biến đổi tín hiệu dạng liên tục (Analogue) thành tín hiệu dạng số (Digital) đối với các thế hệ máy sử dụng công nghệ số hiện nay.

- Thiết bị hiển thị: chức năng của thiết bị hiển thị là hiển thị một cách trực quan giá trị của độ sâu đo được. Hiện nay có các dạng thiết bị hiển thị sau: dạng máy ghi, dạng máy hiển thị số, dạng máy in số.

Thông số kỹ thuật thiết bị đo sâu hồi âm ODOM Hydrotrac II sử dụng:

- Tần số: 200 kHz (chuẩn); 210,40 & 33 kHz (tùy chọn).
- Hiệu suất ra: 600 Watts.
- Nguồn cấp điện: 11-28 VDC (chuẩn); 110/220 VAC (tùy chọn).
- Cổng giao tiếp: 2 (TSS232 hoặc RS422).
- Độ chính xác: 200 kHz-1 cm ± 0.1% của giá trị độ sâu (hiệu chỉnh tốc âm thanh).
- Độ chính xác: 33 kHz -10 cm ± 0,1% của giá trị độ sâu (hiệu chỉnh tốc âm thanh).
- Độ phân giải: 0.1ft./.01 mét.

c) Phần thiết bị định vị GNSS-RTK

Thông số kỹ thuật thiết bị SQ-GNSS sử dụng:

Số lượng kênh thu đồng thời: 192 kênh

Hệ thống vệ tinh định vị: GPS L1+L2, Glonass G1, Beidou B1+B3

Công nghệ cải chính RTK: Có hỗ trợ, đạt sai số đến centimet

Tần số xuất tọa độ: Tối đa 10 Hz (10 vị trí trong 1 giây)

Độ chính xác khi đo độc lập: Phương ngang: 1,5 m, phương đứng 3,0 m

Độ chính xác PPK: P.ngang: 10 mm + 1 ppm, P.đứng: 15 mm + 1 ppm

Độ chính xác khi di chuyển: 0,03 m/s

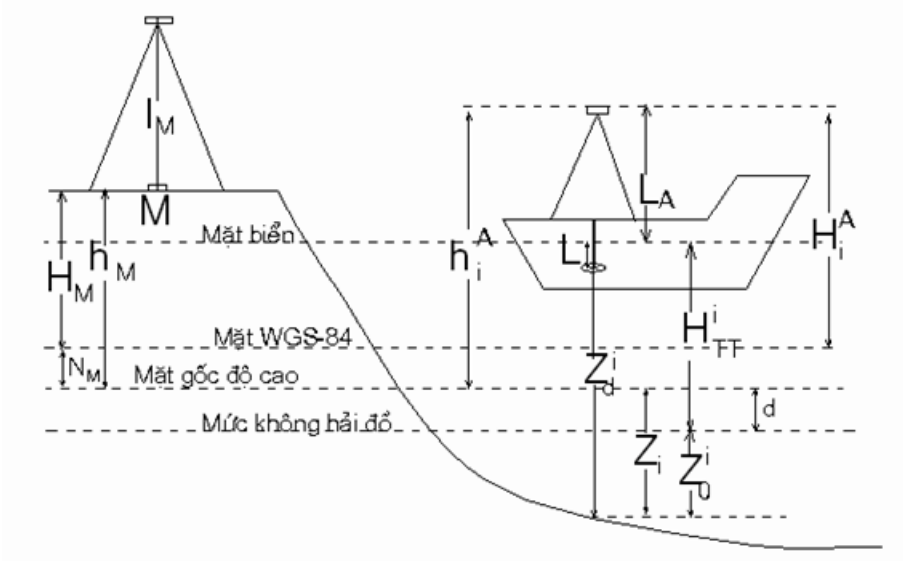
Thời gian xác định tọa độ lần đầu: Nhỏ hơn 50 giây

Thời gian khởi động: Nhỏ hơn 10 giây

Cổng giao tiếp: Cổng COM DB9-RS232, Bluetooth

Khi sử dụng công nghệ GNSS-RTK kết hợp với máy đo sâu hồi âm để đo vẽ địa hình đáy sông biển, trạm Base của máy thu GNSS được đặt tại điểm khống chế M. Tại M ta đã biết tọa độ và độ cao trắc địa HM, độ cao thủy chuẩn hM. Aten của trạm Rover được lắp đặt trên xuồng tự hành và ghép nối với máy đo sâu hồi âm.

Khi sử dụng công nghệ GNSS-RTK kết hợp với thiết bị đo sâu hồi âm ta có thể xác định độ cao của địa hình đáy biển theo hệ độ cao lục địa mà không cần phải quan trắc thủy triều.



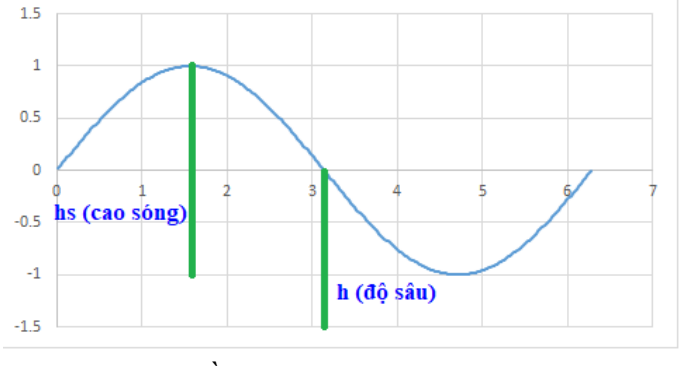
Hình 4. Đo vẽ BĐ ĐHĐB đáy sông biển bằng công nghệ GNSS-RTK và máy đo sâu hồi âm

Trong đó:

- *H_M là độ cao trắc địa tại vị trí M.*
- *h_M là độ cao thủy chuẩn tại vị trí M.*
- *N_M là giá trị dị thường độ cao tại điểm M.*
- *i là vị trí đo sâu thứ i, tương ứng các giá trị H_i; h_i; N_i; Z_i là độ cao trắc địa, độ cao thủy chuẩn, giá trị dị thường độ cao, độ cao tính theo hệ độ cao lục địa.*
- *L_A: độ cao của ăng ten đến mặt nước biển.*
- *h_i^A: là độ cao của đỉnh ăng ten tại thời điểm đo t_i*
- Z_d^i: là giá trị độ sâu đo được bằng máy đo sâu hồi âm tại thời điểm t_i.

d) Thiết bị đo sóng tích hợp với máy đo sâu hồi âm đơn tia

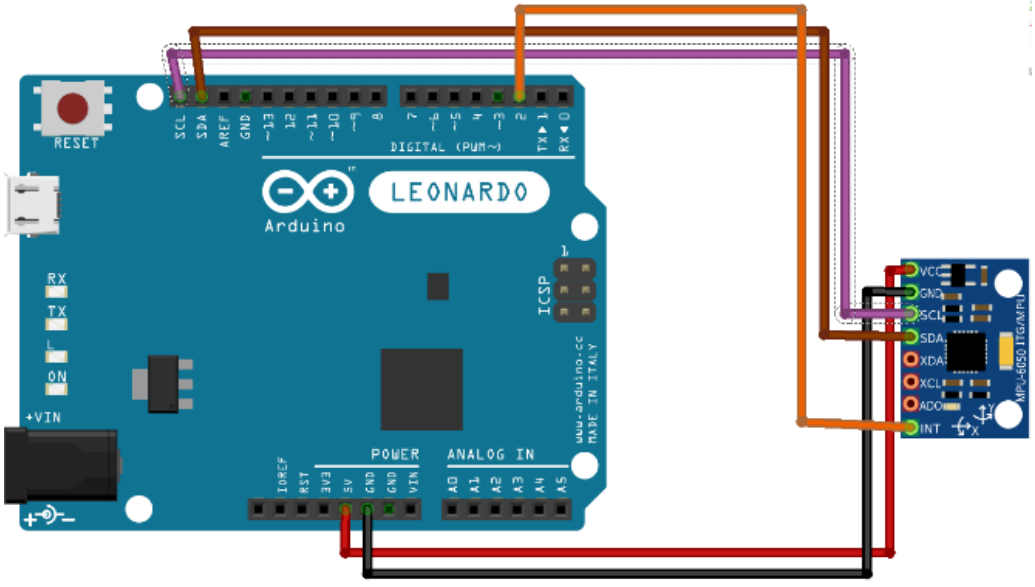
Khi khảo sát đo sâu, sai số do sóng gây ra là nguồn sai số đáng kể. Tại thời điểm có sóng, máy đo sâu ghi được độ sâu ht = h +hs/2. Để tính được độ sâu thật h, phải khử được độ cao sóng. Có nhiều phương pháp tính ra được độ cao sóng hs, phương pháp đơn giản và hiệu quả nhất là dùng cảm biến áp suất.



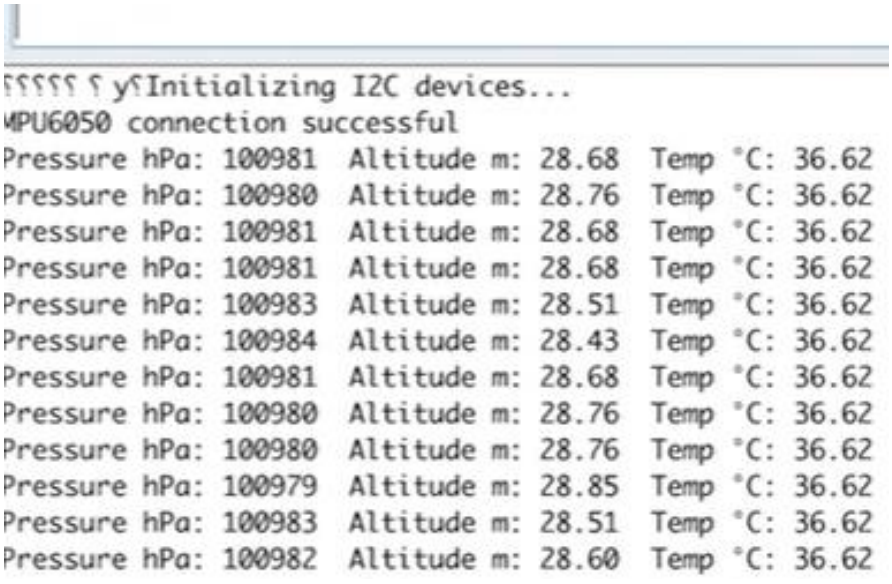
Hình 5. Đồ thị hiệu chỉnh độ cao sóng

Thiết bị đo sóng được sử dụng là cảm biến 10 chân Gy86. Cảm biến này được tích hợp cảm biến MPU6050 (Gyro + Accelerometer), cảm biến la bàn HMC5883 và cảm biến áp suất MS5611. Cảm biến áp suất MS5611 có thể cảm biến đc áp suất <0,01 mbar, kết hợp với dữ liệu của cảm biến MPU6050 có thể đo được các ngọn sóng từ 0,05 (m) trở lên.

Mạch tích hợp Arduino tích hợp tính ra độ cao sóng, các góc nghiêng và hướng của tàu. Phần mềm Echosounder 1 sẽ lấy các kết quả này kết hợp với dữ liệu đo sâu và dữ liệu GNSS để tính ra độ sâu của vị trí khảo sát.

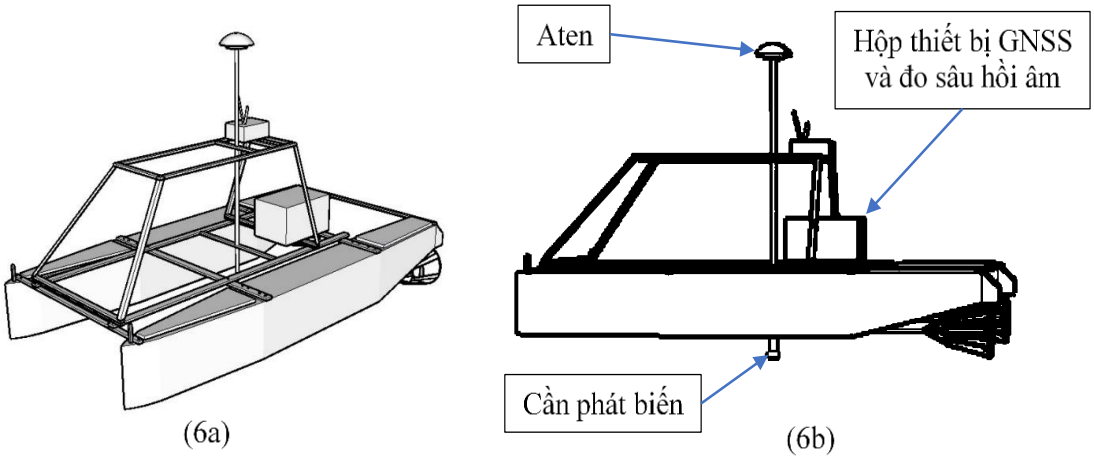


Hình 6. Sơ đồ kết nối Gy86 và mạch Arduino



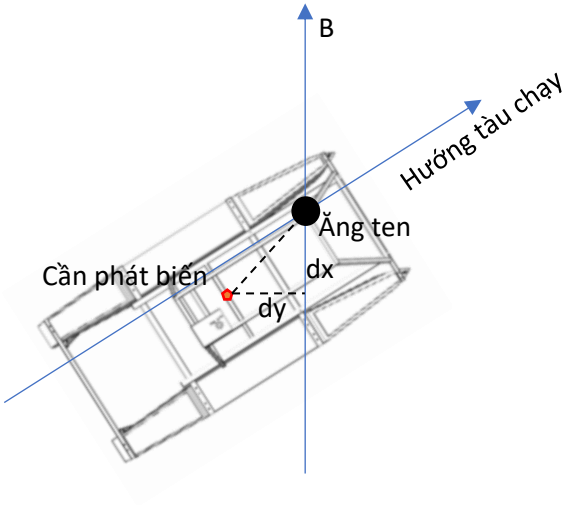
Hình 7. Kết quả chạy kiểm thử thiết bị đo sóng và bảng cảm biến Gy86 tích hợp trên mạch Arduino

2.2. Lắp đặt và kết nối thiết bị



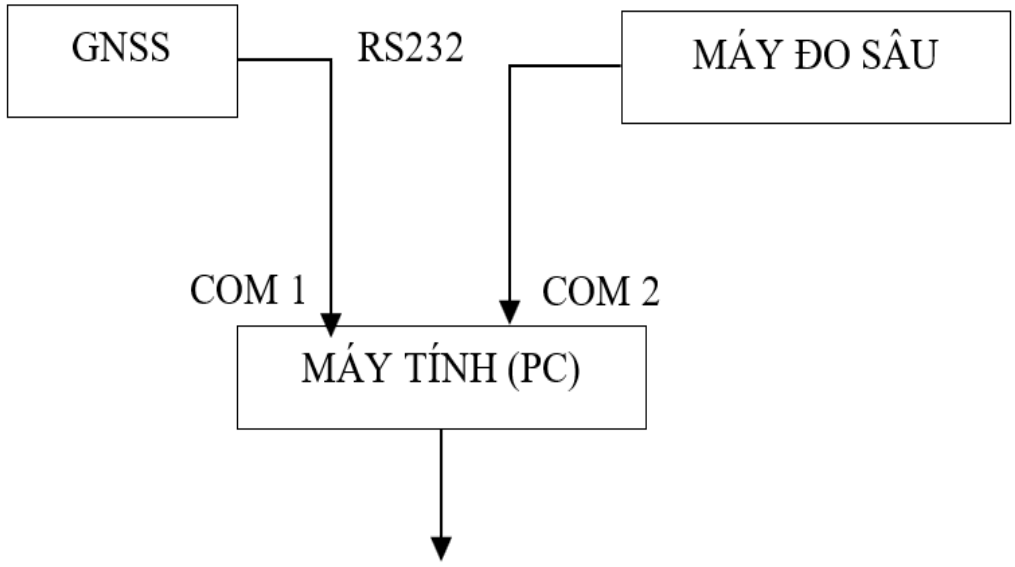
Hình 8. Lắp đặt thiết bị trên xuồng tự hành (USV)

Trước khi tiến hành đo đạc địa hình đáy sông biển cần phải lắp đặt và kết nối thiết bị định vị GNSS-RTK và máy đo sâu trên xuồng tự hành. Tọa độ đo trên biển được xác định bằng máy thu GNSS theo công nghệ RTK và độ sâu được xác định bằng máy đo sâu hồi âm. Tọa độ đo được là tâm anten của máy thu GNSS, độ sâu đo được tại tâm của cần phát biến máy đo sâu hồi âm. Vì vậy, để có được tọa độ tương ứng với điểm đo sâu thì tâm ăng ten của máy thu GNSS phải đặt trùng với tâm cần phát biến (Như hình 6b). Trong trường hợp do điều kiện lắp đặt trùng tâm không thể đảm bảo được, có thể đặt ăng ten của máy thu GNSS ở các vị trí khác nhau trên tàu tự hành. Khi đó, phải tính số hiệu chỉnh độ lệch tâm vào kết quả định vị GNSS-RTK. Sơ đồ nguyên lý hiệu chỉnh:



Hình 9. Hiệu chỉnh độ lệch tâm ăng ten

Để điểm xác định tọa độ trùng với điểm đo sâu, phải đồng bộ được thời gian đo sâu và thời gian xác định tọa độ. Việc đồng bộ thời gian được thực hiện qua phần mềm đồng bộ thời gian cài đặt trong máy tính và phần mềm điều khiển.



Hình 10. Tích hợp dữ liệu GNSS-RTK và dữ liệu đo sâu hồi âm

Máy đo sâu hồi âm ngoài việc ghi số liệu theo dạng đồ thị trên băng giấy, còn số hóa trị đo và gửi qua cổng truyền tín hiệu RS 232 với tốc độ 1 Hz.

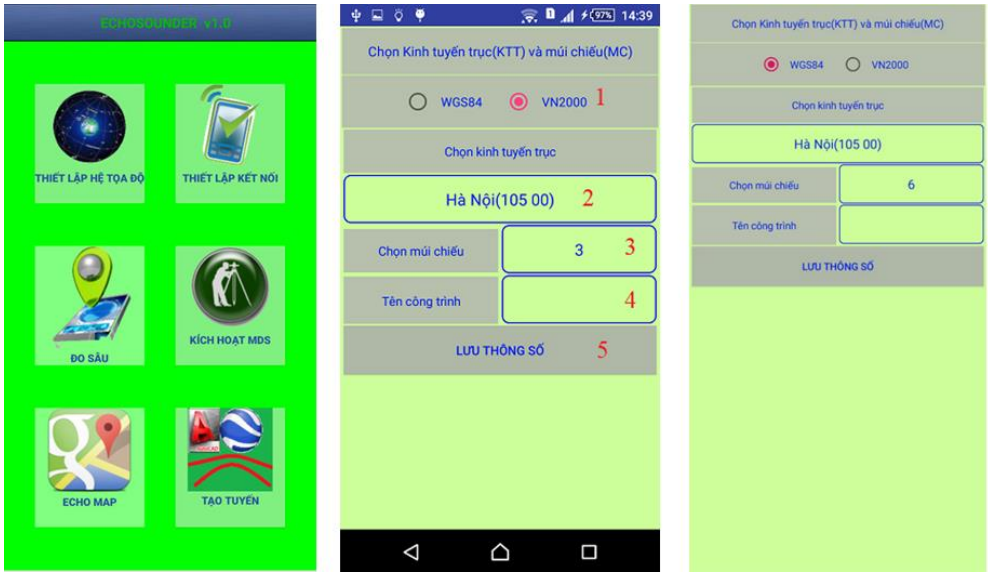
Máy GNSS ngoài việc ghi số liệu định vị thành file số liệu trong bộ nhớ, còn gửi giá trị định vị qua cổng truyền tín hiệu RS 232 (qua cổng COM 1) với tốc độ 1 Hz.

Phần mềm đồng bộ thực hiện chức năng ghép tín hiệu như sau:

Lệnh điều khiển cổng truyền tin với nội dung: khi cổng COM 1 không nhận được tín hiệu GNSS thì mặc dù tín hiệu truyền tin đo sâu vẫn truyền đến COM 2, nhưng COM 2 đóng không cho thông tin truyền vào PC. Như vậy với mỗi giá trị định vị GNSS được truyền vào PC sẽ có một giá trị đo sâu đồng bộ về thời gian sẽ được gửi vào máy tính. Các thông tin này sẽ được ghi thành file số liệu bao gồm: thời gian, tọa độ và độ sâu. Phương pháp đồng bộ thời gian nhóm tác giả sử dụng dựa trên thời gian đo GNSS RTK. Thời gian trên mạch tích hợp máy đo sâu, IMU sẽ đồng bộ với thời gian đo trên bo mạch máy định vị GNSS.

Các thiết bị máy đo sâu hồi âm, máy tính và thiết bị GNSS được đặt trong hộp kín chống nước, trên khung giá đỡ cách mặt nước 30-50 cm để hạn chế các ảnh hưởng của môi trường khảo sát trong quá trình vận hành.

2.3. Phần mềm điều khiển và vận hành hệ thống



Hình 11. Phần mềm đo sâu hồi âm Echosouder v1.0

Phần mềm Echosounder v1.0 được thiết kế với các chức năng chính là thiết lập hệ tọa độ, thiết lập kết nối giữa các thiết bị (máy đo sâu hồi âm, máy định vị GNSS, thiết bị IMU) và hiển thị và ghi lại các các thông số về tọa độ, độ sâu của vị trí khảo sát.

3. THỰC NGHIỆM

Thực nghiệm được thực hiện theo phương pháp ứng dụng công nghệ đo cao GPS-RTK trong đo sâu để thay thế số hiệu chỉnh thủy triều. Khu vực thực nghiệm tại đảo Cát Bà - thành phố Hải Phòng sử dụng hệ thống tích hợp đo sâu hồi âm và GNSS-RTK-IMU trên xuồng tự hành.

Bảng 2. Kết quả kiểm nghiệm máy đo sâu hồi âm bằng máy đo tốc độ âm

Tần số chuẩn	Đo lần 1	Đo lần 2	Đo lần 3	Đo lần 4	Trung bình	Độ lệch
24000 Hz	23983	23977	24015	24004	23994,8	5,3
33000 Hz	33011	32984	32994	33007	32999,0	1,0
40000 Hz	39992	40024	40010	39983	40002,3	-2,3
200000 Hz	200014	199983	199992	200008	199999,3	0,8
210000 Hz	210009	209981	209974	210017	209995,3	4,8
340000 Hz	339988	339979	340003	340019	339997,3	2,8

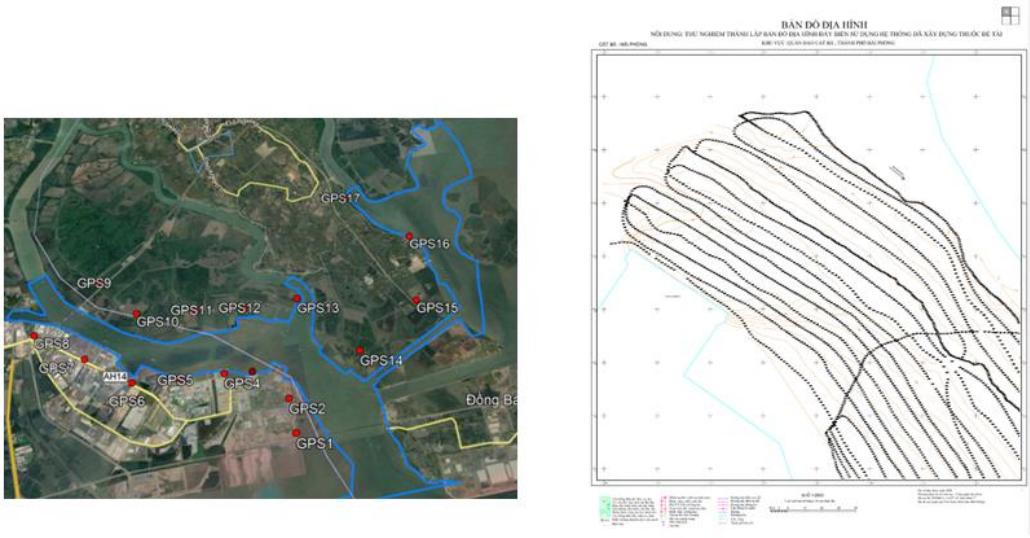
Các sai số nằm trong hạn định cho phép, đảm bảo cho công tác đo sâu thành lập bản đồ tỉ lệ lớn.

Bảng 3. Kết kiểm nghiệm thiết bị đo sóng tích hợp bằng máy đo sóng

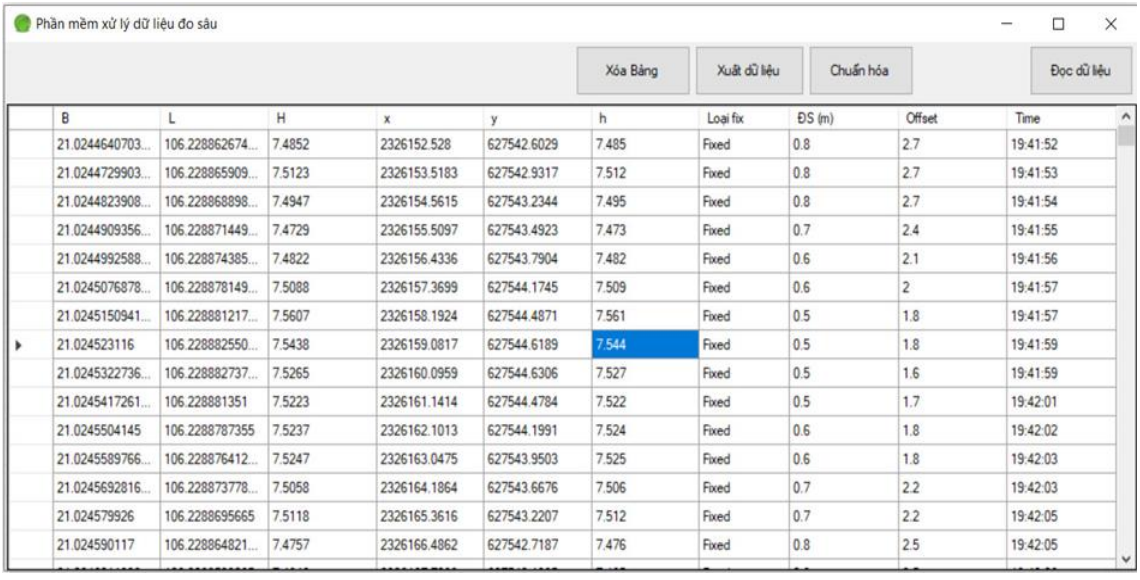
STT	Cao sóng (cm)		Độ lệch (cm)
	Máy đo sóng Midas	Thiết bị đo sóng tích hợp trên bo mạch Arduino	
1	37,52	34,52	3
2	35,36	35,66	-0,3
3	32,8	35,2	-2,4
4	38,16	40,71	-2,55
5	46,16	46,91	-0,75
6	37,36	38,71	-1,35
7	42,48	41,88	0,6
8	35,36	34,46	0,9
9	41,2	41,5	-0,3
10	42,88	41,08	1,8
11	35,28	38,13	-2,85
12	39,68	39,98	-0,3
13	36	36,3	-0,3
14	40,56	38,16	2,4
15	47,68	48,88	-1,2
16	46,64	47,39	-0,75
17	42,64	41,14	1,5
18	39,84	37,59	2,25
19	34,88	32,63	2,25
20	47,6	46,1	1,5

Sai số trung phương: $m = \sqrt{\frac{\Delta^2}{n}} = 1{,}716\ (cm)$ So vơi may đo sóng chuẩn, thiết bị đo sóng tích hợp trên bo mạch đo sâu hoàn toàn đảm bảo độ chính xác cho công tác đo sâu để thành lập bản đồ tỷ lệ lớn.

Quan trắc mực nước: Do đề tài sử dụng phương pháp đo sâu kết hợp với đo GNSS RTK lên dữ liệu quan trắc mực nước chỉ được sử dụng khi thiết bị đo GNSS RTK không có kết quả tốt nhất (lời giản Single hoặc float).



Hình 12. Thực nghiệm khảo sát khu vực Cát Bà - Hải Phòng sử dụng hệ thống đo sâu hồi âm trên xuồng không người lái



B	L	H	x	y	h	Loại fix	ĐS (m)	Offset	Time
21.0244640703...	106.228862674...	7.4852	2326152.528	627542.6029	7.485	Fixed	0.8	2.7	19:41:52
21.0244729903...	106.228865909...	7.5123	2326153.5183	627542.9317	7.512	Fixed	0.8	2.7	19:41:53
21.0244823908...	106.228868898...	7.4947	2326154.5615	627543.2344	7.495	Fixed	0.8	2.7	19:41:54
21.0244909356...	106.228871449...	7.4729	2326155.5097	627543.4923	7.473	Fixed	0.7	2.4	19:41:55
21.0244992588...	106.228874385...	7.4822	2326156.4336	627543.7904	7.482	Fixed	0.6	2.1	19:41:56
21.0245076878...	106.228878149...	7.5088	2326157.3699	627544.1745	7.509	Fixed	0.6	2	19:41:57
21.0245150941...	106.228881217...	7.5607	2326158.1924	627544.4871	7.561	Fixed	0.5	1.8	19:41:57
21.024523116	106.228882550...	7.5438	2326159.0817	627544.6189	7.544	Fixed	0.5	1.8	19:41:59
21.0245322736...	106.228882737...	7.5265	2326160.0959	627544.6306	7.527	Fixed	0.5	1.6	19:41:59
21.0245417261...	106.228881351	7.5223	2326161.1414	627544.4784	7.522	Fixed	0.5	1.7	19:42:01
21.0245504145	106.2288787355	7.5237	2326162.1013	627544.1991	7.524	Fixed	0.6	1.8	19:42:02
21.0245589766...	106.228876412...	7.5247	2326163.0475	627543.9503	7.525	Fixed	0.6	1.8	19:42:03
21.0245692816...	106.228873778...	7.5058	2326164.1864	627543.6676	7.506	Fixed	0.7	2.2	19:42:03
21.024579926	106.2288695665	7.5118	2326165.3616	627543.2207	7.512	Fixed	0.7	2.2	19:42:05
21.024590117	106.228864821...	7.4757	2326166.4862	627542.7187	7.476	Fixed	0.8	2.5	19:42:05

Hình 13. Kết quả đo sâu hồi âm trên xuồng tự hành

4. KẾT LUẬN

Qua quá trình nghiên cứu tích hợp và lắp đặt hệ thống thiết bị đo sâu hồi âm, thiết bị GNSS-RTK-IMU trên xuồng không người lái và thực nghiệm hệ thống thiết bị trong công tác khảo sát địa hình đáy sông biển nhóm tác giả nhận thấy việc khảo sát trên biển được tiến hành gần như hoàn toàn tự động, với các tuyến khảo sát được thiết kế sẵn trên phần mềm điều khiển đảm bảo mật độ điểm đo và độ chính xác tương ứng đối với các loại tỷ lệ bản đồ cần thành lập. Ứng dụng thiết bị xuồng tự hành trong khảo sát địa hình đáy sông biển phù hợp với phần lớn các khu vực khảo sát kể cả vùng nước nông, khu vực ao hồ, đập thủy điện, khu vực nước ô nhiễm…

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. Alexander T. Demetillo, Evelyn B. Taboada, Real-Time Water Quality Monitoring For Small Aquatic Area Using Unmanned Surface Vehicle. Engineering, Technology & Applied Science Research, Vol. 9, No. 2, 2019, 3959-3964.

[2]. Bùi Duy Hưng, Lê Văn Tình, Kết hợp công nghệ định vị GNSS và đo sâu hồi âm để thành lập bản đồ địa chính cho vùng đảo ven bờ. Tạp chí Tài nguyên và Môi trường, Kỳ 2, tháng 10/2018. Tr 20-22.

[3]. Phạm Văn Quang, Trần Viết Tuấn, Nguyễn Minh Thế, (2015), "Nghiên cứu ứng dụng công nghệ đo cao GPS để thành lập bản đồ địa hình đáy biển ven bờ tỷ lệ lớn", Tạp chí Tài Nguyên và Môi trường. 21.

[4]. Stefano Zaghi, Giulio Dubbioso, Riccardo Broglia, Roberto Muscari, Hydrodynamic characterization of USV vessels with innovative SWATH configuration for coastal monitoring and low environmental impact, Transportation Research Procedia 14 (2016) 1562 – 1570.

PHÁT TRIỂN CÁC KỸ THUẬT, PHƯƠNG PHÁP MỚI TRONG XỬ LÝ, PHÂN TÍCH, CHIA SẺ THÔNG TIN DỮ LIỆU ĐỊA LÝ TRÊN CÁC NỀN TẢNG CÔNG NGHỆ HIỆN ĐẠI

PHƯƠNG PHÁP ĐỊA THỐNG KÊ VỚI DỮ LIỆU THÔNG TIN ĐỊA KHÔNG GIAN

Đặng Nam Chinh, Nguyễn Duy Đô

Hội Trắc địa - Bản đồ - Viễn thám Việt Nam

Ngày nhận bài: 12/7/2021 - Ngày phản biện: 02/8/2021 - Ngày chấp nhận đăng: 05/08/2021

Tóm tắt. *Thông tin địa không gian là loại dữ liệu liên quan tới Trái Đất, được xác định gắn liền với vị trí địa lý, thường được thu thập hay quan trắc và có thể hiển thị trong thời gian thực. Hiện nay chúng ta đang sử dụng khá nhiều dữ liệu thông tin địa không gian như độ cao địa hình, độ cao geoid, độ sâu lớp nước, giá trị tổng lượng điện tử tự do trong tầng điện ly (TEC), dữ liệu thu nhận từ mạng lưới các trạm quan trắc môi trường, các trạm quan trắc khí tượng, các trạm quan trắc nước ngầm... Các dữ liệu này cần được xử lý để xây dựng các bản đồ hay mô hình như mô hình số độ cao, mô hình geoid (quasigeoid), bản đồ địa hình đáy biển, bản đồ chuyên đề về môi trường… Trong báo cáo này, chúng tôi đưa ra một số ứng dụng địa thống kê trong xử lý số liệu dị thường độ cao và một vài kết quả tính toán thực tế ở Việt Nam.*

Từ khóa: *địa thống kê, dị thường độ cao, Kriging, Collocation.*

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Địa thống kê (*Geostatistics*) là phương pháp thống kê (*Statistics*) áp dụng cho dữ liệu địa không gian được hình thành trong các lĩnh vực khoa học trái đất và được phát triển sang một số lĩnh vực khác có liên quan tới Trái Đất như khoa học nông - lâm nghiệp, môi trường, giao thông… Đặc điểm chung của dữ liệu địa không gian là mỗi số liệu luôn gắn với vị trí địa lý của nó, tức là được tham chiếu trong hệ tọa độ trái đất. Tập dữ liệu địa không gian thường ở dạng số liệu rời rạc, chứa trong đó các thông tin về cấu trúc không gian của đối tượng nghiên cứu và chứa cả sai số quan trắc. Với phương pháp luận của địa thống kê, tập số liệu như vậy được coi là dữ liệu của một trường ngẫu nhiên không gian (*Spatial Random Field*) [6].

Từ những năm 50 của thế kỷ trước, phương pháp địa thống kê đã được Danie Krige (1919 - 2013) sử dụng trong công tác tìm kiếm, khai thác khoáng sản ở CH Nam Phi. Georges Matheron (1930 - 2000) là nhà khoa học đã có nhiều nghiên cứu hoàn thiện lý thuyết cũng như phát triển các ứng dụng của địa thống kê trong thực tiễn.

Trên thực tế, phương pháp địa thống kê đã được ứng dụng có hiệu quả để trả lời những câu hỏi hết sức quan trọng đối với các quyết định về vị trí đầu tư cho công tác khảo sát tìm kiếm khoáng sản trong ngành công nghiệp mỏ và dầu khí [6, 7, 9]. Hiện nay, trong thế kỷ XXI, với sự phát triển mạnh mẽ của máy tính điện tử và công nghệ thông tin, nhiều nhà khoa học đang hướng nghiên cứu vào vấn đề xử lý dữ liệu địa không gian để nhanh

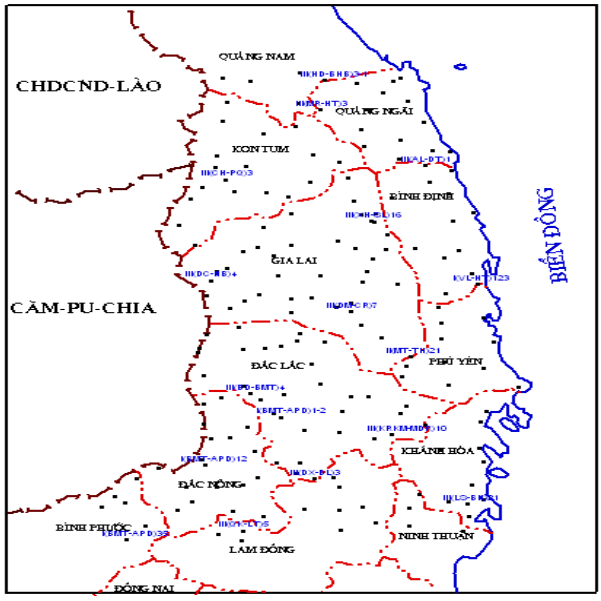
chóng tìm các lời giải tối ưu đáng tin cậy cho nhiều bài toán phức tạp trong các lĩnh vực của khoa học trái đất theo hướng phát triển ứng dụng giải pháp dữ liệu lớn (BigData) và trí tuệ nhân tạo (AI).

2. DỮ LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Dữ liệu

a. Dị thường độ cao mô hình EGM2008 và các điểm song trùng GPS - thủy chuẩn

Trong báo cáo này chúng tôi sử dụng dữ liệu dị thường độ cao trích xuất từ mô hình Geoid toàn cầu EGM2008 cùng với số liệu độ cao đo xác định tại 180 điểm song trùng GPS - thủy chuẩn (GPS - TC) trên vùng Tây Nguyên và vùng duyên hải Nam Trung Bộ (có diện tích khoảng 80000 km^2) với mục đích xử lý kết hợp số liệu của các điểm GPS - TC với dị thường độ cao EGM2008 nhằm nâng cao độ chính xác của dị thường độ cao trên vùng nghiên cứu. Khoảng cách trung bình giữa các điểm song trùng là 23,75 km. Vị trí các điểm song trùng GPS - TC của khu vực nghiên cứu được thể hiện trên Hình 1 [4].



Hình 1. Phạm vi phân bố các điểm song trùng [4]

(Ghi chú: • Điểm GPS - TC; • III (QK - LT)5 - Điểm kiểm tra)

b. Dữ liệu mô hình số độ cao (DTM) vùng Tây Bắc Việt Nam và dị thường độ cao của một số mô hình Geoid toàn cầu

Dị thường độ cao (hay độ cao geoid) ở vùng núi thường biến đổi phức tạp hơn so với vùng đồng bằng, điều đó cho thấy ảnh hưởng của độ cao địa hình đến dị thường độ cao là khá rõ. Để khảo sát ảnh hưởng của độ cao địa hình tới dị thường độ cao xác định từ một số mô hình Geoid toàn cầu chúng tôi sử dụng dữ liệu mô hình số độ cao (DTM) dạng grid có độ phân giải trung bình trên khu vực vùng núi Tây Bắc Việt Nam, giới hạn bởi các vĩ tuyến và kinh tuyến như sau:

B_{min} = 21° 13’ 47”; B_{max} = 22° 11’ 17” L_{min} =103° 15’ 00”; L_{max} = 104° 52’ 30”

Đây là khu vực thuộc các tỉnh Sơn La, một phần tỉnh Điện Biên, Lai Châu và Yên Bái. Khu vực khảo sát có dạng hình chữ nhật, diện tích khoảng 17730 km^2. Đặc điểm của khu vực khảo sát là có nhiều đỉnh núi cao trên 1500 m, đặc biệt là chuỗi địa hình nhô cao gồm các đỉnh núi cao trên 2000 m nằm dọc theo ranh giới giữa Yên Bái và Sơn La, theo hướng Tây Bắc - Đông Nam [2].

Bề mặt địa hình (Hình 2) và mặt địa hình trung bình (được làm trơn) (Hình 3) của khu vực trên sẽ được sử dụng để tính hệ số tương quan (K) với các bề mặt geoid trên cùng khu vực đó.

Độ cao của mặt địa hình làm trơn tại vị trí k được tạo bởi độ cao của các điểm mắt lưới lân cận nằm trong bán kính R xác định theo công thức trung bình có trọng số như sau:

$$h_k^{TB} = \frac{\sum_{i=1}^{n} P_i.h_i}{\sum_{i=1}^{n} P_i}; \quad \text{với trọng số: } P_i = \frac{h_i}{D_i} \qquad (1)$$

Trong đó D_i là khoảng cách từ điểm xét k đến điểm lân cận i nằm trong bán kính R [2].

2.2. Phương pháp nghiên cứu

2.2.1. Phương pháp Kriging và phương pháp Collocation

Phương pháp nội suy Collocation và phương pháp nội suy Kriging được sử dụng xử lý bộ dữ liệu dị thường độ cao xác định từ các điểm song trùng GPS - TC trên vùng Tây Nguyên và duyên hải Nam Trung Bộ nhằm chính xác hóa dị thường độ cao mô hình Geoid EGM2008 trên khu vực này.

Như chúng ta đã biết, phương pháp Collocation đã được nhà toán học Nga L.V. Kantorovich (1912 - 1986) trình bày trong công trình khoa học của mình từ năm 1934 với thuật ngữ tiếng Nga là phương pháp Kolokasia. Phương pháp Kriging được D. Krige trình bày vào những năm 1950, thuật toán của hai phương pháp này khá tương đồng, song phương pháp Collocation lại ít được nói đến trong các tài liệu về địa thống kê như phương pháp Kriging. Tính tương đồng của hai phương pháp trên có thể nhận thấy trong công thức cơ bản sau đây:

Từ hệ phương trình cơ bản của phương pháp Kriging đơn giản (SK):

$$\hat{Z}(s_0) = m_Z + \sum_{i=1}^{n} \lambda_i[(Z(s_i) - m_Z)] \qquad (2)$$

Nếu thỏa mãn điều kiện: $\sum_{i=1}^{n} \lambda_i = 1$ (3)

Ta có thể viết: $\hat{Z}(s_0) = \sum_{i=1}^{n} \lambda_i(Z(s_i)$ (4)

Nếu ký hiệu: $Z_s = [Z(s_1) \quad Z(s_2) \quad \dots \quad Z(s_n)]^T$ (5)

Biểu thức (4) có thể viết: $\hat{Z}(s_0) = \sum_{i=1}^{n} \lambda_i Z(s_i) = X^T.Z_S$ (6)

Từ quan hệ: $C.X = d$ (7)

Ta có: $X = C^{-1}.d$ (8)

Như vậy công thức nội suy Kriging (SK) sẽ là:

$$\hat{Z}(s_0) = d^T C^{-1} Z_S \quad (9)$$

Có thể thấy rằng công thức nội suy Kriging (9) cũng có dạng tương tự với công thức nội suy Collocation [1, 4]:

$$l_K = C_{Kl} C_{ll}^{-1} l \quad (10)$$

Trong cả phương pháp Collocation và phương pháp Kriging, ma trận C đều có vai trò cung cấp thông tin về cấu trúc sai số của trường dữ liệu ngẫu nhiên ở dạng ma trận hiệp phương sai. Véc tơ C_{Kl} trong phương pháp Collocation và véc tơ d trong phương pháp Kriging đều có vai trò là trọng số, được xác định theo hàm hiệp phương sai của các khoảng cách từ điểm cần nội suy tới các điểm có số liệu (gọi là các điểm gốc). Tuy vậy, giữa phương pháp trên có một điểm khác biệt đó là trong phương pháp Collocation, ma trận C_{ll} là ma trận hiệp phương sai của toàn bộ trường ngẫu nhiên, tức là của tất cả các điểm, nhưng trong phương pháp Kriging, ma trận bán phương sai chỉ thiết lập cho một số điểm gốc lân cận xung quanh điểm cần nội suy.

2.2.2. Phương pháp xác định hệ số tương quan giữa mặt địa hình trung bình và mặt geoid

Hệ số tương quan giữa dị thường độ cao hay độ cao geoid (N) và độ cao địa hình (h) được tính theo công thức quen thuộc:

$$K = \frac{\sum_{i=1}^{n}(N_i - \bar{N})(h_i - \bar{h})}{\sqrt{\sum_{i=1}^{n}(N_i - \bar{N})^2}.\sqrt{\sum_{i=1}^{n}(h_i - \bar{h})^2}} \quad (11)$$

trong đó $\bar{N}$ và $\bar{h}$ là trị trung bình: $\bar{N} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} N_i$ và $\bar{h} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} h_i$ (12)

Hệ số tương quan K xác định theo công thức trên phản ánh mức độ tương quan giữa hai bề mặt (không gian). Giá trị K tính được sẽ có giá trị nằm trong khoảng: - 1 < K < +1. Nếu trị tuyệt đối của K gần với 1 là thể hiện mức độ tương quan giữa hai bề mặt gần với quy luật tuyến tính.

Cần lưu ý rằng, khi xác định hệ số tương quan giữa hai bề mặt cần phải thống nhất các dữ liệu trong cùng một hệ quy chiếu trắc địa.

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

3.1. Chính xác hóa dị thường độ cao EGM2008 bằng các điểm song trùng GPS - TC

Để chính xác hóa dị thường độ cao của mô hình Geoid EGM2008 dựa vào dị thường độ cao xác định tại các điểm song trùng GPS - TC ta coi mô hình Geoid EGM2008 là mô hình tiên nghiệm. Mô hình này là cơ sở để xây dựng mô hình hậu nghiệm cục bộ (trên vùng có điểm song trùng) có độ chính xác cao hơn mô hình tiên nghiệm. Khi sử dụng phương pháp Collocation, quy trình tính toán chính xác hóa được thực hiện theo các bước sau:

3.1.1. Xác định hiệu dị thường độ cao tại các điểm song trùng

Trong trường hợp này chỉ sử dụng 163 điểm song trùng GPS - TC để chính xác hóa (n=163), 17 điểm GPS - TC còn lại được dùng để kiểm tra [4]. Tại các điểm song trùng sẽ có hai giá trị dị thường độ cao, thứ nhất là dị thường độ cao tính theo độ cao trắc địa

(H) xác định bằng GPS và độ cao thủy chuẩn hình học (h), cũng tại các điểm đó sẽ xác định được dị thường độ cao nội suy từ mô hình Geoid toàn cầu EGM2008, ký hiệu là: ζ^m. Như vậy, tại điểm song trùng (i), chúng sẽ xác định được hiệu dị thường độ cao hay số chênh dị thường độ cao theo công thức:

$$\Delta\zeta_i = H_i - h_i - \zeta_i^m = \zeta_i^t - \zeta_i^m \quad (13)$$

Trong các giá trị $\Delta\zeta_i$ xác định theo công thức (13), ngoài sai số ngẫu nhiên còn chứa cả thành phần mang tính hệ thống do sự không trùng giữa mặt khởi tính độ cao quốc gia (tính h) với mặt Geoid toàn cầu EGM2008.

3.1.2. Tính hiệp phương sai thực nghiệm và các tham số hàm hiệp phương sai lý thuyết

Từ 163 số chênh dị thường độ cao xác định theo công thức 13, sẽ xác định các giá trị hiệp phương sai thực nghiệm (*Experimental Covariance*) theo công thức:

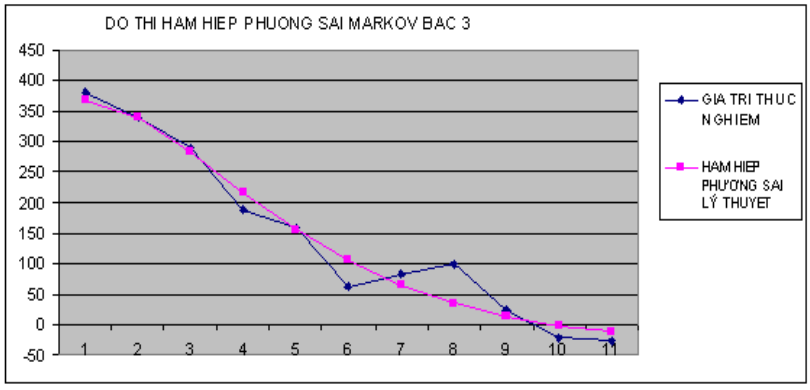
$$c(h) = \frac{1}{N(h)}\sum_{i=1}^{N(h)}[Z(s_i).Z(s_i+h)] \quad (14)$$

Trong đó h là bước thay đổi khoảng cách dùng để tính toán hiệp phương sai thực nghiệm, khi h=0 chính là phương sai.

Sau khi tính được các giá trị hiệp phương sai thực nghiệm, sẽ tiến hành tính các tham số của hàm hiệp phương sai lý thuyết dựa trên nguyên lý bình phương nhỏ nhất. Trong trường hợp này, sử dụng hàm hiệp phương sai lý thuyết là hàm Markov bậc 3 có dạng:

$$C(s) = C_0.e^{-\frac{S}{L}}\left(1+\frac{s}{L}-\frac{s^2}{2L^2}\right) \quad (15)$$

Đồ thị của hàm hiệp phương sai (lý thuyết) và các giá trị hiệp phương sai thực nghiệm được thể hiện trên Hình 2.



Hình 2. Đồ thị hàm hiệp phương sai Markov bậc 3

3.1.3. Sử dụng phương pháp Collocation để xây dựng mô hình geoid cục bộ được chính xác hóa dựa trên mô hình Geoid EGM2008 và các điểm GPS - TC

Tập hợp các số chênh dị thường độ cao xác định tại các điểm song trùng theo công thức (13) là một tập dữ liệu địa không gian. Sau khi xác định được hàm hiệp phương sai, chúng ta sẽ áp dụng phương pháp Collocation để nội suy số hiệu chỉnh cho dị thường độ cao tại một điểm bất kỳ (A) trong khu vực xét theo công thức:

$$\delta\zeta_A = [C_{A1} \quad C_{A2} \quad \dots \quad C_{An}].\begin{bmatrix} C_{11} & C_{12} & \dots & C_{1n} \\ C_{21} & C_{22} & \dots & C_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ C_{n1} & C_{n2} & \dots & C_{nn} \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} \delta\zeta_1 \\ \delta\zeta_2 \\ \dots \\ \delta\zeta_n \end{bmatrix} \quad (16)$$

Trong đó C_{Ai} (i=1,2... n) là hiệp phương sai giữa điểm cần nội suy với các điểm đã có giá trị.

Theo công thức nội suy Collocation (16), sẽ xác định được các số hiệu chỉnh cho dị thường độ cao tại các điểm mắt lưới của mô hình EGM2008. Như vậy ta đã tạo ra một mô hình geoid cục bộ được chính xác hóa (cải tiến) dạng lưới, trong đó dị thường độ cao tại các mắt lưới được tính theo công thức:

$$\zeta_k^{(*)} = \zeta_k + \delta\zeta_k \quad (17)$$

với $\zeta_k^{(*)}$ là dị thường độ cao đã được chính xác hóa

ζ_k là dị thường độ cao của mắt lưới xác định theo mô hình đã có

$\delta\zeta_k$ là số hiệu chỉnh dị thường độ cao tương ứng, được nội suy theo phương pháp Collocation (16).

Từ số liệu của 17 điểm nêu trên, theo tổ hợp $(n.(n-1)/2)$, sẽ tính được 136 hiệu độ cao giữa các điểm đó, sau đó so sánh với hạn sai đo thủy chuẩn hạng III, Hạng IV và thủy chuẩn kỹ thuật [5].

Bảng 1. So sánh kết quả đo cao sử dụng EGM2008 và EGM2008 đã chính xác hóa

TT	Yếu tố so sánh	Tính theo EGM2008	Tính theo EGM2008 đã chính xác hóa
1	Số tuyến	136	136
2	Đạt TC kỹ thuật	127 (93%)	136 (100%)
3	Đạt TC hạng IV	98 (72%)	136 (100%)
4	Đạt TC hạng III	54 (40%)	112 (82%)
5	Sai số m_{km} (m/km)	0,0244	0,0091

Theo kết quả ở Bảng trên có thể thấy rằng, sử dụng dị thường độ cao từ mô hình EGM2008 đã được chính xác hóa cho kết quả tốt hơn khá rõ so với sử dụng mô hình EGM2008 nguyên bản. Sau chính xác hóa, 100% các tuyến thủy chuẩn (136/136) đều đạt độ chính xác TC hạng IV, 82% các tuyến đạt thủy chuẩn hạng III, mà nếu sử dụng EGM2008 nguyên bản chỉ có 54% đạt TC hạng III và thậm chí có 7% không đạt yêu cầu TC kỹ thuật.

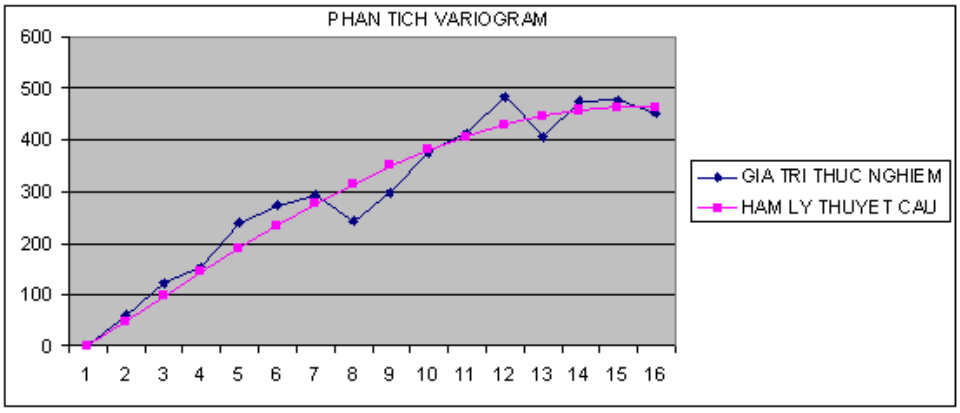
3.1.4. So sánh kết quả nội suy theo phương pháp Kriging với phương pháp Collocation

Cùng dữ liệu 163 điểm song trùng GPS - TC và dị thường độ cao mô hình EGM2008 trên khu vực nghiên cứu, tiến hành chính xác hóa dị thường độ cao bằng phương pháp nội suy Kriging, dùng hàm bán phương sai cầu (*Spherical*). Hàm bán phương sai cầu có dạng:

$$g(s) = c\left[1{,}5\left(\frac{s}{L}\right) - 0{,}5\left(\frac{s}{L}\right)^3\right] \text{ nếu } s \le L \quad (18)$$

$$\text{và } g(s) = c \text{ nếu } s > L$$

Sau khi tính các giá trị bán phương sai thực nghiệm, sử dụng phương pháp xấp xỉ hàm, xác định được các tham số của hàm bán phương sai cầu là: c = 464,00 cm^2; L = 142,78 km. Trên Hình 3 là đồ thị các giá trị bán phương sai thực nghiệm và hàm bán phương sai cầu [3]. Có thể thấy rằng quy luật chung của hàm bán phương sai lý thuyết là tăng dần đến một giá trị giới hạn trên gọi là ngưỡng (c).



Hình 3. Bán phương sai thực nghiệm và hàm bán phương sai cầu

Để nội suy giá trị $\delta\zeta_i$ theo thuật toán Kriging cho một điểm u bất kỳ, ta lựa chọn các điểm gốc nằm lân cận điểm nội suy trong bán kính R. Bán kính R được chọn dựa vào khoảng cách giới hạn L của hàm bán phương sai đã xác định ở trên, ở đây chúng tôi lấy R=0,75L [3].

Kết quả nội suy số chênh hiệu dị thường độ cao $\delta\zeta$ tại 17 điểm kiểm tra sẽ dùng để tính độ cao thủy chuẩn (h) theo độ cao trắc địa xác định bằng GPS theo công thức sau:

$$h = H - (N + \Delta\zeta_{TB} + \delta\zeta) \quad (19)$$

Kết quả tính toán độ cao của 17 điểm kiểm tra được thực hiện với mô hình geoid chính xác hóa theo phương pháp nội suy Collocation và mô hình chính xác hóa theo phương pháp nội suy Kriging và đem so sánh với độ cao thủy chuẩn (h^*) đã biết của 17 điểm đó. Kết quả tính sai số trung phương độ cao cho hai trường hợp như sau:

Khi sử dụng phương pháp Collocation: $m_h = \pm 0{,}075$ m

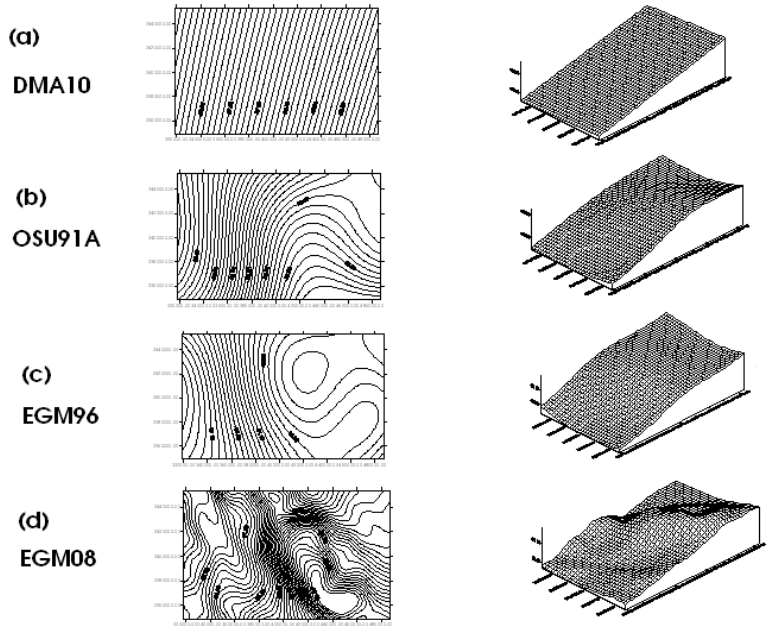
Khi sử dụng phương pháp Kriging: $m_h = \pm 0{,}079$ m

Có thể thấy rằng, sử dụng phương pháp Collocation cho độ chính xác cao hơn (sai số nhỏ hơn) khi sử dụng phương pháp Kriging nhưng không nhiều, chỉ khác nhau cỡ 5% của giá trị sai số.

3.2. Xác định hệ số tương quan giữa độ cao địa hình và dị thường độ cao

Từ 4 mô hình geoid toàn cầu là DMA10 (Grid 1^0X1^0), OSU91A (Grid 15'X15'), EGM96 (Grid 15'X15') và EGM2008 (Grid 2,5'X2,5'), sau khi trích cắt các mắt lưới theo khu vực khảo sát, dáng của 4 mặt geoid trên khu vực này được thể hiện trên Hình 6. Số lượng điểm có độ cao geoid là 960 điểm, khoảng cao đều các đường đồng mức trên hình là 0,1 m.

Bằng trực quan có thể nhận thấy rằng mô hình DMA10 (hình 4a) hoàn toàn phẳng trên khu vực khảo sát là vùng núi, như vậy là không hề có "hiệu ứng" của địa hình trên mặt geoid DMA10. Mặt nghiêng của DMA10 thể hiện quy luật bước sóng dài của bề mặt geoid do sự phân bố vật chất bên trong Trái Đất. Với độ phân giải thấp, mô hình DMA10 không thể biểu hiện được mức độ chi tiết do ảnh hưởng độ cao địa hình. Trên mô hình OSU91A (Hình 4b) và EGM96 (Hình 4c) "hiệu ứng" của địa hình tới dị thường độ cao thể hiện rất mờ nhạt.



Hình 4. Mô hình 2D và 3D của một số mô hình Geoid toàn cầu trên khu vực khảo sát

Riêng mô hình EGM2008 (Hình 4d) là mô hình geoid có độ phân giải cao nhất trong 4 mô hình, thể hiện khá rõ nét ảnh hưởng của độ cao địa hình tới dị thường độ cao. Để có thể định lượng mối liên hệ giữa độ cao địa hình với dị thường độ cao có thể tiến hành tính hệ số tương quan K giữa hai bề mặt geoid và mặt địa hình theo công thức (11). Trong tính toán hệ số tương quan giữa mặt địa hình với mặt geoid, chúng tôi thực hiện theo 2 phương án sau:

Phương án 1. Tính hệ số tương quan K giữa 4 mặt geoid với mặt địa hình và mặt địa hình đã được trung bình hóa. Kết quả tính toán được thể hiện trên Bảng 2:

Bảng 2. Hệ số tương quan giữa độ cao geoid với địa hình và địa hình trung bình

Mô hình / HSTQ: K	DMA10	OSU91A	EGM96	EGM2008
Geoid và địa hình	- 0,2010	0,0194	- 0,0239	0,2609
Geoid và địa hình TB	- 0,2192	0,1046	0,0654	0,3344

Phương án 2. Tính hệ số tương quan K* giữa 3 mặt geoid đã loại bỏ ảnh hưởng của bước sóng dài nhờ mô hình DMA10 (ký hiệu là OSU9A*, EGM96* và EGM2008*) với

mặt địa hình và mặt địa hình trung bình hóa. Kết quả tính toán được thể hiện trên Bảng 3:

Bảng 3. Hệ số TQ giữa độ cao Geoid (loại bỏ DMA10) với địa hình và địa hình TB*

Mô hình / HSTQ: K*	OSU91A*	EGM96*	EGM2008*
Geoid và địa hình	0,4993	0,3314	0,7796
Geoid và địa hình TB	0,7166	0,4763	0,9375

So sánh kết quả tính hệ số tương quan theo hai phương án trên có thể nhận thấy rằng:

Sau khi bóc tách quy luật sóng dài nhờ mô hình DMA10, ảnh hưởng của địa hình đến các mặt geoid được thể hiện rõ nét hơn. Các giá trị hệ số tương quan giữa độ cao geoid với độ cao địa hình và địa hình trung bình tăng lên đáng kể.

Trong các mô hình geoid toàn cầu nêu trên, Mô hình EGM2008 là mô hình đã được xét tới ảnh hưởng của địa hình khá rõ so với OSU91A và EGM96, đặc biệt là hệ số tương quan giữa độ cao địa hình trung bình và độ cao Geoid EGM2008 sau khi loại bỏ xu thế nghiêng của sóng dài (DMA10) đã đạt tới giá trị 0,9375, như vậy giữa chúng có mối liên hệ khá gần với quan hệ tuyến tính [3].

4. KẾT LUẬN

1. Khi xử lý hỗn hợp dị thường độ cao GPS - TC và dị thường độ cao từ mô hình geoid (tiên nghiệm) nhằm chính xác hóa dị thường độ cao có thể sử dụng các phương pháp nội suy địa thống kê là phương pháp Collocation và phương pháp Kriging. Các phương pháp này đều dựa trên kết quả phân tích hiệp phương sai hoặc bán phương sai của bộ dữ liệu đầu vào. Phương pháp Kriging cho kết quả có độ chính xác kém hơn phương pháp Collocation không nhiều nhưng lại có ưu điểm trong tính toán do không phải tính ma trận nghịch đảo có kích thước lớn (bằng số điểm gốc) mà chỉ tính với một số ít điểm gốc lân cận quanh điểm xét. Trên thực tế các điểm có vị trí khá xa điểm cần nội suy thường có ảnh hưởng không đáng kể tới kết quả nội suy, do đó có thể bỏ qua không cần xét tới. Việc lựa chọn bán kính R hợp lý để nhận được các điểm lân cận có ý nghĩa đối với quy trình tính nội suy theo phương pháp Kriging.

2. Phương pháp Collocation và Kriging có thể sử dụng để chính xác hóa các mô hình số địa hình (DTM) hay mô hình số độ cao (DEM) dựa vào các điểm độ cao đo được.

3. Trong 4 mô hình trọng trường trái đất DMA10, OSU91A, EGM96, EGM2008, mô hình DMA10 chỉ thể hiện hướng nghiêng của bước sóng dài, vì vậy độ cao geoid của mô hình này có thể sử dụng để bóc tách ảnh hưởng của sóng dài khi nghiên cứu chi tiết ảnh hưởng của địa hình ở bước sóng trung và sóng ngắn.

Có thể sử dụng độ cao trung bình địa hình để xây dựng mô hình hiệu chỉnh ảnh hưởng của địa hình vào dị thường độ cao nhận được từ mô hình geoid toàn cầu nhằm cải thiện độ chính xác dị thường độ cao ở vùng núi. Để thể hiện chi tiết ảnh hưởng của địa hình tới mặt geoid cần xây dựng mô hình geoid với độ phân giải cao.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. Đặng Nam Chinh (2014*). Địa thống kê*, Giáo trình cao học, ngành kỹ thuật Trắc địa - Bản đồ. Trường ĐH Mỏ - Địa chất.

[2]. Đặng Nam Chinh, Nguyễn Xuân Tùng (2012). *Ảnh hưởng của địa hình cục bộ đến độ cao Geoid của một số mô hình trọng trường toàn cầu*; Tạp chí KHKT Mỏ - Địa chất số 38.

[3]. Đặng Nam Chinh, Nguyễn Duy Đô, Lương Thanh Thạch (2012). *Ứng dụng địa thống kê và phương pháp Kriging để nội suy khoảng chênh dị thường độ cao xác định theo số liệu GPS - thủy chuẩn và mô hình Geoid*. Báo cáo HNKH Trường ĐH MĐC lần thứ XX.

[4]. Nguyễn Duy Đô (2012). *Nghiên cứu chính xác hóa dị thường độ cao EGM - 2008 dựa trên số liệu GPS - thủy chuẩn trên phạm vi cục bộ ở Việt Nam*. Luận án tiến sĩ, Trường ĐH Mỏ - Địa chất Hà Nội.

[5]. *Quy chuẩn kỹ thuật Quốc gia về xây dựng lưới độ cao* (QCVN 11:2008/BTNMT), Hà Nội, 2008.

[6]. Cressie. N.A.C. *Statistics for Spatial Data.* John Wiley & Sons Inc. Publication (1993).

[7]. Hengl T. *A Practical Guide to Geostatistical Mapping of Environmental Variables*. JRC. European Communities (2007).

[8]. Isaaks E..H.; Srivastava R.M. *Applied Geostatistics*. Oxford University Press (1989).

[9]. Kitanidis. P.K. *Introduction to Geostatistics: Applications to Hydrogeology. Cambridge University Press (1997).*

SỬ DỤNG DỮ LIỆU GNSS VÀ KỸ THUẬT LỌC KALMAN TRONG PHÂN TÍCH CHUYỂN DỊCH PHỤC VỤ CÔNG TÁC ĐIỀU TRA CƠ BẢN

Hoàng Ngọc Hà

Trường Đại học Mỏ - Địa chất Hà Nội

Ngày nhận bài: 06/7/2021 - Ngày phản biện: 27/7/2021 - Ngày chấp nhận đăng: 31/07/2021

Tóm tắt. *Trong bài báo đã nghiên cứu phương pháp đánh giá sự dịch chuyển (biến dạng) trên cơ sở sử dụng dữ liệu 3D thu được từ kết quả đo lưới quan trắc ứng dụng công nghệ GNSS trong các chu kỳ và lý thuyết bình sai lưới tự do và phép biến đổi S, kỹ thuật lọc Kalman để phân tích và dự báo độ dịch chuyển trên vùng thực nghiệm sông Sài gòn. Trong nghiên cứu đã xem xét 2 mô hình tĩnh và động và cho kết quả tính toán cụ thể. Đã đưa ra cơ sở lý thuyết, cụ thể hóa kỹ thuật lọc Kalman đối với bài toán phân tích và dự báo biến dạng ứng dụng công nghệ GNSS. Các kết quả tính toán cho thấy sự thống nhất giữa sử dụng mô hình tĩnh và mô hình động. Kết quả nghiên cứu có thể phục vụ công tác điều tra cơ bản và đánh giá tác động môi trường ở Việt Nam.*

Từ khóa: *GNSS, lọc Kalman, phân tích biến dạng.*

1. ĐẶT VẤN VỀ

Trong những năm gần đây, việc ứng dụng công nghệ GNSS để xây dựng các mạng lưới trắc địa đã tạo ra bước tiến lớn trong lĩnh vực trắc địa - bản đồ nói chung và quan trắc biến dạng nói riêng. Các mạng lưới GNSS là mạng lưới không gian ba chiều, nên việc đo lặp cho phép đồng thời xác định cả véc tơ chuyển dịch ngang lẫn véc tơ chuyển dịch đứng của vỏ trái đất. Với các ưu điểm cơ bản của công nghệ định vị vệ tinh như không đòi hỏi sự thông hướng giữa các điểm, đo đạc được tiến hành trong mọi điều kiện thời tiết, có thể nhanh chóng phát triển mạng lưới địa động học trên phạm vi lãnh thổ. Với việc ứng dụng công nghệ tiên tiến, thiết bị và phương tiện hiện đại trong thu nhận thông tin, gần thời gian thực trong không gian 3D như công nghệ GNSS/CORS, LiDAR… công việc phân tích biến dạng không chỉ ở mô hình tĩnh mà còn phải xử lý ở mô hình động. Các kết quả này góp phần phục vụ công tác điều tra cơ bản, quản lý lãnh thổ, theo dõi sạt lở...

Trên thế giới nhiều nghiên cứu đã tập trung xây dựng các mô hình ứng dụng phép lọc Kalman để ứng dụng trong lĩnh vực phân tích biến dạng như [9], phân tích dịch chuyển phục vụ điều tra sạt lở [10]...

Ở Việt Nam, công nghệ định vị vệ tinh đã được ứng dụng trong một số nghiên cứu về chuyển dịch vỏ trái đất như nghiên cứu chuyển dịch của đới đứt gẫy Sông Đà và đới đứt gẫy Sơn La - Bỉm Sơn [4] của Viện Địa chất, nghiên cứu chuyển dịch của vỏ Trái đất trên khu vực đứt gẫy Lai Châu - Điện Biên dựa trên mạng lưới đo bằng công nghệ định

vị vệ tinh gồm 5 điểm [5] do Viện Khoa học Đo đạc và Bản đồ phối hợp với Viện Địa chất thuộc Viện Khoa học và Công nghệ Việt Nam tiến hành. Trong bài báo [5] đã ứng dụng lý thuyết bình sai tự do trong phân tích dịch chuyển đứt gãy...

Để đánh giá và phân tích sự dịch chuyển của các điểm một cách khách quan và hiệu quả, trên cơ sở sử dụng dữ liệu đo GNSS qua các chu kỳ, cần nghiên cứu ứng dụng các công cụ lý thuyết hiện đại khác nhau. Trong bài báo sẽ trình bày lý thuyết và thực nghiệm tính toán trên cơ sở ứng dụng lý thuyết bình sai lưới tự do và phép biến đổi S kết hợp với kỹ thuật lọc Kalman để phân tích và dự báo độ dịch chuyển trên vùng thực nghiệm sông Sài Gòn.

2. DỮ LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Dữ liệu

Để nghiên cứu hoạt động chuyển dịch của khu vực sông Sài Gòn, đã tiến hành thành lập mạng lưới quan trắc bao gồm 5 điểm, được đo bằng công nghệ GNSS. Mốc được xây dựng theo quy cách mốc định tâm bắt buộc đặt trên nền đá gốc [3].



Hình 1. Vị trí mốc quan trắc chuyển dịch

Trên Hình 1 là hình ảnh vị trí mốc quan trắc chuyển dịch khu vực nghiên cứu. Để thực hiện đo đạc mạng lưới đã sử dụng 5 máy thu hai tần số đặt trên 5 mốc, đo đồng thời trong khoảng thời gian 23 h 30 x 4 ngày đêm = 94 giờ. Thực hiện đo lặp 3 chu kỳ 2013, 2014, 2015, giãn cách thời gian giữa các chu kỳ là một năm.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

2.2.1. Bình sai lưới tự do và phép biến đổi S

Lý thuyết bình sai lưới tự do được trình bày trong các tài liệu như [1, 7]. Giả sử trong mạng lưới GNSS có m điểm, các tham số của bài toán bình sai tự do lưới không gian sẽ là tọa độ trong hệ địa tâm (X_1, Y_1, Z_1),.., (X_m, Y_m, Z_m). Nếu đo n Baselines, ta sẽ có hệ phương trình các số hiệu chỉnh như sau:

$$V_{3n} = A_{3n\times 3m}\Delta X_{3mx1} + L_{3n}\ ;\ P_{3n\ x\ 3n} \qquad (1)$$

Với A là ma trận hệ số với các hệ số +1 và - 1 ứng với các thành phần tọa độ tương ứng trong trị đo (ΔX_{ij}, ΔY_{ij}, ΔZ_{ij}), ΔX là vectơ ẩn số, V và L tương ứng là vectơ số hiệu

chỉnh và số hạng tự do trong hệ phương trình. Ma trận trọng số P có dạng:

$$P = \begin{pmatrix} P_1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & P_2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \ddots & 0 \\ 0 & 0 & 0 & P_n \end{pmatrix} \quad (2)$$

$$P_i = \begin{pmatrix} P_{11} & P_{12} & P_{13} \\ P_{21} & P_{22} & P_{23} \\ P_{31} & P_{32} & P_{33} \end{pmatrix} = Q_i^{-1} \quad (3)$$

Với Q_i là ma trận hiệp phương sai của các trị đo (ΔX_{ij}, ΔY_{ij}, ΔZ_{ij}).

Từ hệ phương trình số hiệu chỉnh, ta lập được hệ phương trình chuẩn có dạng:

$$R\Delta X_{3mx1} + b_{3mx1} = 0 \quad .$$

$$R=A^T P A, b= A^T P L. \quad (4)$$

Ở đây ma trận R suy biến. Để tìm nghiệm của hệ (4) điều kiện rằng buộc đối với vectơ số hiệu chỉnh có dạng sau:

$$C\Delta X = 0 \quad (5)$$

Khi đó, vectơ ẩn số được tính theo công thức:

$$\Delta X = -R\sim b \quad (6)$$

Trong đó, R~ là ma trận nghịch đảo tổng quát:

$$R^{\sim} = (R + CC^T)^{-1} - TT^T \quad (7)$$

Với:

$$T^T = B(C^T B)^{-1} \quad (8)$$

$$B^T = (B_1 \quad B_2 \quad \dots \quad B_n) \quad (9)$$

B_i là ma trận Hermet, khi các trị đo là baseline (ΔX, ΔY, ΔZ), ma trận B có dạng:

$$B_i = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \quad (10)$$

$$C^T = (B_1 \quad \cdots \quad B_k \quad 0 \quad \dots \quad 0) \quad (11)$$

Trong trường hợp n = k (tức C = B), ma trận nghịch đảo tổng quát được tính theo công thức:

$$R^+ = (R + BB^T)^{-1} - TT^T \quad (12)$$

với:

$$T^T = B(B^T B)^{-1}$$

Quá trình đánh giá độ chính xác được thực hiện theo các hệ công thức:

- Sai số trung phương trọng số đơn vị:

$$\mu = \sqrt{\frac{V^T PV}{3n-3m+d}} \quad (13)$$

Trong đó:

+ 3n là số trị đo của lưới

+ 3m là số ẩn số

+ d là số khuyết của lưới (trường hợp đang xét có d = 3)

- Sai số trung phương vị trí điểm:

$$m_P = \mu\sqrt{Q_{XX} + Q_{YY} + Q_{ZZ}} \quad (14)$$

Trong đó, Q_{XX}, Q_{YY}, Q_{ZZ} là các thành phần trên đường chéo chính của ma trận nghịch đảo tổng quát.

- Sai số trung phương hàm số:

$$m_F = \mu\sqrt{\frac{1}{P_F}} \quad (15)$$

Trong đó:

$$\frac{1}{P_F} = Q_F = F^T R^+ F \quad (16)$$

Để phân tích biến dạng, cần thực hiện trên một hệ quy chiếu. Dữ liệu của các mạng lưới trắc địa được đo và tính toán trong các thời kỳ khác nhau được đưa về một hệ thống định vị bằng phép biến đổi S và không cần tính toán bình sai lại. Phép biến đổi S được thực hiện bằng các công thức sau:

$$x^j = S_j x^k$$
$$Q_{xx}{}^j = S_j Q_{xx}{}^k S_j{}^T$$

Ở đây x^j và x^k là vectơ tọa độ j and k, S_j - ma trận biến đổi s; ma trận $Q^j{}_{xx}$ and $Q^k{}_{xx}$ là ma trận hiệp phương sai.

$$S_j = E - B(B^T E_j B)^{-1} \quad B^T E_j$$

Trong đó Ej là ma trận xác định định vị, các phần tử đường chéo là 1 đối với các điểm xác định định vị và 0 đối với các điểm khác; E là ma trận nhận đơn vị; và B là ma trận Helmert.

2.2.2. Mô hình động và phép lọc Kalman

Mô hình động theo thời gian với tọa độ, vận tốc và gia tốc được biểu diễn bằng công thức sau [10]:

$$\begin{aligned} X_j^{(k+1)} &= X_j^{(k)} + (t_{k+1} - t_k)v_{Xj} + 1/2\,(t_{k+1} - t_k)^2 a_{Xj} \\ Y_j^{(k+1)} &= Y_j^{(k)} + (t_{k+1} - t_k)v_{Yj} + 1/2\,(t_{k+1} - t_k)^2 a_{Yj} \\ Z_j^{(k+1)} &= Z_j^{(k)} + (t_{k+1} - t_k)v_{Zj} + 1/2\,(t_{k+1} - t_k)^2 a_{Zj} \end{aligned} \quad (17)$$

Ở đây các ký hiệu là:

$X_j^{(k+1)}$, $Y_j^{(k+1)}$, $Z_j^{(k+1)}$: tọa độ các điểm j ở thời điểm chu kỳ (t_{k+1})

$X_j^{(k)}$, $Y_j^{(k)}$, $Z_j^{(k)}$: tọa độ các điểm j ở thời điểm chu kỳ (t_k)

v_{xj} , v_{yj} , v_{zj} : vận tốc dịch chuyển của tọa độ X, Y, Z của điểm j

a_{xj} , a_{yj} , a_{zj} : gia tốc của tọa độ X, Y, Z của điểm j

k=1, 2, . . . , i (i: số thứ tự chu kỳ đo)

j =1, 2, . . . , n (n: số thứ tự của điểm trong lưới)

Kỹ thuật lọc Kalman được sử dụng để dự đoán vectơ trạng thái hiện tại bằng cách sử dụng thông tin vectơ trạng thái của các thông số chuyển động đã biết ở chu kỳ t_k và các phép đo ở chu kỳ t_{k+1} được thu thập ở kỳ t_{k+1}. Vectơ trạng thái của tham số chuyển động bao gồm các tham số vị trí, vận tốc chuyển động và gia tốc. Hệ phương trình dạng ma

trận của mô hình chuyển động được sử dụng để dự báo các tham số chuyển động bằng kỹ thuật lọc Kalman trong các lưới 3D có thể được biểu diễn như sau:

$$\bar{\mathbf{Y}}_{(k+1)} = \mathbf{M}_{(k+1)}\ \hat{\mathbf{Y}}_k \tag{18}$$

Ở đây:

$$\hat{\mathbf{Y}}^{\mathbf{T}}_{(k+1)} = (\ X\ \ Y\ \ Z\ \ v_X\ \ v_Y\ v_Z\ \ a_x\ a_Y\ a_Z\ )_{(k+1)}$$

$$\bar{\mathbf{Y}}^{\mathbf{T}}_{(k)} = (\ X\ \ Y\ \ Z\ \ v_X\ \ v_Y\ v_Z\ \ a_x\ a_Y\ a_Z\ )_{(k)} \tag{19}$$

$$\mathbf{M}_{\mathbf{k+1,k}} = \begin{pmatrix} E & E(t_{k+1} - t_k) & E(0{,}5(t_{k+1} - t_k)^2 \\ 0 & 1 & E(t_{k+1} - t_k) \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \tag{20}$$

$\bar{\mathbf{Y}}^{T}_{(k+1}$ - vectơ giá trị dự báo của tọa độ, vận tốc và gia tốc

$\hat{\mathbf{Y}}^{\mathbf{T}}_{k}$ - vectơ trạng thái tại thời điểm t_k.

$\mathbf{M}_{\mathbf{k+1,}}$ - ma trận dịch chuyển.

Phương trình (18) là phương trình dự báo trong phép lọc Kalman [6,9,10]

Phương trình có yếu tố nhiễu sẽ như sau:

$$\bar{\mathbf{Y}}_{(k+1)} = \mathbf{M}_{(k+1)}\ \hat{\mathbf{Y}}_k + \mathbf{S}_{k+1,k} \tag{21}$$

$$\mathbf{Q}\bar{\mathbf{Y}}_{(k+1)} = \mathbf{M}_{k+1,k}\ \mathbf{Q}_Y\ M_{k+1,k}^{\ T} + \mathbf{S}_{k+1,k}\ \mathbf{Q}_S\ \mathbf{S}_{k+1,k}^{\ T}$$

Ở đây ma trận $\mathbf{Q_Y}$ là ma trận hiệp phương sai của vectơ trạng thái $\hat{Y}_k$ đã được lọc ở thời điểm t_k.

Ma trận $\mathbf{Q_S}$ là ma trận hiệp phương sai của vectơ nhiễu hệ thống ở thời điểm t_k.

Tại thời điểm t_{k+1} chúng ta thực hiện đo đạc lưới GNSS và có thể thành lập hệ phương trình đo (phương trình lọc) như sau:

$$\mathbf{v}_{l,k+1} = \mathbf{A}_{k+1}\hat{\mathbf{Y}}_k - \mathbf{l}_{k+1} \tag{22}$$

Hay là:

$$\mathbf{l}_{k+1} + \mathbf{v}_{l,k+1} = \mathbf{A}_{k+1}\hat{\mathbf{Y}}_k - \mathbf{l}_{k+1} \tag{23}$$

Kết hợp các biểu thức (18) và (23) chúng ta có công thức sau:

$$\mathbf{V} = \hat{\mathbf{A}}_{k+1}\ \hat{\mathbf{Y}}_{k+1}\ \ +\ \mathbf{L} \tag{24}$$

Ở đây chúng ta ký hiệu:

$$\mathbf{V} = -\begin{pmatrix} \mathbf{v}_{(k+1)} \\ \mathbf{v}_{l(k+1)} \end{pmatrix}; \tag{25}$$

$$\hat{\mathbf{A}}_{k+1} = \begin{pmatrix} E \\ \mathbf{A}_{k+1} \end{pmatrix}; \tag{26}$$

$$\mathbf{L} = -\begin{pmatrix} \bar{\mathbf{Y}}_{(k+1)} \\ \mathbf{l}_{k+1} \end{pmatrix}; \tag{27}$$

Ma trận hiệp phương sai:

$$Q_{k+1}= \begin{pmatrix} Q_{\bar{Y}_{(k+1}} & 0 \\ 0 & Q_{l,k+1} \end{pmatrix} \quad (28)$$

Hệ phương trình (24) với các ký hiệu (25) - (28) thực chất là hệ phương trình các số hiệu chỉnh của mô hình bình sai với sai số số liệu gốc theo phương pháp bình sai gián tiếp. Hệ phương trình chuẩn sẽ là:

$$\mathbf{R}_{k+1}\,\hat{\mathbf{Y}}_{k+1} + \mathbf{b} = 0. \quad (29)$$

$$\mathbf{R}_{k+1} = \hat{\mathbf{A}}_{k+1}^{T}\,(\mathbf{Q}_{k+1})^{-1}\hat{\mathbf{A}}_{k+1}\,; \quad (30)$$

$$\mathbf{b} = \hat{\mathbf{A}}_{k+1}^{T}\,(Q_{k+1})^{-1}\,\mathbf{L} \quad (31)$$

Theo lý thuyết phép lọc Kalman ma trận Gain sẽ là:

$$\mathbf{G}_{k+1}= \mathbf{Q}\,\bar{\mathbf{Y}}_{(k+1}\,\mathbf{A}_{k+1}^{T}(\mathbf{Q}_{l,k+1}^{-1}+ \mathbf{A}_{k+1}\,\mathbf{Q}\bar{\mathbf{Y}}_{(k+1}\,\mathbf{A}_{k+1}^{T})^{-1} \quad (32)$$

Vectơ trạng thái ở thời điểm t_{k+1} sẽ là:

$$\hat{\mathbf{Y}}_{k+1} = \bar{\mathbf{Y}}_{(k+1)} + \mathbf{G}_{k+1}\,(\mathbf{l}_{k+1} - \mathbf{A}_{k+1}\,\bar{\mathbf{Y}}_{(k+1)}\,) \quad (33)$$

Mặt khác từ các biểu thức (26),(28), và (30) chúng ta có:

$$\mathbf{R}_{k+1} = (\,\mathbf{Q}\,\bar{\mathbf{Y}}_{(k+1}^{-1} + \mathbf{A}_{k+1}^{T}\,\mathbf{Q}_{l,k+1}^{-1}\,\mathbf{A}_{k+1}\,) \quad (34)$$

Ma trận hiệp phương sai của vectơ trạng thái $\hat{\mathbf{Y}}_{k+1}$ sẽ là:

$$\mathbf{Q}_{k+1} = \mathbf{R}_{k+1}^{-1} = (\,\mathbf{Q}\,\bar{\mathbf{Y}}_{(k+1}^{-1} + \mathbf{A}_{k+1}^{T}\,\mathbf{Q}_{l,k+1}^{-1}\,\mathbf{A}_{k+1}\,)^{-1} \quad (35)$$

Thực hiện theo công thức truy hồi [7] chúng ta có biểu thức:

$$(\mathbf{Q}\,\bar{\mathbf{Y}}_{(k+1}^{-1} + \mathbf{A}_{k+1}^{T}\,\mathbf{Q}_{l,k+1}^{-1}\,\mathbf{A}_{k+1}\,)^{-1} = \mathbf{Q}\,\bar{\mathbf{Y}}_{(k+1} - \mathbf{Q}\,\bar{\mathbf{Y}}_{(k+1}\,\mathbf{A}_{k+1}^{T}\mathbf{N}^{-1}\,\mathbf{A}_{k+1}\,\mathbf{Q}\,\bar{\mathbf{Y}}_{(k+11} \quad (36)$$

Ở đây ma trận $\mathbf{N} = (\,\mathbf{Q}_{l,k+1}^{-1} + \mathbf{A}_{k+1}\mathbf{Q}\,\bar{\mathbf{Y}}_{(k+1}\,\mathbf{A}_{k+1}^{T})$.

Kết hợp các biểu thức (32),(35),(36) chúng ta có ma trận hiệp phương sai của vectơ trạng thái ở thời điểm t_{k+1} sẽ là:

$$\mathbf{Q}_{k+1}=\mathbf{Q}\bar{\mathbf{Y}}_{(k+1} - \mathbf{G}_{k+1}\mathbf{A}_{k+1}\mathbf{Q}\bar{\mathbf{Y}}_{(k+1} \quad (37)$$

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

Sử dụng phần mềm Bernese 5.0 xử lý số liệu đo đạc thu được thông tin của 4 x 7 = 28 Baselines.

Ứng dụng phương pháp bình sai tự do lưới không gian (phương pháp sử dụng gốc trọng tâm) xử lý các Baselines, thu được tọa độ lưới ở các chu kỳ năm 2013, 2014 và 2015.

Giai đoạn 1 (phân tích theo mô hình tĩnh): trước hết tiến hành đánh giá độ dịch chuyển các mốc giữa 2 chu kỳ theo tiêu chí $|dX| < t\,m_X$, $|dY| < t\,m_Y$, $|dZ| < t\,m_{Z,;}$ (t=3). Kết quả đánh giá thấy điểm A13 ổn định. Điểm A14 và A17 dịch chuyển rõ ràng. Thực hiện phép biến đổi S, được trình bày ở phần 2.2.1. sử dụng điểm định vị A13. Kết quả thu được là bảng kê số gia tọa độ các chu kỳ 2013 - 2014 và 2013 - 2015 được thống kê trong Bảng 1 và 2 (Điểm A13 sẽ không dịch chuyển). Kết quả phân tích thống kê cho thấy các điểm A14, A15, A16, A17 đều dịch chuyển.

Ở giai đoạn 2 chúng ta phân tích dịch chuyển trên cơ sở phép lọc Kalman, đã được trình bày ở mục 2.2.2. Trong mô hình động, chúng ta có không chỉ số liệu dịch chuyển của các điểm, mà có các tham số dịch chuyển như: vận tốc và gia tốc dịch chuyển. Trong Bảng 4 và 5 là kết quả tính toán các tham số của mô hình động theo chu kỳ 1 năm, 6 tháng giữa năm 2013 và 2015.

So sánh Bảng 2 và 4 chúng ta nhận thấy kết quả phân tích dịch chuyển giữa 2 mô hình tĩnh và động là thống nhất.

Bảng 1. Kết quả phân tích mô hình tĩnh giữa năm 2013 - 2014

Tên điểm	d_x (mm)	m_{dx} (mm)	d_y (mm)	m_{dy} (mm)	d_z (mm)	m_{dz} (mm)	Dịch chuyển
A014	19	1,41	- 29	2,24	- 3	2	+
A015	- 4	1,41	- 7	2,24	- 1	3,16	+
A016	3	1,41	- 2	2,24	6	2,24	+
A017	- 12	1,41	8	2,24	- 1	2,24	+

Bảng 2. Kết quả phân tích mô hình tĩnh giữa năm 2013 - 2015

Tên điểm	d_x (mm)	m_{dx} (mm)	d_y (mm)	m_{dy} (mm)	d_z (mm)	m_{dz} (mm)	Dịch chuyển
A14	22	1,41	- 21	2	- 6	1	+
A15	- 3	2,24	- 12	2	- 1	1,41	+
A16	3	1,41	- 11	2	- 2	1,41	+
A17	- 15	2,24	025	2	- 1	1,41	+

Để tính toán dịch chuyển trong hệ tọa độ trắc địa B, L, H chúng ta tính chuyển từ hệ tọa độ địa tâm X, Y, Z về B, L, H. Kết quả tham số dịch chuyển tọa độ B, L, H được thống kê trong Bảng 3.

Bảng 3. Tham số dịch chuyển tọa độ B, L, H

Tên điểm	ΔB (")	ΔL (")	ΔH (m)
A014	- 0,00013	- 0,00043	- 0,027
A015	- 0,00008	0,00024	- 0,008
A016	- 0,00042	0,00009	- 0,012
A017	- 0,00038	0,00028	0,029

Bảng 4. Các tham số dịch chuyển tọa độ giữa năm 2013 - 2015 và các tham số tốc độ và gia tốc theo chu kỳ 1 năm

Tên điểm	dX (mm)	dY (mm)	dZ (mm)	vx (1 năm)	Vy (1 năm)	vz (1 năm)	ax (1 năm^2)	ay (1 năm^2)	az (1 năm^2)
A14	22,0	-21	-6	-10	-2	-4	-1,3	3,1	0
A15	-3	-12	-1	-0,2	-2	-4,3	0,4	0,2	0,1
A16	3,0	-11	-12	0,17	-16,	-5,7	-0,2	-0,6	0
A17	-15	25	-1	-4,8	30,5	-1,50	0,7	0,8	0,1

Bảng 5. Các tham số dịch chuyển tọa độ giữa năm 2013 - 2015 và các tham số tốc độ và gia tốc theo chu kỳ 6 tháng

Ai	dX (mm)	dY (mm)	dZ (mm)	v_X (mm/6 tháng)	v_Y (mm/6 tháng)	v_Z (mm/6 tháng)	a_X (mm/6 tháng^2)	a_Y (mm/6 tháng^2)	a_Z (mm/6 tháng^2)
A14	22,0	-21	-6	2,8	0,9	-1,5	-1,3	3,1	0
A15	-3	-12	-1	0,1	-2,7	-0,1	0,4	0,2	0,1
A16	3,0	-11	-12	0,2	-3,9	-3,0	-0,2	-0,6	0
A17	-15	25	-1	-2,2	7,7	-0,1	0,7	0,8	0,1

Như vậy chúng ta có thể thấy trong mô hình tĩnh, nếu muốn tính các tham số dịch chuyển theo chu kỳ 6 tháng thì chúng ta phải đo đạc với chu kỳ thời gian 6 tháng một lần, như vậy trong 3 năm chúng ta phải đo 6 chu kỳ. Tuy nhiên ứng dụng lý thuyết lọc Kalman chúng ta có thể đo theo chu kỳ 1 năm mà có thể tính tham số dịch chuyển theo chu kỳ 6 tháng. Do đó có thể thấy so với mô hình tĩnh, chỉ cần số lượng chu kỳ ít hơn cũng xác định các tham số dịch chuyển.

Với việc ứng dụng lý thuyết Kalman, chúng ta có thể dự báo độ dịch chuyển trong tương lai. Ví dụ, cần dự báo độ dịch chuyển trong năm 2016, áp dụng công thức (18) - (21) tính được các tham số dịch chuyển của năm 2016. Tuy nhiên về độ chính xác của các tham số dự báo cần có những nghiên cứu bổ sung để có thể ứng dụng phương pháp này một cách hiệu quả nhất.

4. KẾT LUẬN

Trong nghiên cứu đã đề cập 2 mô hình phân tích dịch chuyển tĩnh và động trên cơ sở sử dụng dữ liệu GNSS và phương pháp lọc Kalman. Cả 2 phương pháp đều cho kết luận như nhau về điểm dịch chuyển. Tuy nhiên mô hình động theo kỹ thuật lọc Kalman cho phép xác định vận tốc dịch chuyển và gia tốc của mỗi điểm. Một ưu điểm của ứng dụng phép lọc Kalman so với mô hình tĩnh là có thể chỉ cần số lượng chu kỳ ít hơn mô hình tĩnh cũng có thể xác định sự chuyển dịch. Đặc biệt với kỹ thuật lọc Kalman mở ra khả năng có thể dự báo độ dịch chuyển và ứng dụng này hiệu quả trong công tác dự báo sói lở, lún nền đất (theo thời gian mà chúng ta quan tâm), phục vụ công tác dự báo và phòng chống thiên tai ở những vùng có hiện tượng thiên nhiên đặc biệt như đứt gãy hay sạt lở...

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. Hoàng Ngọc Hà, Trương Quang Hiếu. *Cơ sở toán học xử lý số liệu trắc địa*. *Nhà xuất bản Giao thông vận tải*. 2000.

[2]. Hoàng Ngọc Hà, *Bình sai tính toán lưới Trắc địa và GPS/GNSS*. Nhà xuất bản Khoa học Kỹ thuật, Hà Nội. 2020.

[3]. Hoàng Ngọc Hà, Phạm Thanh Thạo. *Ứng dụng lý thuyết bình sai tự do lưới không gian trong phân tích độ dịch chuyển đứt gãy sông Sài Gòn*. Tài nguyên và Môi trường, số 23(253), Kỳ 1,12/2016.

[4]. Vy Quốc Hải, Trần Đình Tô và Dương Chí Công, 2005. *Xác định chuyển dịch hiện đại đới đứt gẫy Sông Đà và đới đứt gẫy Sơn La - Bỉm Sơn bằng số liệu GPS*. Địa chất và Khoáng sản, số 9, trang 257 - 265.

[5]. Hà Minh Hòa, Nguyễn Ngọc Lâu, Dương Chí Công. *Nghiên cứu ứng dụng công nghệ GPS để xác định chuyển dịch vỏ trái đất trên khu vực đứt gẫy Lai Châu - Điện Biên*. Đề tài KHCN cấp Bộ Tài nguyên và Môi trường giai đoạn 2002 - 2004. Viện Khoa học Đo đạc và Bản đồ.

[6]. R.E. Kalman, *A new approach to linear filtering and prediction problems*, J Basic Eng 82D (1960) 35e45.

[7]. Markuze Y U. I. , Hoàng Ngọc Hà. *Bình sai các mạng lưới không gian mặt đất và vệ tinh, Nhà xuất bản Nhedra Matxcơva.* Sách chuyên khảo (tiếng Nga), 1991.

[8]. Markuze Y U. I, Gôlubev V.V. *Lý thuyết xử lý toán học lưới trắc địa*. Alma Mater.2010 (Tiếng Nga).

[9]. Welsch, W. M. and Heunecke, O.: *Models and terminology for the analysis of geodetic monitoring observations*, in: Proceedingsof the 10th International Symposium on Deformation Measurements, Orange, California, USA, 390 - 412, 2001.

[10]. Yalc¸inkaya, M. and Bayrak, T.: *Dynamic model for monitoring landslides with emphasis on underground water in Trabzon Province, Northeastern Turkey*, J. Surv. Eng. - ASCE, 129(3),115 - 124, 2003.

ĐẶC ĐIỂM BIẾN DẠNG HIỆN ĐẠI VỎ TRÁI ĐẤT KHU VỰC BẬC THANG THỦY ĐIỆN SÔNG ĐÀ TRÊN CƠ SỞ TÀI LIỆU ĐO LẶP TRỌNG LỰC VÀ GPS

**Cao Đình Trọng[1], Lê Văn Dũng[1],
Nguyễn Phi Sơn[2], Cao Đình Triều[3]**

[1]Viện Vật lý Địa cầu, Viện HL KH&CN Việt Nam

[2]Viện Khoa học Đo đạc và Bản đồ, Bộ TN&MT

[3]Viện Địa vật lý ứng dụng, Liên hiệp các Hội KH&KT Việt Nam

Ngày nhận bài: 01/6/2021 - Ngày phản biện: 16/7/2021 - Ngày chấp nhận đăng: 03/08/2021

Tóm tắt. *Trong khuôn khổ bài báo này, các tác giả trình bày một quy trình phân tích tài liệu trọng lực, từ và địa hình trong phân khối cấu trúc vỏ Trái Đất; nghiên cứu đặc điểm biến dạng vỏ Trái Đất khu vực bậc thang thủy điện Sông Đà trên cơ sở tài liệu đo lặp trọng lực và GPS. Kết quả như sau:*

1/ Khu vực nghiên cứu được phân thành 4 khối và 25 phụ khối, ranh giới của chúng là các đứt gãy cấp 1 và cấp 2.

2/ Tương phản vận động thẳng đứng biểu hiện rõ nét trên mô hình coulomb: khối Sông Mã - Thanh Hóa và Phong Thổ - Tú Lệ là những khối nâng, tốc độ lớn nhất 1,2 mm/năm, trong khi cùng tốc độ này, khối Mường Tè và Sơn La - Sông Đà sụt lún.

3/ Dịch chuyển ngang giữa các khối cấu trúc thể hiện qua ranh giới của chúng là các đứt gãy: đứt gãy phát triển theo phương Tây Bắc - Đông Nam và Đông Bắc - Tây Nam trượt bằng phải. Trong khi đó, đứt gãy Á kinh tuyến trượt bằng trái. Vận tốc trượt bằng lớn nhất 1.1 mm/năm xảy ra tại đứt gãy cấp 1 Lai Châu - Điện Biên. Đứt gãy cấp 2 có biên độ dịch trượt yếu hơn, giá trị dao động trong khoảng 0,5 đến 1 mm/năm.

4/ Đứt gãy hoạt động trong hiện đại có nguy cơ xảy ra động đất mạnh nhất ($M \geq 6,0$) có lẽ là Lai Châu - Điện Biên và Sơn La. Những điểm xuất lộ nước nóng chỉ thị cho đứt gãy tách giãn Mường La - Bắc Yên, Mù Cang Chải và Nậm Khát.

1. MỞ ĐẦU

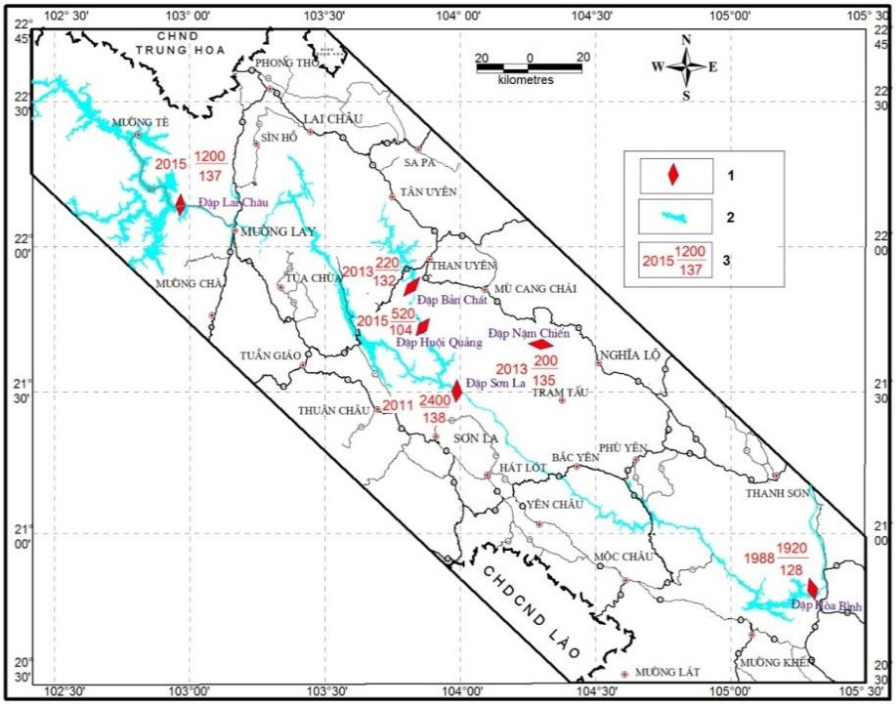
Nghiên cứu đặc điểm biến dạng hiện đại vỏ Trái Đất là nhiệm vụ khoa học có ý nghĩa đặc biệt quan trọng trong nghiên cứu địa động lực hiện đại. Đặc điểm biến dạng phản ánh đặc tính ổn định vỏ Trái Đất, liên quan mật thiết với tai biến địa chất và an toàn vận hành công trình xây dựng (Đường, đập thủy lợi - thủy điện, công trình xây dựng công nghiệp và dân sinh…). Vận tốc dịch chuyển đứng (đại lượng phản ánh đặc điểm biến dạng đứng) và vận tốc dịch chuyển ngang (đại lượng phản ánh đặc điểm biến dạng ngang) vỏ Trái Đất tại các khu vực kinh tế trọng điểm như lưu vực Sông Đà, nơi tập trung dày đặc các công trình thủy điện lớn nhất Việt Nam (Hình 1), được quan tâm đặc biệt.

Cho đến nay, giá trị vận tốc dịch chuyển hiện đại (dịch chuyển đứng và ngang) vỏ Trái Đất chủ yếu được xác định trên cơ sở:

- Máy đo biến dạng, đo liên tục, được lắp đặt cố định tại một điểm nghiên cứu cụ thể nào đó. Có loại quan trắc biến dạng ngang (đặt trong các hầm ngang) và cũng có loại quan trắc biến dạng đứng (đặt trong các giếng khoan) [1, 6].

- Đo GPS liên tục hoặc đo lặp theo các chu kỳ khác nhau. Phương pháp sử dụng tài liệu GPS cho phép xác định khá chính xác vận tốc dịch chuyển ngang [7, 8, 11, 14].

- Các máy đo trọng lực hiện đại, có độ phân giải cao, như ZLS, CG - 3, CG - 5 và CG - 6, cho phép xác định giá trị thay đổi trọng lực cỡ 10^{-4} mGal, có thể được sử dụng một cách có hiệu quả trong đo lặp trọng lực nghiên cứu vận tốc dịch chuyển thẳng đứng vỏ Trái Đất [4, 5].



Hình 1. Các nhà máy thủy điện có công suất trên 200 MW khu vực bậc thang thủy điện Sông Đà.
Chú giải: 1 - Đập thủy điện; 2 - Vùng hồ;
3 - Năm tích nước (công suất/chiều cao đập)

Đã có một số nghiên cứu đề cập tới đặc trưng vận động vỏ Trái Đất lưu vực Sông Đà trên cơ sở các phương pháp riêng rẽ [1, 4, 5, 7, 8, 11, 12, 13, 14], chẳng hạn:

- Quan trắc biến dạng tại đập thủy điện Hòa Bình được Viện Vật lý Địa cầu thiết lập năm 1993 và hoạt động tới nay. Phương pháp đo biến dạng có thể cho phép chúng ta nghiên cứu một cách chi tiết đại lượng dịch chuyển vỏ Trái Đất với độ chính xác cao (dịch chuyển ngang) [1, 4, 5]. Các biến dạng chậm với giải chu kỳ khoảng vài ngày cho đến hàng chục năm có thể được sử dụng kết hợp với các phương pháp trắc địa giúp cho

chúng ta có được bức tranh chi tiết về động lực của vùng nghiên cứu. Tuy vậy, phương pháp nghiên cứu này đòi hỏi chi phí tốn kém với việc xây dựng một hệ thống trạm quan trắc phức tạp.

- Các phép đo lặp trắc địa được áp dụng khá rộng rãi trong nghiên cứu chuyển động thẳng đứng vỏ Trái Đất với độ chính xác cao. Tuy vậy, ở Việt Nam mới chỉ được tiến hành tại một số điểm thuộc Tây Bắc Bộ và Đông Bắc Bộ [12]. Yếu điểm của phương pháp này là chi phí cao và chỉ xác định được vận tốc dịch chuyển thẳng đứng.

- Nhằm nghiên cứu đặc điểm vận động của các mảng thạch quyển, người ta thường sử dụng phép quan trắc hệ thống định vị toàn cầu (GPS - Global positioning system). Hệ thống quan trắc này cho phép xác định khá chính xác vận tốc dịch chuyển ngang giữa các khối cấu trúc thạch quyển với độ chính xác có thể đạt nhỏ hơn 1 mm. Trong khi đó, do biểu hiện dịch chuyển thẳng đứng vỏ Trái Đất yếu hơn nhiều lần dịch chuyển ngang, nên phương pháp GPS không thể cho ta kết quả chính xác về vận tốc dịch chuyển thẳng đứng vỏ Trái Đất (thông thường giá trị dịch chuyển thẳng đứng không lớn hơn sai số xác định). Thiết lập một hệ thống các trạm đo GPS liên tục và tạm thời (đo đạc định kỳ) phục vụ nghiên cứu chuyển động vỏ Trái Đất đang được ưu tiên phát triển ở Việt Nam trong những năm gần đây [6, 7, 8, 11, 14].

- Một tiếp cận mới trong xác định vận tốc dịch chuyển thẳng đứng vỏ Trái Đất là dựa trên phép đo trọng lực chính xác cao [4, 5]. Máy trọng lực CG - 3, CG - 5, CG - 6 của hãng Scintrex, Canada (hoặc ZLS, Mỹ) là loại máy thế hệ mới có độ phân dải cao, cỡ 0,0005 đến 0,0001 mGal, cho phép xác định giá trị trọng lực với độ chính xác cao [4, 5]. Cơ sở khoa học của phương pháp xác định độ cao này là công thức biến đổi giá trị trọng lực theo độ cao địa hình:

$$\Delta g_E = -(0{,}3086 - 0{,}0419\,\rho)\ mGal/m$$

trong đó $\boldsymbol{\rho}$ là mật độ lớp trung gian. Nếu lấy giá trị mật độ là 2,67 g/cm^3 và 2,50 g/cm^3 thì trong trường hợp độ cao địa hình thay đổi 1 m, biến đổi trường trọng lực sẽ tương ứng là - 0,1967 mGal và - 0,2038 mGal. Vậy, nếu ta lấy giá trị mật độ bằng 2,67 g/cm^3 thì thay đổi 1 mm độ cao sẽ có giá trị trọng lực thay đổi một lượng, theo công thức sau:

$$\Delta g_E = -(0{,}3086 - 0{,}0419 * 2{,}67) / 1000 = -0{,}0002\ mGal/m$$

Trong khuôn khổ bài báo này, các tác giả tiến hành nghiên cứu đặc điểm phân khối cấu trúc trên cơ sở tài liệu địa hình - địa vật lý có được và xác định vận tốc dịch chuyển (đứng và ngang) vỏ Trái đất khu vực bậc thang thủy điện Sông Đà.

Tài liệu chính phục vụ nghiên cứu này:

1/ Số liệu quan trắc GPS khu vực bậc thang thủy điện Sông Đà thuộc đề tài độc lập cấp quốc gia, mã số ĐTĐLCN.27/15, do TS. Lê Văn Dũng làm chủ nhiệm và các tác giả là thành viên tham gia chính [8];

2/ Số liệu đo lặp trọng lực qua các thời kỳ của nhóm tác giả do PGS.TS. Cao Đình Triều đứng đầu [4, 5];

3/ Kết quả đo lặp thủy chuẩn của nhóm tác giả do Nguyễn Thế Lữ đứng đầu [12];

4/ Tài liệu tham khảo thêm gồm bản đồ trọng lực và từ hàng không, tỷ lệ 1/500.000 của Liên đoàn Vật lý Địa chất [9,10].

2. ĐẶC ĐIỂM PHÂN KHỐI CẤU TRÚC VỎ TRÁI ĐẤT KHU VỰC BẬC THANG THỦY ĐIỆN SÔNG ĐÀ

2.1. Nguyên lý phân khối cấu trúc vỏ Trái đất

Trên cơ sở nguyên lý phân chia khối địa động lực đã được đề cập ở [2, 3, 6], dựa trên mức độ chi tiết của các tài liệu địa chất, địa vật lý và số liệu động đất hiện có trong khu vực, chúng tôi sử dụng các nhóm tài liệu dưới đây nhằm phân khối cấu trúc vỏ Trái Đất khu vực bậc thang thủy điện Sông Đà:

- Nhóm các nhân tố phản ánh thành phần vật chất và đặc trưng vật lý của môi trường thành tạo khối bao gồm: các dấu hiệu địa chất, trường dị thường từ, trường dị thường trọng lực, hệ số Poisson, dị thường đẳng tĩnh. Đặc trưng đồng nhất về các trường địa vật lý phản ảnh đầy đủ điều kiện vật chất và môi trường hình thành cấu trúc thạch quyển nói chung cũng như vỏ Trái đất nói riêng. Các kết quả ứng dụng theo hướng nghiên cứu này được sử dụng nhiều trong các công trình nghiên cứu trước đây nhằm phân chia khối cấu trúc vỏ Trái đất [1, 3, 6 - 14]. Ngoài ra, các đặc trưng phân khối vỏ Trái Đất được xác định thông qua phân tích hình thái các mặt ranh giới cấu trúc sâu cơ bản như: mặt móng Kết tinh (hay bề dày trầm tích), mặt Conrad (hay bề dày lớp granit), mặt Moho (hay bề dày vỏ Trái Đất), đáy thạch quyển (hay bề dày thạch quyển) [3].

- Nhóm các nhân tố bề mặt biểu hiện tác động trực tiếp hoặc gián tiếp của các quá trình địa động lực dưới sâu. Các dấu hiệu này phản ảnh trạng thái động học và mức độ biểu hiện khác nhau của khu vực nghiên cứu với các tiêu chí cụ thể được sử dụng như: dịch chuyển thẳng đứng, mật độ lineament hay nút giao lineament, biến dạng thẳng đứng trong Pliocene - Đệ tứ. Các nhân tố địa hình - địa mạo trên bề mặt là hệ quả biểu hiện trực tiếp hoặc xu thế của các quá trình địa động lực đang diễn ra dưới sâu. Các dấu hiệu thể hiện trên bề mặt như: phân dị độ cao địa hình, các chỉ số địa mạo S_{mf} (chỉ số khúc khuỷu), V_f (chỉ số tương quan giữa độ rộng đáy và độ cao thung lũng), quy luật phân bố trầm tích Đệ tứ, hệ thống mạng lưới thủy văn, các nón phóng vật... [6, 8].

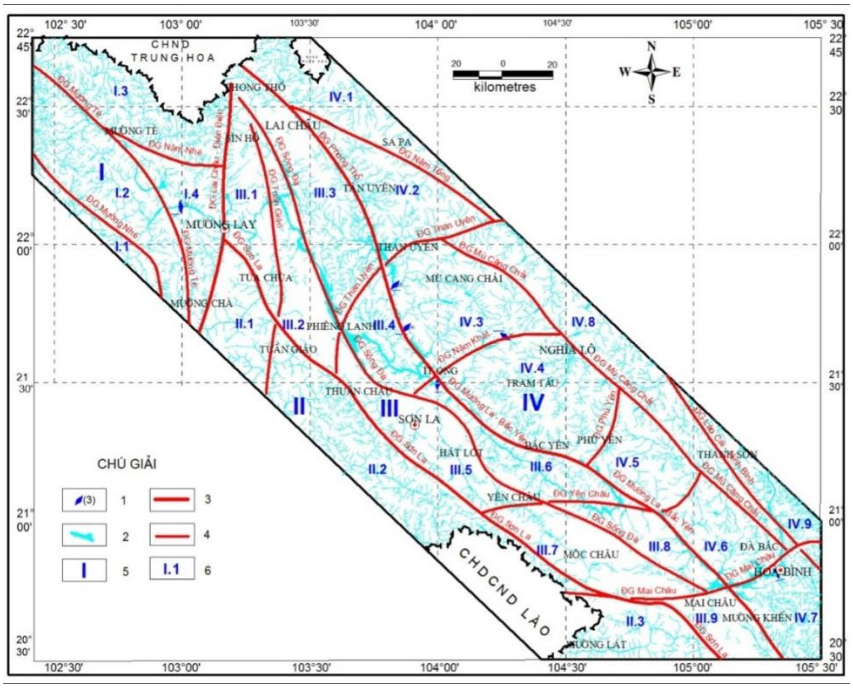
- Nhóm các nhân tố khác như: xuất lộ nước nóng - nước khoáng, trường giải tỏa năng lượng động đất, núi lửa, cổ động đất và các dấu hiệu liên quan cũng góp phần bổ sung khi phân chia các khối địa động lực hiện đại khu vực nghiên cứu [6, 8].

Các nhân tố cấu trúc sâu và các trường địa vật lý đóng vai trò chủ đạo trong phân chia các khối cấu trúc vỏ Trái Đất. Các yếu tố khác như địa hình, địa mạo, ảnh viễn thám, nước nóng, nước khoáng… góp phần bổ sung, khẳng định thêm tính đúng đắn của quá trình phân chia các khối và biểu hiện hoạt tính địa động lực của chúng.

2.2. Kết quả phân khối vỏ Trái đất khu vực bậc thang thủy điện Sông Đà

Từ nguyên lý phân khối cấu trúc ở trên, khu vực nghiên cứu chia ra làm 4 khối (Hình 2): Mường Tè, Phong Thổ - Tú Lệ, Sơn La - Sông Đà và Sông Mã - Thanh Hóa với ranh giới là 4 đứt gãy sâu cấp 1: Lai Châu - Điện Biên, Phong Thổ, Sơn La và Mường La - Bắc Yên. Từ 4 khối này tiếp tục được chia nhỏ thành 25 phụ khối bao gồm: Phu Si Lung, Mường Chà, Mường Mô, Mường Nhé, Phong Thổ, Fan Si Păng, Mù Cang Chải, Văn Chấn, Trạm Tấu, Tà Sùa, Thanh Sơn, Đà Bắc, Hòa Bình, Quỳnh Nhai, Than Uyên, Thuận

Châu, Sìn Hồ, Tạ Khoa, Hát Lót, Chiềng Cang, Mộc Châu, Ninh Bình, Mường Ẳng, Chiềng Khương và Mường Lát. Ranh giới giữa chúng là các đứt gãy cấp 2: Mường Tè, Nậm Nhé, Mường Nhé, Nậm Tống, Mù Cang Chải, Than Uyên, Nậm Khát, Phù Yên, Yên Châu, Lào Cai - Ninh Bình, Sông Đà, Tuần Giáo và Mai Châu (Hình 2). Số liệu trọng lực, từ trên toàn khu vực nghiên cứu cho thấy: giá trị trọng lực (thay đổi trong khoảng - 140 đến - 38 mGal) và dị thường từ (- 300 đến - 5 nT) phát triển theo phương Tây Bắc - Đông Nam. Tại mỗi khối, phần Tây Bắc có giá trị dị thường âm lớn, về phía Đông Nam, mang giá trị âm tương đối. Bề dày vỏ Trái Đất khối Mường Tè: 34,0 km và Sông Mã - Thanh Hóa: 32,6 km. Bề dày các phụ khối ở 2 khối này là tương đối đồng đều. Bề dày khối Sơn La - Sông Đà: 29,3 km và Phong Thổ - Tú Lệ: 28,2 km và chúng có xu hướng mỏng dần về phía Đông Nam (Bảng 1).



Hình 2. Sơ đồ phân khối cấu trúc vỏ Trái đất khu vực bậc thang thủy điện Sông Đà

Chú giải: 1 - Đập thủy điện và kí hiệu tên đập: (1) Hòa Bình, (2) Sơn La, (3) Lai Châu, (4) Huội Quảng, (5) Bản Chát, (6) Nậm Chiến; 2 - Vùng hồ; 3 - Ranh giới phân khối cấu trúc cấp 1; 4 - Ranh giới phân khối cấu trúc cấp 2; 5,6 - Khối và phụ khối cấu trúc vỏ Trái đất: (I) - K. Mường Tè (I.1 - PK. Mường Nhé, I.2 - PK. Mường Mô, I.3 - PK. Phu Si Lung, I.4 - PK. Mường Chà) ; II - K. Sông Mã - Thanh Hóa (II.1 - PK. Mường Ẳng, II.2 - PK. Chiềng Khương, II.3 - PK. Mường Lát); III - K. Sơn La - Sông Đà (III.1 - PK. Sìn Hồ, III.2 - PK. Thuận Châu, III.3 - PK. Quỳnh Nhai, III.4 - PK. Than Uyên, III.5 - PK. Hát Lót, III.6 - PK. Tạ Khoa, III.7 - PK. Mộc Châu, III.8 - PK. Chiềng Cang, III.9 - PK. Ninh Bình); IV - K. Phong Thổ - Tú Lệ (IV.1 - PK. Phong Thổ, IV.2 - PK. Fan Si Păng, IV.3 - PK. Mù Cang Chải, IV.4 - PK. Trạm Tấu, IV.5 - PK. Tà Sùa, IV.6 - PK. Đà Bắc, IV.7 - PK. Hòa Bình, IV.8 - PK. Văn Chấn, IV.9 - PK. Thanh Sơn).

Bảng 1. Cấu trúc vỏ Trái đất khu vực bậc thang thủy điện Sông Đà

STT	Khối (K), Phụ khối (PK)	Dị thường trọng lực Bouguer (mGal)	Dị thường từ hàng không (nT)	Bề dày vỏ Trái đất (km)
1	**I. K. Mường Tè**	**- 135**	**- 235**	**34,0**
	I.1. PK. Mường Nhé	- 137	- 220	35,1
	I.2. PK. Mường Mô	- 140	- 300	33,9
	I.3. PK. Phu Si Lung	- 140	- 190	33,9
	I.4. PK. Mường Chà	- 122	- 230	33,0
2	**II. K. Sông Mã - Thanh Hóa**	**- 98**	**- 137**	**32,6**
	II.1. PK. Mường Ẳng	- 115	- 215	33,0
	II.2 - PK. Chiềng Khương	- 105	- 140	32,4
	II.3 - PK. Mường Lát	- 75	- 55	32,5
3	**III. K. Sơn La - Sông Đà**	**- 96**	**- 125**	**29,3**
	III.1 - PK. Sìn Hồ	- 121	- 175	33,5
	III.2 - PK. Thuận Châu	- 107	- 195	32,1
	III.3 - PK. Quỳnh Nhai	- 122	- 220	32,7
	III.4 - PK. Than Uyên	- 109	- 140	28,9
	III.5 - PK. Hát Lót	- 97	- 140	28,5
	III.6 - PK. Tạ Khoa	- 88	- 110	26,0
	III.7 - PK. Mộc Châu	- 84	- 70	27,7
	III.8 - PK. Chiềng Cang	- 72	- 5	24,9
	III.9 - PK. Ninh Bình	- 65	- 75	29,7
4	**IV. K. Phong Thổ - Tú Lệ**	**- 84**	**- 142**	**28,2**
	IV.1 - PK. Phong Thổ	- 133	- 240	35,1
	IV.2 - PK. Fan Si Păng	- 130	- 140	33,8
	IV.3 - PK. Mù Cang Chải	- 106	- 135	28,5
	IV.4 - PK. Trạm Tấu	- 107	- 300	27,2
	IV.5 - PK. Tà Sùa	- 62	- 140	25,1
	IV.6 - PK. Đà Bắc	- 49	- 20	24,9
	IV.7 - PK. Hòa Bình	- 48	- 15	24,0
	IV.8 - PK. Văn Chấn	- 81	- 110	29,0
	IV.9 - PK. Thanh Sơn	- 38	- 175	26,4

3. ĐẶC ĐIỂM BIẾN DẠNG HIỆN ĐẠI VỎ TRÁI ĐẤT KHU VỰC BẬC THANG THỦY ĐIỆN SÔNG ĐÀ

3.1. Đặc điểm biến dạng đứng

a. Theo tài liệu đo lặp thủy chuẩn

Từ số liệu đo lặp thủy chuẩn của Nguyễn Đình Lữ (1984) [12], các tác giả tính toán tốc độ nâng, hạ trung bình vỏ Trái Đất khu vực bậc thang thủy điện Sông Đà như sau:

Khối Mường Tè có vận tốc sụt lún trung bình chung cho toàn vùng là - 4 mm/năm, thấp nhất - 7 mm/năm. Khối Sơn La - Sông Đà có biểu hiện nâng yếu ở phía Đông Bắc, vận tốc +2 mm/năm nhưng sụt lún ở Tây Bắc, trung tâm và Đông Nam với tốc độ trung bình - 4 mm/năm, trong đó phần trung tâm sụt lún mạnh nhất, tối đa - 7 mm/năm. Khối Sông Mã - Thanh Hóa có xu hướng sụt lún trên toàn vùng với tốc độ trung bình - 4

mm/năm. Phía Tây Bắc và Đông Nam sụt lún yếu, khu vực trung tâm sụt lún mạnh nhất - 7 mm/năm. Tại giao điểm của 3 khối này ở huyện Mường Lay, tốc độ sụt hạ mạnh nhất sau đó nâng dần ra các khu vực xung quanh. Khối Phong Thổ - Tú Lệ có xu thế nâng ở Tây Bắc, trung bình +4 mm/năm, cao nhất đạt +7 mm/năm nhưng sụt lún ở Đông Nam, trung bình - 2 mm/năm (Hình 2). Kết quả quan trắc đo lặp thủy chuẩn trong giai đoạn hiện đại cho thấy có chiều hướng phân dị mạnh dịch chuyển thẳng đứng giữa các khối cấu trúc. Các khối nâng mạnh theo phương TB - ĐN tạo ranh giới phân bậc giữa phần Đông Bắc và Tây Nam và gần như trùng với vị trí đới đứt gãy Phong Thổ, Mường La - Bắc Yên và Sông Đà.

b. Theo tài liệu đo lặp trọng lực

Số liệu 16 điểm đo lặp trọng lực của Cao Đình Triều (Bảng 2) được đánh dấu vị trí trên Hình 3. Các điểm đo khối Sơn La - Sông Đà phân bố đều trên toàn diện tích. Tốc độ sụt lún dao động trong khoảng - 1,01 đến - 1,60, trung bình - 1,30 mm/năm, càng về phía Tây Bắc, tốc độ sụt lún càng nhanh. Khối Sông Mã - Thanh Hóa chỉ có 2 điểm đo lần lượt là - 0,67 và - 1,34, trung bình - 1,01 mm/năm. Khối Phong Thổ - Tú Lệ nâng ở phía Đông Bắc với giá trị + 0,29 mm/năm nhưng sụt lún ở phía Đông Nam - 0,67 đến - 1,7, trung bình - 1,19 mm/năm. Ở 2 khối này, số liệu đo khá ít nên khó có thể đánh giá được độ chính xác trên toàn vùng. So với tài liệu đo lặp thủy chuẩn, tài liệu trọng lực có khác biệt khá lớn về tốc độ nhưng lại tương đồng về khu vực nâng, hạ. Kết hợp 2 tài liệu này, chúng tôi cho rằng: sụt lún mạnh nhất thuộc về khối Sơn La - Sông Đà, khối Mường Tè sụt lún yếu trong hiện đại. Khối Sông Mã - Thanh Hóa nâng yếu và khối Phong Thổ - Tú Lệ nâng mạnh nhất (Hình 3).

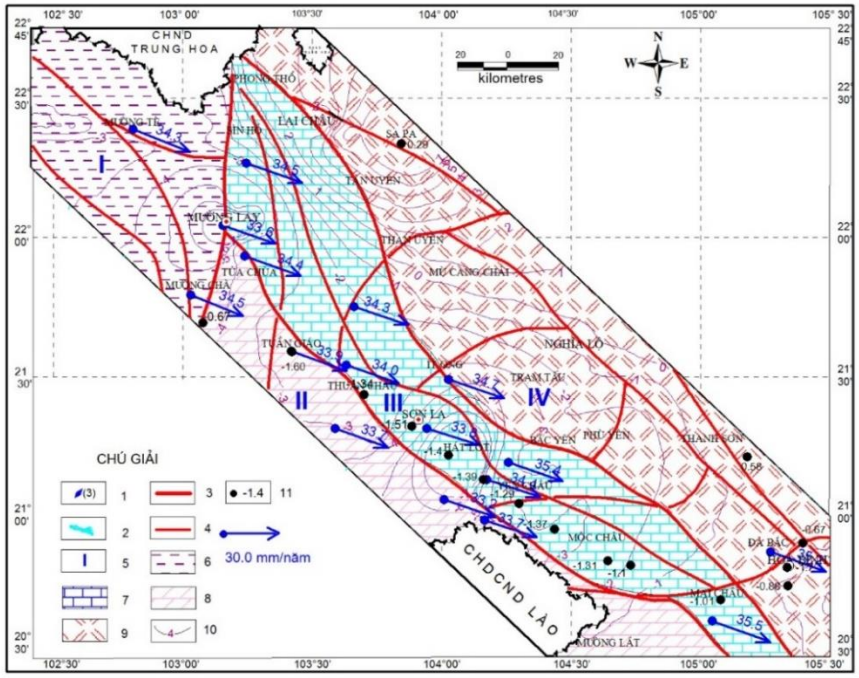
Bảng 2. Giá trị dịch chuyển thẳng đứng khu vực bậc thang thủy điện Sông Đà (Theo tài liệu trọng lực thời kỳ 1975 - 2000) [3]

STT	Địa Danh	Kinh độ	Vĩ độ	D/C (mm/năm)
1	Thanh Sơn	105,180	21,212	0,58
2	Sa Pa	103,843	22,336	0,29
3	Nậm Mức	103,078	21,694	- 0,67
4	Bãi Nai	105,394	20,903	- 0,67
5	Dốc Cun	105,336	20,749	- 0,88
6	Mai Châu	105,076	20,700	- 1,01
7	Thảo Nguyên	104,729	20,823	- 1,11
8	Yên Châu	104,299	21,046	- 1,29
9	Mộc Châu	104,642	20,840	- 1,32
10	Thuận Châu	103,699	21,436	- 1,34
11	Đông Khùa	104,436	20,953	- 1,37
12	Cò Nòi	104,161	21,130	- 1,39
13	Nà Sản	104,026	21,218	- 1,40
14	TX. Sơn La	103,905	21,324	- 1,52
15	Tuần Giáo	103,421	21,589	- 1,60
16	TX. Hoà Bình	105,335	20,816	- 1,70

3.2. Đặc điểm biến dạng ngang theo số liệu quan trắc GPS

Kết quả tổng hợp số liệu quan trắc GPS [6, 7, 10] từ mạng lưới đo đạc trong khu vực nghiên cứu cho thấy: biên độ dịch chuyển ngang của các khối chênh lệch nhau không lớn. Cụ thể như sau (Bảng 3):

Khối Mường Tè đang chuyển dịch với vận tốc tuyệt đối tại một số điểm đo nằm trong khoảng 33,6 - 34,5, trung bình 34,0 mm/năm. Vận tốc dịch chuyển tuyệt đối của mỗi điểm trong khối cụ thể là: Mường Tè: 34,3; DON 1: 34,5, Mường Lay: 33,6 và LEM1: 34,5 mm/năm. Khối Sông Mã - Thanh Hóa gồm các điểm: HAM1: 34,4; TGA: 33,9; CMA1: 33,7; TOC1: 33,1, NAH2: 33,2 và NAD1: 33,7 mm/năm. Vận tốc thay đổi trong khoảng 33,1 - 34,4, trung bình 33,7 mm/năm. Khối Sơn La - Sông Đà gồm các điểm: NGA1: 34,5, PLA1: 34,0, DTB1: 33,8, Mai Sơn: 33,9, LOT1: 34,2, NSA1: 33,7, CUT1: 34,3, CHE1: 35,4, TPU1: 35,2, MON1: 34,8, NOI1: 34,4 và MAH1: 35,5 mm/năm. Vận tốc dịch chuyển thay đổi trong khoảng 33,7, 35,5, trung bình 34,6 mm/năm. Khối Phong Thổ - Tú Lệ chỉ có 2 điểm: MLA1: 34,7 và TSN1: 35,2. Vận tốc dịch chuyển trung bình 35,0 mm/năm. Tất cả các vectơ dịch chuyển đều có phương Tây Bắc - Đông Nam.



Hình 3. Sơ đồ vận động nâng, hạ trung bình giữa các khối

Chú giải: 1 - Đập thủy điện và số hiệu đập: (1) Hòa Bình, (2) Sơn La, (3) Lai Châu, (4) Huội Quảng, (5) Bản Chát, (6) Nậm Chiến; 2 - Vùng ngập lũ; 3 - Ranh giới cấp 1; 4 - Ranh giới cấp 2; 5 - Ký hiệu khối: I. Mường Tè, II. Sông Mã - Thanh Hóa, III. Sơn La - Sông Đà; IV. Phong Thổ - Tú Lệ; 6 - Khối sụt lún yếu; 7 - Khối sụt lún mạnh; 8 - Khối nâng yếu; 9 - Khối nâng mạnh; 10 - Đường cong thủy chuẩn và giá trị; 11 - Điểm giá trị trọng lực.

Từ số liệu GPS, chúng tôi tính toán quan hệ vận động giữa khối và phụ khối, bằng cách lấy trung bình tổng giá trị các điểm hoặc chọn điểm đại diện đặc trưng. Sau đó, lấy hiệu các giá trị này, ta được kết quả như trong Bảng 4. Có thể thấy, hiệu vận tốc theo

hướng Đông (Ve) mang dấu dương, hiệu vận tốc theo hướng Bắc (Vn) mang dấu âm. Kết hợp tương quan vị trí giữa các khối, chúng tôi cho rằng: khối Mường Tè đang nén ép khối Sông Mã - Thanh Hóa và khối Sơn La - Sông Đà theo phương TB - ĐN. Trong khi đó, khối Phong Thổ - Tú Lệ đang siết ép khối Sơn La - Sông Đà.

Bảng 3. Giá trị dịch chuyển GPS khu vực bậc thang thủy điện Sông Đà ([6, 7, 10])

Tên trạm	Lon.	Lat.	Ve	Vn	Tổng
DON1	103,0510	22,1315	32,6	- 11,4	34,5
LEM1	103,0286	21,7917	32,6	- 11,5	34,6
Mường Lay	103,1539	22,0419	31,8	- 11,1	33,6
Mường Tè	102,8072	22,3879	32,2	- 11,9	34,3
Mai Sơn	103,9066	21,3253	31,9	- 11,5	33,9
MHA1	105,0452	20,6236	33,7	- 11,2	35,5
NGA1	103,2425	22,2678	32,6	- 10,9	34,4
CUT1	103,6598	21,7538	32,8	- 10,1	34,3
PLA1	103,6313	21,5424	32,3	- 10,6	34,0
TPU1	104,0309	21,4729	33,4	- 11,3	35,3
MLA1	104,0265	21,4895	33,0	- 10,7	34,7
DTB1	103,9417	21,3122	32,4	- 9,7	33,8
LOT1	104,0638	21,2025	32,7	- 10,0	34,2
NSA1	104,0436	21,2040	32,3	- 9,6	33,7
MON1	104,2455	21,1894	33,1	- 10,7	34,8
CHE1	104,2573	21,1920	33,7	- 10,7	35,4
NOI1	104,1720	21,1305	32,9	- 10,2	34,4
NAD1	104,1662	20,9834	32,2	- 9,9	33,7
Tuần Giáo	103,4180	21,5923	32,6	- 9,1	33,9
TGA1	103,4051	21,5818	32,2	- 10,3	33,8
CMA1	103,5879	21,3144	32,0	- 10,7	33,7
TCO1	104,0109	21,1134	31,6	- 9,9	33,1
NAH2	104,0050	21,0593	31,6	- 10,3	33,2
HAM1	103,2355	21,9310	32,8	- 10,6	34,5
TSN1	105,2692	20,8716	33,4	- 11,2	35,2

Bảng 4. Quan hệ vận động giữa các khối và phụ khối

STT	Quan hệ vận động	Ký hiệu	Ranh giới (đứt gãy)	Ve	Vn	$V_{Tổng}$
1	K - K	I - II	Lai Châu - Điện Biên	0,15	- 1,3	1,3
2	K - K	II - III	Sơn La	0,2	- 0,6	0,6
3	K - K	I - III	Lai Châu - Điện Biên	0,3	- 0,8	0,9
4	K - K	III - IV	Mường La - Bắc Yên	0,9	0	0,9
5	PK - PK	I.3 - I.4	Nậm Nhé	0,4	- 0,8	0,9
6	PK - PK	II.1 - II.2	Tuần Giáo	0,8	- 0,6	1,0
7	PK - PK	II.2 - III.5	Sơn La	0,4	- 0,3	0,5
8	PK - PK	III.4 - III.5	Sông Đà	0,4	- 0,4	0,6
9	PK - PK	III.5 - III.6	Sông Đà	0,9	- 0,6	1,1

3.3. Mô phỏng vận động thẳng đứng và dịch chuyển ngang theo mô hình Coulomb

Nhằm mô phỏng xu thế chuyển động ngang và đứng, chúng tôi sử dụng chương trình Coulomb 3.3.1 [15]. Tham số đưa vào chương trình gồm các đứt gãy được phân chia theo bậc, độ dài đoạn đứt gãy, phương kéo dài, hướng cắm, góc cắm và độ sâu ảnh hưởng. Hệ số ma sát tính cho trường hợp trượt bằng là 0,4 (thông thường tỷ số này thay đổi trong khoảng 0,4 - 0,7), tỷ số Poisson chọn chung cho vỏ Trái đất là 0,25. Hệ số ứng suất tính cho hai trường hợp 0,02 và 0,95 tương ứng với giá trị của S1 = 500, S2 = - 450, S3 = - 500. Độ sâu tính toán cho dịch chuyển đứng và ngang là 0 km, cho trường ứng suất là 5 km.

3.3.1. Đặc điểm vận động thẳng đứng

Mô hình mô phỏng vận động thẳng đứng vùng bậc thang thủy điện Sông Đà được thiết lập trên Hình 4. Kết quả cho thấy: mức độ nâng mạnh đạt vận tốc 1,2 mm/năm thuộc về các phụ khối: Chiềng Khương, Mường Ẳng, Mường Lát, Hòa Bình, Đà Bắc, Trạm Tấu, Mù Cang Chải, Phan Si Pang và Phong Thổ. Ngược lại, sụt lún mạnh - 1,2 mm/năm xảy ra tại các phụ khối: Mường Mô, Phu Si Lung, Mường Chà, Sìn Hồ, Thuận Châu, Quỳnh Nhai, Than Uyên, Hát Lót, Tạ Khoa, Ninh Bình, Văn Chấn và Thanh Sơn.

Điểm nổi bật trong vận động thẳng đứng vỏ Trái Đất khu vực bậc thang thủy điện Sông Đà là tính tương phản vận động giữa các khối. Khối Sơn La - Sông Đà sụt lún mạnh (màu xanh nước biển) nằm kẹp giữa 2 khối nâng Sông Mã - Thanh Hóa và Phong Thổ - Tú Lệ (màu đỏ đậm). Các phụ khối: Mường Nhé, Mường Ẳng, Sìn Hồ nâng, ngược lại phụ khối Mường Mô, Phu Si Lung, Mường Chà sụt lún. Chính vận động nâng, hạ trái ngược này là nguyên nhân xảy ra động đất dọc theo ranh giới của chúng.

3.3.2. Đặc điểm dịch chuyển ngang

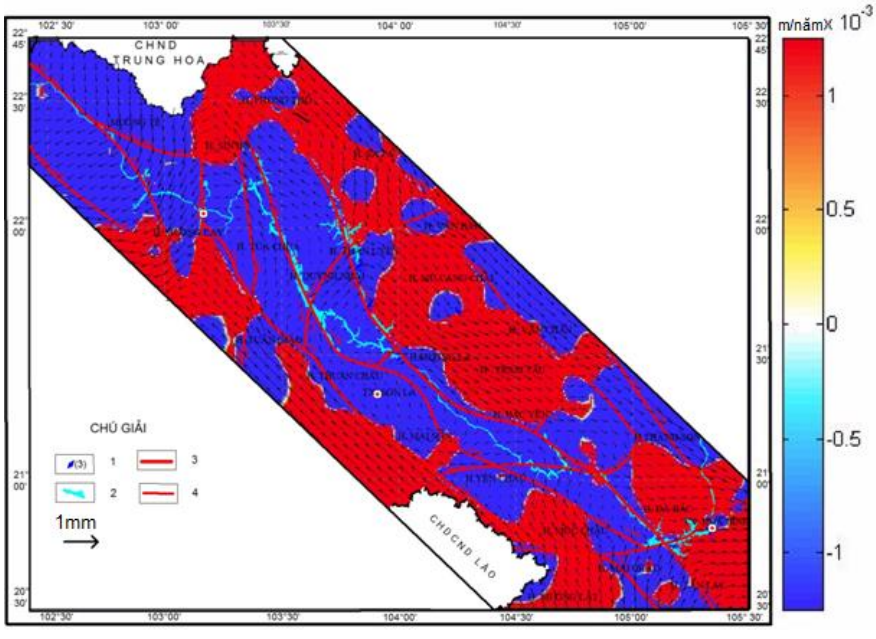
Mô hình mô phỏng dịch chuyển ngang vùng bậc thang thủy điện Sông Đà được thiết lập ở Hình 5. Đặc điểm của đứt gãy mô tả trong Bảng 5. Độ sâu, phân cấp đứt gãy tham khảo từ [2]. Phương, vận tốc, tính chất đứt gãy được chúng tôi tính toán và kiểm tra qua khảo sát thực địa. Kết quả cho thấy:

Các đứt gãy phát triển theo phương Tây Bắc - Đông Nam và Đông Bắc - Tây Nam

phần lớn trượt bằng phải. Trong khi đó, đứt gãy Á kinh tuyến trượt bằng trái. Vận tốc trượt bằng lớn nhất (1,1 mm/năm) xảy ra tại đứt gãy cấp 1 Lai Châu - Điện Biên. Đứt gãy cấp 2 dịch trượt yếu hơn: đa phần các đứt gãy có tốc độ 0,5 mm/năm, cá biệt là 2 đứt gãy Sông Đà và Tuần Giáo có giá trị dịch trượt lần lượt là 0,9 và 1,0 mm/năm. Giá trị lớn như vậy cũng dễ hiểu vì đây là những đứt gãy mà trên thực tế có nhiều trận động đất mạnh xảy ra.

Bảng 5. Hệ thống đứt gãy vùng bậc thang thủy điện Sông Đà

STT	Tên ĐG	Cấp	Phương	Độ sâu tb (km)	Vận tốc (mm/năm)	Tính chất
1	Lai Châu - Điện Biên	I	ĐB - TN	30 - 35	1,1	B_{th-tr}
2	Sơn La	I	TB - ĐN	30 - 35	0,6	B_{th-ph}
3	Phong Thổ	I	TB - ĐN	30 - 35	1,0	B_{th-ph}
4	Mường La - Bắc Yên	I	TB - ĐN	30 - 35	0,9	B_{th-ph}
5	Mường Nhé	II	TB - ĐN	15 - 20	0,5	B_{th-ph}
6	Mường Tè	II	TB - ĐN	15 - 20	0,5	B_{th-ph}
7	Nậm Nhé	II	TB - ĐN	10 - 15	0,9	B_{th-ph}
8	Tuần Giáo	II	TB - ĐN	10 - 15	1,0	B_{th-tr}
9	Sông Đà	II	ĐB - TN	10 - 15	0,9	B_{th-ph}
10	Nậm Tống	II	TB - ĐN	15 - 20	0,5	B_{th-ph}
11	Mù Căng Chải	II	TB - ĐN	15 - 20	0,5	B_{th-ph}
12	Than Uyên	II	Á VT	10 - 20	0,5	B_{th-tr}
13	Nậm Khát	II	Á VT	10 - 15	0,5	B_{th-tr}
14	Yên Châu	II	Á VT	10 - 15	0,5	B_{th-tr}
15	Phù Yên	II	Á VT	10 - 15	0,5	B_{th-tr}
16	Mai Châu	II	Á VT	10 - 15	0,5	B_{th-tr}
17	Lào Cai - Ninh Bình	II	ĐB - TN	10 - 15	0,5	B_{th-ph}



Hình 4. Mô hình mô phỏng vận động thẳng đứng và dịch chuyển ngang vùng bậc thang thủy điện Sông Đà

Chú giải:

1 - Đập thủy điện và số hiệu:

(1) Hòa Bình, (2) Sơn La, (3) Lai Châu, (4) Huội Quảng, (5) Bản Chát, (6) Nậm Chiến;

2 - Vùng ngập lũ;

3 - Ranh giới cấp 1;

4 - Ranh giới cấp 2.

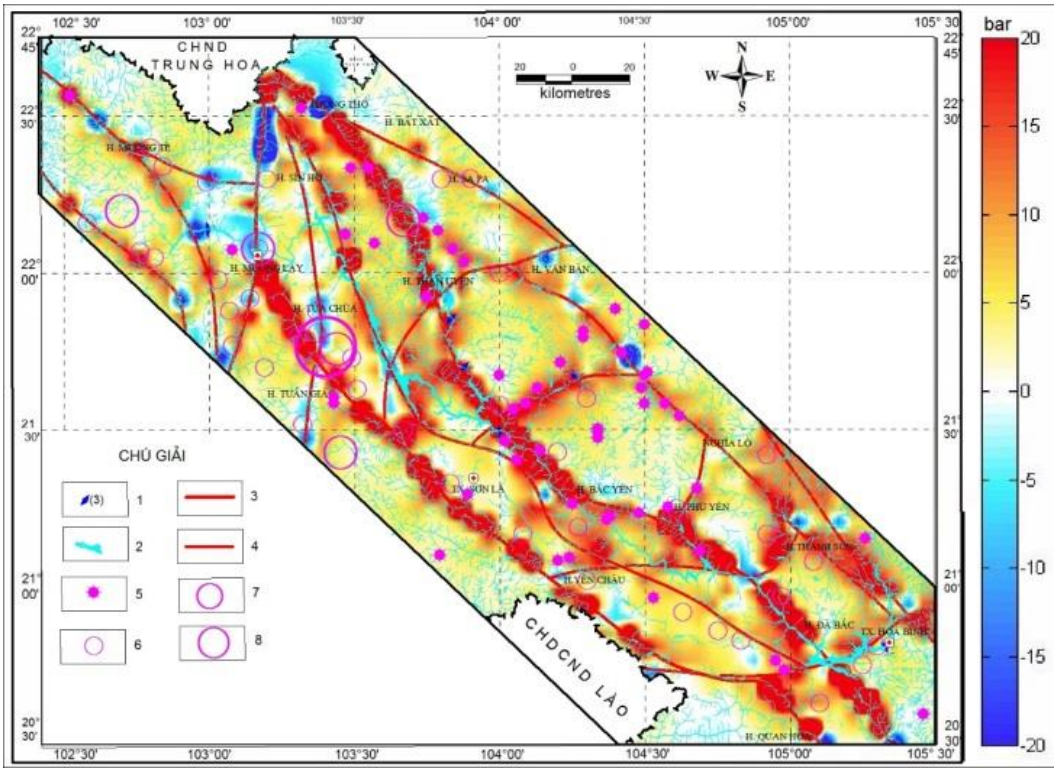
3.4. Trường ứng suất khu vực nghiên cứu

Chúng tôi tính toán trường ứng suất khu vực nghiên cứu ở độ sâu từ bề mặt đến 40 km với độ sâu đưa vào chương trình tính là 5 km. Kết quả biểu diễn mô hình ứng suất Coulomb cho thấy: vùng tập trung ứng suất mạnh (gam màu đỏ), có lực siết ép mạnh nhất khoảng 20 bar, trùng với các ranh giới cấp 1: Lai Châu - Điện Biên, Sơn La, Phong Thổ, Mường La - Bắc Yên. Những vùng có biểu hiện hoạt động ứng suất trung bình (màu vàng nhạt), chiếm diện tích lớn nhất, giá trị lực từ 0 - 10 bar, là các phụ khối: Chiềng Khương, Trạm Tấu, Mù Cang Chải, Mộc Châu và Hòa Bình. Vùng tập trung ứng suất yếu (màu xanh nhạt), lực siết ép nằm trong khoảng - 5 đến - 20 bar, thuộc các phụ khối: Mường Chà, Phu Si Lung, Phong Thổ, Sìn Hồ. Phân tích này thấy rõ miền tập trung ứng suất mạnh (gam màu nóng lân cận đứt gãy) và miền ứng suất yếu (gam màu lạnh), hay nói cách khác, các miền chịu nén ép ở các mức độ khác nhau. Miền ứng suất cao nhất là miền nguy hiểm nhất vì là nơi dễ xảy ra động đất và độ bền kháng chấn giảm mạnh (Hình 5).

3.5. Đứt gãy hoạt động hiện đại

Các đứt gãy xuyên vỏ với tính kéo dài liên tục lớn, biểu hiện rõ nét phân bậc cấu trúc các mặt ranh giới vỏ Trái Đất được xếp vào đứt gãy cấp 2 (cấp 1 Việt Nam). Các đứt gãy nội vỏ có biểu hiện rõ nét trên tài liệu trọng lực và phân bậc cấu trúc mặt ranh giới Conrad thì xếp vào đứt gãy cấp 3 (cấp 2 Việt Nam). Trong bài báo này, chúng tôi chỉ đề cập tới các đứt gãy cấp 2 và 3 (cấp 1 và 2 Việt Nam). Đây là những đứt gãy có nguy cơ phát sinh động đất [2].

Đứt gãy và nút giao cắt thường là nơi tập trung ứng suất lớn. Do đó quá trình tích luỹ và giải phóng năng lượng dọc các đứt gãy này sẽ là nguồn tiềm ẩn động đất. Khu vực tập trung mật độ động đất cao là nút giao đứt gãy Sơn La và Tuần Giáo, đây cũng là nơi xảy ra động đất với cấp độ mạnh nhất M = 6,7. Ngoài ra, dọc đứt gãy Điện Biên - Lai Châu có nhiều trận động đất M = 4,0 - 5,9. Điều này minh chứng rõ nét cho việc động đất thường xảy ra tại những nơi đứt gãy hoạt động mạnh. Trên Hình 4, các điểm xuất lộ nước nóng phân bố mật độ cao dọc đứt gãy cấp 1: Phong Thổ, Mường La - Bắc Yên và đứt gãy cấp 2: Mù Cang Chải, Nậm Khát. Điểm lộ nước nóng thường tập trung ở những đới tách và ở đây, nó chỉ thị cho các đứt gãy tách giãn. Vận động ngang và đứng giữa các khối và phụ khối kéo theo vận động của ranh giới là các đứt gãy. Đây là cách chứng minh cho đứt gãy hoạt động, một hướng tiếp cận mới, đơn giản nhưng rất hiệu quả.



Hình 5. Sơ đồ mô phỏng trường ứng suất, phân bố chấn tâm động đất, điểm lộ nước nóng vỏ Trái đất khu vực bậc thang thủy điện Sông Đà

Chú giải:

1 - Đập thủy điện và kí hiệu đập;

(1) Hòa Bình, (2) Sơn La, (3) Lai Châu, (4) Huội Quảng, (5) Bản Chát, (6) Nậm Chiến;

2 - Vùng hồ ngập lũ;

3 - Ranh giới cấp 1;

4 - Ranh giới cấp 2.

5 - Vị trí xuất lộ nước nóng;

6 - M=4,0 - 4,9; 7 - M=5,0 - 5,9; 8 - M=6,0 - 6,9.

4. KẾT LUẬN

Trên cơ sở phương pháp luận và những kết quả đạt được trong nghiên cứu này có thể rút ra một số kết luận chính sau:

1. Biểu hiện rõ nét bốn khối cấu trúc bậc 1 vỏ Trái Đất khu vực bậc thang thủy điện Sông Đà bao gồm: Mường Tè, Sông Mã - Thanh Hóa, Sơn La - Sông Đà và Phong Thổ - Tú Lệ, được phân định bởi 4 ranh giới cấp 1: Lai Châu - Điện Biên, Phong Thổ, Sơn La và Mường La - Bắc Yên. Các khối tiếp tục được phân chia thành các phụ khối bởi các ranh giới cấp hai. Khối Mường Tè gồm các phụ khối: Phu Si Lung, Mường Chà, Mường Mô và Mường Nhé với các ranh giới cấp 2: Mường Tè, Nậm Nhé và Mường Nhé. Khối Sông Mã - Thanh Hóa gồm các phụ khối: Mường Ẳng, Chiềng Khương và Mường Lát với ranh giới cấp 2: Tuần Giáo và Mai Châu. Khối Sơn La - Sông Đà gồm các phụ khối: Quỳnh Nhai, Than Uyên, Thuận Châu, Sìn Hồ, Tạ Khoa, Hát Lót, Chiềng Cang, Mộc

Châu và Ninh Bình với các ranh giới cấp 2: Than Uyên, Nậm Khát, Yên Châu, Sông Đà, Tuần Giáo và Mai Châu. Khối Phong Thổ - Tú Lệ gồm các phụ khối: Phong Thổ, Fan Si Păng, Mù Cang Chải, Văn Chấn, Trạm Tấu, Tà Sùa, Thanh Sơn, Đà Bắc, Hòa Bình với ranh giới cấp 2: Nậm Tống, Mù Cang Chải, Than Uyên, Nậm Khát, Phù Yên, Yên Châu, Lào Cai - Ninh Bình và Mai Châu.

2. Vận động thẳng đứng vỏ Trái Đất khu vực bậc thang thủy điện Sông Đà biểu hiện như sau: khối Phong Thổ - Tú Lệ và Sông Mã - Thanh Hóa được xác định là những khối nâng trong hiện đại. Tốc độ nâng trung bình của 2 khối này cao nhất đạt 1,2 mm/năm. Ngược lại, với tốc độ này, khối Sơn La - Sông Đà và khối Mường Tè sụt lún. Điều này cho thấy có sự phân dị tương đối mạnh trong vận động thẳng đứng của các khối. Vận động ngang tương đối giữa các khối cấu trúc biểu hiện như sau: các đứt gãy phát triển theo phương Tây Bắc - Đông Nam và Đông Bắc - Tây Nam trượt bằng phải. Trong khi đó, đứt gãy Á kinh tuyến trượt bằng trái. Vận tốc trượt bằng lớn nhất khoảng 1,1 mm/năm xảy ra tại đứt gãy cấp 1 Lai Châu - Điện Biên. Đứt gãy cấp 2 có biên độ dịch trượt yếu hơn, giá trị dao động trong khoảng 0,5 đến 1mm/năm.

3. Có thể hiểu, ranh giới khối cấu trúc là đứt gãy hoạt động trong hiện đại. Đứt gãy hoạt động Sơn La là nơi xuất hiện động đất mạnh nhất đã quan sát được (Động đất Tuần Giáo năm 1983, M6,7). Đứt gãy hoạt động Lai Châu - Điện Biên có thể là nơi có nguy cơ xảy ra động đất mạnh tương đương đứt gãy Sơn La (Động đất xảy ra tại đây hiện chưa vượt quá cấp độ mạnh 6,0). Những điểm xuất lộ nước nóng chỉ thị cho đứt gãy tách giãn Mường La - Bắc Yên, Mù Cang Chải và Nậm Khát.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. Cao Đình Triều, 1997. Một số kết quả bước đầu đánh giá vận tốc dịch chuyển và trạng thái ứng suất vỏ Trái đất lãnh thổ Việt Nam. *Tạp chí Địa chất, loạt A, Tập 240 - Số 5 - 6,* Hà Nội, trang 33 - 39.

[2]. Cao Đình Triều, 1997. Đứt gãy sinh chấn Tây Bắc Việt Nam. *Tạp chí Các khoa học về Trái đất, tập 19, số 3,* Hà Nội, trang 214 - 219.

[3]. Cao Đình Triều, Lê Văn Dũng, Phạm Nam Hưng, Nguyễn Hữu Tuyên, Thái Anh Tuấn, 2004. Các đới cấu trúc vỏ Trái đất vùng Tây Bắc Việt Nam theo tài liệu trọng lực. *Tạp chí Các khoa học về Trái đất, tập 26, số 3,* Hà Nội, trang 244 - 257.

[4]. Cao Đình Triều, Lê Văn Dũng, Phạm Nam Hưng, 2001. Thử nghiệm quan trắc trọng lực chính xác cao ở Việt Nam bằng máy CG - 3. *Tạp chí các Khoa học về Trái đất, 23/2:146 - 153.*

[5]. Cao Đình Triều, Phạm Nam Hưng, Mai Xuân Bách, 2012. Về khả năng sử dụng phép đo trọng lực chính xác cao trong nghiên cứu chuyển động thẳng đứng vỏ Trái đất ở Việt Nam. *Tạp chí Địa chất, Số 331 - 332,* Hà Nội, trang 22 - 30.

[6]. Cao Đình Triều, Phạm Huy Long, Đỗ Văn Lĩnh, Lê Văn Dũng, Cao Đình Trọng, 2013. Địa động lực hiện đại lãnh thổ Việt Nam. *Nhà xuất bản Khoa học tự nhiên và Công nghệ,* Hà Nội, 242 trang.

[7]. Lê Huy Minh và nnk, 2010. Dịch chuyển vỏ Trái đất theo số liệu GPS liên tục tại Việt Nam và khu vực Đông Nam Á. *Tạp chí các Khoa học về Trái đất,* 32(3), 249 - 260.

[8]. Lê Văn Dũng (chủ biên), Cao Đình Trọng, Cao Đình Triều, Đặng Thanh Hải, Nguyễn Phi Sơn, Mai Xuân Bách, Phạm Nam Hưng, Thái Anh Tuấn, 2018. Đặc điểm địa chấn kiến tạo khu vực bậc thang thủy điện Sông Đà. *Nhà xuất bản Khoa học tự nhiên và Công nghệ,* Hà Nội, 268 trang.

[9]. Liên đoàn Vật lý Địa chất, 1995. Bản đồ dị thường trọng lực Bouguer phần đất liền lãnh thổ Việt Nam, tỷ lệ 1/500.000. *Lưu trữ Tổng cục Địa chất Việt Nam*.

[10]. Liên đoàn Vật lý Địa chất, 1995. Bản đồ dị thường từ hàng không phần đất liền lãnh thổ Việt Nam, tỷ lệ 1/500.000. *Lưu trữ Tổng cục Địa chất Việt Nam*.

[11]. Nguyen Anh Duong, 2014. Tectonic deformation and earthquake hazard in Northwestern Vietnam inferred from GPS observations. *Doctor of Science Graduate School of Environmental Studies, Nagoya University*.

[12]. Nguyễn Đình Lữ, 1987. Phân tích kết quả đo lặp thủy chuẩn phần phía bắc lãnh thổ Việt Nam giai đoạn 1960 - 1964 và 1978 - 1979. *Lưu Tổng cục Địa chính,* Hà Nội, 50 tr.

[13]. Nguyễn Hữu Tuyên, 2012. Nghiên cứu địa động lực vùng Tuần Giáo và kế cận, xác lập cơ sở khoa học đánh giá và dự báo động đất. *Luận án Tiến sĩ Địa chất, Đại học Khoa học Tự nhiên, Đại học Quốc gia Hà Nội, 2012.*

[14]. Trần Đình Tô, 2004. Đo đạc chuyển động hiện đại các đới đứt gãy Tây Bắc bằng công nghệ GPS. *Báo cáo Đề tài nhánh KC - 08 - 10.* Lưu trữ Viện VLĐC. Hà Nội.

[15]. Coulomb stress transfer models. http://usgsprojects.org/coulomb/

SỬ DỤNG DỮ LIỆU GRADIENT TRỌNG LỰC ĐỂ TÍNH CHUYỂN ĐỘ CAO CHUẨN VỀ ĐỘ CAO CHÍNH

Lại Văn Thủy

Viện Khoa học Đo đạc và Bản đồ

Ngày nhận bài: 16/4/2021 - Ngày phản biện: 11/6/2021 - Ngày chấp nhận đăng: 03/08/2021

Tóm tắt. *Xuất phát từ những khó khăn hạn chế trong việc thu thập dữ liệu dị thường trọng lực để xác định độ cao Geoid và dị thường độ cao tại những khu vực khó khăn, khu vực biên giới tiếp giáp với các nước khi tính toán các đại lượng này theo tích phân của hàm Stoke's Formula, chúng tôi xin giới thiệu cơ sở lý thuyết để tính chuyển độ cao chuẩn về độ cao chính bằng cách giải phương trình bậc hai biểu diễn mối quan hệ giữa giá trị độ cao chính và độ cao chuẩn của điểm khi biết giá trị trọng lực, gradient trọng lực thực và mật độ vật chất của lớp vỏ Trái Đất tại điểm tính chuyển. Từ số liệu thực nghiệm và bảng mật độ vật chất đặc trưng trên lãnh thổ Việt Nam, chúng tôi đã tính toán xác định sự chênh lệch của hai hệ độ cao ở các mức độ cao và đánh giá mức độ ảnh hưởng của mật độ vật chất đến kết quả tính chuyển độ cao. Kết quả tính toán thực nghiệm cho thấy sự chênh lệch giữa hai hệ độ cao ở mức độ cao từ 0 m đến 50 m là rất nhỏ và có thể coi mặt Geoid trùng với mặt Quasigeoid; ở mức độ cao 500 m thì sự chênh lệch này vào khoảng 0,010 m và ở độ cao 1.500 m mức chênh lệch lớn nhất là 0,210 m; ảnh hưởng mật độ vật chất ảnh hưởng đến kết quả tính chuyển độ cao lớn nhất là 0,058 m và nhỏ nhất là 0,001 m.*

Từ khóa: *độ cao chuẩn, độ cao chính, trọng lực thực, gradient trong lực thực, mật độ vật chất.*

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Dữ liệu trọng lực có vai trò đặc biệt quan trọng đối với nhiệm vụ xây dựng mặt tham chiếu độ cao quốc gia bằng việc nâng cấp mô hình Geoid độ chính xác cao ở Việt Nam phục vụ việc xây dựng công nghệ đo cao GNSS thay thế công nghệ đo cao truyền thống và trong bài toán xác định các hệ độ cao.

Như ta đã biết, để xác định độ cao chính H^g của một điểm bất kỳ trên bề mặt đất thì cần phải có giá trị độ cao Geoid (N); để xác định độ cao chuẩn H^γ của một điểm bất kỳ trên bề mặt đất thì cần phải có giá trị dị thường độ cao (ζ). Tương tự, để tính chuyển giữa độ cao chuẩn và độ cao chính $H^\gamma = H^g + N - \zeta$ thì phải biết các đại lượng N và ζ. Trong thực tế, việc xác định độ cao Geoid và dị thường độ cao phụ thuộc chủ yếu vào việc xác định dị thường trọng lực và bán kính của vùng lấy tích phân của hàm Stoke's Formula [5]

và đặc biệt là việc xác định độ cao Geoid và dị thường độ cao ở khu vực biên giới tiếp giáp với các nước khác do không có dữ liệu về trọng lực ngoài biên giới đáp ứng được yêu cầu độ chính xác để lấy tích phân vùng. Trong khi đó, việc xác định giá trị độ cao chuẩn H^{γ} và trọng lực cũng như gradient trường trọng lực thực tại các điểm sát biên giới hoàn toàn có thể được thực hiện bằng công tác đo trực tiếp với độ chính xác cao. Từ những đại lượng đã biết này, ta hoàn toàn xác định được giá trị độ cao chính H^g của những điểm nằm ở những khu vực khó khăn, khu vực tiếp giáp biên giới với các nước.

Từ quan hệ giữa các hệ độ cao với trọng lực, gradient của trường trọng lực tương ứng và mật độ vật chất đặc trưng của lớp giữa tại các điểm xét, chúng tôi đã xây dựng phương pháp tính chuyển giữa độ cao chuẩn H^{γ} và độ cao chính H^g và đã thực nghiệm trên một số điểm trọng lực của Việt Nam. Sau đây, xin giới thiệu tới bạn đọc những nội dung mà chúng tôi đã nghiên cứu.

2. CƠ SỞ LÝ THUYẾT VÀ SỐ LIỆU

2.1. Cơ sở lý thuyết

Từ định nghĩa độ cao chính là khoảng cách theo đường dây dọi từ điểm xét đến mặt Geoid và được xác định theo [4] như sau:

$$H^g = \frac{C}{\bar{g}} \tag{1}$$

Trong đó:

- C là số lượng thế năng và được tính theo công thức:

$$C = W_0 - W_P = -\int_0^P g.dH \tag{2}$$

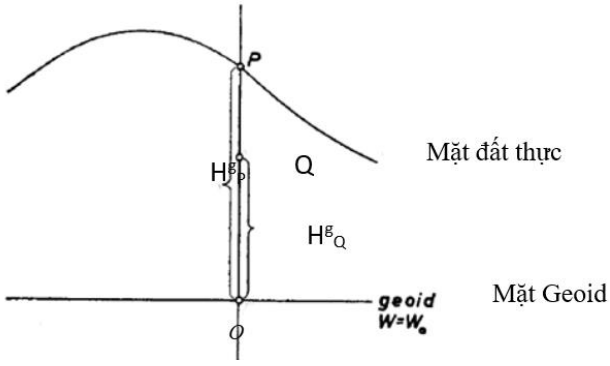
- $\bar{g}$ là giá trị trung bình tích phân của trọng lực trên đường dây dọi giữa điểm O và điểm P và được tính theo công thức:

$$\bar{g} = \frac{1}{H^g}\int_O^P g.dH \tag{3}$$

- dH là chênh cao giữa điểm O và điểm P được tính theo công thức:

$$dH = H_P^g - H_O^g \tag{4}$$

Trường hợp điểm O nằm trên mặt Geoid thì dH được gọi là độ cao chính của điêm P và được ký hiệu là H_P^g và được biểu thị trong Hình 1 dưới đây:



Hình 1. Vị trí điểm trung bình của trường trọng lực giữa điểm P và O là Q

Cũng theo [4] độ cao chuẩn của điểm xét được tính theo công thức:

$$H^{\gamma} = \frac{C}{\overline{\gamma}} \tag{5}$$

Từ công thức (1), (2) và (5) ta có thể biểu diễn mối quan hệ giữa độ cao chuẩn và độ cao chính của điểm P như sau:

$$C = W_O - W_p = \overline{g}.H_p^g = \overline{\gamma}.H_p^{\gamma} \tag{6}$$

Biến đổi công thức (6) ta có:

$$\overline{g} = \frac{\overline{\gamma}.H_p^{\gamma}}{H_p^g} \tag{7}$$

Theo phương pháp của Helmert's và rút gọn Poincaré - Prey thì giá trị trọng lực của điểm Q (điểm nằm giữa điểm P và điểm O) trong Hình 1 được tính theo [4] như sau:

$$g_Q = g_P - \int_Q^P \frac{\partial g}{\partial H} dH \tag{8}$$

- dH là chênh cao giữa điểm Q và điểm P được tính theo công thức:

$$dH = H_P^g - H_Q^g$$

Theo [4] giá trị trọng lực trung bình theo đường dây dọi từ điểm Q đến điểm P được tính như sau:

$$\overline{g} = g_P - \left(\frac{1}{2}\frac{\partial \gamma}{\partial h} + 2\pi G\delta\right)H_P^g \tag{9}$$

Trong đó:

- δ là mật độ vật chất của vỏ Trái Đất tại điểm P;
- π là hằng số pi, với π = 3.1415926536
- G là hằng số hấp dẫn, với G = 6.67259 x 10^{-11}

Khi tính độ cao chính, Helmert coi gradient trường trọng lực thực bằng gradient trường trọng lực chuẩn nên ta có:

$$\frac{\partial g}{\partial n} = \frac{\partial \gamma}{\partial n} \tag{10}$$

Thay gradient trường trọng lực chuẩn trong công thức (9) bằng gradient trường trọng lực thực trong công thức (10) ta có:

$$\overline{g} = g_P - \left(\frac{\partial g}{\partial n} + 4\pi G\delta\right)\frac{H_P^g}{2} \tag{11}$$

Kết hợp công thức (7) và công thức (11) ta có:

$$\frac{\overline{\gamma}.H_P^{\gamma}}{H_P^g} = g_P - \left(\frac{\partial g}{\partial n} + 4\pi G\delta\right)\frac{H_P^g}{2} \tag{12}$$

Nhân hai vế của công thức (12) với $2H_P^g$ ta có:

$$2\overline{\gamma}.H_P^{\gamma} = 2g_P.H_P^g - \left(\frac{\partial g}{\partial n} + 4\pi G\delta\right)\left(H_P^g\right)^2 \quad (13)$$

Biến đổi bằng cách chuyển vế ta có:

$$-\left(\frac{\partial g}{\partial n} + 4\pi G\delta\right)\left(H_P^g\right)^2 + 2g_P.H_P^g - 2\overline{\gamma}.H_P^{\gamma} = 0 \quad (14)$$

Công thức (14) là phương trình bậc 2 dạng: $AX^2 + BX - C = 0$

Ở đây:

ẩn số X là giá trị độ cao chính H_P^g;

$$A = -\left(\frac{\partial g}{\partial n} + 4\pi G\delta\right);\ B = 2g_P \text{ và } C = 2\overline{\gamma}.H_P^{\gamma}$$

δ là hằng số biểu diễn mật độ vật chất của lớp vỏ Trái Đất tại điểm P.

$\overline{\gamma}$ là giá trị trung bình trường trọng lực chuẩn của điểm P được tính theo công thức:

$$\overline{\gamma}_P = \gamma_0 - \frac{0{,}3086H^{\gamma}}{2} + \frac{0{,}072.10^{-6}.\left(H^{\gamma}\right)^2}{2} \quad (15)$$

Độ cao chính H_P^g cần tìm là giá trị nghiệm dương của phương trình bậc 2 biểu diên mối quan hệ giữa mật độ vật chất, giá trị trọng lực thực, gradient trọng lực thực và độ cao chuẩn của điểm P thể hiện trong công thức (14).

2.2. Số liệu

Các số liệu sử dụng để tính toán thực nghiệm được phân bố đều trên các địa hình đặc trưng từ vùng đồng bằng, trung du và khu vực vùng núi cao. Giá trị trọng lực của các điểm sử dụng để tính toán thực nghiệm được xác định với độ chính xác 0,020 mGal, gradient trọng lực 0,010 mGal, độ cao chuẩn của các điểm được xác định với độ chính xác của độ cao hạng II quốc gia, các số liệu này được lấy trong tài liệu tham khảo [3] và được tổng hợp trong Bảng 1 dưới đây.

Bảng 1. Tổng hợp số liệu phục vụ tính chuyển độ cao chuẩn sang độ cao chính [3]

STT	**Số hiệu điểm**	**Độ cao chuẩn** H^{γ} *(m)*	**Giá trị g đo trực tiếp trên mặt đất** *(mgal)*	**Gradient đứng đo trực tiếp** $(10^{-5}/S^2)$	**Vĩ độ** *(độ)*
1	10267	476,046	978502,547	0,313	21,357194
2	51464	8,794	978659,408	0,325	21,023897
3	41822	5,693	978403,374	0,311	16,067880
4	35197	5,036	978214,547	0,324	10,793047
5	76310	1496,629	978345,930	0,313	22,335242
6	44515	186,618	978682,009	0,316	22,663536
7	481549	5,788	978541,032	0,316	18,675450
8	92215	216,250	978345,455	0,315	16,614303

9	42279	476,437	978151,920	0,320	12,682750
10	29838	29,023	978245,015	0,327	12,269358
11	43201	275,982	978635,675	0,294	21,879261
12	96067	46,673	978687,994	0,303	21,720458
13	44487	1,413	978677,069	0,303	20,799347
14	46857	2,522	978609,338	0,309	20,035403
15	62677	18,419	978600,021	0,303	19,888442
16	87361	2,814	978475,124	0,312	17,474444
17	172891	11,813	978421,499	0,312	16,399917
18	16846	668,046	978157,457	0,321	14,702222
19	62553	16,213	978312,507	0,300	13,947500
20	44385	752,134	978132,456	0,323	13,998611
21	96259	22,846	978228,524	0,302	11,614444
22	42173	2,924	978205,548	0,307	10,925833
24	68345	5,226	978183,398	0,311	10,689722
24	51412	2,197	978190,416	0,305	10,052500

Để làm rõ mức độ ảnh hưởng của mật độ vật chất đến kết quả tính chuyển giữa hai hệ độ cao, chúng tôi chọn mật độ vật chất của một số đất đá và quặng đặc trưng phân bố trên lãnh thổ Việt Nam mà tác giả Cao Đình Triều đã công bố trong tài liệu [2] với 3 mức lớn nhất, nhỏ nhất và trung bình được tổng hợp trong Bảng 2 dưới đây.

Bảng 2. Tổng hợp mật độ vật chất đặc trưng trên lãnh thổ Việt Nam [2]

STT	**Loại đất đá đặc**	**Mật độ vật chất** *(g/cm^3)*	**Ghi chú**
1	Đá trầm tích (Jura sớm)	2,40	Thấp nhất
2	Đá biến chất (PR_2)	2,67	Trung bình
3	Magma xâm nhập (proterozoi)	3,00	Cao nhất

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

3.1. Tính chuyển độ cao chuẩn về độ cao chính

Kết quả tính chuyển độ cao chuẩn về độ cao chính là nghiệm dương của phương trình bậc 2 biểu diễn công thức (14) với mật độ vật chất được chọn là 2,67 g/cm^3 và được tổng hợp trong Bảng 3 dưới đây.

Bảng 3. Kết quả tính chuyển từ độ cao chuẩn về độ cao chính

STT	**Số hiệu điểm**	**Độ cao chuẩn** H^γ *(m)*	**Gradient đứng đo trực tiếp** $(10^{-5}/S^2)$	**Vĩ độ** *(độ)*	**Độ cao chính** H^g *(m)*	**Chênh lệch** $(H^\gamma - H^g)$
1	10267	476,046	0,313	21,357194	476,104	- 0,058
2	51464	8,794	0,325	21,023897	8,794	0,000

3	41822	5,693	0,311	16,067880	5,694	0,000
4	35197	5,036	0,324	10,793047	5,035	0,000
5	76310	1496,629	0,313	22,335242	1496,835	- 0,206
6	44515	186,618	0,316	22,663536	186,633	- 0,015
7	481549	5,788	0,316	18,675450	5,788	0,000
8	92215	216,250	0,315	16,614303	216,265	- 0,015
9	42279	476,437	0,320	12,682750	476,453	- 0,016
10	29838	29,023	0,327	12,269358	29,023	0,000
11	43021	275,982	0,294	21,879261	275,999	- 0,017
12	96067	46,673	0,303	21,720458	46,675	- 0,002
13	44487	1,413	0,303	20,799347	1,413	0,000
14	46857	2,522	0,309	20,035403	2,522	0,000
15	62677	18,419	0,303	19,888442	18,419	0,000
16	87361	2,814	0,312	17,474444	2,814	0,000
17	172891	11,813	0,312	16,399917	11,813	0,000
18	16846	668,046	0,321	14,702222	668,095	- 0,049
19	62553	16,213	0,300	13,947500	16,213	0,000
20	44385	752,134	0,323	13,998611	752,171	- 0,037
21	96259	22,846	0,302	11,614444	22,846	0,000
22	42173	2,924	0,307	10,925833	2,924	0,000
23	68345	5,226	0,311	10,689722	5,226	0,000
24	51412	2,197	0,305	10,052500	2,197	0,000

Để đánh giá độ chính xác của việc tính chuyển giữa hai hệ độ cao trên, chúng tôi đã biến đổi công thức (13) với các ẩn số là độ cao chính, độ cao chuẩn và trường trọng lực thực. Đồng thời, coi giá trị trường trọng lực thực bằng giá trị trường trọng lực chuẩn tại điểm xét; độ cao chính bằng độ cao chuẩn. Từ đó rút ra công thức đánh giá độ chính xác tính chuyển giữa độ cao chuẩn về độ cao chính như sau:

$$m_{H^g} = m_{H^\gamma}\sqrt{\frac{4g^2}{4g^2+0.2192\left(H^\gamma\right)^2}} \qquad (16)$$

Nhận xét, đánh giá

Trên cơ sở kết quả tính toán được tổng hợp trong Bảng 3, chúng tôi có một số nhận xét, đánh giá như sau:

- Trong công thức (16) trên, giá trị căn bậc 2 xấp xỉ bằng 1. Từ đó cho thấy: sai số trung phương tính chuyển độ cao chính gần bằng sai số trung phương của độ cao chuẩn.

- Chênh lệch giữa độ cao chuẩn và độ cao chính không thay đổi (bằng 0) khi điểm tính chuyển có giá trị độ cao chuẩn nhỏ hơn 30 m; với các điểm có độ cao từ 30 m đến 50 m chênh lệch giữa hai hệ độ cao rất nhỏ chỉ khoảng 0,002 m.

- Chênh lệch giữa độ cao chuẩn và độ cao chính có giá trị nhỏ nhất là 0,002 m tại điểm có độ cao 47 m, lớn nhất là 0,206 m ở điểm có độ cao 1.496 m.

3.2. Ảnh hưởng của mật độ vật chất đến kết quả tính chuyển độ cao

Bảng 3. Kết quả tính chuyển từ độ cao chuẩn về độ cao chính

STT	Số hiệu điểm	Độ cao chuẩn H^{γ} *(m)*	Gradient đứng đo trực tiếp $10^{-5}/S^2$	Độ cao chính tính theo δ nhỏ nhất H^{g}_{min} *(m)*	Độ cao chính tính theo δ trung bình H^{g}_{TB} *(m)*	Độ cao chính tính theo δ lớn nhất H^{g}_{max} *(m)*	Chênh lệch $H^{g}_{max} - H^{g}_{min}$
1	10267	476,046	0,313	476,101	476,104	476,107	0,006
2	51464	8,794	0,325	8,794	8,794	8,794	0,000
3	41822	5,693	0,311	5,694	5,694	5,694	0,000
4	35197	5,036	0,324	5,035	5,035	5,035	0,000
5	76310	1496,629	0,313	1496,809	1496,835	1496,867	0,058
6	44515	186,618	0,316	186,632	186,633	186,633	0,001
7	481549	5,788	0,316	5,788	5,788	5,788	0,000
8	92215	216,250	0,315	216,264	216,265	216,265	0,001
9	42279	476,437	0,320	476,450	476,453	476,456	0,006
10	29838	29,023	0,327	29,023	29,023	29,023	0,000
11	43021	275,982	0,294	275,998	275,999	276,000	0,002
12	96067	46,673	0,303	46,675	46,675	46,675	0,000
13	44487	1,413	0,303	1,413	1,413	1,413	0,000
14	46857	2,522	0,309	2,522	2,522	2,522	0,000
15	62677	18,419	0,303	18,419	18,419	18,419	0,000
16	87361	2,814	0,312	2,814	2,814	2,814	0,000
17	172891	11,813	0,312	11,813	11,813	11,813	0,000
18	16846	668,046	0,321	668,090	668,095	668,101	0,011
19	62553	16,213	0,300	16,213	16,213	16,213	0,000
20	44385	752,134	0,323	752,165	752,171	752,179	0,015
21	96259	22,846	0,302	22,846	22,846	22,846	0,000
22	42173	2,924	0,307	2,924	2,924	2,924	0,000
23	68345	5,226	0,311	5,226	5,226	5,226	0,000
24	51412	2,197	0,305	2,197	2,197	2,197	0,000

Nhận xét, đánh giá

Trên cơ sở kết quả tính toán được tổng hợp trong Bảng 3, chúng tôi có một số nhận xét đánh giá như sau:

- Ảnh hưởng của sự thay đổi mật độ vật chất đến kết quả tính chuyển từ độ cao chuẩn sang độ cao chính ở các điểm có độ cao nhỏ hơn 200 m có thể coi là không có.

- Các điểm có độ cao từ 200 m đến 500 m thì ảnh hưởng của sự thay đổi mật độ vật chất trên lãnh thổ Việt Nam đến kết quả tính chuyển từ độ cao chuẩn sang độ cao chính nhỏ hơn 0,006 m, khi sử dụng mật độ vật chất trung bình để tính chuyển thì chênh lệch này khoảng 0,003 m và có thể coi là rất nhỏ không đáng kể.

- Các điểm có độ cao từ 600 m đến 800 m thì ảnh hưởng của sự thay đổi mật độ vật chất trên lãnh thổ Việt Nam đến kết quả tính chuyển từ độ cao chuẩn sang độ cao chính nhỏ hơn 0,015 m, khi sử dụng mật độ vật chất trung bình để tính chuyển độ cao thì chênh

lệch này khoảng 0,008 m.

- Đối với điểm có độ cao khoảng 1.500 m thì ảnh hưởng của sự thay đổi mật độ vật chất trên lãnh thổ Việt Nam đến kết quả tính chuyển từ độ cao chuẩn sang độ cao chính vào khoảng 0,060 m, khi sử dụng mật độ vật chất trung bình để tính chuyển độ cao thì chênh lệch này khoảng 0,030 m.

4. KẾT LUẬN

1. Áp dụng công thức (14) là phương pháp chúng tôi đề xuất để tính chuyển độ cao chuẩn về độ cao chính thông qua bài toán xác định nghiệm dương của phương trình bậc 2 khi biết giá trị trọng lực và gradient trọng lực thực tại điểm tính chuyển.

2. Đối với các điểm có độ cao nhỏ hơn 500 m thì ảnh hưởng mật độ vật chất đến kết quả tính chuyển giữa hệ độ cao chuẩn sang hệ độ cao chính là rất nhỏ, do đó việc sử dụng giá trị mật độ vật chất là 2,67 g/cm^3 hoàn toàn đảm bảo độ chính xác của kết quả tính chuyển độ cao chuẩn về độ cao chính.

3. Để nâng cao độ chính xác của kết quả tính chuyển giữa độ cao chuẩn về độ cao chính đối với các điểm có độ cao từ 600 m trở lên thì cần phải tham khảo thêm thông tin về tính chất vật lý của một số loại đất đá và quặng phân bố theo các khối kiến tạo trên lãnh thổ Việt Nam để chọn giá trị mật độ vật chất phù hợp với vị trí của điểm tính chuyển.

4. Kết quả thử nghiệm tính chuyển độ cao chuẩn về độ cao chính cho thấy: ở Việt Nam, mặt Geoid trùng với mặt Quasigeoid tại những khu vực đồng bằng và trung du có độ cao nhỏ hơn 50 m. Kết quả nghiên cứu này hoàn toàn phù hợp với công bố của PGS. TSKH Hà Minh Hoà trong công trình nghiên cứu khoa học trước đây./.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. Hà Minh Hòa và nnk (2012), *Nghiên cứu cơ sở khoa học của việc hoàn thiện hệ độ cao gắn liền với xây dựng hệ tọa độ động lực quốc gia*, Đề tài nghiên cứu khoa học và công nghệ cấp Bộ, Bộ Tài nguyên và Môi trường, Hà Nội 2012.

[2]. Cao Đình Triều và nnk, *Địa động lực hiện đại lãnh thổ Việt Nam*, Nhà xuất bản Khoa học tự nhiên và Công nghệ - 2013.

[3]. Lại Văn Thủy và nnk (2014), *Nghiên cứu cấu trúc, nội dung và hướng ứng dụng dữ liệu gradient trọng lực vệ tinh GOCE ở Việt Nam*, Đề tài nghiên cứu khoa học và công nghệ cấp cơ sở, Bộ Tài nguyên và Môi trường, Hà Nội 2014.

[4]. N.A. Allister1, W.E. Featherstone, *Estimation of helmert orthometric heights using digital barcode levelling, observed gravity and topographic mass - density data over part of the darling scarp, western australia*, Australia 2001.

[5]. Torge, W., 1991, Geodesy (Second Edition), W de Gruyter, Berlin, Germany, 264pp.

KHAI TRIỂN ẢNH ĐA PHỔ BẰNG DẠNG PHỔ ĐƠN GIẢN VÀ ỨNG DỤNG TRONG PHÂN LOẠI TỰ ĐỘNG LỚP PHỦ

Nguyễn Đình Dương[1], Lê Minh Hằng[2]

[1]Viện Địa lý, Viện Hàn lâm Khoa học Công nghệ Việt Nam

[2]Học viện Kỹ thuật Quân sự

Ngày nhận bài: 21/7/2021 - Ngày phản biện: 22/7/2021 - Ngày chấp nhận đăng: 02/08/2021

Tóm tắt. *Khai triển ảnh đa phổ đang là mối quan tâm của nhiều nhà khoa học. Khai triển ảnh đa phổ giúp nâng cao hiệu xuất phân loại và góp phần giảm đi khối lượng dữ liệu. Ba nhóm phương pháp truyền thống được sử dụng trong khai triển ảnh đa phổ là phân tích thành phần chính, trộn phổ tuyến tính và khai triển dạng phổ. Trong báo cáo này, các tác giả giới thiệu phương pháp khai triển ảnh đa phổ bằng dạng phổ đơn giản. Các đặc trưng phản xạ phổ được phân tích dựa trên hình dạng của đường cong phản xạ phổ cho phép khai triển một ảnh đa phổ thành nhiều ảnh thành phần. Các tác giả đã đề xuất phương pháp chuyển đổi dạng phổ từ dạng tương tự sang dạng số. Dạng phổ ở dạng số được gọi là dạng phổ đơn giản và được cấu thành bởi 15 chữ số 0, 1 và 2. Nghiên cứu đã chỉ ra rằng mỗi dạng phổ đơn giản có tương quan chặt với một loại lớp phủ. Trong báo cáo này các tác giả giới thiệu kết quả ứng dụng ở Kon Tum và Quảng Nam trong tự động phân loại lớp phủ và biến động rừng tự nhiên.*

Từ khóa: *ảnh Landsat, đa phổ, khai triển, dạng phổ đơn giản, lớp phủ, phân loại.*

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Phân loại lớp phủ là một trong những ứng dụng phổ biến của viễn thám đa phổ [1]. Bản đồ lớp phủ có thể được xây dựng dựa trên phương pháp phân loại có kiểm định hoặc phi kiểm định. Trong phân loại có kiểm định, vùng mẫu của các đối tượng phân loại được xác định trên từng cảnh ảnh và sau đó được sử dụng cho việc phân loại của chính cảnh ảnh đó. Trong phân loại phi kiểm định, sau khi kết thúc quá trình phân loại, các lớp phân loại sẽ được giải đoán dựa trên kiến thức của người phân tích kết hợp với khảo sát thực địa. Nhìn chung, rất khó có thể tự động được các quá trình phân loại này. Ngoài ra, ảnh hưởng của người phân tích đến kết quả phân loại là rất lớn. Ảnh hưởng tác động thông qua quá trình xây dựng vùng mẫu cho phân loại hoặc quá trình giải đoán kết quả phân loại.

Trong các năm gần đây, nhu cầu về tự động hóa việc chiết tách thông tin từ tư liệu ảnh đa phổ từ các chuỗi dữ liệu đa thời gian đang được tăng cao và trở thành mối quan tâm của nhiều nhà khoa học công tác trong lĩnh vực viễn thám đa phổ. Khai triển ảnh đa

phổ (Decomposition of multispectral image) là một trong các phương pháp có thể giúp triển khai được việc tự động hóa chiết tách thông tin. Khai triển dạng phổ cho phép loại bỏ các thông tin dư thừa và đồng thời cho các kết quả phân loại luôn ổn định. Khai triển ảnh đa phổ có thể cho phép giảm chiều không gian của ảnh đa phổ và sử dụng các chỉ thị phổ đặc trưng cho việc nhận biết đối tượng. Về cơ bản, khai triển ảnh đa phổ được thực hiện dựa theo kỹ thuật như phân tích thành phần chính, sử dựng mô hình trộn phổ với các vec tơ phổ thành phần biết trước hoặc khai triển về ba thành phần cơ bản như nước, thực vật và đất trống [2].

Trong báo cáo này, tác giả trình bày một phương pháp mới cho khai triển dạng phổ tư liệu Landsat với 6 kênh phổ trong dải sóng nhìn thấy dựa trên dạng phổ đơn giản (SSP). Mỗi dạng phổ đơn giản được tạo bởi một chuỗi 15 chữ số bao gồm 0, 1 và 2. Chuỗi chữ số này phản ánh biến điệu của đường cong phổ phản xạ của các đối tượng. Số lượng các dạng phổ đơn giản có trong ảnh thể hiện số hợp phần mà ảnh có thể được khai triển. Sau phần phân tích lý thuyết, các tác giả đã ứng dụng khai triển phổ trong phân loại lớp phủ và đánh giá biến động rừng tự nhiên tại tỉnh Kon Tum và Quảng Nam từ năm 1989 đến 2019.

2. TƯ LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP

2.1. Phương pháp

Trong nghiên cứu này chúng tôi chỉ sử dụng 6 kênh phổ của bộ cảm Landsat TM, ETM+ và OLI để nghiên cứu dạng đường cong phổ phản xạ. Đó là các kênh từ kênh sóng chàm (blue), lục (green), đỏ (red), gần hồng ngoại (near infrared), hồng ngoại sóng ngắn 1 (short wave infrared 1) và hồng ngoại sóng ngắn 2 (short wave infrared 2). Các kênh phổ này được đánh số từ 1 đến 6. Mỗi một điểm ảnh sẽ được xác định bằng một tập hợp với 6 phần tử b_i, $i=1,...\ 6$ xác định bằng giá trị phản xạ của các kênh từ 2 đến 7 của OLI và 1 các kênh tương đương của bộ cảm TM và ETM+.

$$B_6 = \{b_1, b_2, b_3, b_4, b_5, b_6\} \quad (1)$$

Với mỗi tập hợp B_6 có thể vẽ được đường cong phản xạ phổ, gọi tắt là dạng phổ, trong đó trục tung là giá trị phản xạ và trục hoành là số hiệu kênh phổ. Do tính chất phản xạ phổ của các vật liệu khác nhau trên bề mặt trái đất là khác nhau nên dạng phổ của các vật liệu luôn khác nhau và có những đặc tính chung cho từng nhóm đối tượng vật liêu gần nhau. Đặc tính dễ thấy nhất có thể quan sát được chính là hình dạng của dạng phổ. Sự khác biệt về dạng phổ giữa ba đối tượng cơ bản: nước, thực vật và đất trống có thể thấy rõ trên Hình 1. Để có thể sử dụng dạng phổ trong việc nhận dạng các đối tượng, chúng tôi đưa ra hệ thống mã hóa dựa trên sự so sánh vị trí cao thấp của các giá trị phản xạ. Khi so sánh các giá trị phản xạ ta sẽ có ba trường hợp và được mã hóa bằng các giá trị 0 cho trường hợp nhỏ hơn, 1 là bằng nhau và 2 nếu lớn hơn. Việc mã hóa dạng phổ được dựa trên lý thuyết tổ hợp [3]. Đối với mỗi tập hợp giá trị phản xạ gồm 6 phần tử B_6 chúng ta thiết lập chỉnh hợp chập 2 (b_i, b_j) với b_i, b_j. Số lượng chỉnh hợp chập k của n phần tử được ký hiệu là $P(n,k)$ hay $(n)_k$, được xác định bằng công thức.

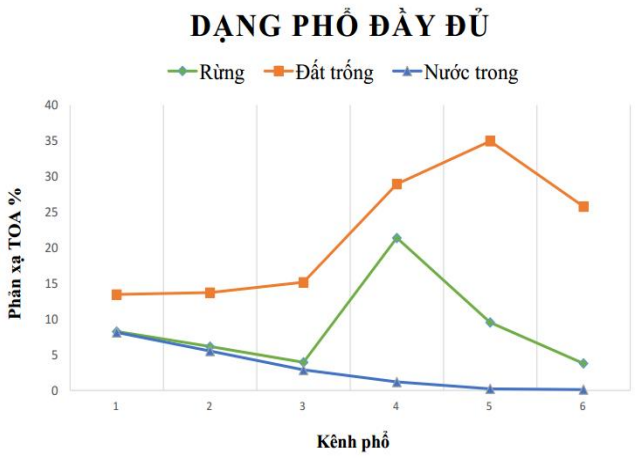
$$P(n,k) \equiv (n)_k = n(n-1)\dots(n-k+1) \quad (2)$$

Áp dụng trong trường hợp của chúng ta với n=6 và k=2 thì số chỉnh hợp sẽ là 30. Bởi vì chúng ta chỉ xem xét các chỉnh hợp (bi, bj) với j>i nên số chỉnh hợp sẽ chỉ còn là 15. Như vậy dạng phổ cho mỗi điểm ảnh sẽ được mô tả bằng 15 chữ số

$$m_{1,2}m_{1,3}m_{1,4}m_{1,5}m_{1,6}m_{2,3}m_{2,4}m_{2,5}m_{2,6}m_{3,4}m_{3,5}m_{3,6}m_{4,5}m_{4,6}m_{5,6} \quad (3)$$

Trong đó $m_{i,j}$ là kết quả so sánh giá trị phản xạ giữa kênh j và i. Nếu $b_j > b_i$ thì $m_{i,j} = 2$, trường hợp $b_j = b_i$ thì $m_{i,j} = 1$, và khi $b_j < b_i$ thì $m_{i,j} = 0$. Hình 2 mô tả sự chuyển đổi dạng phổ đầy đủ sang dạng phổ đơn giản [4].

Đất trống	{13.44, 13.71, 15.16, 28.92, 34.92, 25.77 }
Rừng	{8.26, 6.15, 3.95, 21.38, 9.53, 3.79}
Nước trong	{8.14, 5.53, 2.88, 1.20, 0.24, 0.13}



DẠNG PHỔ ĐƠN GIẢN

Đất trống	222222222222200
Rừng	002200220220000
Nước trong	000000000000000

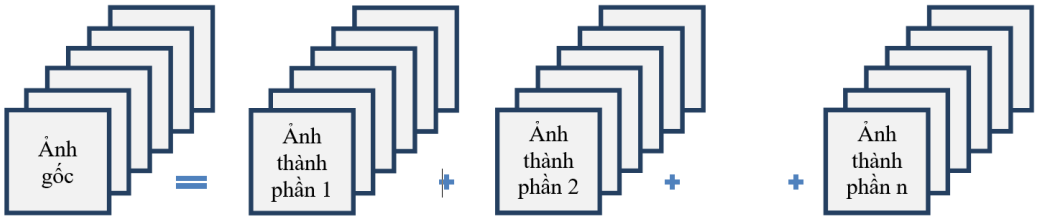
Hình 1. Minh họa chuyển đổi dạng phổ đầy đủ sang dạng phổ đơn giản cho tư liệu Landsat

Một trong các tính chất quan trọng của dạng phổ đơn giản là không thay đổi theo không gian và thời gian đối với tư liệu được thu thập bởi cùng một bộ cảm.

Mỗi ảnh thành phần sau khai triển có đủ sáu kênh phổ như ảnh đầu vào. Số lượng các hợp phần sẽ tùy thuộc vào điều kiện lớp phủ vùng khảo sát. Số lượng các điểm ảnh trong mỗi hợp phần sẽ tùy thuộc vào sự phân bố của các lớp phủ. Tuy nhiên, điểm khác biệt giữa phương pháp trình bày ở đây và các phương pháp khai triển khác là tổng tuyến tính các ảnh hợp phần sẽ tái tạo lại ảnh gốc. Hình 2 trình bày sơ đồ nguyên lý khai triển ảnh đa phổ dựa trên dạng phổ đơn giản.

2.2. Tư liệu sử dụng

Tư liệu ảnh được sử dụng bao gồm ảnh vệ tinh Landsat từ năm 1989 đến 2018 và tư liệu khảo sát thực địa. Có 3 loại tư liệu đã sử dụng: tư liệu TM, ETM+ và OLI. Về cơ bản các kênh phổ của ba loại bộ cảm này là tương đương nhau. Quy trình xử lý số liệu do đó hoàn toàn tương thích với nhau.



Hình 2. Sơ đồ khai triển một ảnh đa phổ thành các ảnh thành phần với các dạng phổ đơn giản

Các cảnh ảnh bao phủ hai tỉnh Quảng Nam và Kon Tum là 124/049, 125/049, 125/049 và 125/050. Tổng số ảnh đã được sử dụng để phân loại rừng tự nhiên là khoảng 2000 cảnh. Tư liệu Landsat được sử dụng ở trong khuôn dạng Landsat Collection 1 Level 1 được tải về từ trang https://earthexplorer.usgs.gov/. Ở mức xử lý này, tất cả các cảnh ảnh đã được hiệu chỉnh hình học một các chính xác, các điểm ảnh đã qua xử lý bức xạ và trong phần siêu dữ liệu có đầy đủ các thông số cho phép chuyển đổi giá trị số của mỗi điểm ảnh về giá trị phản xạ trên đỉnh khí quyển (Top of Atmosphere reflectance). Nhằm phát hiện được rừng tự nhiên và tách được rừng tự nhiên ra khỏi thảm thực vật nói chung (rừng trồng, cây lâu năm và cây ăn quả), tư liệu ảnh được lựa chọn cho nghiên cứu tập trung vào các tháng mùa mưa và các tháng khi mà rừng rụng lá chưa bị rụng lá hoàn toàn. Trong thực tế, cây công nghiệp và cây lâu năm có chu kỳ sinh trưởng thường tối đa là 20 năm, rừng trồng có chu kỳ khai thác là 7 đến 10 năm tùy loại cây. Do vậy để có thể xác định được một khu rừng có thể là rừng tự nhiên thì điều kiện cần và đủ là khu rừng đó phải tồn tại lâu hơn 20 năm và trong suốt thời gian đó không có lần nào bị chuyển đổi sang trạng thái đất trống hay cây bụi. Những khu vực có cây rụng lá thì tư liệu không được lựa chọn vào các tháng mùa khô vì khi đó rừng thường bị phân loại nhầm sang đất trống và rừng rụng lá không được phân loại thành rừng tự nhiên nữa.

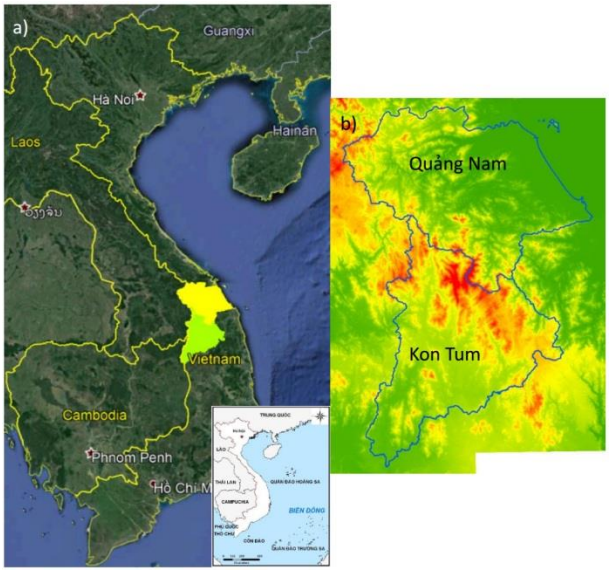
3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

3.1. Khu vực nghiên cứu

Khu vực nghiên cứu được lựa chọn là hai tỉnh Quảng Nam và Kon Tum. Tỉnh Quảng Nam nằm ở sườn đông của dãy Trường Sơn trong khi tỉnh Kon Tum nằm chủ yếu bên sườn phía tây nên có sự khác biệt tương đối rõ về điều kiện khí hậu (Hình 3).

Kon Tum là một tỉnh thuộc vùng cực bắc Tây Nguyên của Việt Nam. Địa hình Kon Tum chủ yếu là đồi núi, chiếm khoảng 2/5 diện tích toàn tỉnh, bao gồm những đồi núi liền dải có độ dốc 150 trở lên. Địa hình núi cao liền dải phân bố chủ yếu ở phía bắc - tây bắc chạy sang phía đông tỉnh Kon Tum, đa dạng với gò đồi, núi, cao nguyên và vùng trũng xen kẽ nhau khá phức tạp, tạo ra những cảnh quan phong phú, đa dạng vừa mang tính đặc thù của tiểu vùng, vừa mang tính đan xen và hoà nhập, Kon Tum có độ cao trung bình từ 500 mét đến 700 mét, riêng phía Bắc có độ cao từ 800 mét - 1.200 mét, đặc biệt có đỉnh Ngọc Linh cao nhất với độ cao 2.596 mét. Khí hậu Kon Tum chia thành 2 mùa rõ rệt là

mùa mưa và mùa khô. Trong đó, mùa mưa thường bắt đầu từ tháng 4 đến tháng 11, mùa khô từ tháng 12 đến tháng 3 năm sau. Lượng mưa trung bình hàng năm vào khoảng 2.121 mm, lượng mưa năm cao nhất 2.260 mm, năm thấp nhất 1.234 mm, ba tháng 7, 8, 9 có lượng mưa cao nhất. Nhiệt độ có sự chênh lệch đáng kể giữa các khu vực trong tỉnh, khu vực miền núi cao trải dài phía Đông Bắc gồm các huyện Kon Plong, Tu Mơ Rông và Đắk Glei thời tiết mát mẻ và ôn hòa, trong khi đó khu vực đất thấp phía Tây Nam như huyện Ia H'Drai và thung lũng thành phố Kon Tum thời tiết nóng hơn.



Hình 3. Sơ đồ phân bố khu vực nghiên cứu và các cảnh ảnh Landsat được sử dụng trong nghiên cứu. a) Sơ đồ của tỉnh Quảng Nam (màu vàng) và tỉnh Kon Tum (màu xanh) trên nền ảnh của Google Earth, b) Địa hình của tỉnh Quảng Nam và Kon Tum dựa trên tư liệu mô hình số độ cao của tư liệu ASTER DEM

Quảng Nam nằm ở khu vực miền Trung Việt Nam. Phía Bắc giáp tỉnh Thừa Thiên - Huế và thành phố Đà Nẵng, phía Nam giáp tỉnh Quảng Ngãi và tỉnh Kon Tum, phía Tây giáp tỉnh Sekong (Cộng hòa Dân chủ Nhân dân Lào), phía Đông giáp Biển Đông. Quảng Nam có 18 đơn vị hành chính cấp huyện, gồm 2 thành phố, 1 thị xã và 15 huyện với 247 xã, phường, thị trấn. Tỉnh lỵ của Quảng Nam đặt tại thành phố Tam Kỳ. Địa hình của Quảng Nam thấp dần từ tây sang đông và chia làm 3 vùng: vùng núi phía tây, trung du ở giữa và đồng bằng ven biển phía đông. Quảng Nam nằm trong vùng khí hậu nhiệt đới gió mùa, nhiệt độ trung bình năm trên 25°C, lượng mưa trung bình hàng năm đạt 2.000 - 2.500 mm với hơn 70% tập trung vào 3 tháng mùa mưa (tháng 10, 11 và 12). Rừng nhiệt đới lá rộng thường xanh là kiểu sinh thái chủ đạo của Quảng Nam. Quảng Nam là tỉnh giàu tiềm năng rừng nhưng do bị khai thác quá mức trong một thời gian dài nên diện tích rừng nguyên sinh còn ít. Việc đẩy mạnh trồng rừng trong những năm gần đây đã tăng diện tích đất có rừng của Quảng Nam lên hơn 55% vào năm 2014. Đây là một trong những địa phương có diện tích đất có rừng cao nhất cả nước. Rừng đặc dụng Sông Thanh là khu

bảo tồn lớn nhất tỉnh, nơi mà các động vật hoang dã khu vực Trung Trường Sơn đang được bảo tồn. Nhân sâm Ngọc Linh là cây dược liệu quý phân bố chủ yếu ở độ cao trên 1,000 m của núi Ngọc Linh [5].

3.2. Khai triển ảnh Landsat 8 OLI khu vực Quảng Nam

Nhằm minh họa việc khai triển ảnh đa phổ, chúng tôi sử dụng cảnh ảnh LC08_L1TP_124049_20180210_20180222_01_T1 thu nhận ngày 10 tháng 2 năm 2018.

Hình 4 là ảnh tổ hợp màu giả tự nhiên.



Hình 4. Tổ hợp màu giả tự nhiên 654: RGB của cảnh ảnh LC08_L1TP_124049_20180210_20180222_01_T1 thu nhận ngày 10 tháng 2 năm 2018

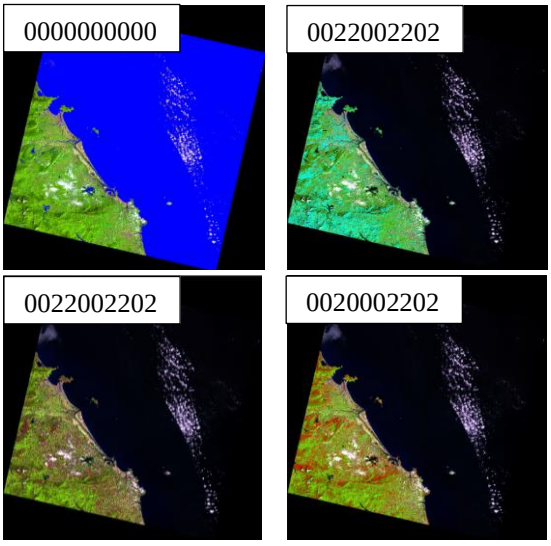
Sử dụng công cụ tính số lượng các SSP có trong ảnh ta được kết quả nêu trong Bảng 1. Tổng số điểm ảnh có nghĩa là 41.451.905. Các điểm ảnh có nghĩa là các điểm ảnh có giá trị đầy đủ trên 6 kênh phổ và các giá trị này phải khác lớn hơn 0. Số SSP trong ảnh là 463.

Bảng 1. 10 SSP ưu thế trong ảnh LC08_L1TP_124049_20180210_20180222_01_T1

TT	SSP	Số lượng điểm ảnh	Phần trăm trong ảnh	Phần trăm tích lũy
1	000000000000000	30805923	74,32	74,32
2	002200220222000	2700311	6,51	80,83
3	002200220220000	2548971	6,15	86,98
4	002000220220000	1706418	4,12	91,10
5	002200222222000	681554	1,64	92,74
6	002000200220000	544619	1,31	94,06
7	002220222222000	518692	1,25	95,31

8	002000200200000	254959	0,62	95,92
9	002220222222200	209904	0,51	96,43
10	002222222222200	152018	0,37	96,79

Chúng ta thấy SSP chiếm ưu thế nhất trong cảnh ảnh khảo sát là 000000000000000 chính là nước. SSP này chiếm 74,32% tổng số điểm ảnh. SSP có số lượng lớn thứ hai là 002200220222000 với tổng số điểm ảnh chiếm 6,51%. Hình 5. Hiển thị 4 SSP có tần suất xuất hện lớn nhất trong Bảng 1.



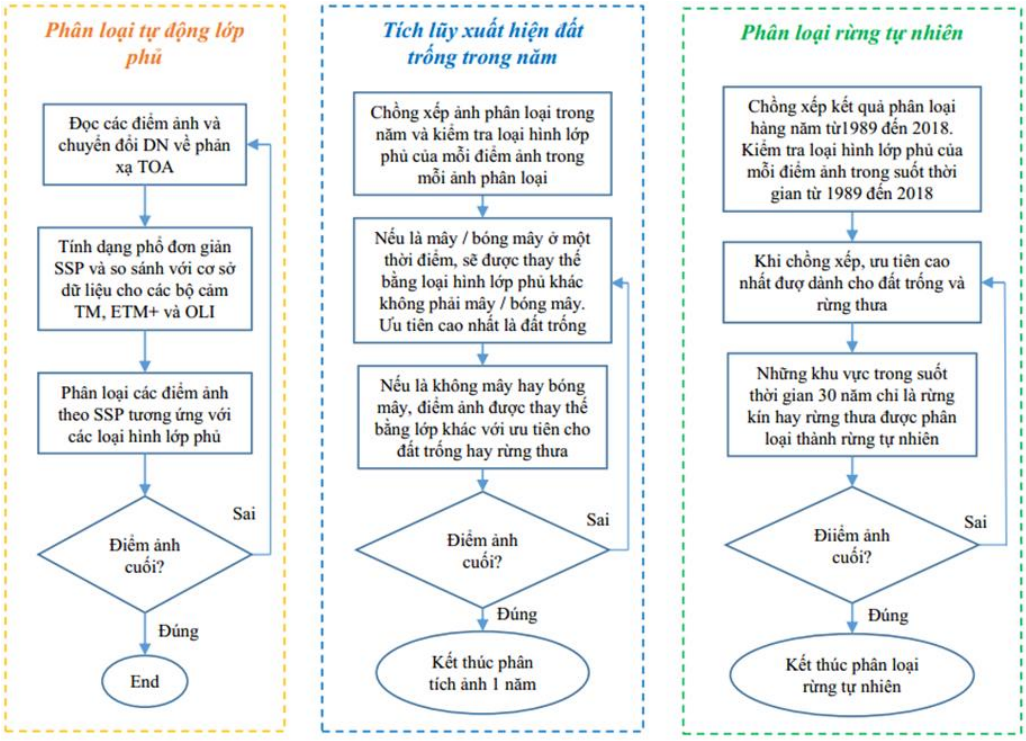
Hình 5. Minh họa 4 SSP có tần suất xuất hiện nhiều nhất trong ảnh LC08_L1TP_124049_20180210_20180222_01_T1

3.3. Sử dụng khai triển ảnh đa phổ dựa trên dạng phổ đơn giản trong đánh giá biến động rừng tự nhiên của Kon Tum và Quảng Nam

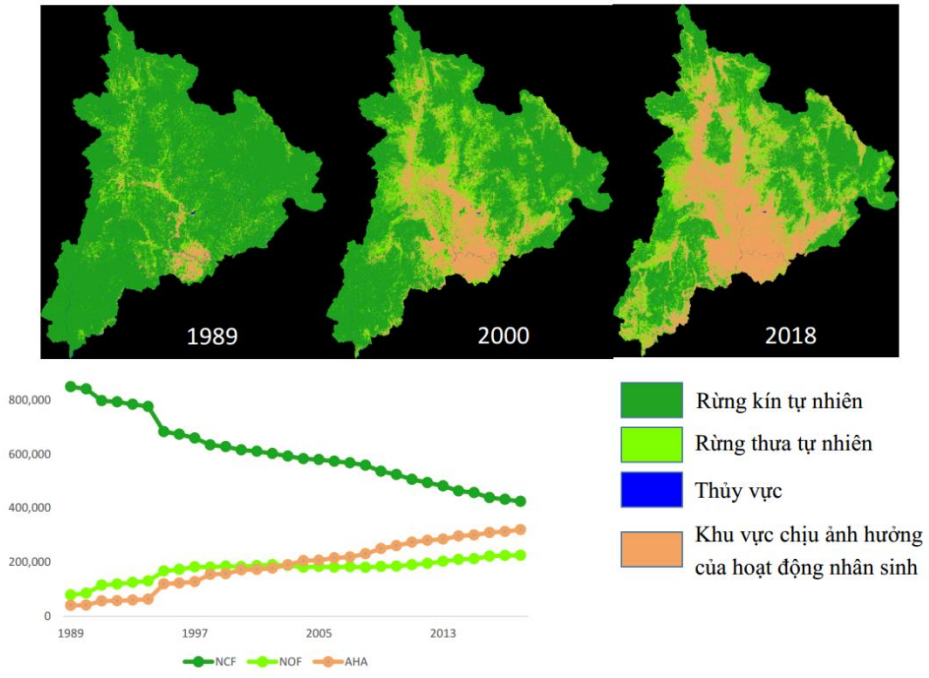
Dựa trên dạng phổ đơn giản chúng tôi đã xây dựng hệ thống công nghệ tự động phân loại lớp phủ và rừng tự nhiên dựa trên tư liệu Landsat đa thời gian. Sơ đồ quy trình công nghệ được trình bày trên Hình 6.

Với việc áp dụng công nghệ này, chúng tôi đã phân tích khoảng 1000 cảnh ảnh bao phủ diện tích hai tỉnh Kon Tum và Quảng Nam từ năm 1989 đến 2018 và đã xác định được quá trình biến động rừng tự nhiên tại hai tỉnh Kon Tum và Quảng Nam.

Tại Kon Tum, diện tích rừng tự nhiên đã giảm từ 848.307 ha năm 1989 về 424.388 ha năm 2018 tương đương với mức giảm 50% với tốc độ trung bình 1,7% hàng năm. Rừng tự nhiên thưa đã tăng từ 78.629 ha năm 1989 lên 224.963 ha năm 2018 tương đương với mức tăng 186,1%. Diện tích khu vực chịu tác động của các hoạt động nhân sinh cũng tăng rất mạnh, từ 40.098 ha năm 1989 lên 320.354 ha năm 2018 tương đương mức tăng 698,9%. Hình 6 cho chúng ta minh họa trực quan về các biến động này [6].



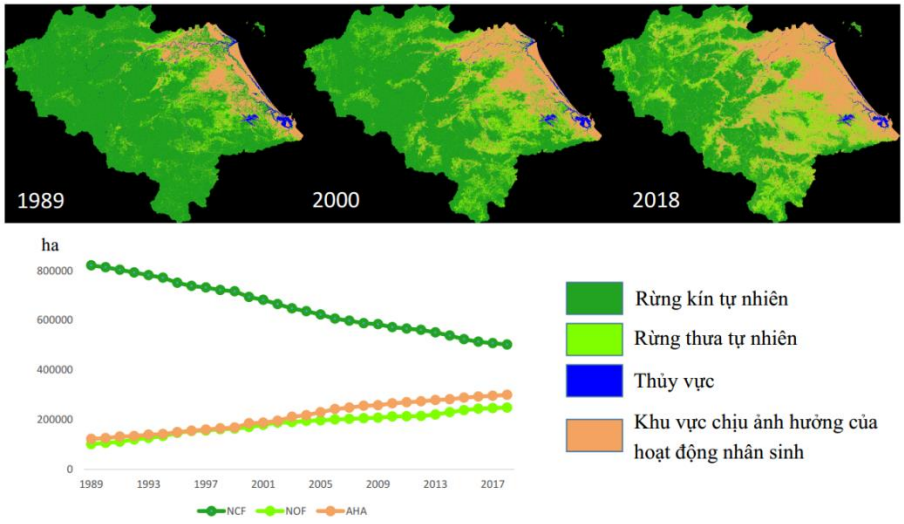
Hình 5. Sơ đồ khối các bước tính toán trong tự động phân loại lớp phủ và rừng tự nhiên với tư liệu Landsat đa thời gian [7]



Hình 6. Biến động rừng tự nhiên tại tỉnh Kon Tum từ 1989 đến 2018

Phân bố không gian rừng tự nhiên các năm 1989, 2000 và 2018. Biến động diện tích của rừng kín và rừng thưa tự nhiên từ 1989 đến 2018 được thể hiện dưới dạng đồ thị bằng màu xanh lục đậm và nhạt. Đường màu cam thể hiện sự gia tăng của các hoạt động nhân sinh.

Rừng tự nhiên ở Quảng Nam đã bị giảm từ 821.149 ha về 502.120 ha trong giai đoạn 1989 - 2018. Mức giảm này tương đương sự mất đi 38,9% rừng tự nhiên với tốc độ trung bình hàng năm 1,3%. Rừng tự nhiên kín đã được thay thế bằng rừng thưa (rừng bị suy thoái) và các khu vực chịu tác động của hoạt động nhân sinh (trồng rừng, canh tác nông nghiệp và phát triển hạ tầng cơ sở). Rừng thưa tự nhiên đã tăng từ 101.191 ha năm 1989 lên 248.438 ha năm 2018. Mức gia tăng này tương đương 245,5% về tổng diện tích rừng thưa tự nhiên. Khu vực chịu tác động của các hoạt động nhân sinh cũng tăng mạnh từ 122.189 ha năm 1989 lên 300.085 ha năm 2018. Như vậy tổng diện tích khu vực có các hoạt động nhân sinh đã tăng lên 246%. Hình 7 cho chúng ta thấy sự biến động rừng tự nhiên tại Quảng Nam các năm 1989, 2000 và 2018 và đồ thị về sự biến động của rừng kín tự nhiên, rừng thưa tự nhiên và khu vực chịu tác động của các hoạt động nhân sinh [6].



Hình 7. Biến động rừng tự nhiên tại tỉnh Quảng Nam từ 1989 đến 2018

Phân bố không gian rừng tự nhiên các năm 1989, 2000 và 2018. Biến động diện tích của rừng kín và rừng thưa tự nhiên từ 1989 đến 2018 được thể hiện dưới dạng đồ thị bằng màu xanh lục đậm và nhạt. Đường màu cam thể hiện sự gia tăng của các hoạt động nhân sinh.

Việc kiểm chứng kết quả phân loại và đánh giá độ chính xác chỉ có thể thực hiện đối với kết quả phân loại năm 2018. Tuy nhiên, do bản chất của thuật toán phân loại là dựa trên dạng phổ đơn giản SSP và như chúng ta đã biết SSP không thay đổi theo không gian và thời gian nên chỉ cần kiểm chứng SSP một lần tại một thời điểm là có thể áp dụng cho tất cả các thời điểm còn lại. Ngoài việc sử dụng các hình ảnh thu thập ngoài thực địa với các ảnh chụp dã ngoại có gắn tọa độ địa lý chúng ta có thể sử dụng ảnh vệ tinh có độ phân giải cao trong Google Earth để kiểm chứng kết quả phân loại. Chúng tôi đã sử dụng chức năng Create random point trong ArcGIS để tạo ra 50 điểm phân bố ngẫu nhiên cho mỗi tỉnh trong khu vực nghiên cứu và thông qua giải đoán bằng mắt để kiểm chứng kết quả

phân loại rừng tự nhiên và các khu vực chịu tác động của các hoạt động nhân sinh. Trong 100 điểm kiểm chứng tại hai tỉnh chỉ có 1 điểm cho kết quả phân loại không đúng. Như vậy độ chính xác tổng thể được ước tính là 99,5%.

4. KẾT LUẬN

Khai triển ảnh đa phổ thành các hợp phần là kỹ thuật nâng cao trong xử lý ảnh viễn thám. Cho đến nay, việc sử dụng khai triển ảnh đa phổ ít được triển khai trong thực tiễn vì một số khó khăn về mặt kỹ thuật. Trong bài báo này các tác giả đã trình bày khai triển ảnh đa phổ dựa trên dạng phổ đơn giản áp dụng cho tư liệu Landsat với 6 kênh phổ trong dải sóng nhìn thấy. Dạng phổ đơn giản là một kết quả chuyển đổi dạng phổ đầy đủ sang dạng số. Mỗi dạng phổ đơn giản tạo nên một ảnh thành phần có quan hệ mật thiết với một số ít đối tượng lớp phủ. Mối quan hệ này là một bất biến và không thay đổi theo không gian và thời gian. Dựa trên dạng phổ đơn giản, các tác giả đã phát triển công nghệ phân loại tự động ảnh Landsat và đã tiến hành đánh giá sự biến động lớp phủ rừng tự nhiên trên địa bàn tỉnh Kon Tum và Quảng Nam từ năm 1989 đến 2018. Kết quả phân tích cho thấy rừng tự nhiên đã bị mất đi 50% ở Kon Tum và 38,9% ở Quảng Nam trong giai đoạn từ 1989 đến 2018.

Tài liệu tham khảo

[1]. C. Song, C. E. Woodcock, K. C. Seto, M. P. Lenney, and S. a. Macomber, "Classification and change detection using Landsat TM data: When and how to correct atmospheric effects?," *Remote Sensing of Environment*, vol. 75, no. 2, pp. 230 - 244, 2001.

[2]. P. M. Mather, *Computer processing of remotely sensed images: An introduction*. John Wiley & Sons, 2004.

[3]. C. A. Charalambides, "Enumerative Combinatorics," in *Enumerative Combinatorics*, 2002, pp. 40 - 42.

[4]. N. D. Duong, "Decomposition of Landsat 8 OLI Images by Simplified Spectral Patterns for Land Cover Mapping," *2018 10th IAPR Workshop on Pattern Recognition in Remote Sensing (PRRS)*, pp. 1 - 13, 2018.

[5]. V. H. Nhật, "Báo cáo tổng kết đề tài TN18/09 'Nghiên cứu, đề xuất mô hình sử dụng bền vững tài nguyên thiên nhiên xuyên biên giới thuộc ba nước Việt Nam - Lào - Campuchia (gồm các tỉnh Kon Tum, Quảng Nam, Đà Nẵng, Ratanakiri và Attapeu),'" 2020.

[6]. N. D. Duong and L. M. Hang, *Tự động hóa phân loại lớp phủ với tư liệu Landsat đa thời gian*. Nhà xuất bản Khoa học Tự nhiên và Công nghệ, 2021.

[7]. N. D. Duong and L. V. Cam, "30 - year changes of natural forests under human activities in the Indochina peninsula - case studies in Cambodia, Laos and Vietnam," *Vietnam Journal of Earth Sciences*, vol. 43, no. 3, pp. 285 - 300, 2021.m

NGHIÊN CỨU KẾT HỢP CÔNG NGHỆ VIỄN THÁM VÀ PHƯƠNG PHÁP TRẮC LƯỢNG HÌNH THÁI TRONG THEO DÕI HIỆN TƯỢNG PHÂN MẢNH RỪNG PHỤC VỤ ĐÁNH GIÁ CHẤT LƯỢNG RỪNG NGẬP MẶN VỚI HAI KHU VỰC THỬ NGHIỆM TẠI TỈNH QUẢNG NINH VÀ CÀ MAU

**Phạm Minh Hải, Nguyễn Thị Ngọc Hồi,
Hoàng Thị Thu Hà, Trần Hoàng Minh, Đỗ Thị Hoài**

Viện Khoa học Đo đạc và Bản đồ

Ngày nhận bài: 11/6/2021 - Ngày phản biện: 13/7/2021 - Ngày chấp nhận đăng: 29/08/2021

Tóm tắt. *Cấu trúc rừng là cơ sở quan trọng để nghiên cứu sinh thái học, sinh thái rừng và đặc biệt là để xây dựng những mô hình lâm sinh. Phân mảnh rừng là hiện tượng cấu trúc rừng đồng nhất trước khi bị chia cắt phân tán thành nhiều thảm nhỏ thay bằng các đối tượng khác. Phân mảnh được xem là một trong những yếu tố quan trọng nhất trong quá trình đánh giá về chất lượng rừng ngập mặn. Sự phân mảnh của cảnh quan sẽ ảnh hưởng đến các quá trình sinh thái, chất lượng rừng ngập mặn. Ngày nay với sự phát triển của công nghệ viễn thám, việc chiết tách các thông tin về phân mảnh rừng có thể thực hiện thông qua việc khai thác cấu trúc của ảnh. Trong phạm vi bài báo này, nhóm nghiên cứu sẽ trình bày cơ sở khoa học và thực nghiệm đa chất kết hợp công nghệ viễn thám và phương pháp trắc lượng hình thái với chỉ số PLADJ (Percentage like of Adjacentcy – Chỉ số tính phân mảnh dựa trên điểm ảnh liền kề) trong theo dõi hiện tượng phân mảnh rừng phục vụ đánh giá chất lượng rừng ngập mặn. Dữ liệu đầu vào là ảnh vệ tinh đa thời gian chụp tại xã Đồng Rui, Huyện Tiên Yên, Tỉnh Quảng Ninh và xã Đất Mũi, huyện Ngọc Hiển, Tỉnh Cà Mau từ năm 1990 đến 2017.*

Từ khóa: *viễn thám, phân mảnh rừng, trắc lượng hình thái.*

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

1.1. Khái niệm phân mảnh rừng

Forman và Godron (1986) đã định nghĩa của cảnh quan luôn được bao hàm liên quan đến một diện tích nhất định. Trong đó cảnh quan là một diện tích đất bao gồm một cụm các hệ sinh thái không đồng nhất tương tác lẫn nhau được lặp đi lặp lại [1]. Khái niệm này khác với khái niệm hệ sinh thái truyền thống tập trung vào các nhóm hệ sinh thái và sự tương tác giữa chúng. Chỉ số cảnh quan (spatial metrics) trong phương pháp trắc lượng hình thái được định nghĩa là các chỉ số định lượng cảnh quan để mô tả hình thái và hình thái của cảnh quan [3]. Các nghiên cứu đánh giá sự thay đổi rừng dựa trên ảnh vệ tinh sử dụng các chỉ số định lượng cảnh quan

đang trở thành một xu hướng phổ biến trong nghiên cứu mức độ ảnh hưởng của phân mảnh rừng tới các hệ sinh thái [2].

Chỉ số cảnh quan được tính toán theo các mục đích khác nhau, nhưng nhằm để mô tả cấu trúc rừng. Cấu trúc rừng là cơ sở quan trọng để nghiên cứu sinh thái học, sinh thái rừng và đặc biệt là để xây dựng những mô hình lâm sinh. Các nhà khoa học chia ra làm 3 dạng cấu trúc của rừng là: cấu trúc sinh thái, cấu trúc không gian và cấu trúc thời gian. Cấu trúc của thảm thực vật là kết quả của quá trình đấu tranh sinh tồn giữa thực vật với thực vật và giữa thực vật với hoàn cảnh sống.

Hiện tượng phân mảnh rừng xảy ra cấu trúc rừng đồng nhất trước khi bị chia cắt phân tán thành nhiều thảm nhỏ thay bằng các đối tượng khác. Kết quả của quá trình biến động về kết cấu đồng nhất sẽ làm ảnh hưởng đến các yếu tố như:

- Độ che phủ mặt đất của cây giảm.
- Thảm thực vật rừng trở nên trơ trọi, đất đai bị phát quang làm gia tăng quá trình rửa trôi do mưa.
- Hiện tượng xói lở bờ biển...

Các điểm ảnh trong cùng lớp được sử dụng để tính toán chỉ số cảnh quan nếu tính toán theo lớp (class) hay tất cả các lớp trong mức cảnh quan (landscape). Lớp được hình thành trên cơ sở ghép các đối tượng có cùng thuộc tính của một đối tượng nhất định vào nhau. Phương pháp tính toán được thực hiện bởi tính trung bình giá trị, hoặc thông qua các chương trình tính toán để phản ánh mối liên hệ của các đối tượng với nhau đến chỉ số trung bình chung được tính toán.

1.2. Các loại cảnh quan trong phân mảnh rừng

Nhóm nghiên cứu sử dụng phương pháp phân loại hiện tượng phân mảnh rừng theo phương pháp của Peter Vogt [4] thành 4 loại hình thái: lõi, phân mảnh lõi, phân mảnh biên và khuyết lõi.



Hình thái lõi rừng (không bị phân mảnh) | Hình thái phân mảnh lõi rừng | Hình thái phân mảnh biên

Hình 1. Minh họa các kiểu phân mảnh rừng

2. CƠ SỞ KHOA HỌC KẾT HỢP CÔNG NGHỆ VIỄN THÁM VÀ PHƯƠNG PHÁP TRẮC LƯỢNG HÌNH THÁI TRONG THEO DÕI HIỆN TƯỢNG PHÂN MẢNH

2.1. Lựa chọn chỉ số cảnh quan trong phương pháp trắc lượng hình thái phù hợp phục vụ công tác tính toán phân mảnh rừng

Nội dung thực hiện lựa chọn chỉ số cảnh quan trong phương pháp trắc lượng hình thái phù hợp phục vụ công tác tính toán phân mảnh rừng dựa theo nghiên cứu của Phạm

Minh Hải và cộng tác viên [5, 6]. Để tính hệ số tương quan giữa kết quả ảnh phân loại và ảnh chỉ số, nghiên cứu sử dụng phương pháp Pearson. Do phải tính hệ số tương quan cho từng cặp (ảnh kết quả phân loại và ảnh chỉ số cảnh quan) với số lượng lớn cặp chỉ số và cần thiết có một kết quả minh hoạ tổng thể mối liên hệ giữa các chỉ số một cách trực quan, nên nhóm tác giả đã xây dựng chương trình tự động tính hệ số tương quan và tạo biểu đồ nhiệt thể hiện mức độ và chiều của sự tương quan giữa các cặp ảnh. Chương trình viết trên ngôn ngữ Python.

$$\rho_{xy} = \frac{Cov(x,y)}{\delta_x \delta_y} \quad (1)$$

Trong đó:

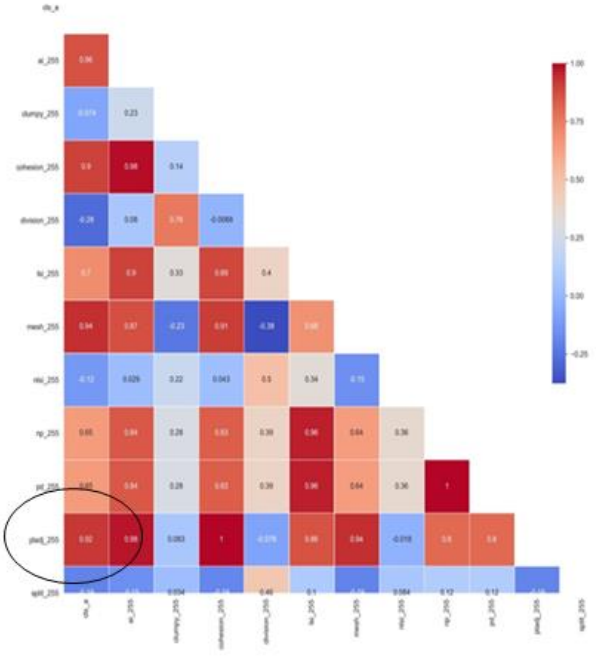
ρxy: hệ số tương quan Pearson

Cov(x,y): hiệp phương sai của biến x và y

δ_x: độ lệch chuẩn của biến x

δ_y: độ lệch chuẩn của biến y

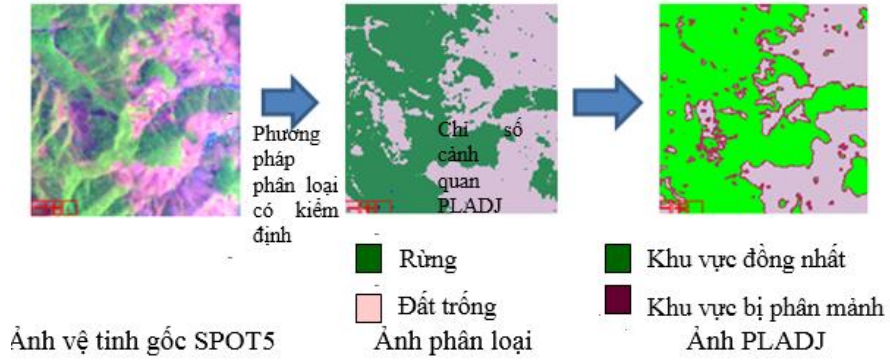
Các giá trị tương quan giữa các cặp ảnh được tính toán từ phương pháp Pearson được thể hiện trên biểu đồ Heatmap [5, 6]. Sau khi chạy tính hệ số tương quan trong thống kê với tất cả các chỉ số cảnh quan trong các nhóm thể hiện trên dạng biểu đồ Heatmap. Hình 2 minh họa so sánh tương quan giữa sự phân bố không gian của các mảnh rừng tương ứng với chúng trên các sản phẩm được tính toán từ các chỉ số cảnh quan. Trong ví dụ ở dưới khi kết hợp với kết quả đi thực địa, giá trị phân cấp ảnh, PLADJ cho hệ số tương quan cao cho kết quả phân loại với R = 0,92.



Hình 2. Biểu diễn hệ số tương quan giữa giữa sự phân bố không gian của các mảnh rừng tương ứng với chúng trên các sản phẩm được tính toán từ các chỉ số cảnh quan trên biểu đồ Heatmap

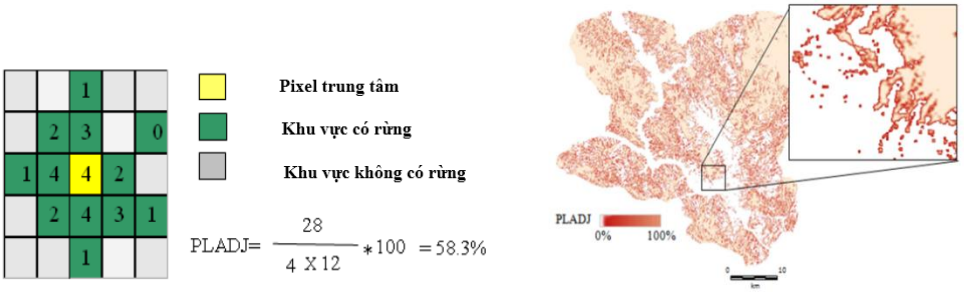
2.2. Cơ sở khoa học kết hợp công nghệ viễn thám và phương pháp trắc lượng hình thái trong theo dõi hiện tượng phân mảnh

Khi kết hợp phương pháp viễn thám và phương pháp trắc lượng hình thái, người sử dụng sẽ khai thác được các thông tin về đặc tính phản xạ phổ và cấu trúc (*pattern*) của đối tượng trên ảnh viễn thám đa thời gian để chiết tách các thông tin chuyên đề liên quan đến đối tượng thực hiện trong nghiên cứu. Nhiều nghiên cứu đã sử dụng kết hợp phương pháp viễn thám và phương pháp trắc lượng hình thái phân tích đánh giá cấu trúc phân bố của rừng ngập mặn để nội suy quan hệ giữa các phần tử trong cùng lớp đối tượng. Khi sử dụng kết hợp phương pháp viễn thám và phương pháp trắc lượng hình thái, sản phẩm phân loại của viễn thám sẽ bao gồm nhiều lớp thông tin chuyên đề. Các lớp này sẽ là dữ liệu đầu vào cho quá trình xử lý với thuật toán tính toán các chỉ số cảnh quan trong phương pháp trắc lượng hình thái. Hình 3 là ví dụ minh họa quá trình tính toán phần trăm lượng phân mảnh rừng từ chỉ số trắc lượng hình thái PLADJ. Kết quả phân loại ảnh viễn thám sẽ là đầu vào để tính toán các chỉ số cảnh quan để xây dựng lên các bản đồ chuyên đề.



Hình 3. Quá trình tính toán của chỉ số PLADJ của phương pháp trắc lượng hình thái

Minh họa thuật toán và cách tính toán thuật toán và sản phẩm của chỉ số PLADJ cho khu vực có rừng như Hình 4.



Hình 4. Ví dụ cách tính và sản phẩm chỉ số PLADJ thể hiện sự phân mảnh rừng

Sau khi tính toán với chỉ số cảnh quan, bản đồ phân mảnh sẽ được xuất ra các file thông dụng như TIFF, khuôn dạng ENVI... Hệ thống bảng chú giải sẽ phân cấp các giá trị theo các ngưỡng phục vụ công tác giải đoán nội dung thông tin trên bản đồ. Tuy nhiên, nguyên tắc phân cấp thông tin trên bản đồ phải thực hiện theo:

- Nội dung các khóa giải đoán ảnh viễn thám đã điều vẽ.

- Nội dung các đối tượng trên ảnh vệ tính sau khi phân loại.
- Theo đặc điểm của từng chỉ số cảnh quan.

3. THỰC NGHIỆM TÍNH TOÁN PHÂN MẢNH RỪNG TẠI HAI KHU VỰC THỬ NGHIỆM

3.1. Dữ liệu đầu vào

Nhóm nghiên cứu thử nghiệm dữ liệu ảnh vệ tinh SPOT3, SPOT5, SPOT 6, và VNRED - SAT1 được chụp tại thời điểm từ 1990 đến nay với cả hai khu vực xã Đồng Rui, Huyện Tiên Yên, Tỉnh Quang Ninh và xã Đất Mũi, Huyện Ngọc Hiển, Tỉnh Cà Mau. Dữ liệu được cung cấp bởi Đài viễn thám Trung ương, Cục Viễn thám Quốc Gia, Bộ Tài Nguyên và Môi Trường. Ảnh vệ tinh trong đề tài có độ phủ mây nhỏ hơn 10%, và được hiệu chỉnh bức xạ và khí quyển bằng công cụ ATCOR (Atmospheric correction) trong phần mềm PCI Geomatic 2018. Quá trình tiền xử lý ảnh gồm 3 bước: hiệu chỉnh bức xạ trước đầu thu; hiệu chỉnh bức xạ ảnh hưởng mây; hiệu chỉnh ảnh hưởng khí quyển. Ảnh được nắn về hệ tọa độ WGS84 và hệ quy chiếu UTM múi 48.

Bảng 1. Ảnh vệ tinh chụp khu vực xã Đất Mũi, Huyện Ngọc Hiển, Tỉnh Cà Mau các thời điểm

Ảnh vệ tinh khu vực Cà Mau	Độ phân giải không gian	Thời điểm chụp
SPOT 3	20 m	8/1995
SPOT 5	2,5 m	7/2004
SPOT6	2,5 m	5/2013
VNREDSAT - 1	2,5 m	8/2017

Bảng 2. Ảnh vệ tinh chụp khu vực Xã Đồng Rui, Huyện Tiên Yên, Tỉnh Quảng Ninh các thời điểm

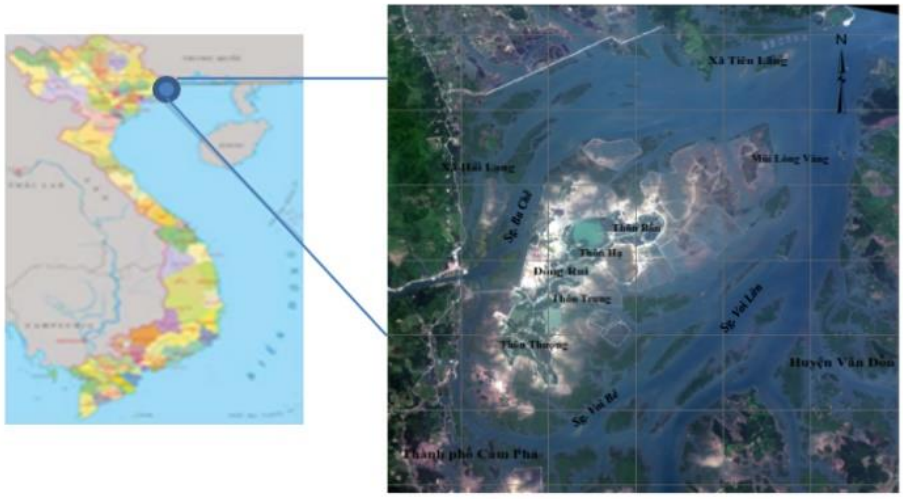
Ảnh vệ tinh khu vực Đồng Rui, Quảng Ninh	Độ phân giải không gian	Thời điểm chụp
SPOT 3	20 m	8/2000
SPOT 5	2,5 m	8/2008
SPOT5	2,5 m	7/2013
SPOT6	2,5 m	7/2015
VNREDSAT - 1	2,5 m	8/2017

3.2. Khu vực nghiên cứu

3.2.1. Xã Đồng Rui, Huyện Tiên Yên, Tỉnh Quảng Ninh

Khu vực Đồng Rui bao gồm xã đảo Đồng Rui và diện tích phần ngập nước ngoài đê xã Hải Lạng, huyện Tiên Yên, vùng trên sông Voi lớn và sông Voi Bé thuộc các xã Cộng Hòa (thành phố Cẩm Phả), xã Đài Xuyên, Bình Dân (huyện Vân Đồn), tổng diện tích khoảng 16.000 ha. Đây là khu vực bồi tụ ven biển, có địa hình thấp, thoải dần ra biển, độ

cao trung bình từ 1,5 mét đến 3 mét, nhiều nơi được cải tạo thành đất canh tác, đắp đầm nuôi trồng thủy sản, còn lại là bãi sú vẹt, cồn cát ven biển bị ngập nước thủy triều. Trung tâm của vùng là xã đảo Đồng Rui với diện tích 4.910 ha, có tọa độ địa lý từ $21^0 11'$ đến $21^0 33'$ vĩ độ Bắc và từ $107^0 13'$ đến $107^0 32'$ kinh độ Đông.



Hình 5. Sơ đồ vị trí khu vực đất ngập nước Đồng Rui - Tiên Yên

3.2.2. Xã Đất Mũi, Huyện Ngọc Hiển, Tỉnh Cà Mau

Mũi Cà Mau ở tận cùng cực Nam của tổ quốc, thuộc khu vực Đồng bằng châu thổ sông Cửu Long, nơi có ba phía Đông, Tây, Nam đều giáp với biển. Xã Đất Mũi, Huyện Ngọc Hiển, Tỉnh Cà Mau có Khu dự trữ sinh quyển Mũi Cà Mau đã được UNESCO công nhận là khu dự trữ sinh quyển thế giới. Huyện Ngọc Hiển có rừng ngập mặn chiếm tới 81,04% của rừng ngập mặn Cà Mau, được biết đến với sự hiện diện của Mũi Cà Mau và vườn Quốc gia Mũi Cà Mau, sân chim Ngọc Hiển, đảo Hòn Khoai… rừng ngập mặn ở huyện Ngọc Hiển phân bố từ $8^0 30' - 8^0 52'$ độ Vĩ Bắc; $104^0 8' - 105^0 19'$ độ kinh Đông, với diện tích 92,797 ha, kéo dài từ rạch Hố Gùi giáp với huyện Đầm Dơi đến cửa sông Bảy Háp giáp huyện Cái Nước.



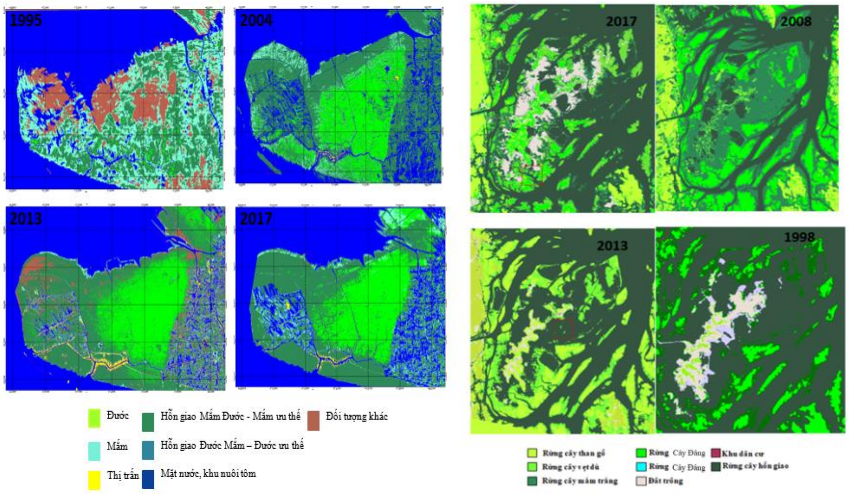
Hình 6. Xã Đất Mũi, Huyện Ngọc Hiển, Tỉnh Cà Mau

4. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

4.1. Kết quả thực hiện

4.1.1. Kết quả phân loại ảnh vệ tinh

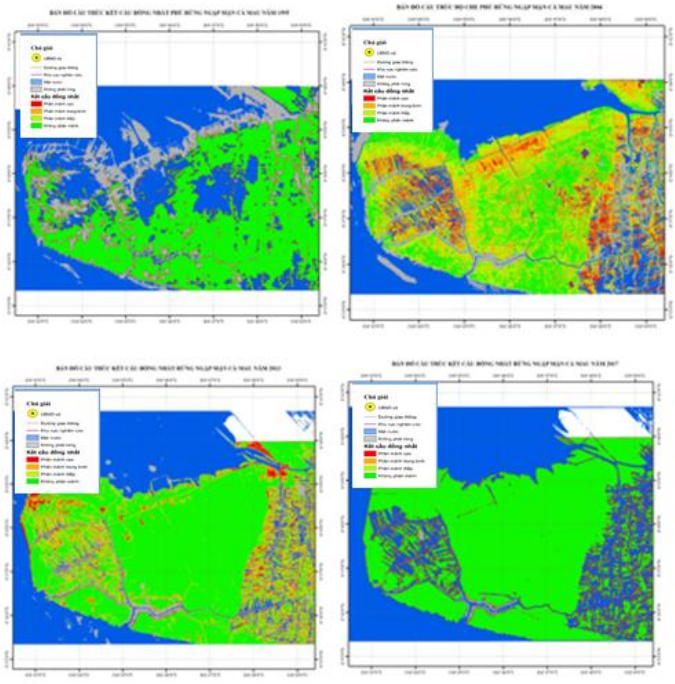
Nhóm thực hiện đề tài sử dụng phương pháp Random Forest trong phân loại ảnh vệ tinh. Công tác thu thập mẫu được tiến hành cả bằng phương pháp thực địa và trên ảnh vệ tinh. Trong đó, tập dữ liệu sau khi giải đoán được chia thành 2 phần với số lượng điểm và bố trí các điểm thể hiện trên Hình 7. Chi tiết phương pháp lấy mẫu và mẫu, phương pháp đánh giá độ chính xác kết quả phân loại ảnh tham khảo nghiên cứu của nhóm tác giả Phạm Minh Hải [5, 6]. Công tác thu thập mẫu được tiến hành cả bằng phương pháp thực địa và trên ảnh vệ tinh. Trong đó, tập dữ liệu sau khi giải đoán được chia thành 2 phần với số lượng điểm và bố trí các điểm thể hiện trên Hình dưới. 70% mẫu được sử dụng mẫu huấn luyện để phân loại (training data). 30% mẫu còn lại được sử dụng mẫu kiểm chứng kết quả phân loại (testing data). Nhóm thực hiện đề tài tiến hành lấy khoảng 200 mẫu tại mỗi khu vực nghiên cứu. Qua quá trình lấy mẫu, nhóm nghiên cứu đề tài nhận thấy, tại Mũi Cà Mau cây tiên phong là Mắm, rồi đến Đước, cao tới 30 m, đường kính 30 - 40 cm, rễ to chằng chịt cắm sâu trong lớp bùn dày hàng chục mét, mọc lẫn với Vẹt, Dà vôi. Cây nước lợ ngoài cửa sông là Bần, khi di sâu vào trong các kênh rạch là dừa nước rất đặc trưng, mọc xen có mái dầm, ô rô. Cây mặn chiếm ưu thế, chủ yếu là Đước, Vẹt, Su, Dà.



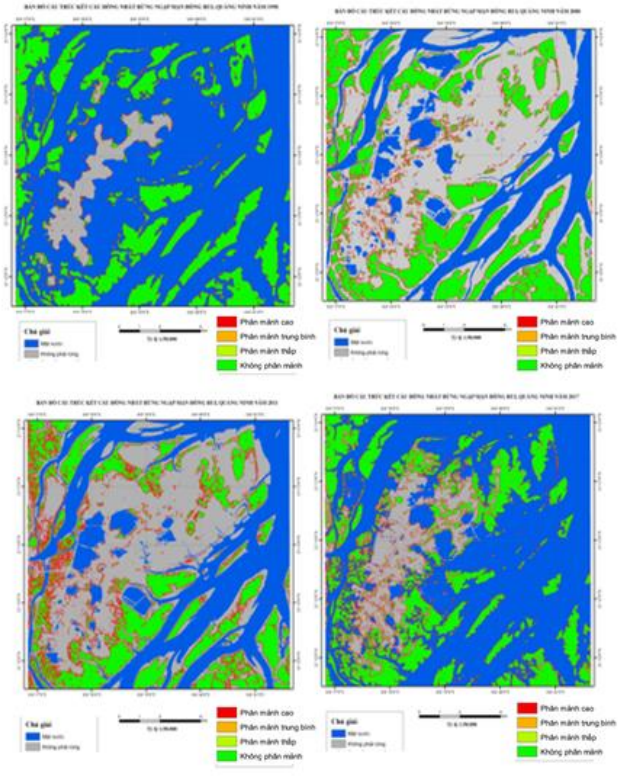
Hình 7. Kết quả phân loại ảnh vệ tinh khu vực xã Đất Mũi, Huyện Ngọc Hiển, Tỉnh Cà Mau (Trái) và xã Đồng Rui, Huyện Tiên Yên, Tỉnh Quảng Ninh (Phải)

4.1.2. Thành lập các bản đồ phân mảnh rừng

Để tính toán thành lập bản đồ phân mảnh rừng ngập mặn, một cửa sổ trượt (5 x 5 pixel) được thiết kế chạy xử lý dữ liệu trên ảnh. Sau khi xử lý thành lập bản đồ phân mảnh rừng, nhóm thực hiện đề tài tiến hành phân cấp giá trị trên bản đồ theo 4 mức: phân mảnh cao (0 - 40%), phân mảnh trung bình (41 - 60%), phân mảnh thấp (61 - 99%) và không phân mảnh (100%). Kết quả thành lập các bản đồ phân mảnh rừng tại xã Đồng Rui, huyện Tiên Yên, tỉnh Quảng Ninh và xã Đất Mũi, huyện Ngọc Hiển, tỉnh Cà Mau (Hình 7).



Hình 8. Bộ bản đồ kết cấu đồng nhất tại khu vực rừng ngập mặn xã Đất Mũi, huyện Ngọc Hiển, tỉnh Cà Mau 1998, 2004, 2013, 2107



Hình 9. Bộ bản kết cấu đồng nhất tại khu vực RỪNG NGẬP MẶN xã Đồng Rui, Huyện Tiên Yên, Tỉnh Quảng Ninh năm 1998, 2008, 2011, 2017

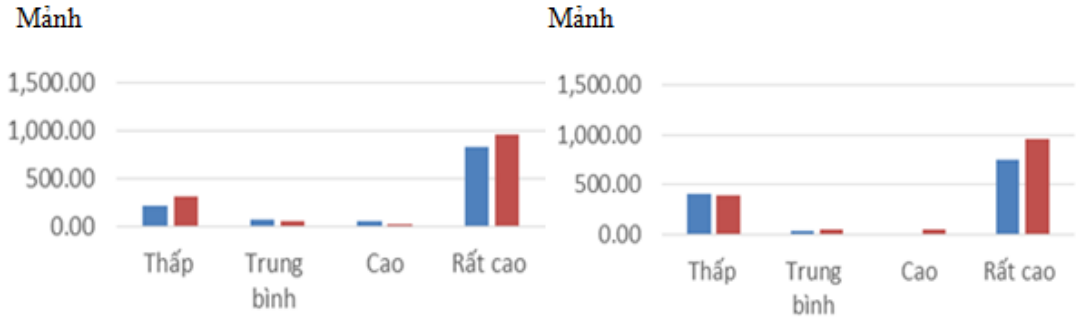
4.2. Thảo luận

Hình 9 cho thấy chất lượng rừng ngập mặn tại xã Đồng Rui, huyện Tiên Yên, tỉnh Quảng Ninh giai đoạn 1998 - 2017 biến động rất lớn về diện tích và chất lượng rừng ngập mặn. Cùng với sự giảm về diện tích rừng ngập mặn, sau khi bị chuyển đổi một phần diện tích thành đất nuôi trồng thủy sản, rừng ngập mặn có xu hướng bị phân mảnh với sự gia tăng của các chỉ số kết cấu đồng nhất. Đặc biệt ở những khu vực rìa của rừng ngập mặn phía tây và phía đông của khu vực nghiên cứu nơi tiếp giáp giữa khu vực nuôi trồng thủy sản của người dân địa phương. Do nghiên cứu lấy giá trị trung bình 4 kỳ nghiên cứu và 3 chu kỳ biến động nên giá trị phân mảnh giai đoạn 2011 - 2017 được phản ánh là cao. Tuy nhiên qua khảo sát thực tế cho thấy đặc điểm rừng ngập mặn tại xã Đồng Rui, huyện Tiên Yên, tỉnh Quảng Ninh phần lớn là rừng mới trồng 10 năm trở lại. Giá trị phân mảnh cao tại thời điểm 2017 tương đối thấp do phần lớn rừng được trồng mới lại tại các khu vực rừng đã chết hay tại các đầm tôm bị bỏ hoang lâu ngày, xu hướng này cho thấy diện tích rừng tăng cùng với sự suy giảm của hiện tượng phân mảnh rừng cho thấy sự cải thiện của chất lượng rừng ngập mặn tại khu vực này.

Bảng 3. Diện tích rừng ngập mặn khu vực nghiên cứu qua các giai đoạn

Năm/ giai đoạn	RNM	
	ha	%
2008	3238	
2011	2634,3	
2008 - 2011	*- 604*	*- 24*

Năm/ giai đoạn	RNM	
	ha	%
2011	2634,3	
2017	3544,8	
2011 - 2017	*910*	*31*



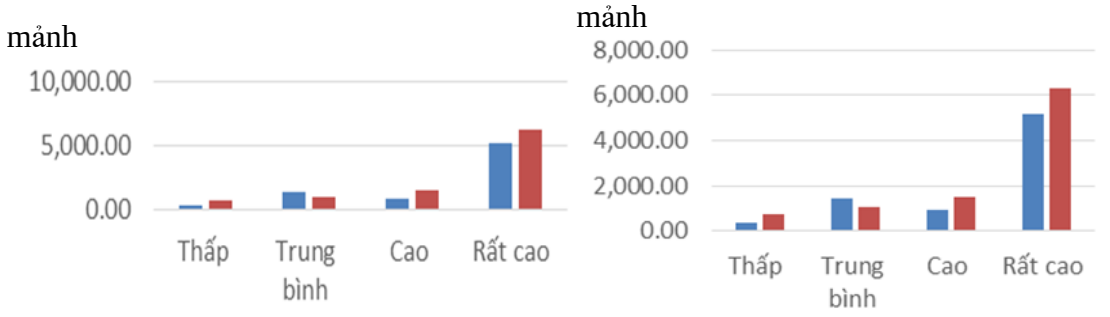
Hình 10. Biến động diện tích rừng bị phân mảnh tại xã Đồng Rui, Huyện Tiên Yên, Tỉnh Quảng Ninh giai đoạn 1998 - 2011 (trái) và 2011 - 2017 (phải)

Trái ngược với xu thế biến động rừng ngập mặn tại xã Đồng Rui, huyện Tiên Yên, tỉnh Quảng Ninh, rừng ngập mặn tại xã Đất Mũi, huyện Ngọc Hiển, tỉnh Cà Mau có một phần nhỏ rừng nguyên sinh, còn lại là rừng trồng 30 - 40 năm. Thảm thực vật trồng tại khu vực gồm có rừng mắm trồng, rừng đước trồng. Giai đoạn 1995 - 2017 phản ánh sự suy giảm diện tích rừng tự nhiên của khu vực. Nguyên nhân suy giảm diện tích rừng chủ yếu là do phá rừng ngập mặn làm đầm nuôi tôm quảng canh, phá rừng ngập mặn lấy đất sản xuất nông nghiệp, đô thị hoá, ô nhiễm môi trường và một số nguyên nhân khác do nhận thức và chính sách không đúng đối với bảo vệ rừng ngập mặn. Cho đến năm 2017,

tình trạng phá rừng chuyển đổi mục đích sử dụng đất đã giảm, nhiều diện tích rừng trồng mới, cùng với sự suy giảm của hiện tượng phân mảnh rừng cho thấy chất lượng rừng ngập mặn tại khu vực này đang dần tốt lên.

Bảng 4. Diện tích rừng ngập mặn khu vực nghiên cứu qua các giai đoạn

Năm/ giai đoạn	RNM		Năm/ giai đoạn	RNM	
	ha	%		ha	%
1995	4395		2004	6310	
2004	6310		2017	7063	
1995- 2004	*1915*	*30*	*2004 – 2017*	*753*	*10*



Hình 11. Biến động diện tích rừng bị phân mảnh tại xã Đất Mũi, Huyện Ngọc Hiển, Tỉnh Cà Mau giai đoạn 1995 - 2004 (trái) và 2004 - 2017 (phải)

5. KẾT LUẬN

Cấu trúc của rừng ngập mặn liên quan chặt chẽ đến yếu tố hình học của các sự liên kết các đối tượng với nhau. Cấu trúc là yếu tố mô tả hình dạng của đối tượng trong một không gian, người sử dụng gặp khó khăn khi định nghĩa thuộc tính để quản lý chúng vì cấu trúc phức tạp hình dạng và sự phân bố của chúng. Chỉ số cảnh quan có thể định lượng được tính phân bố của rừng ngập mặn, chỉ ra cấu trúc của rừng ngập mặn đang có tính liên kết chặt hay không. Dựa trên sự tổng hợp các yếu tố liên quan, nhóm thực hiện đề tài đã nghiên cứu từ cơ sở khoa học đến thực tiễn trong thành lập các bản đồ phân mảnh rừng của hai khu vực nghiên cứu. Sản phẩm của nghiên cứu vừa ở dạng định tính là bộ bản đồ phân mảnh rừng ngập mặn và định lượng là các giá trị chiết tách từ bản đồ, thể hiện điểm mới của nghiên cứu này. Đây là một thành phần quan trọng cấu thành bộ chỉ tiêu tổng hợp đánh giá chất lượng và sự suy thoái rừng ngập mặn tại hai địa phương này trong nghiên cứu của đề tài cấp nhà nước: "*Nghiên cứu ứng dụng công nghệ viễn thám và phương pháp trắc lượng hình thái trong xây dựng bộ tiêu chí giám sát quá trình suy thoái chất lượng rừng ngập mặn phục vụ công tác bảo tồn, phục hồi rừng ngập mặn và sử dụng hợp lý đất ngập nước ven biển. Thử nghiệm tại tỉnh Quảng Ninh và Cà Mau*" mã số 08 - CNVT/16 - 20 thuộc chương trình Khoa học và Công nghệ cấp Quốc gia về Công nghệ vũ trụ (2016 - 2020).

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. Forman and Godron (1986), "Landscape Ecology".

[2]. Herold, M and nnk (2005), "The role of spatial metrics in the analysis and

modeling of forest land use change. Computers. Environment and Forest Systems. Ấn bản 29, trang 369 - 399".

[3]. McGarigal, K and nnk (2002), "FRAGSTATS: Spatial Pattern Analysis Program for Categorical Maps". Computer software program produced by the authors at the University of Massachusetts, Amherst, available at the following web site: http://www.umass.edu/landeco/research/fragstats/fragstats.html.

[4]. Peter Vogt and nnk (2008), "Impact of scale on morphological spatial pattern of forest".

[5]. P. M. Hải và nnk (2019), "Nghiên cứu ứng dụng phương pháp học máy Machine Learning trong phân loại rừng ngập mặn trên ảnh viễn thám SPOT6 với khu vực thử nghiệm tại Cà Mau". Tạp chí Khoa học Đo đạc và Bản đồ, 39,3.

[6]. P. M. Hải và nnk (2020), "Nghiên cứu cơ sở khoa học trong lựa chọn chỉ số cảnh quan phù hợp phục vụ công tác giám sát biến đổi cấu trúc rừng ngập mặn. Thực hiện tại rừng ngập mặn mũi Cà Mau". Tạp chí Khoa học Đo đạc và Bản đồ, 44,6.

XÂY DỰNG QUY TRÌNH ỨNG DỤNG THUẬT TOÁN TỰ ĐỘNG SỐ HÓA NHÀ 3D TỪ DỮ LIỆU LIDAR HÀNG KHÔNG

Lê Đình Hiển[1], Bùi Ngọc Quý[2], Dương Anh Quân[2]

[1]Xí nghiệp Bay chụp & Đo vẽ Ảnh - Cty TNHH MTV Tài nguyên Môi trường VN
[2]Trường Đại học Mỏ - Địa chất Hà Nội

Ngày nhận bài: 13/7/2021 - Ngày phản biện: 29/7/2021 - Ngày chấp nhận đăng: 02/08/2021

Tóm tắt. *Các ứng dụng của mô hình 3D trong lĩnh vực địa không gian đang ngày một phổ biến với các ứng dụng như: quy hoạch đô thị, phân tích tầm nhìn, lên các phương án xử lý tình huống khẩn cấp, kiểm kê tài sản... Sự ra đời của các thiết bị thu thập dữ liệu không gian cho diện tích lớn với mức độ chi tiết cao như hệ thống quét LiDAR & chụp ảnh hàng không, hệ thống bản đồ số di động Mobile Mapping, máy quét laser mặt đất..., tạo điều kiện để xây mô hình 3D dễ dàng hơn và có độ chính xác & chi tiết cao hơn. Bài viết giới thiệu quy trình sử dụng thuật toán tự động số hóa nhà 3D từ dữ liệu quét LiDAR của hệ thống bay chụp & quét LiDAR hàng không CityMapper để xây dựng mô hình 3D. Trên cơ sở đó nhóm nghiên cứu tiến hành xây dựng mô hình 3D thực nghiệm cho khu vực thành phố Huế.*

Từ khóa: *LiDAR, bay chụp Ảnh hàng không, đám mây điểm, DTM, thuật toán tự động, tự động số hóa nhà, mô hình 3D thành phố.*

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Cùng với sự bùng nổ phát triển của khoa học công nghệ trong thời kỳ cách mạng công nghiệp 4.0, công nghệ đo đạc bản đồ cũng đang chứng kiến những bước phát triển lớn như khả năng thu thập dữ liệu với công nghệ quét LiDAR với khả năng đo tự động lên đến hàng triệu điểm mỗi giây với các thiết bị quét LiDAR mặt đất, hệ thống chụp ảnh & quét LiDAR hàng không, hệ thống thành lập bản đồ di động Mobile Mapping, thiết bị quét LiDAR đặt trên máy bay không người lái UAV... Dữ liệu địa không gian 3D đang được thu thập ngày càng nhanh chóng và chi tiết. Công nghệ làm bản đồ đã tiến tới khả năng thành lập các loại mô hình 3D thành phố đã được ứng dụng trên thực tế để phục vụ quy hoạch, quản lý môi trường đô thị, không gian, cảnh quan,...

Ảnh hàng không và dữ liệu LiDAR là nguồn dữ liệu đầu vào chủ chốt để tạo mô hình 3D nhà, dữ liệu LiDAR được sử dụng để trích xuất thông tin tọa độ và cấu trúc chính xác của nhà, trong khi ảnh hàng không dùng để dán thông tin hình ảnh cho mô hình. Trên thế giới, đã có nhiều nghiên cứu sử dụng dữ liệu LiDAR để tách lớp điểm nhà và dựng mô hình 3D như của Rottensteiner; Elberink vàVosselman; Dorninger và Pfeifer [4, 5, 6]. Mô hình 3D thành phố với khả năng thể hiện các đặc điểm hình học ba chiều theo kích thước thực tế của các khối nhà hay các đối tượng khác giúp người dùng có thể nhận thức và đánh giá các vấn đề của khu vực ở góc nhìn không gian ba chiều giống với thực tế, giúp

giải quyết được các bài toán mà dữ liệu sổ sách hay bản đồ 2D thông thường không làm được như các bài toán phân tích tầm nhìn, quản lý tài sản 3D, lên phương án phòng chống và đánh giá thiệt hại khi có thiên tai và sự cố...

Để đáp ứng được nhu cầu của việc xây dựng 3D mô hình thành phố, nhất là tại những thành phố lớn, số lượng nhà cửa nhiều, cần thiết phải có công cụ giúp tự động số hóa các khối nhà 3D - thành phần chính của mô hình giúp tiết kiệm thời gian và công sức. Do đó, bài báo giới thiệu xây dựng một quy trình tự động được nghiên cứu để số hóa mô hình nhà ở mức độ chi tiết LOD2 từ dữ liệu LiDAR thu nhận được từ hệ thống Leica CityMapper, trên cơ sở đó triển khai xây dựng mô hình 3D thực nghiệm cho thành phố Huế.



Hình 1. Cấp độ chi tiết (LoD) đối với các đối tượng nhà, khối nhà

2. KHU VỰC NGHIÊN CỨU

Khu vực nghiên cứu có diện tích 170 ha chủ yếu nằm trên phường An Cựu thuộc thành phố Huế, bao gồm những vùng đông dân cư với mật độ nhà của dày và những vùng có các công trình kiến trúc lớn ở đại học Huế, đại học Ngoại Ngữ Huế và đại học Kinh Tế Huế.



Hình 2. Khu vực nghiên cứu

3. DỮ LIỆU SỬ DỤNG

Dữ liệu được sử dụng là dữ liệu thu nhận từ hệ thống bay chụp và quét LiDAR hàng không CityMapper của hãng Leica Geosystems - Thụy Sĩ. Bao gồm đám mây điểm LiDAR và ảnh bay chụp hàng không. Hệ thống City Mapper bao gồm máy quét LiDAR Hyperion và máy ảnh RCD30 với tiêu cự 80 mm, cùng với hệ thống định vị GNSS và hệ thống đo quán tính IMU giúp cung cấp tọa độ chính xác cho dữ liệu. Với độ cao bay 1500 m tại khu vực thực nghiệm, dữ liệu LiDAR thu nhận được có mật độ 5 điểm/m^2, dữ liệu ảnh có độ phân giải mặt đất 10 cm.



Hình 3. Hệ thống chụp ảnh & quét LiDAR hàng không CityMapper

4. THUẬT TOÁN TỰ ĐỘNG SỐ HÓA NHÀ

Mục đích của việc tự động số hóa nhà để tạo ra các vector thể hiện tường và mái nhà trên nền tảng dữ liệu đám mây điểm 3D lớp nhà đã được phân loại. Do đó dữ liệu LiDAR cần thông qua quá trình phân loại để lấy được lớp điểm nhà.

Thuật toán tự động số hóa nhà sử dụng các dữ liệu đầu vào và các tham số được thiết đặt cụ thể như sau:

Về dữ liệu sử dụng:

- Lớp điểm mái nhà - đây chính là dữ liệu lớp điểm nhà được phân loại từ dữ liệu LiDAR.
- Lớp điểm mặt đất - đây là dữ liệu lớp điểm mặt đất được phân loại từ dữ liệu LiDAR.
- Các vùng khoanh bao nhà - đây là dữ liệu thông tin giúp khoanh vùng phạm vi số hóa từng khối nhà riêng lẻ, các vùng này có thể số hóa thủ công từ ảnh hoặc lấy từ bản đồ địa chính, tuy nhiên, đây chỉ là một lựa chọn thêm, thuật toán vẫn có thể thực hiện mà không cần thông tin này.

Về các tham số được thiết đặt:

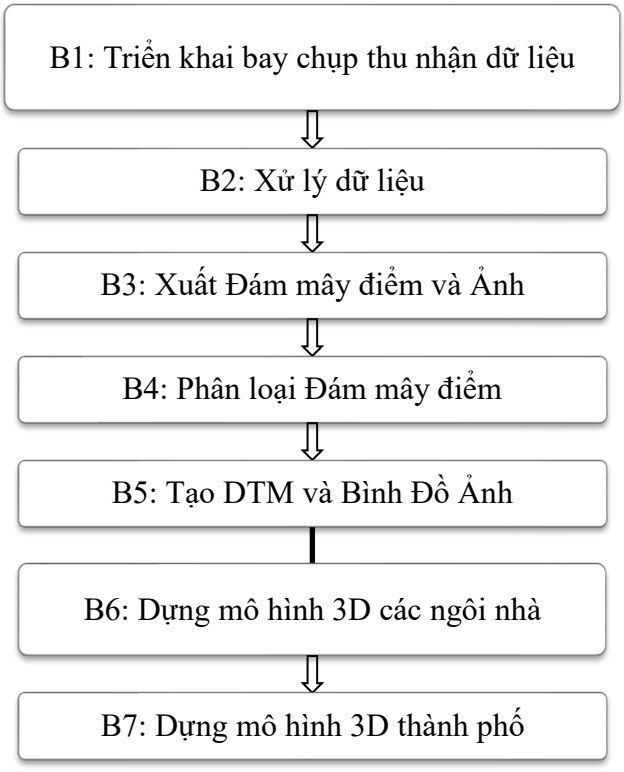
- Khoảng cách tối đa: khoảng cách tối đa giữa các thành phần nhà nằm trong cùng một mô hình. Nếu khoảng cách lớn hơn giá trị này, một mô hình nhà khác sẽ được tạo riêng lẻ.
- Phạm vi xác định mặt phẳng: định nghĩa độ dày tối đa của dữ liệu đám mây điểm để xác định một mặt phẳng.
- Phạm vi gộp hai mặt phẳng: định nghĩa khoảng cách tối đa để gộp 2 mặt phẳng với nhau.
- Kích thước nhà tối thiểu: định nghĩa giá trị diện tích nhỏ nhất của một căn nhà.
- Kích thước chi tiết tối thiểu: định nghĩa giá trị diện tích nhỏ nhất của một bộ phận của một mô hình nhà.
- Độ dốc lớn nhất của mái: định nghĩa giá trị lớn nhất của độ dốc mái nhà.
- Điều chỉnh góc nhà dựa trên ảnh: lựa chọn này cho phép điều chỉnh các cạnh mái nhà dựa trên mô hình ảnh.

Thuật toán tự động số hóa nhà với các dữ liệu và tham số trên được triển khai trên phần mềm TerraScan - thuộc bộ phần mềm TerraSolid (Phần Lan). Mô hình nhà 3d được tạo ra sẽ được kiểm tra và hiệu chỉnh thủ công dựa theo đám mây điểm và ảnh bay chụp.

5. QUY TRÌNH XÂY DỰNG MÔ HÌNH 3D

5.1. Quy trình xây dựng mô hình 3D từ hệ thống City Mapper

Quy trình xây dựng mô hình 3D thành phố bao gồm các công đoạn sau:



Hình 4. Quy trình xây dựng mô hình 3D từ hệ thống City Mapper

5.2. Triển khai bay chụp thu nhận dữ liệu

Hệ thống CityMapper sau khi được kiểm tra kỹ lưỡng trong nhà được lắp đặt trên máy bay để tiến hành quá trình kiểm tra hoạt động với nguồn điện của máy bay. Người vận hành trước khi thực hiện bay chụp trao đổi với phi công chi tiết về thông tin nhiệm vụ bay và theo dõi điều chỉnh hệ thống City Mapper trong suốt quá trình bay chụp ảnh và quét LiDAR.

5.3. Xử lý dữ liệu

Dữ liệu sau khi bay chụp và quét LiDAR được bắt đầu xử lý với công đoạn xác định quỹ đạo tuyến bay, thông số định vị cho các điểm quét LiDAR và các thông số định hướng ngoài cho các tấm ảnh với tham số đầu vào từ trạm base GNSS và tệp lưu giá trị đo GNSS và IMU của thiết bị trong suốt chuyến bay. Toàn bộ dữ liệu sẽ được giải nén đồng thời gán tham số định vị địa lý. Sau đó dữ liệu ảnh sẽ được hiệu chỉnh tông màu rồi tiến hành quá trình bình sai khối để gia tăng độ chính xác cho tọa độ tâm ảnh. Dữ liệu đám mây điểm LiDAR thì được khớp dải để giảm độ lệch tương đối giữa các đường bay với nhau.

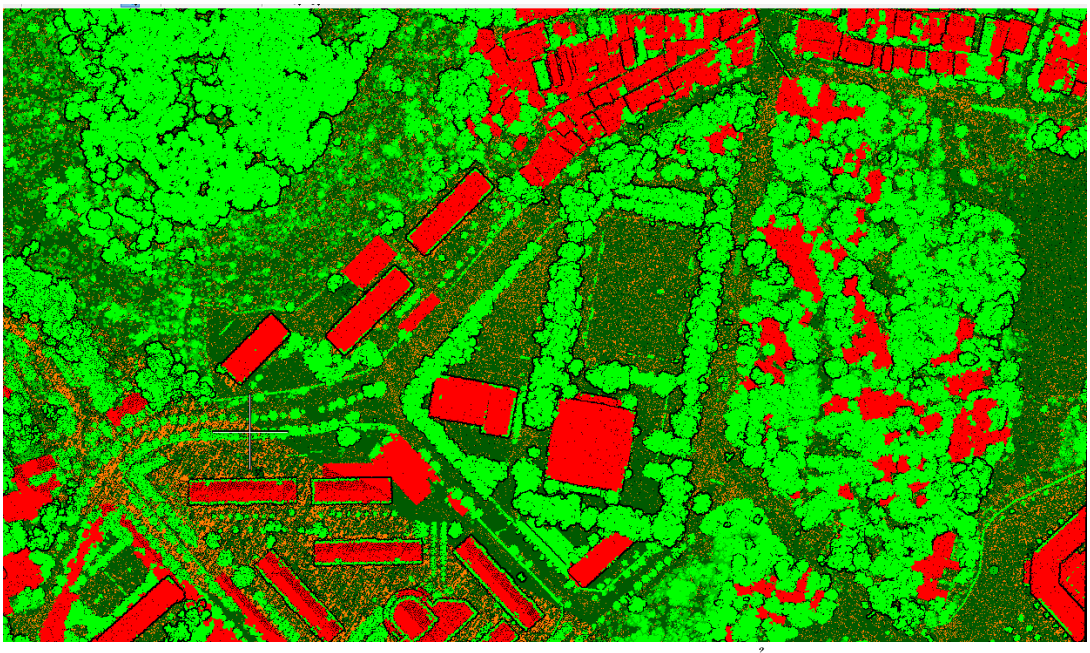
5.4. Xuất đám mây điểm và ảnh bay chụp

Đám mây điểm và các tấm ảnh sẽ được xuất ra để phục vụ các công đoạn xử lý tiếp theo với thông số như sau:

- Dữ liệu đám mây điểm LiDAR: định dạng LAS 1.4 bao gồm cả thông tin màu sắc (4 dài màu, Đỏ Lục Lam và cận hồng ngoại).
- Dữ liệu ảnh bay chụp với định dạng GeoTif 16 bit.

5.5. Phân loại đám mây điểm bằng phần mềm Terra Solid

Đám mây điểm LiDAR thông qua các thuật toán phân loại tự động được thiết kế trên phần mềm TerraSolid và quá trình kiểm tra đồng thời lọc thủ công sẽ được phân loại thành các lớp riêng biệt như sau: mặt đất, thực vật cao, thực vật thấp, thực vật vừa và lớp nhà.



Hình 5. Phân loại đám mây điểm

5.6. Tạo DTM và Bình đồ ảnh bằng Terra Solid

Bề mặt DTM độ phân giải cao của khu vực được tạo từ từ đám mây điểm đã được phân loại là mặt đất.

Bình đồ ảnh của khu vực sẽ được xây dựng từ ảnh bay chụp trên nền DTM của khu vực.



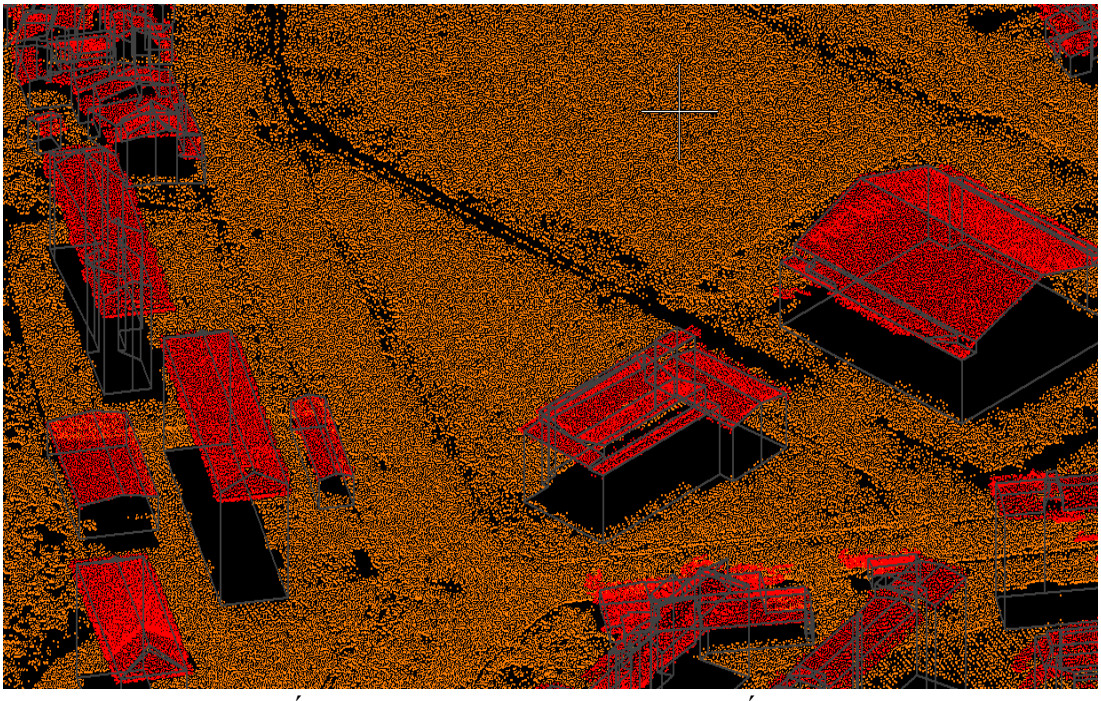
Hình 6. DTM và Bình đồ Ảnh khu vực

5.7. Dựng mô hình 3D các ngôi nhà

Các ngôi nhà sẽ được tự động số hóa dựa trên dữ liệu lớp đám mây điểm mái nhà, điểm mặt đất đã được phân loại ở quá trình trước sử dụng thuật toán đã xây dựng, với các thiết đặt như sau:

- Lớp điểm mái nhà - sử dụng lớp điểm mái nhà từ dữ liệu LiDAR đã phân loại;
- Lớp điểm mặt đất - sử dụng lớp điểm mặt đất từ dữ liệu LiDAR đã phân loại;
- Không sử dụng vùng khoanh bao nhà;
- Khoảng cách tối đa: 2 m;
- Phạm vi xác định mặt phẳng: 0,06 m;
- Phạm vi gộp hai mặt phẳng: 0,2 m;
- Kích thước nhà tối thiểu: 20 m^2;
- Kích thước chi tiết tối thiểu: 10 m^2;
- Độ dốc lớn nhất của mái: 80°;
- Điều chỉnh góc nhà dựa trên ảnh: có sử dụng bình đồ ảnh của khu vực.

Các tham số được lựa chọn trên được lấy sau nhiều lần chạy thử và kiểm tra kết quả từ dữ liệu của khu vực thực nghiệm.



Hình 7. Kết quả các ngôi nhà được tự động số hóa sau thuật toán

Sản phẩm của quá trình tự động số hóa sẽ được kiểm tra và chỉnh sửa thủ công để cho ra mô hình nhà chính xác nhất cho toàn bộ khu vực.

5.8. Dựng mô hình 3D thành phố

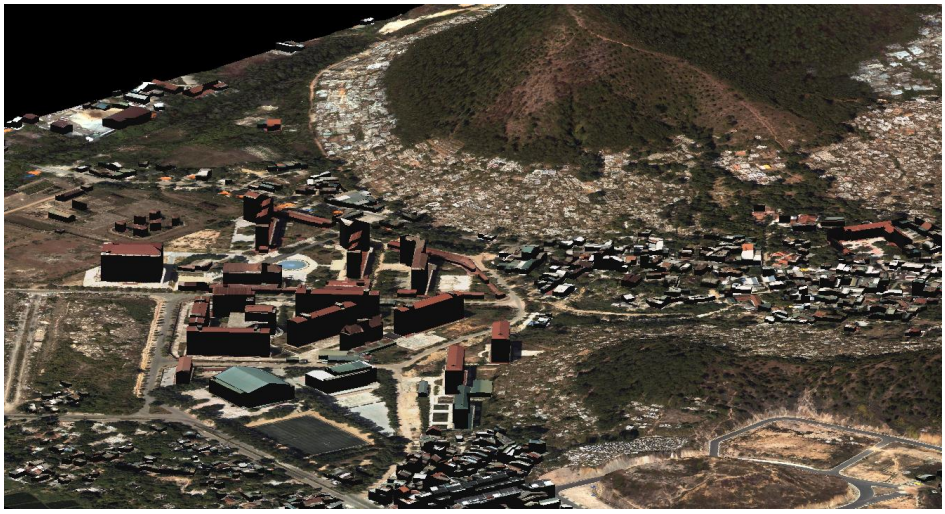
Mô hình 3D thành phố sẽ được dựng lên từ hai thành phần chính. Một là mô hình DTM được trải bình đồ ảnh và hai là mô hình nhà được khối hóa và dán ảnh mái nhà để tạo thành hệ thống mô hình LOD2 nhà cho toàn thành phố.

6. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

6.1. Kết quả mô hình 3D phường An Cựu, thành phố Huế



(a)



(b)

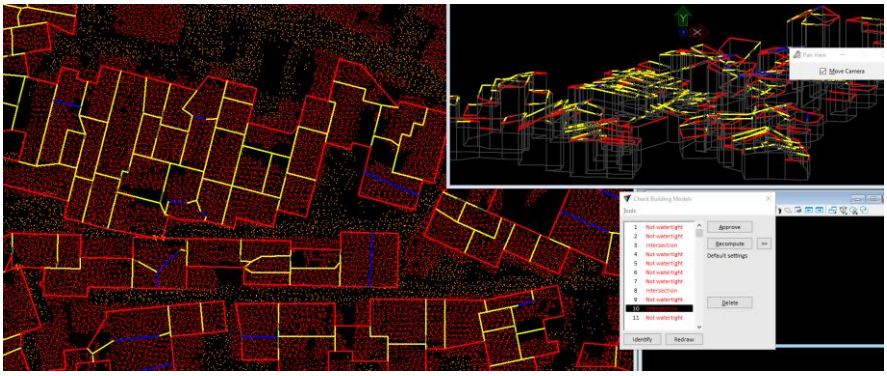
Hình 8. a,b Mô hình 3D phường An Cựu, thành phố Huế

6.2. Đánh giá độ chính xác thuật toán tự động số hóa nhà

Toàn bộ khu vực nghiên cứu có tổng cộng 373 căn nhà. Dưới đây là kết quả thống kê sau quá trình kiểm tra và chỉnh sửa mô hình 3D sau quá trình tự động số hóa của thuật toán:

Bảng 1. Kết quả đánh giá thuật toán tự động số hóa nhà

	Số nhà chưa được số hóa	**Số nhà số hóa sai về mặt hình học**	**Số nhà bị gộp**	**Tổng số nhà số hóa sai**	**Số nhà cần điều chỉnh**
Số lượng (căn)	13	18	35	66	70
Tỷ lệ (%)	3,49	4,83	9,38	17,69	22,8



Hình 9. Quá trình kiểm tra đánh giá kết quả tự động số hóa nhà

Từ kết quả trên có thể nhận thấy tỷ lệ tổng số nhà số hóa sai ở mức độ chấp nhận được 17,69%. Như vậy có thể thấy tỷ lệ số hóa tự động lên đến 82,31% là một mức độ tự động hóa cao. Trong số 82,31% ngôi nhà được tự động số hóa đó thì chỉ cần điều chỉnh cho 22,8% căn nhà trong đó, còn lại 77,2% số nhà được tự động số hóa đã chính xác, không cần điều chỉnh. Do đặc điểm của nhà cửa khu vực có nhiều nhà liền kề nhau, chung mái nên số lượng nhà bị gộp chiếm khá cao 9,38%, có một số căn nhà nằm dưới tán cây, bị che khuất, không đủ dữ liệu quét LiDAR nên không được số hóa tuy nhiên chiếm tỉ lệ thấp 3,49%. Từ kết quả trên có thể thấy để tăng cường chính xác cho việc tự động số hóa nhà, có thể phân vùng theo các cụm dân cư có đặc điểm khác nhau từ đó áp dụng thông số khác nhau vì khó có tham số nào có thể áp dụng chung cho cả một khu vực rộng lớn.

6.3. Đánh giá khả năng ứng dụng của sản phẩm mô hình 3D phường An Cựu, thành phố Huế

Mô hình 3D phường An Cựu, thành phố Huế là bộ khung dữ liệu cơ sở để phát triển ứng dụng phục vụ rất nhiều mục đích như sau:

- Lựa chọn vị trí tối ưu cho quy hoạch đầu tư;
- Hỗ trợ sự phối hợp thi công và quản lý cơ sở hạ tầng;
- Cung cấp thông tin quản trị bất động sản đô thị;
- Cung cấp các thông tin xử lý các sự cố, cấp cứu và các xử lý khẩn cấp;
- Cung cấp thông tin hỗ trợ hoạt động du lịch;
- Cung cấp thông tin hỗ trợ giao thông đô thị;
- Xác định các vấn đề môi trường và quản lý môi trường đô thị.

7. KẾT LUẬN

Bài báo đã giới thiệu một quy trình ứng dụng thuật toán tự động số hóa nhà với mức độ tự động hóa cao, đạt đến mức độ tự động lên đến 82,31%, giúp giảm thiểu công sức thủ công cho công đoạn xây dựng mô hình 3D nhà mức độ chi tiết LOD2, điều này mang ý nghĩa thực tiễn cao trong thời buổi dữ liệu đám mây điểm càng ngày càng phổ biến. Ngoài ra bài báo cũng giới thiệu một quy trình xây dựng mô hình 3D thành phố cho khu vực thực nghiệm tại phường An Cựu, thành phố Huế giúp tạo điều kiện phục vụ rất nhiều ứng dụng.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. Lê Đình Hiển, *Nghiên cứu xử lý dữ liệu thu nhận từ hệ thống bay chụp ảnh & quét LiDAR Leica City Mapper trong thành lập mô hình Cyber City, Luận văn Thạc sĩ,* (2019), Trường Đại học Mỏ Địa Chất, 86

[2]. Võ Chí Mỹ, *Vai trò của thông tin không gian trong quy hoạch và quản lý đô thị thông minh, Tuyển tập báo cáo Hội nghị Khoa học Công nghệ toàn quốc ngành Đo đạc và Bản đồ, 7*

[3]. Bùi Ngọc Quý, *Nghiên cứu xây dựng mô hình Cyber City phục vụ cho việc mô hình hóa bề mặt và định hướng quy hoạch không gian,* (2015), Trường Đại học Mỏ Địa Chất, 88

[4]. Wegner, J.D., Heipke, C., Rottensteiner, F., Soergel, U., Toprak, V. *A new straight line reconstruction methodology from multi - spectral stereo aerial images*. I, (2010), APRS, Vol. 38, Part 3A, pp. 25 - 30.

[5]. Elberink, S.O., Vosselman, G. *Building reconstruction by target based graph matching on incomplete laser data: analysis and limitations,* (2009), Sensors 9(8): 6101 - 6118.

[6]. Dorninger, P., Pfeifer, N. *A comprehensive automated 3D approach for building extraction, reconstruction, and regularization from airborne laser scanning point clouds,* (2008), Sensors 8(11): 7323 - 7343.

[7]. TerraSolid. *TerraScan Userguide.*

[8]. TerraSolid. *TerraPhoto Userguide.*

GIỚI THIỆU QUY TRÌNH ỨNG DỤNG THUẬT TOÁN TỰ ĐỘNG PHÂN LOẠI ĐIỂM ĐỊA HÌNH TỪ DỮ LIỆU LIDAR HÀNG KHÔNG

Lê Đình Hiển[1], Hoàng Thị Vân[2],

Nguyễn Minh Hoàng[2], Phạm Như Hách[2]

[1]Xí nghiệp Bay chụp & Đo vẽ Ảnh - C ty TNHH MTV TNMT Việt Nam

[2]Công ty Cổ phần thiết bị SISC Việt Nam

Ngày nhận bài: 13/7/2021 - Ngày phản biện: 23/7/2021 - Ngày chấp nhận đăng: 5/8/2021

Tóm tắt. *Công nghệ đo đạc bản đồ đang càng ngày càng phát triển với sự ra đời của các thiết bị thu thập dữ liệu không gian cho diện tích lớn với mức độ chi tiết cao như hệ thống quét LiDAR & chụp ảnh hàng không, hệ thống bản đồ số di động Mobile Mapping… Khối lượng dữ liệu đám mây điểm đang ngày một nhiều hơn, đây là nguyên liệu đầu vào chi tiết và chính xác để thành lập mô hình số độ cao địa hình DTM, giúp phục vụ các ứng dụng như thành lập bản đồ địa hình, các ứng dụng về phòng chống ngập lụt, nước biển dâng, hay phòng chống sạt lở, lũ lụt... Do đó, cần thiết phải xây dựng quy trình ứng dụng thuật toán giúp bóc tách các điểm đo bề mặt địa hình để thành lập quy trình tự động dựng DTM từ dữ liệu đám mây điểm giúp tiết kiệm thời gian và chi phí. Bài viết giới thiệu một quy trình với các thuật toán tự động giúp phân loại điểm đo mặt đất từ dữ liệu quét LiDAR của hệ thống bay chụp & quét LiDAR hàng không CityMapper cho khu vực phường Trường An, thành phố Huế. Dữ liệu LiDAR sau khi bay quét được xử lý và tự động phân loại ra các điểm mặt đất với độ chính xác lên đến 93,2%.*

Từ khóa: *LiDAR, bay chụp Ảnh hàng không, Đám mây điểm, DTM, thuật toán tự động, lọc điểm mặt đất.*

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Công nghệ đo đạc bản đồ, cùng với sự bùng nổ phát triển của khoa học công nghệ trong thời kỳ cách mạng công nghiệp 4.0, cũng đang chứng kiến những bước phát triển lớn. Điển hình có thể nói đến công nghệ quét LiDAR với khả năng thu thập dữ liệu tự động nhanh chóng và trên phạm vi lớn với các thiết bị quét LiDAR mặt đất, hệ thống thành lập bản đồ di động Mobile Mapping, hệ thống chụp ảnh & quét LiDAR hàng không, thiết bị quét LiDAR đặt trên máy bay không người lái UAV... Dữ liệu đám mây điểm LiDAR đang càng ngày trở nên phổ biến với mật độ cao và tốc độ thu thập lên đến hàng triệu điểm một giây. Đám mây điểm LiDAR cũng chính là nguyên liệu đầu vào chi tiết và chính xác nhất để xây dựng DTM từ đó giải các bài toán thành lập bản đồ. Do đó, với khối lượng đám mây điểm lớn và ngày một chi tiết, cần phải xây dựng quy trình công nghệ giúp tự động phân loại ra lớp điểm mặt đất

từ đó thành lập mô hình số DTM để phục vụ các ứng dụng bản đồ.

Cho đến nay, trên thế giới đã có rất nhiều nghiên cứu về đám mây điểm cũng như các thuật toán phân loại đám mây điểm đã được thực hiện bởi các nhà khoa học [7]. Trong vòng hai thập kỷ qua, các phương pháp lọc đám mây điểm ra lớp điểm mặt đất và lớp không phải mặt đất có thể chia làm 4 hạng mục: lọc dựa trên bề mặt, lọc dựa trên độ dốc, phương pháp phân cụm (clustering & segmentation) và phương pháp lọc dựa trên nền tảng khối nhỏ nhất (minimum block - based filtering). Một nghiên cứu đã được thực hiện để để so sánh các phương pháp lọc điểm mặt đất phổ biến nhất đã được thực hiện bởi Sithole và Vosselman[8]. Kết quả trong nghiên cứu cho thấy phương pháp lọc dựa trên bề mặt cho kết quả tốt hơn so với các phương pháp khác. Dựa trên các nghiên cứu trước đây, thuật toán lọc đám mây điểm dựa theo bề mặt được chia làm 3 nhánh nhỏ bao gồm: lọc dựa trên hình thái học, lọc dựa trên nội suy lặp đi lặp lại và lọc dựa trên mật độ tăng dần. Trong nhóm phương pháp lọc dựa trên mật độ tăng dần thì thuật toán phân bố mạng tam giác tăng dần (viết tắt PTD - Progressive TIN (Triangulated Irregular Network) Densification) được đề xuất bởi Axelsson được sử dụng phổ biến và rộng rãi nhất vì độ hiệu quả và ổn định cao [7].

Ở Việt Nam, nhu cầu cấp bách về xây dựng cơ sở dữ liệu nền thông tin địa lý, mô hình số địa hình độ chính xác cao, phục vụ cho quản lý tài nguyên môi trường, quy hoạch đô thị, phát triển kinh tế, dự báo thiên tai, nghiên cứu tác động biến đổi khí hậu và các mục đích chuyên ngành khác là nhiệm vụ rất khó khăn hiện nay. Do vậy, công tác nghiên cứu, tìm hiểu sâu rộng về công nghệ LiDAR trong lĩnh vực trắc địa bản đồ là rất cấp thiết, có tính thời sự cao, đang cần được các đơn vị, các cá nhân quan tâm nghiên cứu, thử nghiệm và áp dụng vào thực tế sản xuất. Một số nghiên cứu của các nhà khoa học trong nước có thể kể đến như Lương Chính Kế, 2006 [5], Cáp Xuân Tú, 2011 [6]. Các nghiên cứu ở Việt Nam về quy trình lọc đám mây điểm LiDAR còn đang bị hạn chế về mức độ tự động do dữ liệu LiDAR còn bị hạn chế về mức độ chi tiết. Năm 2017, Tổng công ty Tài nguyên & Môi trường Việt Nam đã trang bị hệ thống chụp ảnh & quét LiDAR hàng không Leica CityMapper (Thụy Sĩ) với sự vượt trội về mật độ điểm và độ chính xác dữ liệu LiDAR so với hệ thống LiDAR duy nhất ở Việt Nam từ 2009 là hệ thống Harrier của Đức [2]. Vì vậy, nghiên cứu sẽ giới thiệu khái quát về một quy trình sử dụng thuật toán tự động phân loại đám mây điểm mặt đất phân bố mạng tam giác tăng dần từ dữ liệu LiDAR thu thập từ hệ thống Leica CityMapper thông qua khu vực thực nghiệm tại phường Trường An, thành phố Huế. Quy trình được xây dựng là quy trình xử lý dữ liệu LiDAR có mức độ tự động cao, giúp giảm thiểu thời gian và công sức xử lý dữ liệu thủ công.

2. KHU VỰC NGHIÊN CỨU

Thành phố Huế là thành phố tỉnh lỵ của tỉnh Thừa Thiên Huế, Việt Nam. Huế từng là kinh đô (cố đô Huế) của Việt Nam thời phong kiến dưới triều Tây Sơn và nhà Nguyễn.

Hiện nay, thành phố là một trong những trung tâm về văn hóa - du lịch, y tế chuyên sâu, giáo dục đào tạo, khoa học công nghệ của Miền Trung - Tây Nguyên và cả nước.

Khu vực nghiên cứu có diện tích 400 ha chủ yếu nằm trên phường Trường An thuộc thành phố Huế. Lý do lựa chọn khu vực nghiên cứu này là do phường Trường An bao gồm những vùng đông dân cư với mật độ nhà của dày và cả những vùng thực phủ. Từ đó có thể đánh giá được hiệu quả của thuật toán cho các đối tượng ở khu vực thành thị và cả các khu vực có mật độ cây cối dày.



Hình 1. Khu vực nghiên cứu

3. CÔNG NGHỆ LIDAR, DỮ LIỆU SỬ DỤNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

3.1. Công nghệ LiDAR và dữ liệu được sử dụng

Công nghệ LiDAR là sự phát triển và ứng dụng các thiết bị laser, định vị vệ tinh và đo quán tính để thu thập dữ liệu địa lý trên bề mặt trái đất. Tổ hợp các thiết bị này trong mối quan hệ hữu cơ, tác động chi phối lẫn nhau, tạo nên hệ thống LiDAR. Nguyên lý hoạt động của hệ thống LiDAR là nguyên lý của phép đo dài ánh sáng, định vị không gian và nguyên lý phát hiện tín hiệu. Dữ liệu của LiDAR thu nhận được là tập hợp các điểm với mật độ dày đặc, phân bố ngẫu nhiên và chứa đựng nhiều thông tin định tính và định lượng của các đối tượng địa lý [6].

Dữ liệu được sử dụng là dữ liệu đám mây điểm LiDAR thu thập từ hệ thống quét LiDAR & chụp ảnh hàng không Leica CityMapper. Đây là một tổ hợp công nghệ rất hiện

đại, bao gồm bộ cảm biến LiDAR Hyperion tích hợp với máy ảnh đa phổ RCD 30 có ống kính thẳng đứng CH 82, khi được gắn thêm 4 ống kính xiên CH 81 thì sẽ trở thành hệ thống CityMapper đầy đủ. Máy ảnh đa phổ RCD30 bao gồm bốn kênh đỏ, xanh lá cây, xanh da trời và cận hồng ngoại. Bộ cảm biến LiDAR Hyperion sử dụng lăng kính Risley cho phép làm lệch hướng chùm tia laser để thực hiện quét xiên theo chế độ quét vòng tròn và do đó có thể thu được thông tin các bề mặt của các cấu trúc dưới dạng đám mây điểm đo có mức độ chi tiết và độ chính xác cao. Hệ thống giá đỡ PAV100 đảm bảo ổn định tốt nhất cho bộ cảm biến LiDAR và máy ảnh trong suốt quá trình thu nhận dữ liệu với các khả năng tự động hiệu chỉnh chuyển động góc, thu được ảnh thẳng đứng, cài đặt độ dạt tự động và khoảng ổn định rộng.

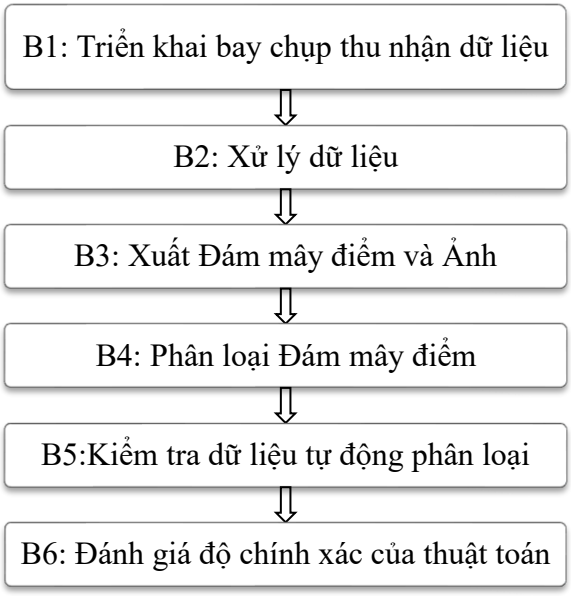


Hình 2. Bộ cảm biến LiDAR Hyperion

3.2. Phương pháp nghiên cứu

Dữ liệu đám mây điểm LiDAR sau khi được thu thập và xử lý, sẽ được phân loại thông qua thuật toán tự động phân loại điểm mặt đất để lọc ra lớp điểm mặt đất. Lớp điểm tự động phân loại này sẽ được kiểm tra thông qua ảnh chụp Ortho và quá trình kiểm tra dữ liệu LiDAR thủ công với các góc nhìn khác nhau để đánh giá độ hiệu quả và độ chính xác của thuật toán lọc tự động.

Quy trình áp dụng và đánh giá độ chính xác của thuật toán trong bài báo bao gồm các bước sau:

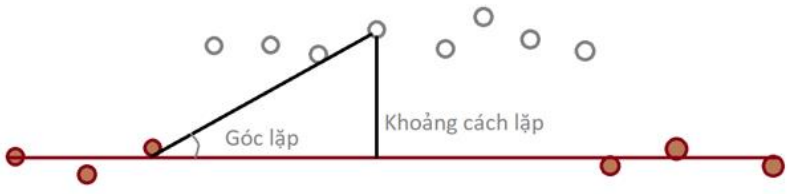


Hình 3. Quy trình áp dụng và đánh giá độ chính xác của thuật toán tự động phân loại điểm mặt đất dữ liệu LiDAR từ hệ thống Leica City Mapper.

3.3. Thuật toán lọc điểm mặt đất

Thuật toán được sử dụng trong nghiên cứu sử dụng phương pháp phân bố mạng tam giác tăng dần PTD. Thuật toán bao gồm 3 bước sau:

- Bước 1: nhập các giá trị tham số. Bao gồm 5 tham số cần được định giá trị như sau: kích thước nhà tối đa - xác định kích cỡ tối đa ô lưới tìm kiếm; góc địa hình - xác định độ dốc tối đa của địa hình; góc lặp - là góc tối đa giữa mặt TIN và đường liên kết một điểm chưa được phân loại với đỉnh gần nhất của mặt đó; khoảng cách lặp là khoảng cách tối đa từ một điểm chưa được phân loại đến mặt TIN tương ứng; Chiều dài cạnh, thể hiện ngưỡng tối thiểu cho độ dài cạnh lớn nhất của tam giác TIN.
- Bước 2: chọn điểm khởi tính. Đây là điểm thấp nhất trong phạm vi ô lưới đã xác định (tham số kích thước nhà tối đa). Điểm này sẽ được chọn để tìm ra tam giác TIN đầu tiên, bắt đầu vòng lặp liên tục tự động tìm các điểm mặt đất khác. Trước khi thực hiện bước này cần phải lọc bỏ các điểm nhiễu bị thấp bất thường.
- Bước 3: vòng lặp phân bố điểm. Vòng lặp sẽ liên tục tìm ra các điểm mặt đất thỏa mãn 3 giá trị tham số góc lặp, khoảng cách lặp và chiều dài cạnh từ lớp điểm ban đầu. Vòng lặp sẽ kết thúc khi không còn tìm ra thêm điểm thỏa mãn nào nữa [10].

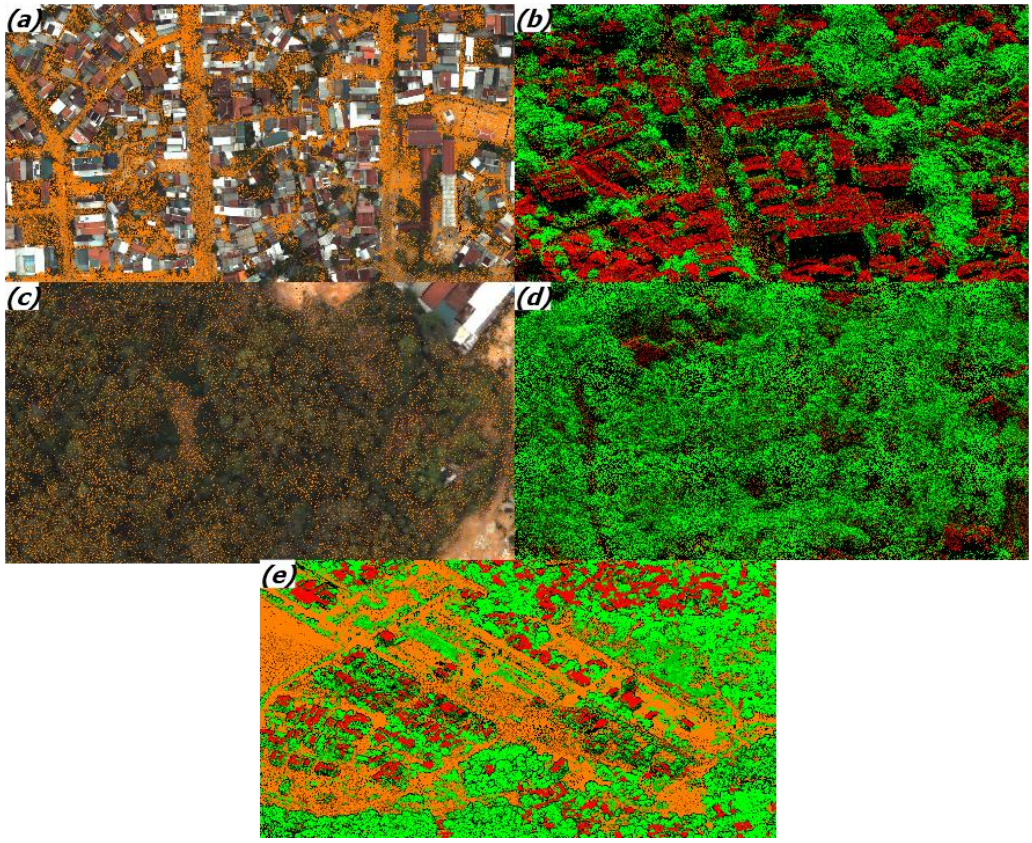


Hình 4. Thuật toán lọc điểm mặt đất

4. KẾT QUẢ VÀ ĐÁNH GIÁ

4.1. Kết quả

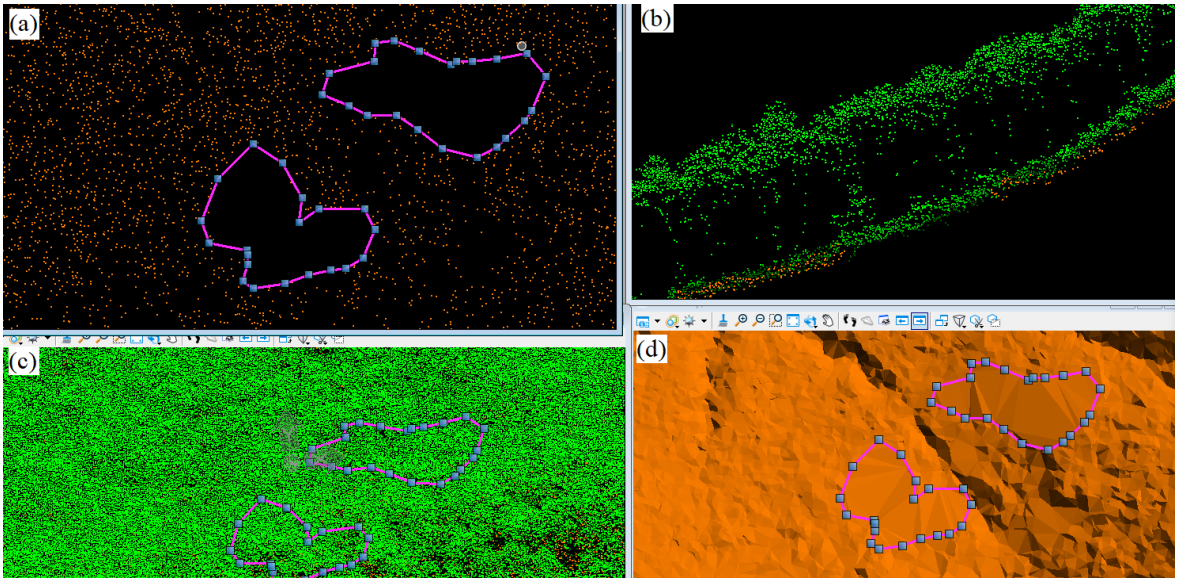
Dữ liệu LiDAR tại khu vực thực nghiệm phường Trường An được xử lý theo quy trình nêu ra tại Hình 3. Công đoạn triển khai thuật toán được triển khai trên phần mềm TerraScan thuộc bộ phần mềm TerraSolid (Phần Lan). Sau khi chạy thuật toán, các điểm mặt đất (màu vàng) đã được tách ra khỏi đám mây điểm LiDAR ban đầu. Trên Hình 5a ta có thể thấy các điểm mặt đất rất dày đặc đã được phân loại tại khu vực đô thị có mật độ nhà cửa dày. Các điểm này hầu như không xuất hiện bên trong căn nhà, chỉ xuất hiện tại nơi có mặt đất, đồng thời tại khu vực thực phủ dày, vẫn có các điểm mặt đất được phân loại, dưới tán phủ của cây. Điều này cũng có thể thấy được qua Hình 5b và 5e, lớp điểm mặt đất (màu cam) được tách biệt với lớp điểm thực vật (xanh lá) và nhà (đỏ). Từ Hình 5c và 5d có thể thấy tại khu vực thực phủ dày mặc dù tán lá cây hầu như che phủ hết mặt đất nhưng thuật toán vẫn xác định được các điểm mặt đất - các điểm mà tia quét LiDAR xuyên qua các kẽ lá để đo được mặt đất.



Hình 5. Kết quả đám mây điểm sau khi phân loại tự động. (a) Lớp điểm mặt đất mở chồng lên bình đồ ảnh Ortho khu vực dân cư; (b) Góc nhìn nghiêng đám mây điểm cùng khu vực; (c) Lớp điểm mặt đất mở chồng lên bình đồ ảnh Ortho khu vực thực phủ; (d) Góc nhìn nghiêng đám mây điểm cùng khu vực; (e) Một góc nhìn tổng thể đám mây điểm sau khi tự phân loại

4.2. Đánh giá kết quả

Đám mây điểm qua quá trình tự động phân loại đã được kiểm tra thủ công bằng phương pháp xem đám mây điểm theo các góc nhìn khác nhau. Các khu vực phân loại sai sẽ được đánh dấu và thống kê diện tích. Toàn bộ công đoạn này được thực hiện trên phần mềm TerraScan. Kết quả của công đoạn này được thống kê tại Bảng 1.



Hình 6. Công đoạn thống kê và kiểm tra kết quả phân loại tự động; (a) góc nhìn thẳng đứng lớp điểm mặt đất; (b) góc nhìn theo lát cắt ngang; (c) góc nhìn xiên lớp điểm mặt đất và lớp thực vật; (d) góc nhìn thẳng đứng lớp điểm mặt đất dạng mô hình TIN

Bảng 1. Thống kê kết quả lọc tự động đám mây điểm

	Diện tích nhà bị phân loại thành mặt đất	**Diện tích cây bị phân loại thành mặt đất**	**Diện tích các đối tượng khác bị phân loại thành mặt đất**	**Diện tích đất không được phân loại**	**Tổng diện tích tự động phân loại sai và không phân loại**
Diện tích (m^2)	13318,92	36572,98	27913,52	194130	271935,4
Tỷ lệ	0,33%	0,91%	0,70%	4,85%	6,80%

Kết quả thống kê kết quả phân loại của thuật toán sau quá trình tự động phân loại được thể hiện trong Bảng 1. Kết quả cho thấy thuật toán làm việc rất hiệu quả khi các đối tượng xe cộ, cây cối và nhà cửa hầu như không xuất hiện trong lớp mặt đất. Tổng diện tích lọc chính xác lên đến 93,2%. Ngay cả những vùng thực phủ vẫn có thể tìm ra các điểm đo mặt đất do tia quét LiDAR quét xuyên qua vẫn đo được điểm mặt đất. Chỉ có

những khu vực thực phủ quá dày, không có tia quét lọt xuống dưới thì không tìm được điểm mặt đất, khu vực này chiếm đa số 4,85%. Chỉ có vài ngôi nhà và đối tượng thực vật có đặc điểm giống với mặt đất bị phân loại nhầm, tuy nhiên khu vực này chiếm tỉ lệ rất nhỏ: 0,33% và 0,91% tương ứng.

5. KẾT LUẬN

Hệ thống bay chụp ảnh và quét LiDAR hàng không đã và đang được triển khai ở Việt Nam như là một phương pháp đo đạc thu thập dữ liệu không gian phạm vi lớn với tốc độ cao. Thuật toán đề xuất trong bài báo đã đem đến một phương pháp tự động phân loại dữ liệu đám mây điểm LiDAR với độ chính xác rất khả quan lên đến 93,2% tại khu vực thực nghiệm ở phường Trường An. Các điểm đo LiDAR được phân loại vào lớp điểm mặt đất chính là nguyên liệu đầu vào chính xác và chi tiết để thành lập mô hình số địa hình DTM phục vụ các ứng dụng phía sau. Tuy rằng còn vài công đoạn thủ công cần được thực hiện để tạo ra lớp điểm mặt đất chính xác, tuy nhiên thuật toán đề xuất có thể giúp tiết kiệm rất nhiều công sức và thời gian xử lý liệu đồng thời có thể làm cơ sở để phát triển các nghiên cứu và ứng dụng khác.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. Lê Tuấn Anh, Trần Đức Thuận, Phạm Văn Tuân, Lê Đình Hiển, *Ứng dụng công nghệ tích hợp LiDAR và chụp ảnh hàng không - CityMapper tại Tổng Công ty Tài Nguyên và Môi Trường Việt Nam, Tuyển tập báo cáo Hội nghị Khoa học Công nghệ toàn quốc ngành Đo đạc và Bản đồ,* (2018), Tổng Công ty Tài Nguyên và Môi Trường Việt Nam, 8.

[2]. Lê Đình Hiển, *Nghiên cứu xử lý dữ liệu thu nhận từ hệ thống bay chụp ảnh & quét LiDAR Leica City Mapper trong thành lập mô hình Cyber City, Luận văn Thạc sĩ,* (2019), Trường Đại học Mỏ Địa Chất, 86.

[3]. Võ Chí Mỹ, *Vai trò của thông tin không gian trong quy hoạch và quản lý đô thị thông minh, Tuyển tập báo cáo Hội nghị Khoa học Công nghệ toàn quốc ngành Đo đạc và Bản đồ, 7.*

[4]. Bùi Ngọc Quý, *Nghiên cứu xây dựng mô hình Cyber City phục vụ cho việc mô hình hóa bề mặt và định hướng quy hoạch không gian,* (2015), Trường Đại học Mỏ Địa Chất, 88.

[5]. Lương Chính Kế,. *Thành lập DEM/DTM và DSM bằng công nghệ LiDAR,* (2006), Trung tâm Viễn thám - Bộ Tài Nguyên và Môi Trường, Hà Nội.

[6]. Cáp Xuân Tú, *Nghiên cứu ứng dụng công nghệ tích hợp LiDAR và máy ảnh số trong thành lập cơ sở dữ liệu mô hình số độ cao và bình đồ trực ảnh tại Việt Nam,* (2011), Luận án tiến sỹ kĩ thuật, Trường Đại học Mỏ Địa Chất.

[7]. Youqiang Dong. *An Improved Progressive TIN Densification Filtering Method*

Considering the Density and Standard Variance of Point Clouds, (2018), International Journal of Geo – Information.

[8]. Sithole, G.; Vosselman, *G. Experimental comparison of filter algorithms for bare - Earth extraction from airborne laser scanning point clouds*, (2004) ISPRS J. Photogramm. Remote Sens, 59, 85 - 101.

[9]. Hu, H.; Ding, Y.; Zhu, Q.; Wu, B.; Lin, H.; Du, Z.; Zhang, Y.; Zhang, Y. *An adaptive surface filter for airborne laser scanning point clouds by means of regularization and bending energy*, (2014) ISPRS J. Photogramm. Remote Sens, 92, 98 – 111.

[10]. Axelsson. *P. DEM Generation from Laser Scanner Data Using Adaptive TIN Models*, (2000) Int. Arch, Photogramm. Remote Sens, 33, 110 - 117.

[11]. Lohmann, *P. Segmentation and filtering of laser scanner digital surface models*, (2002) Int. Arch. Photogramm. Remote Sens. Spat. Inf. Sci, 34, 311 - 316.

NGHIÊN CỨU SỬ DỤNG MẠNG HỌC SÂU KẾT HỢP CÁC KỸ THUẬT TÍNH TOÁN TIẾN HÓA TRONG PHÂN LOẠI HƯỚNG ĐỐI TƯỢNG TRÊN ẢNH VIỄN THÁM ĐỘ PHÂN GIẢI CAO

Trịnh Lê Hùng[1], Vũ Văn Trường[1], Lê Văn Phú[2], Lê Minh Hằng[1]

[1]Bộ môn Trắc địa - Bản đồ, Viện Kỹ thuật Công trình đặc biệt, Học viện Kỹ thuật quân sự

[2]Học viên lớp Địa tin học 53, Học viện Kỹ thuật quân sự

Ngày nhận bài: 14/6/2021 - Ngày phản biện: 22/7/2021 - Ngày chấp nhận đăng: 15/08/2021

Tóm tắt. *Các phương pháp phân loại dựa trên điểm ảnh (Pixel - based) thường gặp rất nhiều khó khăn đối với dữ liệu ảnh viễn thám độ phân giải không gian cao. Để khắc phục những hạn chế này, phương pháp phân loại hướng đối tượng (Object - based) kết hợp nhiều thông tin như hình dạng, cấu trúc, đặc điểm phổ, quan hệ không gian giữa các đối tượng đã được sử dụng hiệu quả trong thời gian qua. Bài báo này trình bày giải pháp phân loại các đối tượng trên ảnh viễn thám độ phân giải cao sử dụng kết hợp mạng học sâu (Deep learning) và kỹ thuật tính toán tiến hóa (Evolutionary computation) nhằm nâng cao độ chính xác trong phân loại hướng đối tượng. Trong nghiên cứu sử dụng tập dữ liệu viễn thám mẫu ISPRS 2D, độ phân giải không gian 5cm với 3 cảnh ảnh đại diện cho khu vực thành thị, nông thôn và đồi núi. Các thuật toán QuickShift, Slic và các thuật toán học sâu Unet, VGG_Unet, SegNet được sử dụng để phân mảnh ảnh, sau đó đánh giá độ chính xác. Kết quả nhận được cho thấy, các thuật toán học sâu cho phép rút ngắn thời gian phân mảnh nhiều lần so với thuật toán QuickShift và Slic, trong khi độ chính xác được cải thiện đáng kể, đặc biệt là các thuật toán Unet và SegNet (độ chính xác đạt trên 80%).*

Từ khóa: *phân loại hướng đối tượng, học sâu, tính toán tiến hóa, ảnh viễn thám độ phân giải cao.*

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Viễn thám là ngành khoa học nghiên cứu việc đo đạc, thu thập thông tin về một đối tượng, sự vật bằng cách sử dụng thiết bị đo qua các tác động một cách gián tiếp với đối tượng nghiên cứu. Thông qua dữ liệu viễn thám, con người có thể biểu diễn được một phần hoặc toàn bộ bề mặt Trái đất. Công nghệ viễn thám đã được sử dụng rộng rãi để trích xuất các thông tin bề mặt, sử dụng các thông tin một cách hiệu quả vì nó có khả năng lấy dữ liệu cho một khu vực rộng lớn lặp đi lặp lại [1]. Cùng với sự phát triển của khoa học công nghệ, viễn thám đã có những bước nhảy vọt trong những năm gần đây, đem lại hiệu quả cho nhiều ứng dụng quan trọng như phân loại đối tượng, thành lập bản đồ chuyên đề; phát hiện sự thay đổi các khu vực theo

thời gian; hỗ trợ cứu nạn, cứu hộ; đánh giá sự biến động của các khu vực.

Phân loại lớp phủ là một trong những bài toán quan trọng và điển hình của viễn thám. Kỹ thuật phân loại được sử dụng rộng rãi nhằm xác định sự phân bố của các lớp phủ bề mặt trên Trái đất. Hiệu quả của việc sử dụng viễn thám trong nghiên cứu cũng như trong thực tiễn phụ thuộc chủ yếu vào độ chính xác của kết quả phân loại. Các phương pháp phân loại lớp phủ có thể chia thành hai nhóm chính là phân loại có giám sát và phân loại không giám sát. Phương pháp phân loại có giám sát được sử dụng rộng rãi để diễn giải lớp phủ đất từ hình ảnh tuy nhiên phương pháp này vẫn còn nhiều sai sót, gặp nhiễu trong quá trình phân loại đặc biệt là đối với hình ảnh vệ tinh có độ phân giải cao. Phân loại có giám sát và không giám sát hoạt động dựa trên giá trị trên mỗi pixel của hình ảnh gốc. Tuy nhiên, hiện nay cùng với sự phát triển của công nghệ viễn thám, các vệ tinh ngày càng trở nên phổ biến hơn, hình ảnh thu được có độ phân giải cao hơn, điều này tương ứng với việc một đối tượng có thể nằm trong một tập hợp các pixel. Chính vì vậy, phương pháp phân loại hướng đối tượng được hình thành. Đây là một phương pháp phân loại mới, chưa được sử dụng rộng rãi trong ứng dụng viễn thám, mang đến nhiều tiềm năng cho các ứng dụng viễn thám. Các nghiên cứu về ứng dụng phương pháp phân loại hướng đối tượng để phân loại ảnh vệ tinh có độ phân giải cao đã cho kết quả phân loại tốt hơn so với các phương pháp truyền thống. Khái niệm cơ bản về phân loại hướng đối tượng là khái quát hình dạng, kết cấu và đặc trưng của nhiều pixel trong ảnh thành một đối tượng. Sự tổng quát hoá đó được thực hiện bằng phương pháp phân mảnh ảnh.

Ở Việt Nam, nghiên cứu về biến động lớp phủ bề mặt đất đã được tiến hành trên phạm vi cả nước từ năm 2001 - 2003 từ tư liệu ảnh MODIS. Trong nghiên cứu [2], tác giả đã trình bày kết quả lập bản đồ lớp phủ đất Việt Nam dựa trên tư liệu ảnh MODIS do Đại học MaryLand phát triển. Bên cạnh đó, trong nghiên cứu [3] về phân loại hướng đối tượng sử dụng hình ảnh Landsat ở Đông Anh, Hà Nội, Việt Nam, nhóm tác giả đã đề xuất một bộ quy tắc cho việc trích xuất lớp phủ từ hình ảnh Landsat Thematic Mapper. Các quy tắc được tạo ra để phân biệt năm lớp, đó là sông, ao, khu dân cư, thảm thực vật và lúa với độ chính xác chung là 84%. Trong nghiên cứu [4] về so sánh phân loại dựa trên đối tượng so với phân loại dựa trên pixel của bản đồ rừng ngập mặn ở xã Viên An Đông, huyện Ngọc Hiển, tỉnh Cà Mau sử dụng ảnh VNREDSat - 1, nhóm tác giả đã sử dụng thuật toán ISODATA (trong phương pháp phân loại dựa trên pixel) và bộ phân loại đối tượng (trong phương pháp phân loại dựa trên đối tượng). Kết quả cho thấy độ chính xác tổng thể của phân loại dựa trên đối tượng và dựa trên pixel lần lượt là 73% và 62,16%. Trong nghiên cứu [5] về phân loại mờ dựa trên pixel và dựa trên đối tượng sử dụng GRASS GIS và hình ảnh RapidEye ở Lào Cai, Việt Nam, nhóm tác giả đã sử dụng phương pháp mờ xác định ranh giới phân chia các đối tượng LULC. Mặc dù độ chính xác tổng thể của phân loại dựa trên pixel cho kết quả tốt hơn với độ chính xác 72,25% so với giá trị 65,36% của phân loại dựa trên đối tượng, nhưng một số lớp (đất trống, đất nông nghiệp)

vẫn có kết quả kém. Trong nghiên cứu [6] về lập bản đồ rừng ngập mặn và phát hiện thay đổi ở Cà Mau, Việt Nam sử dụng dữ liệu Landsat và phân tích hình ảnh hướng đối tượng, nhóm tác giả đã xử lý dữ liệu thông qua các bước phân loại hướng đối tượng nhằm phát hiện sự thay đổi đa mục tiêu và phân tích không gian rừng ngập mặn. Các bản đồ phân loại được so sánh với dữ liệu tham chiếu mặt đất cho độ chính các tổng thể cao hơn 82%.

Trong nghiên cứu [7] về phân tích lớp phủ đô thị dựa trên đối tượng với hình ảnh IKONOS có độ phân giải cao, Pu và Landry đã kiểm tra kỹ thuật IO có thể cải thiện độ chính xác của phân loại dựa trên đối tượng so với phương pháp phân loại dựa trên pixel khi áp dụng cho lập bản đồ lớp phủ đô thị ở Vịnh Tampa, FL, Hoa Kỳ. Bên cạnh đó, nghiên cứu còn so sánh hiệu suất của mạng noron nhân tạo (ANN) và bộ phân loại dựa vào khoảng cách tối thiểu (MDC) trong phân loại lớp phủ đô thị. Trong nghiên cứu [8] về phân tích hình ảnh dựa trên đối tượng trong viễn thám, nhóm các tác giả đã cung cấp một cái nhìn tổng quan về sự phát triển của phương pháp phân loại hướng đối tượng nhằm mục đích kết hợp xử lý hình ảnh và các chức năng GIS để sử dụng thông tin phổ và ngữ cảnh theo cách tích hợp. Trong nghiên cứu [9] về phân loại hướng đối tượng cho hình ảnh viễn thám, nhóm tác giả đã đưa ra các khái niệm về OBIA được áp dụng trong một loạt các ứng dụng viễn thám. Trong nghiên cứu còn đưa ra vấn đề biểu diễn đa tỷ lệ kết hợp trong phân loại dựa trên đối tượng.

Các phương pháp dựa trên pixel được sử dụng cho hình ảnh có độ phân giải thấp và trung bình, không sử dụng được sự thay đổi không gian của các lớp phủ đất khác nhau trong hình ảnh có độ phân giải cao [10] vì các phương pháp này không coi các pixel lân cận là một phần của đối tượng. Hiện nay, phân tích hình ảnh dựa trên đối tượng (GEographic) (GEOBIA hoặc OBIA) đã nổi lên như một cách hiệu quả để phân tích hình ảnh có độ phân giải không gian cao [9]. Trong nghiên cứu [11] về hướng tới một mô hình mới trong phân tích hình ảnh dựa trên đối tượng địa lý, nhóm các tác giả đã đưa ra một số hạn chế của phương pháp phân loại dựa trên pixel khi áp dụng cho hình ảnh có độ phân giải cao. Bên cạnh đó, nghiên cứu còn chỉ ra mô hình được phát triển bởi Kuhn (1962) có thể coi là một mô hình phân loại hình ảnh dựa trên đối tượng địa lý. OBIA là một phương pháp thay thế cho phương pháp dựa trên pixel với đơn vị phân tích cơ bản là các đối tượng hình ảnh thay vì các pixel riêng lẻ. Trong nghiên cứu [12] về đối tượng hình ảnh và đối tượng địa lý, nhóm tác giả đã chỉ ra phân tích hình ảnh dựa trên đối tượng đã đạt được sự phát triển trong thập kỷ qua. Đồng thời nghiên cứu cũng chỉ ra sự liên quan giữa các đối tượng ảnh và đối tượng địa lý. Trong nghiên cứu [13] về phương pháp lập mô hình quan hệ các đối tượng và phân mảnh đa tỷ lệ để phân tích cảnh quan, nhóm các tác giả đã giới thiệu phương pháp năm bước dựa trên phân mảnh đa tỷ lệ được kết hợp trong bài toán phân loại hướng đối tượng. Mục đích của OBIA là giải quyết các lớp phức tạp hơn được xác định bởi các mối quan hệ không gian và thứ bậc trong và trong quá trình phân loại OBIA thường bao gồm hai giai đoạn chính: (1) phân mảnh hình ảnh, và (2) trích xuất và

phân loại đặc trưng. Bước cơ bản và quan trọng nhất là phân mảnh hình ảnhvà độ chính xác của việc trích xuất và phân loại đối tượng dựa trên đối tượng chủ yếu phụ thuộc vào chất lượng của phân mảnh hình ảnh. Trong nghiên cứu [14] về các phương pháp phân mảnh ảnh, các nhóm tác giả đã chỉ ra sự hạn chế khi sử dụng các phương pháp phân loại ảnh cho bài toán phân loại hướng đối tượng. Đồng thời, bài toán cũng đưa ra một số phương pháp phân mảnh ảnh hay được sử dụng.

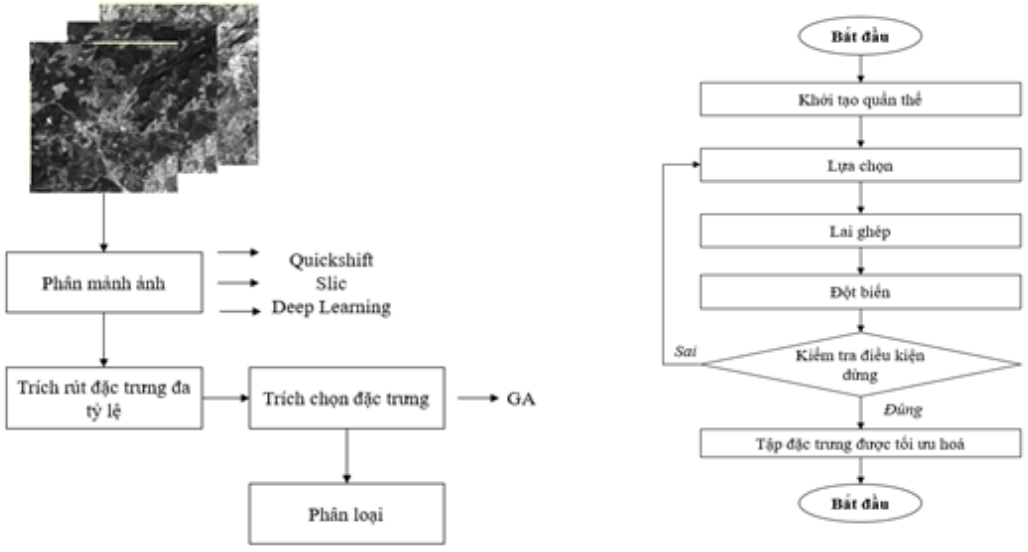
Bài báo này trình bày nghiên cứu xây dựng giải pháp cho bài toán phân loại ảnh vệ tinh có độ phân giải cao bằng phương pháp phân loại hướng đối tượng kết hợp các phương pháp tính toán tiến hoá. Nghiên cứu thực nghiệm trên ảnh có độ phân giải cao, phục vụ thành lập bản đồ địa hình và các bản đồ chuyên đề tỉ lệ lớn.

2. DỮ LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Dữ liệu

Nghiên cứu sử dụng tập dữ liệu ISPRS 2D Potsdam, Đức chứa các hình ảnh có độ phân giải không gian là 5 cm. Hình ảnh đa phổ lớn có kích thước 6000 x 6000 pixel ở định dạng tif được sử dụng làm đầu vào. Mỗi hình ảnh là một tập hợp 3 kênh ảnh (đỏ, lục và hồng ngoại), trong đó, mỗi kênh có độ phân giải quang phổ 8 bit.

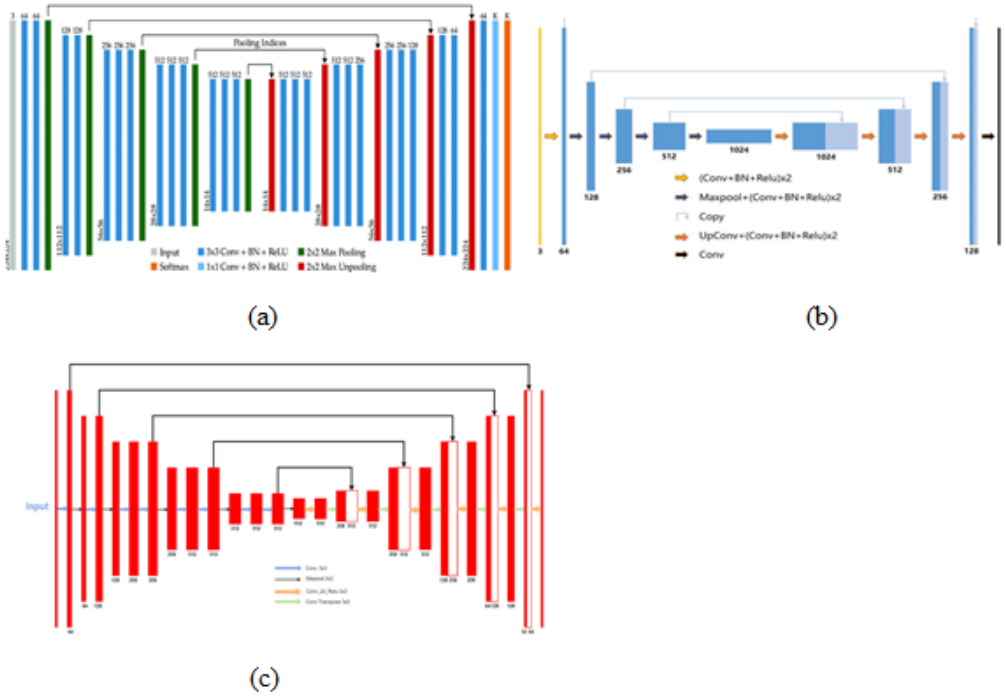
2.2. Phương pháp nghiên cứu



Hình 1. Quy trình xử lý ảnh và mô hình thuật toán di truyền

Phân mảnh ảnh: phân mảnh ảnh là một giai đoạn quan trọng của hệ thống phân loại hình ảnh vì nó trích xuất các đối tượng mà chúng ta quan tâm, để có thể tiếp tục xử lý như phân loại, phát hiện. Kỹ thuật phân mảnh được sử dụng để tách các đối tượng mong muốn nhằm phân tích đối tượng. Vì kỹ thuật phân mảnh ảnh cho kết quả tốt hơn và độ chính các cao hơn cho việc phân tích các hình ảnh khác nhau. Nhiệm vụ đầu tiên của phương pháp chính là nhóm các pixel tương tự thành các phân mảnh. Việc phân loại làm giảm số

lượng phần tử trong một hình ảnh cần được phân loại một cách hiệu quả. Điều này có thể giảm một hình ảnh có 1 triệu pixel xuống còn 50000 phân mảnh. Trong nghiên cứu đã sử dụng 3 thuật toán để tiến hành phân mảnh ảnh vệ tinh có độ phân giải cao. Trong đó, Quickshift và Slic là 2 thuật toán phân loại không giám sát, tìm kiếm các đặc trưng cục bộ, sử dụng thông tin màu và vị trí của điểm ảnh. Bên cạnh đó, nghiên cứu sử dụng các mô hình học sâu Unet (27 lớp), VGG_Unet (39 lớp) và Segnet (36 lớp) để phân mảnh ảnh. Với cấu trúc đa cấp và nhiều lớp nên các mô hình học sâu hữu ích trong việc trích xuất các thông tin phức tạp từ các hình ảnh đầu vào. Các mô hình bao gồm nhiều lớp ConvNet, MaxPooling kết hợp với các lớp Concatenate để nối các lớp đối xứng ở encoder với các lớp decoder có cùng kích thước.



Hình 2. Các mô hình học sâu sử dụng trong nghiên cứu: Unet (a), ResNet (b), VGG_Unet (c)

Trích chọn đặc trưng: ở độ phân giải cao, các đối tượng rất nhỏ được ghi lại trong một không gian nhỏ trong mẫu. Ở độ phân giải thấp hơn, nhiều đối tượng có thể không được hiển thị. Có thể thấy, ở mỗi độ phân giải khác nhau, các đối tượng chứa các đặc trưng khác nhau và các đối tượng sẽ thể hiện đặc trưng tối ưu ở một độ phân giải nhất định. Chính vì vậy, nghiên cứu sử dụng phương pháp đa tỷ lệ nhằm đưa ra các đặc trưng khác nhau của đối tượng trên nhiều tỷ lệ khác nhau của mẫu. Trong nghiên cứu sử dụng tháp ảnh Gaussian. Tháp ảnh Gaussian liên quan đến việc áp dụng đặc trưng làm mờ Gaussian lặp đi lặp lại và lấy mẫu xuống một hình ảnh cho đến khi một số tiêu chí dừng

được đáp ứng. Ở đây, đầu vào của tháp ảnh Gaussian bao gồm hình ảnh nguồn và các thông số kèm theo như kích thước ảnh đầu ra, kiểu đường viền. Theo mặc định, kích thước của hình ảnh sẽ giảm xuống ¼ ở mỗi bước. Hàm tính toán sẽ chuyển đổi hình ảnh đầu vào với một nhân Gaussian và sau đó lấy mẫu hình ảnh xuống bằng cách loại bỏ các hàng và cột chẵn. Thuật toán cứ lặp cho tới khi số ảnh đưa ra là cần thiết hoặc hình ảnh đầu vào không có khả năng lấy mẫu xuống nữa. Nghiên cứu tiến hành sử dụng tháp ảnh Gauss để chuyển đổi hình ảnh. Sử dụng hàm pyrDown 2 lần, ta thu được một tháp ảnh có số bức ảnh là 3 ảnh với kích thước lần lượt là 6000 x 6000, 3000 x 3000, 1500 x 1500 pixel.

Sau khi trích rút đặc trưng đa tỷ lệ, dữ liệu thu thập được sẽ có số lượng lớn. Do mỗi đối tượng có nhiều đặc trưng, mỗi đặc trưng được trích rút ở nhiều tỷ lệ khác nhau dẫn đến số lượng đặc trưng lớn có thể lên đến hàng nghìn. Số lượng đặc trưng lớn thì thường gây ảnh hưởng tới kết quả phân loại do có nhiều đặc trưng dư thừa, có thể gây nhiễu cho kết quả phân loại. Do đó cần thiết phải sử dụng một phương pháp lựa chọn những đặc trưng quan trọng nhất. Trong nghiên cứu sử dụng thuật toán di truyền (GA) nhằm trích chọn các đặc trưng. Các đặc trưng được thu thập thông qua các hình ảnh của tháp ảnh. Với mỗi ảnh trong tháp ảnh, lần lượt thu thập các đặc trưng về màu, sự phân bố màu sắc, chỉ số biến dạng, diện tích, độ tròn, độ sáng, tỉ lệ chiều dài và chiều rộng của đối tượng, độ dài đường viền. Các đặc trưng trên được đánh giá qua các công thức sau:

$$f_{\text{area}} = \phi_{\text{area}} \quad (1)$$

$$f_{borderLength} = \phi_{perimeter} \quad (2)$$

$$f_{round} = \frac{\phi_{perimeter} * \phi_{perimeter}}{4\prod * \phi_{area}} \quad (3)$$

$$f_{LW} = \frac{bound\_height_{\phi geometry}}{bound\_width_{\phi geometry}} \quad (4)$$

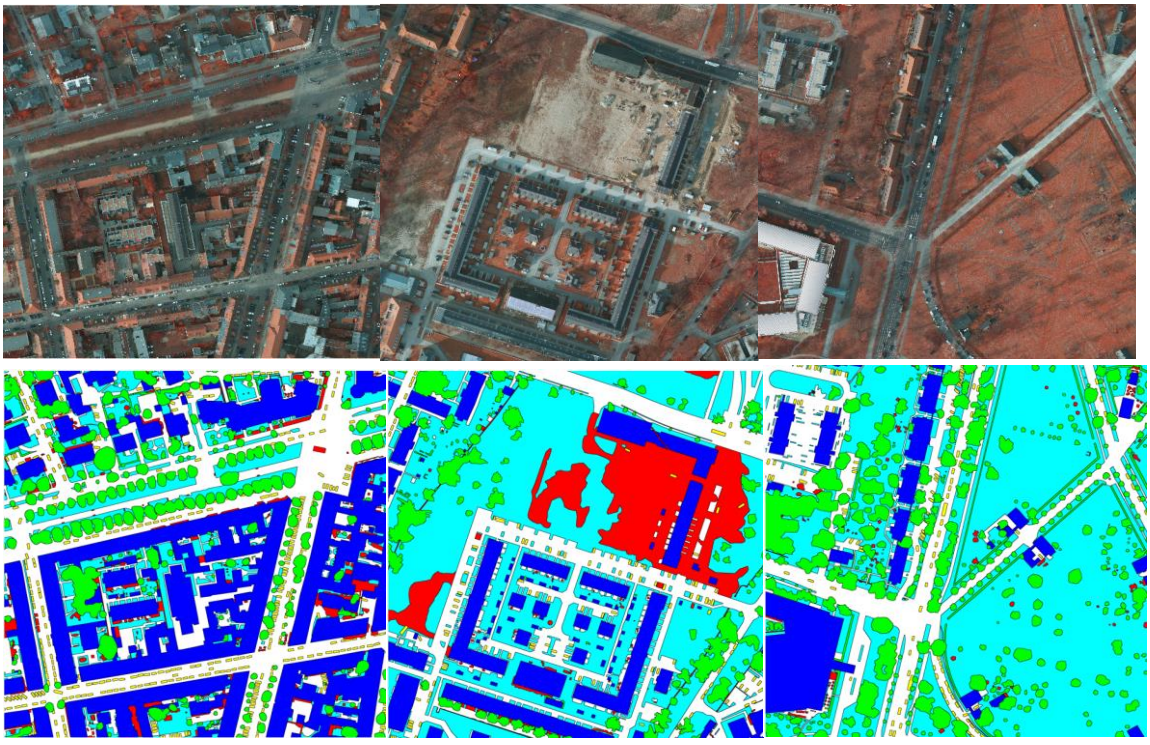
Trong đó, ϕ_{area}, $\phi_{perimeter}$, $\phi_{geometry}$ là các đặc trưng được tính trực tiếp bằng các hàm số của phần mềm QGIS. Ngoài ra còn các đặc trưng liên quan tới màu sắc như tổng giá trị, giá trị trung bình, giá trị độ lệch chuẩn của các kênh ảnh.

Giải thuật di truyền là một kỹ thuật nhằm tìm kiếm lời giải thích hợp cho một bài toán tối ưu tổ hợp. Ý tưởng của bài toán là một tập hợp của những giải pháp có thể sẽ được phát triển theo hướng chọn lọc di truyền như di truyền tự nhiên, đột biến, trao đổi chéo nhằm chọn lọc những giải pháp tối ưu hơn. Sau khi thu thập các thông tin, tiến hành đưa các thông tin của các đối tượng được trích xuất thành một dữ liệu thống nhất. Đưa dữ liệu này qua thuật toán GA, ta thu được các đặc trưng được coi là tối ưu để tiến hành phân loại.

Phân loại: trong phân loại hình dựa trên đối tượng (OBIA), sau khi phân mảnh hình, sẽ thực phân loại từng đối tượng. Bây giờ có thể phân loại vì mỗi đối tượng có số liệu thống kê liên quan đến chúng. Ta có thể phân loại các đối tượng dựa trên các đặc trưng: kiểu hình học (geometry), diện tích, màu sắc, hình dạng, kết cấu (texture), lân cận (adjacency) với các đối tượng khác. Đây là quy trình phân loại có giám sát, vì vậy bài toán sẽ cần một số dữ liệu chính xác mô tả các loại lớp phủ được thể hiện trong phân loại

của nghiên cứu. Dữ liệu chính xác cần phải được chia thành các bộ dữ liệu huấn luyện và thử nghiệm. Tập dữ liệu huấn luyện sẽ huấn luyện các thuật toán 4 thuật toán: Random Forest, MultiLayer Perceptron, Linear Regression, Super Vector Machine. Nghiên cứu sẽ so sánh kết quả phân loại với tập dữ liệu thử nghiệm để đánh giá độ chính xác của phân loại. Sau khi thu được kết quả qua các thuật toán phân loại, tiến hành so sánh độ chính xác phân loại của các thuật toán.

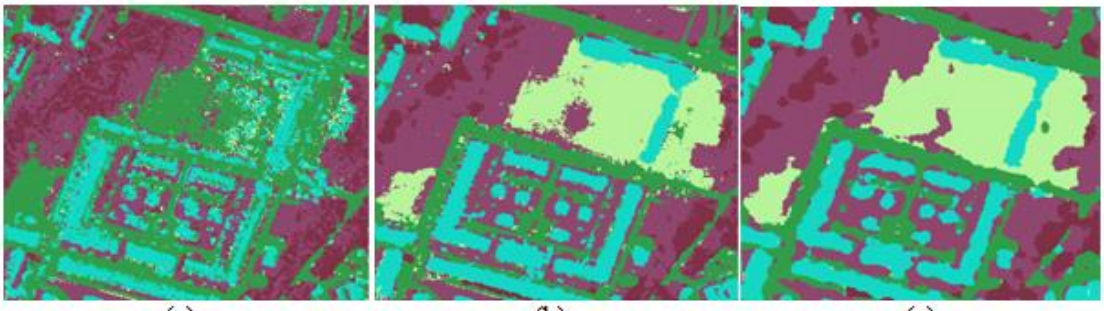
3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN



(a) (b) (c)

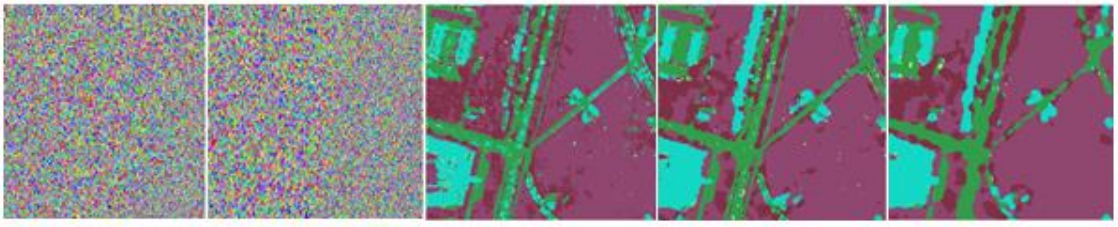
Hình 3. Các hình ảnh thử nghiệm và kết quả phân loại

Để đánh giá thuật toán, tiến hành thử nghiệm trên 3 kịch bản: (1) Hình ảnh khu vực thành thị nơi mà các khối nhà được xây dựng sát nhau; (2) Hình ảnh khu vực nông thôn với cây cối xen kẽ từng ngôi nhà, có thể gây nhiễu trong quá trình phân loại; (3) Hình ảnh khu vực đồi núi với số lượng nhà trong ảnh là ít, phần lớn trong ảnh là lớp thảm thực vật và đất trống. Các hình ảnh được lấy từ bộ dữ liệu ISPRS 2D Potsdam. Các hình ảnh được chia làm 2 bộ dữ liệu là bộ dữ liệu huấn luyện và bộ dữ liệu kiểm tra. Sau khi thực hiện quá trình huấn luyện của phân mảnh ảnh, các hình ảnh kiểm tra sẽ đưa ra kết quả, kết quả này sẽ được sử dụng để đánh giá độ chính xác của quá trình phân mảnh. Đồng thời, các kết quả đó cũng được sử dụng cho các quá trình sau.



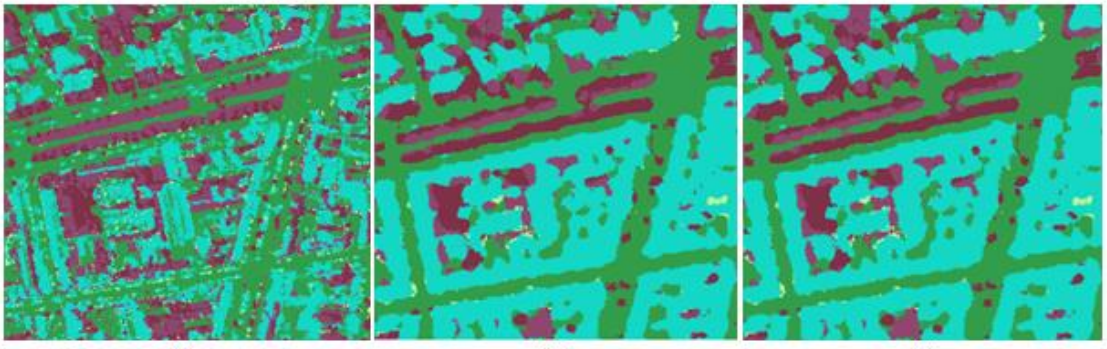
(a) (b) (c)

Hình 4. Kết quả phân mảnh của hình ảnh thực nghiệm kịch bản 1 với các mô hình học sâu: VGG_Unet (a); Unet (b); Segnet (c).



(a) (b) (c) (d) (e)

Hình 5. Kết quả phân mảnh của hình ảnh thực nghiệm kịch bản 2 với các thuật toán: Quickshift (a); Slic (b); VGG_Unet (c); Unet (d); Segnet (e).



(a) (b) (c)

Hình 6. Kết quả phân mảnh của hình ảnh thực nghiệm kịch bản 3 với các mô hình học sâu: VGG_Unet (a); Unet (b); Segnet (c).

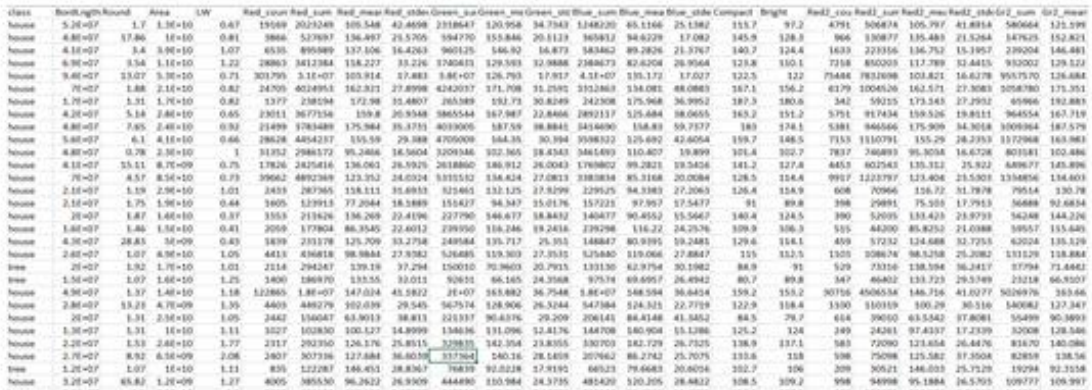
3.1. Phân mảnh ảnh

Quá trình phân mảnh sẽ được tự động hoá. Các hình ảnh đầu vào sẽ được đưa qua các thuật toán và kết quả trả về là một danh sách các đối tượng. Do tốc độ xử lý của 2 thuật toán QuickShift và Slic, hình ảnh đầu vào sẽ được cắt nhỏ có kích thước 1000 x 1000 pixel còn các thuật toán học sâu sẽ xử lý ảnh có kích thước như kích thước của ảnh ban đầu. Sau khi thu được kết quả là các phân mảnh của khu vực nghiên cứu, nghiên cứu tiến hành đánh giá độ chính xác của các thuật toán bằng cách lấy ngẫu nhiên các điểm của các đối tượng. Nghiên cứu sử dụng ngẫu nhiên 1023 điểm. Các điểm này được đánh

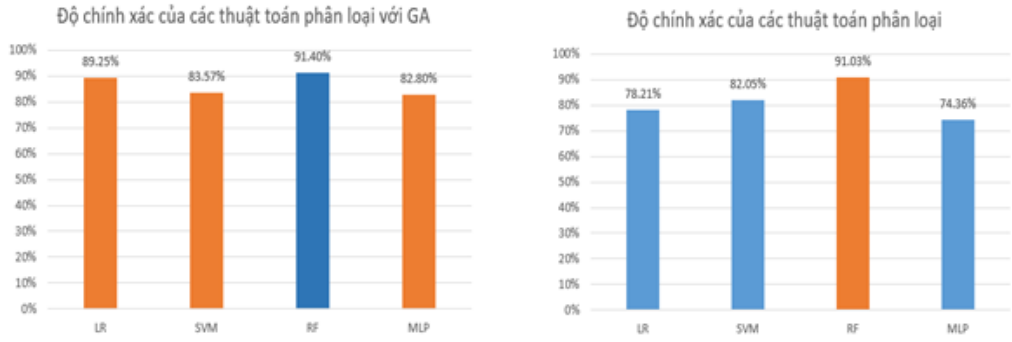
nhãn một cách thủ công nhằm đánh giá độ chính xác sau quá trình phân mảnh ảnh. Độ chính xác của các mô hình học sâu trong khi huấn luyện với VGG_Unet, Unet, Segnet lần lượt là 70,15%, 82,26%, 75,79%. Kết quả cho thấy các thuật toán đều chưa phân mảnh hoàn toàn được các đối tượng, đặc biệt là các đối tượng mà có hình dạng rời rạc, nhiều góc. Bên cạnh đó, các thuật toán đều đưa ra các điểm sai rơi vào phần ranh giới giữa các đối tượng. Hai thuật toán QuickShift và Slic có thời gian phân mảnh lâu hơn gấp nhiều lần sao với các thuật toán học sâu. Số lượng phân mảnh mà các thuật toán QuickShift và Slic đưa ra là lớn hơn rất nhiều so với các thuật toán học sâu. Điều này có thể đánh giá thấy sự kết hợp các đặc trưng trong ảnh của các thuật toán trên so với các thuật toán học sâu là kém hơn. Đối với các kịch bản khác nhau, các thuật toán học máy đều có thể phân mảnh được các đối tượng với độ chính xác khoảng 80%. Trong khu vực thành thị, nơi có nhiều nhà được xây dựng sát nhau, mô hình SegNet cho thấy được độ hiệu quả cao khi phân mảnh. Còn trong khu vực nông thôn và miền núi, nơi chủ yếu là thảm thực vật với khu vực đất trống, mô hình Unet đưa ra được kết quả có độ chính xác là cao nhất.

3.2. Trích chọn đặc trưng

Tiến hành tạo dữ liệu mẫu với các hình ảnh trong tháp ảnh, ta thu được 48 đặc trưng của 310 đối tượng. Bộ dữ liệu được chia làm bộ dữ liệu huấn luyện và bộ dữ liệu kiểm tra. Sau khi thu được bộ các đặc trưng, tiến hành đưa bộ dữ liệu qua thuật toán di truyền nhằm trích chọn các đặc trưng. Sau quá trình huấn luyện, bộ dữ liệu kiểm tra được tách bỏ các đặc trưng gây nhiễu. Tập dữ liệu sau khi tách nhiễu được sử dụng nhằm đánh giá độ chính xác của các thuật toán phân loại. Thuật toán di truyền được cài đặt các tham số: kích thước quần thể là 100, số lượng vòng lặp là 1000. Đầu ra của thuật toán ta thu được 3 đặc trưng tối ưu.



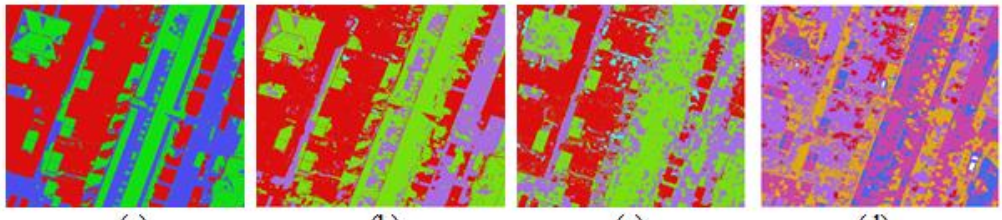
Hình 7. Bộ dữ liệu các đặc trưng của đối tượng thực nghiệm.



Hình 8. Độ chính xác của các thuật toán phân loại đối với dữ liệu sau khi sử dụng thuật toán di truyền đều cao hơn so với dữ liệu trước khi sử dụng thuật toán di truyền. Thuật toán Random Forest có độ chính xác cao nhất với trên 90%.

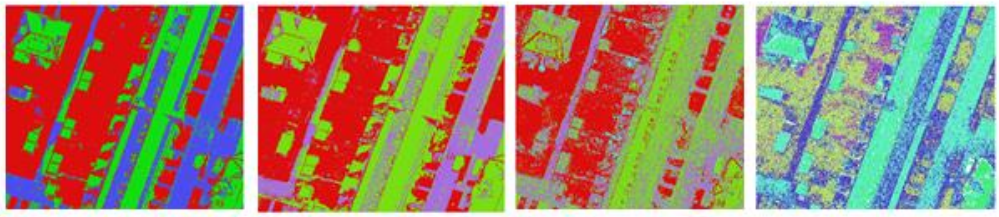
3.3. Phân loại

Sau khi phân loại bằng 4 thuật toán, ta thu được kết quả như sau:



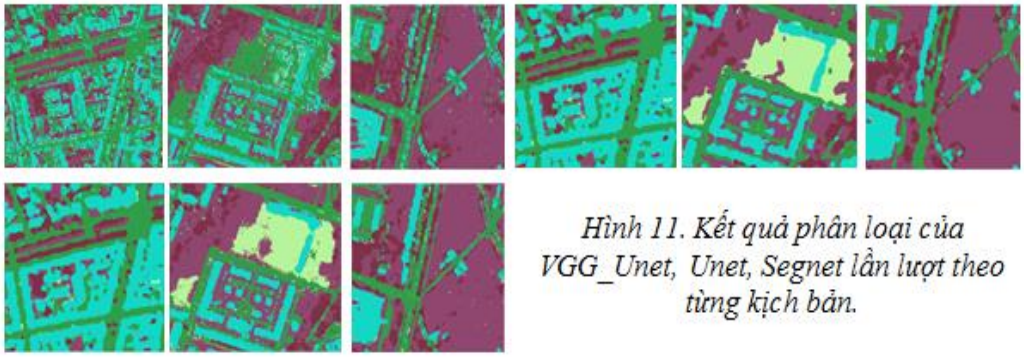
(a) (b) (c) (d)

Hình 9. Ảnh phân loại với các thuật toán phân loại SVM (a), RF (b), MLP (c), LR (d) với phân mảnh Quickshift.



(a) (b) (c) (d)

Hình 10. Ảnh phân loại với các thuật toán phân loại SVM (a), RF (b), MLP (c), LR (d) với phân mảnh Slic.



Hình 11. Kết quả phân loại của VGG_Unet, Unet, Segnet lần lượt theo từng kịch bản.

4. KẾT LUẬN

Trong bài báo, nghiên cứu đã đưa ra được giải pháp phân loại hướng đối tượng sử dụng mạng học sâu kết hợp với các phương pháp tính toán tiến hoá cho bài toán phân loại trên ảnh vệ tinh độ phân giải cao. Các kết quả đã cho thấy độ chính xác của các mô hình học sâu là tốt hơn so với các phương pháp truyền thống. Bên cạnh đó, việc sử dụng thuật toán di truyền cho bài toán trích chọn đặc trưng của các đối tượng trong ảnh là cần thiết nhằm đưa ra được bộ đặc trưng tối ưu, loại bỏ đi các đặc trưng dư thừa, gây nhiễu, làm giảm đi độ chính xác của kết quả phân loại.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. Pu, R., Landry, S., 2012. A comparative analysis of high spatial resolution IKONOS and WorldView - 2 imagery for mapping urban tree species, https://doi.org/10.1016/j.rse.2012.06.011. RS Environment 124, 516 - 533.

[2]. Nguyen Dinh Duong (2006). Study land cover change in Vietnam in period 2001 - 2003 using MODIS 32days composite, truy cập ngày 4/11/2012, tại trang web www.geoinfo.com.vn.

[3]. Trinh Thi Hoai Thu, Pham Thi Lan, Tong Ai. Rule set of object - oriented classification using Landsat imagery in Donganh, Hanoi, Vietnam, December - 2013, Journal of the Korean Society of Surveying Geodesy Photogrammetry and Cartography 31(6_2).

[4]. Quynh Trang, N. , Toan, L. , Huyen Ai, T. , Vu Giang, N. and Viet Hoa, P. (2016). Object - Based vs. Pixel - Based Classification of Mangrove Forest Mapping in Vien An Dong Commune, Ngoc Hien District, Ca Mau Province Using VNREDSat - 1 Images. Advances in Remote Sensing, 5, 284 - 295.

[5]. Thi Hang DO, Venkatesh RAGHAVAN, Poliyapram VINAYARAJ, Xuan Luan TRUONG, Go YONEZAWA. Pixel Based and Object Based Fuzzy LULC Classification using GRASS GIS and RapidEye Imagery of Lao Cai Area, Vietnam, Graduate School for Creative Cities, Osaka City University, 3 - 3 - 138 Sugimoto, Sumiyoshi - ku, Osaka 558 - 8585, Japan.

[6]. Nguyen - Thanh Son, Chi - Farn Chen, Ni - Bin Chang, Cheng - Ru Chen, Ly - Yu Chang, and Bui - Xuan Thanh. Mangrove Mapping and Change Detection in Ca Mau Peninsula, Vietnam, Using Landsat Data and Object - Based Image Analysis, Ieee Journal Of Selected Topics In Applied Earth Observations And Remote Sensing, Vol. 8, No. 2, February 2015.

[7]. Pu, R., Landry, S., Yu, Q., 2011. Object - based urban detailed land cover classification with high spatial resolution IKONOS imagery. Int. J. RS 32, 3285 - 3308. https://doi.org/10.1080/01431161003745657.

[8]. Blaschke, T., 2010. Object based image analysis for remote sensing. https://doi.org/10.1016/j.isprsjprs.2009.06. 004. ISPRS J. Photogramming Remote Sensing 65, 2 - 16.

[9]. Blaschke, T., Lang, S., Hay, G.J. (Eds.). Object - based image analysis: spatial concepts for knowledge - driven remote sensing applications. Springer Science & Business Media, 2008.

[10]. Campbell, J.B., Wynne, R.H.. Introduction to Remote Sensing, 5th ed. The Guilford press, New York, 2011.

[11]. Blaschke, T., Hay, G.J., Kelly, M., Lang, S., Hofmann, P., Addink, E., Feitosa, R.Q., Van Der Meer, F., Van Der Werff, H., Van Coillie, F., Tiede, D., 2014. Geographic Object Based Image Analysis - Towards a new paradigm. ISPRS J. Photogramm. Remote Sensing 87, 180 - 191. https://doi.org/10.1016/j.isprsjprs.2013.09.014.

[12]. Castilla, G., Hay, G.J., 2008. Image objects and geographic objects. In: Blaschke, T., Lang, S., Hay, G.J. (Eds.), Object - Based Image Analysis. Springer, Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg, pp. 91 - 110. https://doi.org/10.1007/978 - 3 - 540 - 77058 - 9_5.

[13]. Burnett, C., Blaschke, T., 2003. A multi - scale segmentation/object relationship modelling methodology for landscape analysis. Ecol. Modell. 168, 233 - 249. https://doi.org/10. 1016/S0304 - 3800(03)00139 - X.

[14]. Pal, N.R., Pal, S.K., 1993. A review on image segmentation techniques. Pattern Recognit. 26, 1277 - 1294. https://doi.org/10.1016/0031 - 3203(93)90135 - J.

PHƯƠNG PHÁP ĐÁNH GIÁ BIẾN ĐỘNG LỚP PHỦ ĐẤT SỬ DỤNG PHÂN LOẠI BÁN GIÁM SÁT TỪ DỮ LIỆU ẢNH VIỄN THÁM

Mai Đình Sinh , Nguyễn Như Hùng,

Tống Thị Hạnh, Nguyễn Thị Thu Nga

Bộ môn Trắc địa - Bản đồ, Viện Kỹ thuật Công trình đặc biệt,

Học viện Kỹ thuật Quân sự

Ngày nhận bài: 18/7/2021 - Ngày phản biện: 22/7/2021 - Ngày chấp nhận đăng: 23/08/2021

Tóm tắt. *Hiện nay, quá trình đô thị hóa diễn ra thường xuyên đã dẫn đến những thay đổi nhanh chóng về sự phân bố các lớp phủ đất. Các phương pháp thành lập bản đồ lớp phủ truyền thống như số hóa, đo đạc ngoài thực địa không đáp ứng được do đòi hỏi nhiều thời gian và kinh phí. Phương pháp dựa trên các thuật toán phân loại không giám sát thường cho độ chính xác thấp, trong khi phương pháp phân loại giám sát thường yêu cầu một lượng dữ liệu đã gán nhãn đủ lớn. Trong bài báo này, tác giả trình phương pháp đánh giá biến động lớp phủ đất từ dữ liệu ảnh viễn thám đa thời gian sử dụng phương pháp phân loại bán giám sát. Bằng cách tận dụng ưu điểm của cả phương pháp phân loại không giám sát và phân loại giám sát, phương pháp phân loại bán giám sát có thể áp dụng trong trường hợp có rất ít dữ liệu được gán nhãn. Các kết quả thực nghiệm cho thấy phương pháp đề xuất có thể cho độ chính xác đạt gần 90%.*

Từ khóa: *học bán giám sát, phân loại lớp phủ, ảnh viễn thám, đánh giá biến động.*

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Tư liệu viễn thám với ưu điểm là độ phủ trùm rộng và có thời gian cập nhật nhanh chóng đã và đang được ứng dụng rộng rãi trong rất nhiều lĩnh vực khác nhau, đặc biệt là trong lĩnh vực thành lập bản đồ lớp phủ đất [1]. Trong những năm gần đây, việc ứng dụng các tư liệu viễn thám trong thành lập bản đồ lớp phủ đã trở thành trào lưu và xu hướng chủ đạo, được nhiều nhà khoa học quan tâm nghiên cứu, ứng dụng trong cả bản đồ 2D, bản đồ 2.5D và gần đây là bản đồ 3D.

Vì vậy, đã có nhiều nghiên cứu về bài toán phân loại và đánh giá biến động của lớp phủ [2]. Các nghiên cứu trong và ngoài nước về bài toán đánh giá biến động lớp phủ cho thấy, phương pháp sử dụng ảnh viễn thám đa thời gian để thành lập bản đồ hiện trạng lớp

phủ đất có hiệu quả lớn. Với ưu điểm là diện tích phủ rộng, dữ liệu ảnh phong phú, thời gian chụp lặp tại một khu vực có thể trong vài ngày, không tốn nhiều thời gian, công sức cũng như chi phí so với các phương pháp khác.

Các phương pháp xác định lớp phủ dựa trên kết quả phân loại bằng các thuật toán thống kê như khoảng cách ngắn nhất, xác suất cực đại, hình hộp chỉ hiệu quả đối với các vùng sông, hồ nước ngọt do có sự đồng nhất về giá trị phổ của nước trên ảnh. Đối với các vùng ranh giới không rõ ràng thì kết quả phân loại sử dụng các thuật toán thống kê truyền thống thường không đảm bảo, thậm chí không phân loại được. Dẫn đến kết quả phân loại lớp phủ thường có độ chính xác thấp.

Có nhiều phương pháp để giải quyết bài toán phân loại lớp phủ như đo đạc ngoài thực địa, sử dụng các kỹ thuật học máy, sử dụng các kỹ thuật phân cụm [4 - 5],... Do sự thay đổi nhanh chóng về các đối tượng trên bề mặt trái đất, việc sử dụng các phương pháp đo đạc ngoài thực địa mặc dù đạt độ chính xác cao, nhưng rất khó để đạt hiệu quả trong thời gian ngắn, trên phạm vi rộng lớn, hoặc những khu vực khó tiếp cận. Vì vậy, cách tiếp cận được quan tâm trong đánh giá sự thay đổi lớp phủ là sử dụng các thuật toán phân loại [6] như phân loại giám sát, phân loại bán giám sát và phân loại không giám sát [10].

Đối với các thuật toán phân loại giám sát thường đòi hỏi một lượng lớn dữ liệu gán nhãn, tuy nhiên dữ liệu gán nhãn không phải lúc nào cũng có sẵn, đặc biệt là với sự thay đổi nhanh chóng về hình dạng, kích thước, màu sắc,… của các đối tượng trên bề mặt đất. Ngược lại, các thuật toán phân loại không giám sát thường có độ chính xác thấp. Các thuật toán phân loại bán giám sát là kỹ thuật tận dụng được ưu điểm của cả hai cách tiếp cận trên bằng cách sử dụng một lượng nhỏ dữ liệu đã được gán nhãn trong quá trình phân loại. Từ thực tế đó, bài báo đề xuất sử dụng thuật toán phân loại bán giám sát áp dụng cho bài toán đánh giá biến động lớp phủ từ dữ liệu ảnh viễn thám đa thời gian. Bài báo được tổ chức thành 5 phần bao gồm: đặt vấn đề; cơ sở khoa học; phương pháp đề xuất; thực nghiệm và kết luận.

2. CƠ SỞ KHOA HỌC

Hình 1 mô tả mô hình tổng quát trong phát hiện thay đổi lớp phủ. Theo đó có thể chia thành 3 loại tương ứng với số lượng dữ liệu được gán nhãn bao gồm: phát hiện thay đổi giám sát, phát hiện thay đổi bán giám sát và phát hiện thay đổi không giám sát. Mỗi loại mô hình có ưu nhược điểm khác nhau, việc lựa chọn mô hình sẽ phụ thuộc vào dữ liệu thu thập được.



Hình 1. Mô hình tổng quát trong phát hiện thay đổi lớp phủ

Đối với mô hình học giám sát, đòi hỏi tất cả dữ liệu học đều phải được gán nhãn; trong khi đó mô hình học bán giám sát sử dụng trong trường hợp chỉ có một số lượng rất ít dữ liệu học được gán nhãn; trong trường hợp tất cả dữ liệu đều không được gán nhãn, mô hình được gọi là mô hình học không giám sát.

Logic mờ được L.Zadeh đưa ra năm 1965, cho đến nay đã được ứng dụng rộng rãi trong nhiều lĩnh vực đời sống và xã hội. Ưu điểm của logic mờ là có thể xử lý tốt với dữ liệu nhiễu, dữ liệu có tính không chắc chắn. Tuy nhiên, việc sử dụng logic mờ trong bài toán phân loại đối tượng trên ảnh vệ tinh vẫn còn hạn chế, đặc biệt là ở Việt Nam [1]. Trong bài báo này, tác giả nghiên cứu, phân tích và đề xuất mô hình đánh giá biến động lớp phủ đất dựa trên kết quả phân loại ảnh vệ tinh đa thời gian sử dụng kỹ thuật phân loại bán giám sát dựa trên thuật toán phân cụm mờ khả năng (PFCM) [8]. Đây là thuật toán cải tiến từ hai thuật toán, phân cụm mờ (FCM) [7] và phân cụm đặc trưng (PCM) [9]; Thuật toán PFCM có ưu điểm là xem xét các đối tượng cả về thông tin phổ và thông tin đặc trưng, điều mà các kỹ thuật phân tích ảnh nâng cao sử dụng.

Trong bài báo này, một lượng hạn chế các mẫu đã gán nhãn được sử dụng trong quá trình phân loại để cải tiến thuật toán phân cụm mờ đặc trưng.

3. PHƯƠNG PHÁP ĐỀ XUẤT

Dữ liệu ảnh vệ tinh X gồm k kênh với n điểm ảnh được ký hiệu là $X = \{x_1, x_2, ..., x_n\} \in R^k$. Bài toán cần phân lớp tập n điểm ảnh về c lớp (cụm) với các

tâm cụm được ký hiệu là $V=[v_1,v_2,...,v_c]$. Sao cho các điểm ảnh trong cùng một lớp càng giống nhau càng tốt và ở các lớp khác thì càng khác nhau càng tốt. Gọi $X^*=\left\{x_1^*,x_2^*,...,x_t^*\right\}$ là tập *t* điểm ảnh (*t* rất nhỏ so với *n*) được gán nhãn từ tập dữ liệu *X*.

Trong thuật toán PFCM [8], có hai kiểu hàm thuộc, đó là hàm thuộc mờ μ_{ik} trong thuật toán FCM và hàm thuộc đặc trưng τ_{ik} trong thuật toán PCM, $m>1,\eta>1$ là tham số mờ và tham số đặc trưng (thường được thiết lập bằng 2), $a>0,b>0$ là các trọng số hàm thuộc mờ và hàm thuộc đặc trưng (thường được thiết lập bằng 1). Và khi đó, hàm mục tiêu của thuật toán PFCM được xây dựng như sau:

$$J_{m,\eta}(U,T,V,X)=\sum_{i=1}^{c}\sum_{k=1}^{n}(a\mu_{ik}^m+b\tau_{ik}^\eta)\left\|v_i-x_k\right\|^2 \quad (1)$$

Với các điều kiện $m>1,\eta>1,a>0,b>0;0\le\mu_{ik},\tau_{ik}\le1;\sum_{i=1}^{c}\mu_{ik}=1;\sum_{k=1}^{n}\tau_{ik}=1$ (2)

Dựa trên tập dữ liệu được gán nhãn $X^*=\left\{x_1^*,x_2^*,...,x_t^*\right\}$, trọng tâm gần đúng $V^*=[v_1^*,v_2^*,...,v_c^*]$ của các cụm được tính bằng cách lấy trung bình các mẫu đã được gán nhãn đối với mỗi cụm. Tập trọng tâm gần đúng được đưa vào quá trình phân cụm thông qua việc thay đổi hàm mục tiêu của thuật toán PFCM như sau:

$$J_{m,\eta}(U,T,V,X)=\sum_{i=1}^{c}\sum_{k=1}^{n}(a\mu_{ik}^m+b\tau_{ik}^\eta)\left(\left\|v_i-x_k\right\|^2+\left\|v_i-v_i^*\right\|^2\right) \quad (3)$$

Thuật toán PFCM với hàm mục tiêu (1) được thay đổi bởi thuật toán phân cụm mờ đặc trưng bán giám sát (Semi - PFCM) với hàm mục tiêu (2). Quá trình phân cụm đạt được khi hàm mục tiêu (3) đạt tối ưu; theo các nghiên cứu [3], [5], [6] sử dụng phương pháp nhân tử Lagrange. Xét hàm số $J_{m,\eta}(U,T,V,X)$ với các biến $\mu_{ik};\tau_{ik};v_i$, để hàm số $J_{m,\eta}(U,T,V,X)$ đạt cực tiểu thì đạo hàm theo các biến $\mu_{ik};\tau_{ik};v_i$ phải bằng 0, ta có:

$$\frac{\partial J_{m,\eta}(U,T,V,X)}{\partial\mu_{ik}}=0;\frac{\partial J_{m,\eta}(U,T,V,X)}{\partial\tau_{ik}}=0;\frac{\partial J_{m,\eta}(U,T,V,X)}{\partial v_i}=0 \quad (4)$$

Giải hệ phương trình (4) với 3 phương trình 3 ẩn số $\mu_{ik};\tau_{ik};v_i$ ta được như sau:

$$\mu_{ik}=1/\sum_{j=1}^{c}\left(\frac{\left\|v_i-x_k\right\|^2+\left\|v_i-v_i^*\right\|^2}{\left\|v_j-x_k\right\|^2+\left\|v_j-v_j^*\right\|^2}\right)^{1/(m-1)} \quad (5)$$

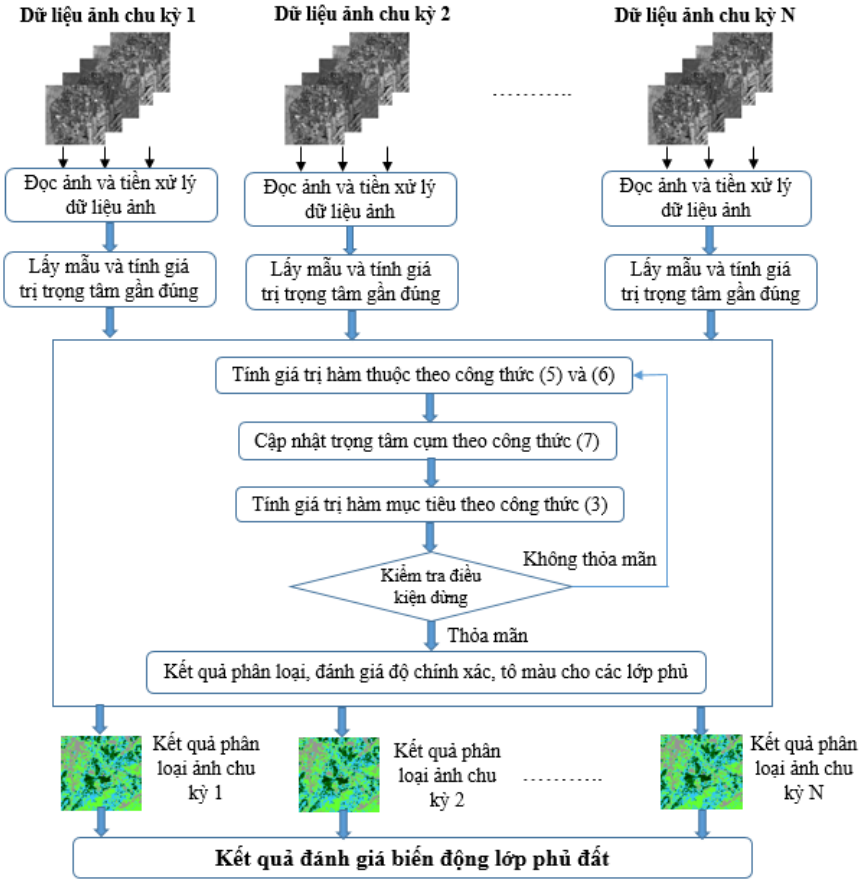
$$\tau_{ik}=1/\left(1+(\left\|v_i-x_k\right\|^2+\left\|v_i-v_i^*\right\|^2)^{1/(\eta-1)}\right) \quad (6)$$

$$v_i=\sum_{k=1}^{n}(a\mu_{ik}^m+b\tau_{ik}^\eta)(x_k+v_i^*)\Big/\sum_{k=1}^{n}(a\mu_{ik}^m+b\tau_{ik}^\eta) \quad (7)$$

Trong mỗi vòng lặp, thuật toán Semi - PFCM sẽ thực hiện tính giá trị hàm thuộc μ_{ik} , τ_{ik} và v_i theo công thức (5), (6) và (7). Sau đó tính giá trị hàm mục tiêu $J_{m;\eta}$ theo (3). Quá trình sẽ kết thúc khi giá trị hàm mục tiêu $J_{m;\eta}$ đạt tối ưu (hoặc sự thay đổi giá trị không đáng kể). Khi đó, dựa vào dữ liệu đã được gán nhãn và trọng tâm gần đúng để gán các cụm về các lớp phủ tương ứng. Để tăng độ chính xác của thuật toán, bài báo sử dụng thuật toán k láng giềng gần nhất (K - Nearest Neighbors - KNN) để xem xét thêm thông tin về mối quan hệ không gian giữa các điểm ảnh. Chi tiết các bước thực hiện của thuật toán đề xuất được mô tả dưới đây:

Thuật toán: Semi - PFCM	
Đầu vào	Dữ liệu ảnh $X=\{x_1,x_2,...,x_n\}\in R^k$, khởi tạo tham số $a>0,b>0$ và $m>1,\eta>1$; số vòng lặp tối đa $T_{max}=1000$; số lớp phủ cần phân loại; số lượng mẫu. Khởi tạo trọng tâm ban đầu của các lớp phủ đất $V=[v_1,v_2,...,v_c]$; điều kiện dừng thuật toán $\varepsilon=10^{-6}$.
Đầu ra	Kết quả phân loại theo từng lớp phủ đất, đánh giá độ chính xác, tô màu cho các lớp phủ và đưa ra kết quả phân loại.
	Bước 1. Đọc ảnh $X=\{x_1,x_2,...,x_n\}\in R^k$ và tiền xử lý ảnh vệ tinh **Bước 2**. Lấy mẫu $X^*=\{x_1^*,x_2^*,...,x_t^*\}$ theo các lớp phủ đất. **Bước 3**. Tính giá trị trọng tâm gần đúng $V^*=[v_1^*,v_2^*,...,v_c^*]$ **Bước 4**. Vòng lặp 4.1 *t=t+1* 4.2 Tính giá trị hàm thuộc $\mu_{ik};\tau_{ik}$ theo công thức (5) và (6). 4.3 Cập nhật giá trị trọng tâm cụm v_i theo công thức (7). 4.4 Tính giá trị hàm mục tiêu $J_{m,\eta}(U,T,V,X)$ theo công thức (3). 4.5 Kiểm tra điều kiện dừng, nếu $\left\|J_{m,\eta}^{(t)}-J_{m,\eta}^{(t-1)}\right\|\le\varepsilon$ hoặc $T_{max}\le t$ thì chuyển sang bước 5, ngược lại thì quay lại bước 4.1. **Bước 5**. Gán các điểm ảnh về các lớp phủ, đánh giá độ chính xác, tô màu cho các lớp phủ và đưa ra kết quả phân loại.

Dữ liệu ảnh sử dụng để đánh giá biến động lớp phủ đất là ảnh viễn thám đa thời gian, dữ liệu ảnh được trích xuất thông tin phổ, dữ liệu gán nhãn và thông tin về mối quan hệ không gian (trong số của các điểm ảnh). Các thông tin này sẽ là đầu vào cho thuật toán phân loại Semi - PFCM và kết quả đầu ra là bản đồ các lớp phủ đất đa thời gian. Sơ đồ của phương pháp đề xuất được thể hiện trên Hình 2.



Hình 2. Sơ đồ đánh giá biến động lớp phủ sử dụng phân loại bán giám sát

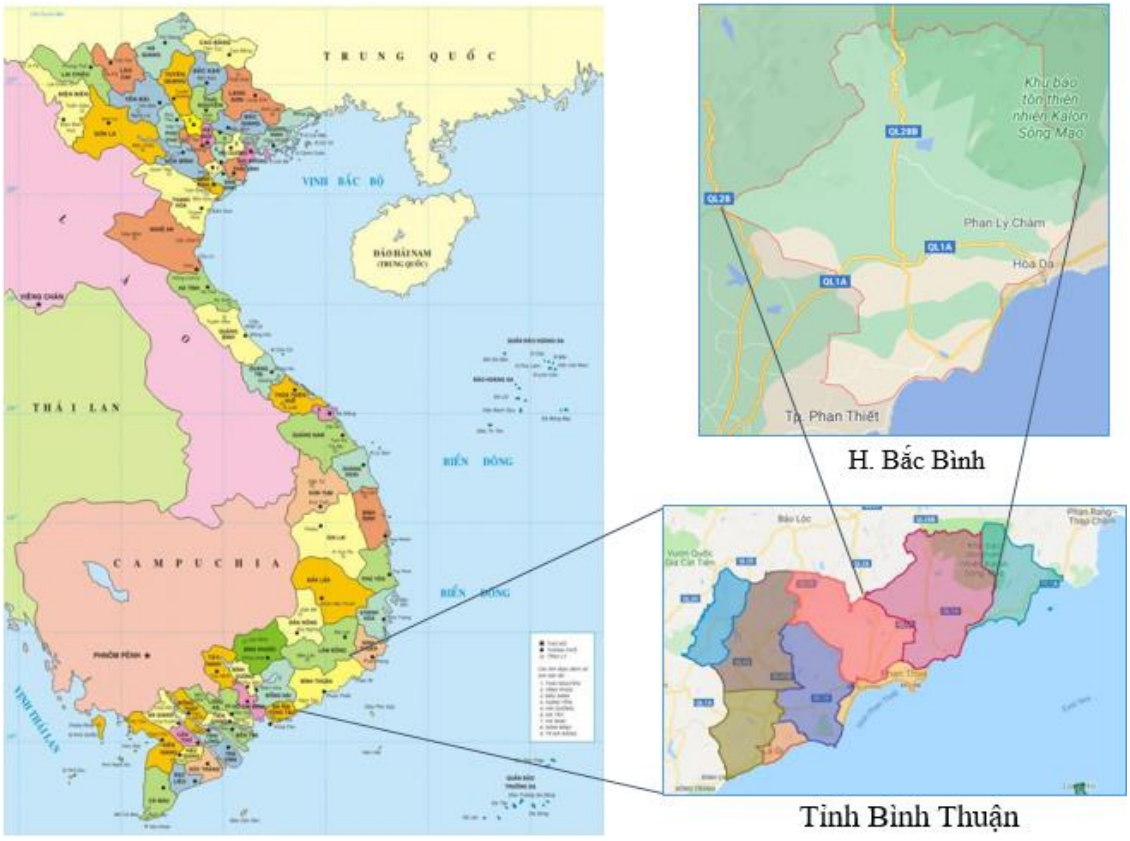
Đối với các điểm ảnh nằm ở ranh giới giữa các lớp phủ, hầu hết các thuật toán phân loại đều gặp khó khăn để xác định điểm ảnh đó sẽ thuộc về lớp phủ nào. Thuật toán *k* láng giềng gần nhất (KNN) là một trong những thuật toán học có giám sát đơn giản trong lĩnh vực học máy. Thuật toán KNN cho rằng những dữ liệu tương tự nhau sẽ tồn tại gần nhau trong một không gian, từ đó công việc của chúng ta là sẽ tìm *k* điểm gần với dữ liệu cần kiểm tra nhất. Việc này thực sự có lợi khi xem xét các điểm ảnh nằm ở đường biên của các lớp phủ. Bài báo sử dụng các điểm ảnh đã được gán nhãn để gán trọng số cho các điểm ảnh chưa được gán nhãn dựa trên mức độ tương tự với các điểm lân cận. Điều bày giúp nâng cao hiệu quả và độ chính xác của thuật toán Semi - PFCM.

4. THỰC NGHIỆM

4.1. Dữ liệu và cài đặt

Dữ liệu thực nghiệm là ảnh viễn thám tại huyện Bắc Bình, tỉnh Bình Thuận từ năm 1988 đến năm 2017. Có 6 thời điểm được sử dụng để đánh giá sự thay đổi lớp phủ đất, các loại ảnh viễn thám được sử dụng bao gồm Landsat - 5 TM, Landsat - 7 ETM+ và Landsat - 8 từ tọa độ *$11^0 33' 10.9214"$B, $107^0 39' 22.5529"$Đ* đến *$10^0 58' 25.7780"$B, $109^0 03' 54.7794"$Đ* với diện tích khoảng *1.079 km^2*. Huyện Bắc Bình là huyện có diện tích lớn nhất tỉnh Bình Thuận, nằm ở phía Bắc của tỉnh. Phía đông giáp huyện Tuy Phong, phía nam giáp Biển Đông, phía bắc giáp tỉnh Lâm Đồng, phía tây giáp huyện Hàm Thuận

Bắc và TP Phan Thiết. Đây là một trong hai huyện bị ảnh hưởng nặng nề nhất bởi hạn hán và sa mạc hóa ở vùng duyên hải Nam Trung Bộ Việt Nam. Hình 3 là khu vực thực nghiệm trên bản đồ Việt Nam. Hình 4 là ảnh màu RGB của huyện Bắc Bình tại 6 thời điểm khác nhau trong khoảng thời gian từ năm 1988 đến năm 2017. Tổng số điểm ảnh cần phân loại là 1.198.889. Thông tin chi tiết về dữ liệu ảnh vệ tinh theo các năm được mô tả trong Bảng 1.



Hình 3. Khu vực thực nghiệm huyện Bắc Bình, Bình Thuận, Việt Nam

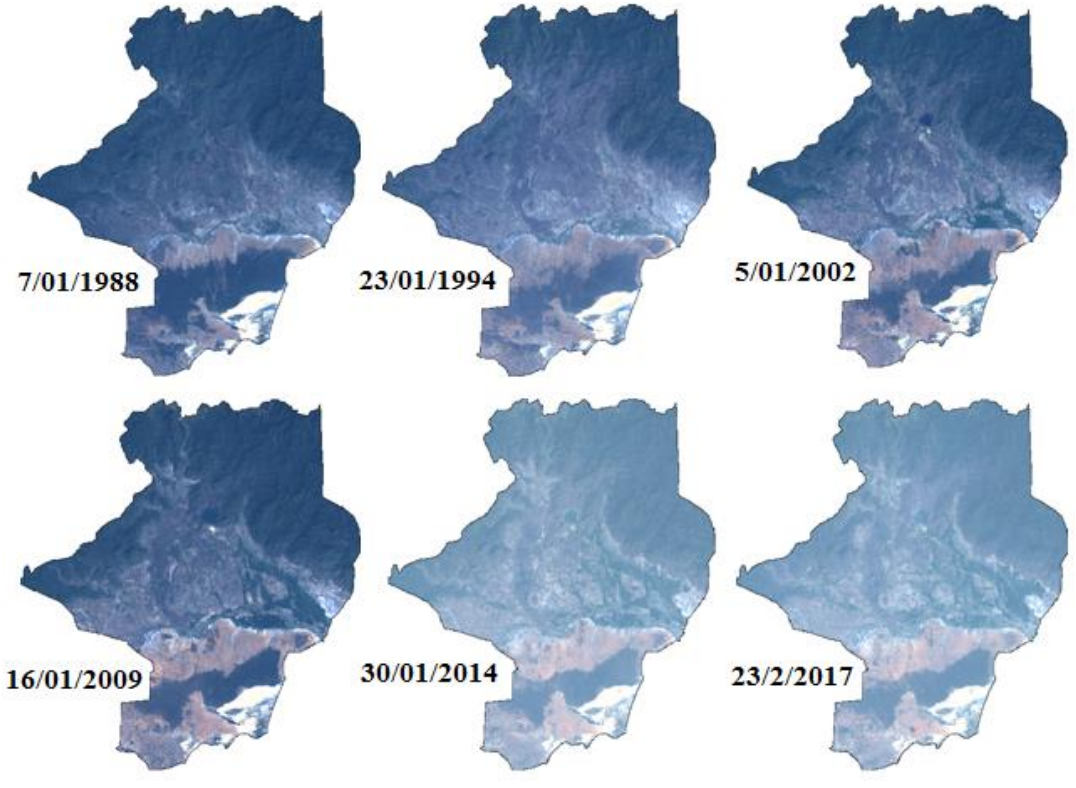
Bảng 1. Thông tin chi tiết về dữ liệu thực nghiệm

Chu kỳ	Dữ liệu ảnh	Thời gian	Số kênh	Số kênh ảnh sử dụng	Độ phân giải	Loại ảnh
1	Landsat - 5 TM	07/01/1988	7	6	30m	8 bits
2	Landsat - 5 TM	23/01/1994	7	6	30m	8 bits
3	Landsat - 7 ETM+	05/01/2002	8	6	30m	8 bits
4	Landsat - 7 ETM+	16/01/2009	8	6	30m	8 bits
5	Landsat - 8	30/01/2014	11	6	30m	16 bits
6	Landsat - 8	23/02/2017	11	6	30m	16 bits

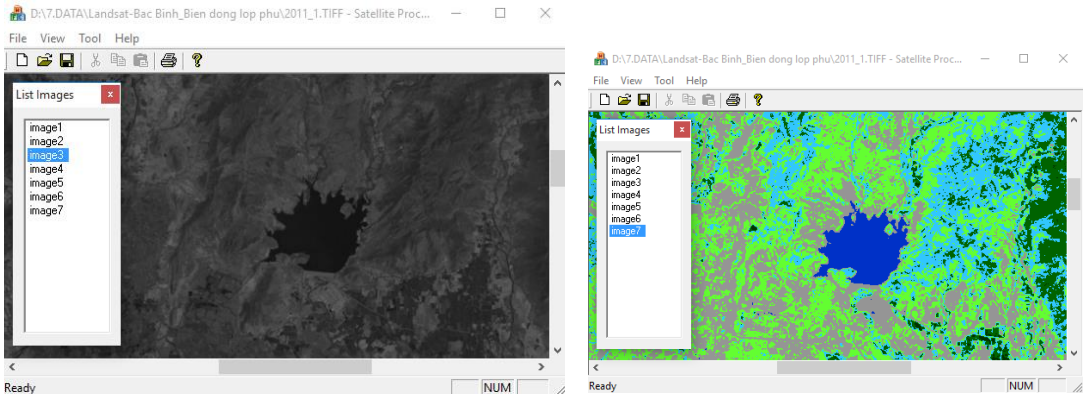
Bảng 2. Tên các lớp, số lượng mẫu và màu sắc được tô cho mỗi lớp phủ

STT	Lớp phủ	Số lượng mẫu	Màu sắc
1	Sông ngòi, ao hồ	100	
2	Giao thông và dân cư	100	
3	Đồng cỏ, thực vật thưa	100	
4	Cây gỗ thấp	100	
5	Rừng trồng	100	
6	Thực vật dày, cây lâu năm	100	
	Cả tập dữ liệu	**600**	

Bảng 2 là danh sách 6 lớp phủ được phân loại từ dữ liệu ảnh viễn thám đa thời gian. Tổng số điểm ảnh được lấy mẫu (gán nhãn) là 600, trong đó, mỗi lớp phủ lấy 100 mẫu (điểm ảnh). Kết quả phân loại các lớp phủ được tô màu theo Bảng 2. Số điểm ảnh được lấy mẫu là 600 điểm ảnh (nhãn), tương ứng mỗi lớp thực hiện lấy 100 mẫu (điểm ảnh) so với tổng số 1.198.889 điểm ảnh cần phân loại. Để đánh giá độ tin cậy của phương pháp đề xuất, bài báo sử dụng chỉ số Kappa. Các tham số của thuật toán Semi - PFCM được khởi tạo theo kinh nghiệm từ các bài báo [3, 5, 6], với các giá trị cụ thể như sau: $a = b = 1$; $m = \eta = 2$. Đối với thuật toán kNN, bài báo lựa chọn số láng giềng *k* lần lượt là các giá trị 1, 2, 4, 8; sau đó lấy kết quả phân loại tốt nhất trong số các giá trị *k* này.



Hình 4. Dữ liệu ảnh viễn thám khu vực huyện Bắc Bình, Bình Thuận

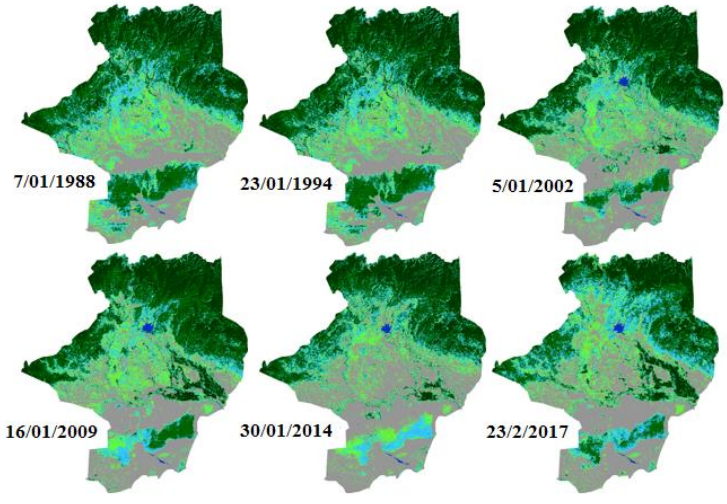


Hình 5. Giao diện chương trình

Để thực nghiệm phương pháp đề xuất trong bài báo, nhóm tác giả sử dụng phần mềm Erdas Imagine 2014 để lấy mẫu cho 6 lớp phủ. Thuật toán được cài đặt trên môi trường lập trình Visual Studio C++ 2015. Hình 5 là giao diện chương trình đã cài đặt, trong đó dữ liệu đầu vào gồm có 6 kênh ảnh xám và kết quả đầu ra là ảnh kết quả sau khi phân loại. Kết quả ảnh sau khi phân loại được so sánh với nhau để đánh giá sự biến động của các lớp phủ.

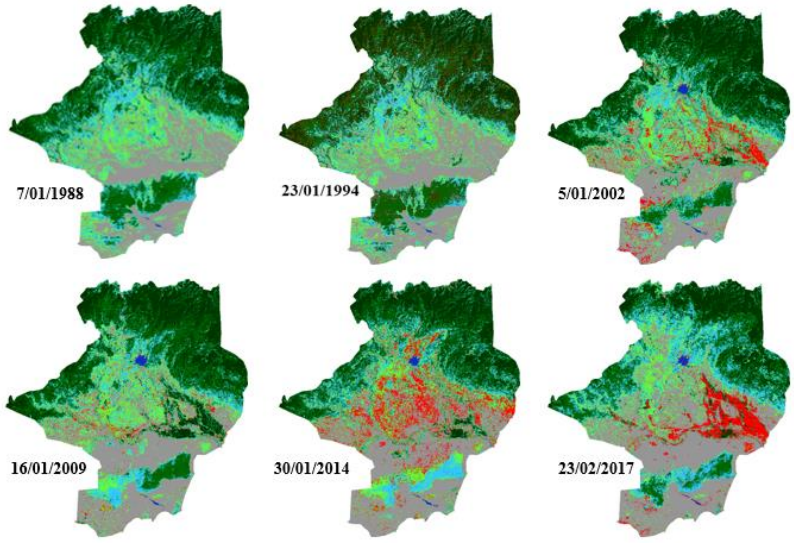
4.2. Kết quả và phân tích

Hình 6 là kết quả phân loại bằng phương pháp đã đề xuất tại 6 thời điểm khác nhau theo 6 lớp phủ. Có thể thấy tại huyện Bắc Bình, khu vực rừng lâu năm tập trung chủ yếu ở phía Bắc, khu giao thông và dân cư tập trung ở phía Nam. Diện tích rừng giai đoạn 1988 - 2009 giảm không đáng kể, trong khi giảm mạnh từ năm 2014 đến 2017, điều này xảy ra là do quá trình đô thị hóa. Từ năm 2002 có sự xuất hiện một hồ nước ở khu vực phía Bắc huyện Bắc Bình. Ngoài ra, sự phân bố các lớp phủ không đồng đều, nếu như các khu dân cư tập trung ở phía Nam thì khu vực rừng già, cây lâu năm lại tập trung ở phía Bắc. Ngoài ra, trong những năm gần đây thì vùng giao thông và dân cư mở rộng dần về phía Bắc làm cho diện tích rừng bị giảm.



Hình 6. Kết quả phân loại lớp phủ theo các năm

Hình 7 mô tả sự thay đổi lớp phủ "*Giao thông và dân cư*" theo các năm từ 1988 đến 2017 tại 6 thời điểm khác nhau (Vùng thay đổi được tô màu đỏ). Từ năm 1988 đến năm 1994 có rất ít sự thay đổi về diện tích lớp phủ "*Giao thông và dân cư*", từ năm 2002 sự thay đổi về diện tích lớp phủ này có sự tăng lên đáng kể. Cụ thể là vùng màu đỏ ở khu vực trung tâm và phía Tây huyện Bắc Bình khá rõ. Từ năm 2002 đến năm 2009 sự thay đổi về diện tích lớp phủ "*Giao thông và dân cư*" là không đáng kể. Tuy nhiên, sau đó lại tăng mạnh từ năm 2009 đến 2014 và từ năm 2014 đến 2017. Như vậy, quá trình đô thị hóa chủ yếu diễn ra ở khu vực trung tâm của huyện Bắc Bình. Diện tích rừng giảm là do sự chuyển đổi mục đích sử dụng từ đất rừng sang đất phi lâm nghiệp hoặc do nạn chặt phá và khai thác rừng trái phép của người dân.



Hình 7. Kết quả biến động lớp phủ "Giao thông và dân cư" theo các năm

Bảng 3 thể hiện độ chính xác của kết quả phân loại theo các năm theo chỉ số Kappa dựa trên tập dữ liệu đã được gán nhãn (600 mẫu). Kết quả phân loại cho thấy chỉ số Kappa đạt từ 72% đến 100% khi xem xét từng lớp phủ và đạt từ 83,67% đến 87,67% khi xem xét trên toàn bộ tập dữ liệu mẫu (đã gán nhãn).

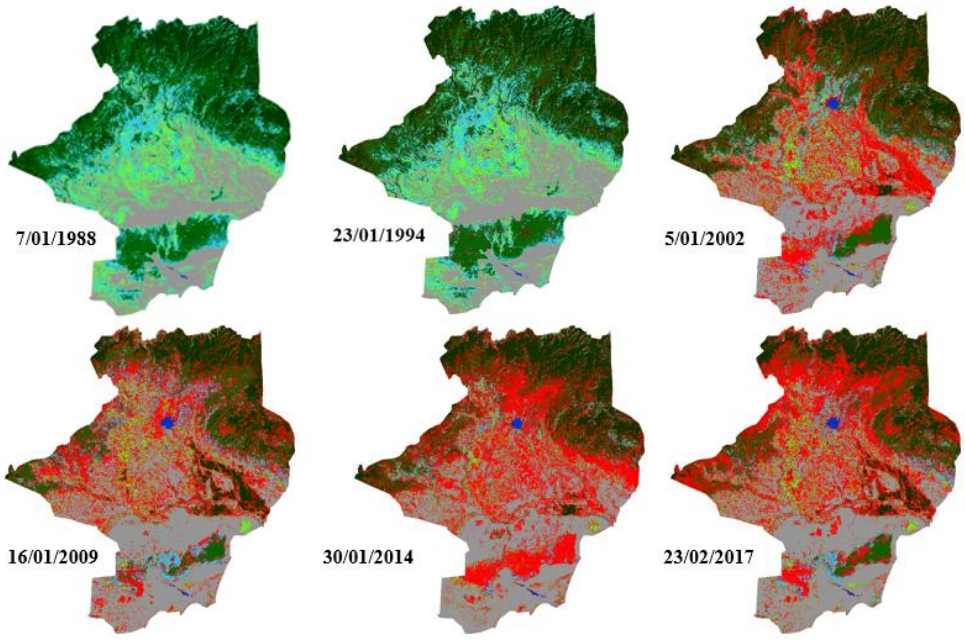
Bảng 3. Độ chính xác của kết quả phân loại theo chỉ số Kappa (%)

STT	**Năm / Lớp phủ**	**1988**	**1994**	**2002**	**2009**	**2014**	**2017**
1	Sông ngòi, ao hồ	96	98	94	96	100	98
2	Giao thông và dân cư	90	86	88	84	92	94
3	Đồng cỏ, thực vật thưa	82	84	86	86	80	88
4	Cây gỗ thấp	76	80	90	78	84	82
5	Rừng trồng	88	78	72	80	86	84
6	Thực vật dày, cây lâu năm	86	82	84	78	82	80
	Cả tập dữ liệu	**86,33**	**84,67**	**85,67**	**83,67**	**87,33**	**87,67**

Bảng 4 là kết quả phân loại các lớp phủ về diện tích từ năm 1988 đến năm 2017. Có thể thấy diện tích lớp "*Giao thông và dân cư*" năm 1988 là 358.061 km^2 thì đến năm 2017 đã tăng lên gần gấp hai lần với diện tích 684,6 km^2. Trong khi diện tích các lớp "*Sông ngòi, ao hồ*", "*Đồng cỏ, thực vật thưa*" và "*Cây gỗ thấp*" từ năm 1988 đến 2017 đều tăng, các lớp còn lại có diện tích giảm, trong đó giảm mạnh ở lớp "*Rừng trồng*" và lớp "*Thực vật dày, cây lâu năm*". Lý do dẫn đến điều này là quá trình đô thị hóa diễn ra, một lượng lớn diện tích rừng và cây trồng được chuyển đổi mục đích sang đất ở và đất khu đô thị.

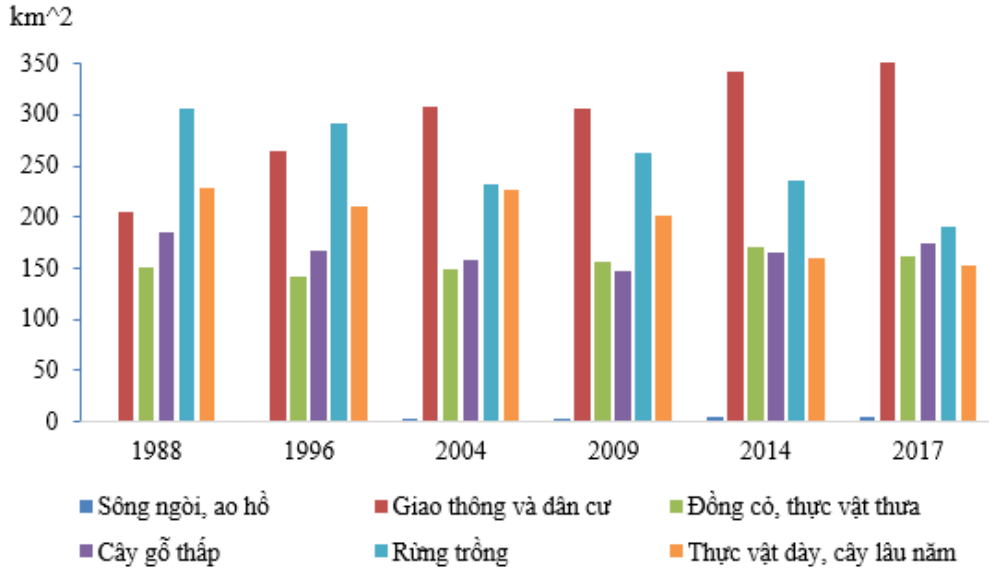
Bảng 4. Kết quả phân loại theo diện tích (km^2) của các lớp phủ theo các năm

Lớp phủ	1988	1994	2002	2009	2014	2017
Sông ngòi, ao hồ	2,034	3,479	5,501	6,232	6,816	6,996
Giao thông và dân cư	358,061	461,293	526,786	531,087	594,599	684,600
Đồng cỏ, thực vật thưa	262,519	247,842	260,039	271,957	297,920	282,499
Cây gỗ thấp	321,586	289,175	275,933	257,431	286,738	304,637
Rừng trồng	532,566	505,923	405,122	457,637	411,172	330,551
Thực vật dày, cây lâu năm	398,341	367,394	392,726	350,763	277,142	265,823



Hình 8. Kết quả biến động lớp phủ theo 6 lớp.

Hình 8 thể hiện sự thay đổi trên cả 6 lớp phủ đất (vùng màu đỏ). Từ năm 1988 đến 1994, các lớp phủ gần như không có sự thay đổi về diện tích và sự phân bố. Sự thay đổi diễn ra mạnh mẽ từ năm 1994 đến 2002 và các năm sau đó. Sự thay đổi về diện tích và sự phân bố của các lớp phủ mở rộng về chủ yếu về phía Bắc, nơi mà diện tích rừng giảm mạnh. Cụ thể, diện tích lớp "*Rừng trồng*" giảm từ 532,566 km^2 năm 1988 xuống còn 330,551 km^2 năm 2017; diện tích lớp "*Thực vật dày, cây lâu năm*" giảm từ 398,341 km^2 năm 1988 xuống còn 265,823 km^2 năm 2017.



Hình 9. Biểu đồ mô tả sự thay đổi về diện tích lớp phủ khu vực huyện Bắc Bình

Hình 9 mô tả đồ thị về diện tích các lớp phủ theo các năm. Nhìn chung lớp "*Sông ngòi, ao hồ"* ở khu vực này chiếm diện tích rất nhỏ so với diện tích của các lớp còn lại. Lớp "*Giao thông và dân cư"* diện tích tăng nhanh dần đều theo các năm từ 1988 đến 2017; Trong khi lớp "*Rừng trồng"* và lớp "*Thực vật dày, cây lâu năm"* diện tích lại giảm mạnh từ năm 1988 đến 2017. Chỉ có hai lớp, lớp "*Đồng cỏ, thực vật thưa"* và lớp "*Cây gỗ thấp"* sự thay đổi về diện tích là không đáng kể.

Kết quả này cho thấy có thể sử dụng các kỹ thuật phân loại bán giám sát bằng cách kết hợp giữa các thuật toán học không giám sát với một lượng hạn chế các thông tin bổ trợ (dữ liệu gán nhãn, thông tin về mối quan hệ không gian). Phương pháp này không những giảm thời gian xây dựng các bản đồ lớp phủ từ dữ liệu ảnh viễn thám mà còn giúp nâng cao độ chính xác của kết quả phân loại.

5. KẾT LUẬN

Bài báo trình bày phương pháp đánh giá biến động lớp phủ từ dữ liệu ảnh viễn thám sử dụng kỹ thuật phân loại bán giám sát mờ Semi - PFCM bằng cách sử dụng kết hợp các thông tin phổ, thông tin về dữ liệu gán nhãn và thông tin về mối quan hệ không gian giữa các điểm ảnh. Phương pháp đề xuất có thể đạt độ chính xác với chỉ số Kappa hơn 83%, từ đó có thể nhận thấy mô hình Semi - PFCM phù hợp với các bài toán phân loại lớp phủ trên phạm vi rộng từ cấp huyện trở lên. Qua kết quả nghiên cứu từ bài báo cho thấy, diện tích rừng tại huyện Bắc Bình từ năm 1988 đến 2017 giảm mạnh, trong khi quá trình đô thị hóa diễn ra nhanh trong những năm từ 2009 đến 2017. Vì vậy, cần có chính sách bảo vệ rừng hợp lý và nên trồng thêm các loại cây xanh đô thị cho các khu vực dân cư, đặc biệt là khu vực trung tâm huyện.

Ngoài ra, với các bài toán đòi hỏi cao về mức độ chi tiết của các lớp phủ, bên cạnh việc cải tiến mô hình thì chất lượng dữ liệu (độ phân giải và chất lượng hình ảnh viễn thám, số lượng mẫu) là những vấn đề cần được tiếp tục nghiên cứu và ứng dụng.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. Hoàng Ngọc Huy, Mai Đình Sinh, Trịnh Lê Hùng (2020). *Nghiên cứu phương pháp phân loại lớp phủ khu vực đô thị trên ảnh vệ tinh độ phân giải cao Sentinel bằng kỹ thuật mờ*, Tạp chí Tài nguyên và Môi trường, pp.46 - 48.

[2]. Alesheikh A.A., Ghorbanali A., Nouri A. (2007), *Coastline change detection using remote sensing*, International Journal of Environmental Science & Technology, Vol.4, 61 - 66. DOI: 10.1007/BF03325962

[3]. Dinh Sinh Mai, Long Thanh Ngo (2019). *General semi - supervised possibilistic fuzzy c - means clustering for land - cover classification*. 11th International Conference on Knowledge and Systems Engineering (KSE), pp.1 - 6, DOI: 10.1109/KSE.2019.8919476.

[4]. Dinh Sinh Mai and Long Thanh Ngo (2018), *Multiple - kernel Approach to Semi - supervised Fuzzy clustering algorithm for Land - cover classification*, Engineering Applications of Artificial Intelligence, Vol.68, 205 - 213. DOI: 10.1016/j.engappai.2017.11.007

[5]. Dinh Sinh Mai, Long Thanh Ngo and Hung Le Trinh (2018). *Advanced Semi - Supervised Possibilistic Fuzzy C - means Clustering Using Spatial - Spectral Distance for Land - Cover Classification*, IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics, DOI: 10.1109/SMC.2018.00739.

[6]. Dinh Sinh Mai, Long Thanh Ngo (2018). *Semi - supervised method with spatial weights based Possibilistic fuzzy C - means clustering for Land - cover Classification*. 5th IEEE - NAFOSTED Conference on Information and Computer Science, pp.406 - 41, DOI: 10.1109/NICS.2018.8606801.

[7]. James C.Bezdek, RobertEhrlich, WilliamFull (1984). *FCM: The fuzzy c - means clustering algorithm*, Computers & Geosciences, Vol. 10(2 - 3), 191 - 203. DOI: 10.1016/0098 - 3004(84)90020 - 7

[8]. N. R. Pal, K. Pal, J. M. Keller and J. C. Bezdek (2005). *A possibilistic fuzzy c - means clustering algorithm*, IEEE Transactions on Fuzzy Systems, Vol. 13(4), 517 - 530, DOI: 10.1109/TFUZZ.2004.840099.

[9]. R. Krishnapuram and J. M. Keller (1996). *The possibilistic C - means algorithm: insights and recommendations*, IEEE Transactions on Fuzzy Systems, Vol. 4(3), 385 - 393, DOI: 10.1109/91.531779.

[10]. Sadykhov, R. K., Ganchenko, V. V., & Podenok, L. P. (2014). *Fuzzy clustering methods in Multispectral Satellite Image Segmentation*. International Journal of Computing, Vol.8(1), 87 - 94. DOI: 10.47839/ijc.8.1.660.

NGHIÊN CỨU XÂY DỰNG MÔ HÌNH CƠ SỞ DỮ LIỆU NỀN ĐỊA LÝ ĐA TỶ LỆ GẮN VỚI GIẢI PHÁP TỔNG QUÁT HÓA BẢN ĐỒ TỰ ĐỘNG - THỬ NGHIỆM ĐỐI VỚI MỘT SỐ ĐỐI TƯỢNG THUỘC TỶ LỆ 1:2.000, 1:5.000 VÀ 1:10.000

Nguyễn Thị Hồng Hạnh[1], Vũ Xuân Cường[2], Nguyễn Thị Huệ[3]

[1]Trường Đại học Nông Lâm TP. Hồ Chí Minh

[2]Trường ĐH Tài nguyên và Môi trường TP. HCM

[3]Viện Khoa học Đo đạc và Bản đồ

Ngày nhận bài: 19/7/2021 - Ngày phản biện: 22/7/2021 - Ngày chấp nhận đăng: 31/8/2021

Tóm tắt. *Cơ sở dữ liệu nền địa lý đóng vai trò vô cùng quan trọng và có thể được coi là hệ quả tất yếu của những nghiên cứu về tổng quát hoá bản đồ và đa thể hiện trong môi trường cơ sở dữ liệu. Để có thể tổng quát hóa tự động cần xem xét nghiên cứu, thiết kế mô hình cơ sở dữ liệu không gian cũng như kiến trúc và mô hình vận hành của các đối tượng không gian trong cơ sở dữ liệu. Tổng quát hóa tự động là chìa khóa giải quyết vấn đề đồng bộ hóa dữ liệu trong xây dựng và duy trì cơ sở dữ liệu đa tỷ lệ hướng tới xây dựng cơ sở dữ liệu phủ trùm duy nhất. Bài báo này với mục tiêu nghiên cứu, đề xuất giải pháp tổng quát hóa bản đồ tự động gắn với xây dựng cơ sở dữ liệu nền địa lý đa tỷ lệ. Trên cơ sở đó tiến hành thử nghiệm cho các lớp dữ liệu giao thông, dân cư trên bản đồ địa hình tỷ lệ lớn (1:2.000) sang tỷ lệ 1:5.000, 1:10.000 và đề xuất giải pháp áp dụng đối với các lớp dữ liệu khác để có tạo nên các bản đồ nền đa tỷ lệ khác, làm cơ sở cung cấp các sản phẩm dữ liệu bản đồ nền phục vụ các nhu cầu và yêu cầu của các ngành, các lĩnh vực về dữ liệu không gian.*

Từ khóa: *tổng quát hóa bản đồ, cơ sở dữ liệu không gian, bản đồ nền, cơ sở dữ liệu đa tỷ lệ.*

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Tổng quát hoá bản đồ (TQH, generalization/generalisation) là quá trình lựa chọn và tổng hợp các đối tượng nội dung của bản đồ tương ứng với mục đích sử dụng, tỷ lệ và đặc điểm địa lý khu vực thể hiện. TQH thể hiện trong việc tổng hợp lấy/bỏ hoặc cường điệu hóa nhằm phù hợp với đặc trưng về sự phân bố không gian, số lượng, chất lượng và mối tương quan của các đối tượng tự nhiên, kinh tế, xã hội trên bản đồ.

TQH chiếm một vị trí đặc biệt quan trọng trong quá trình thành lập bản đồ và thao tác, xử lý các dữ liệu không gian. Đây vẫn được xem là một vấn đề vô cùng phức tạp và thách thức. Những nghiên cứu đầu tiên về TQH được bắt đầu cả thế kỷ trước với những

đóng góp công sức đáng kể về lý thuyết của các nhà địa lý, nhà bản đồ học lớn như: M.Eckert, K.A. Salischev, U.Filipov, E.Srnca, F.Topfer, I.I. Zausjaya, A.S.Vasmut,...

TQH bản đồ là một vấn đề phức tạp thu hút sự quan tâm đặc biệt của các nhà khoa học trên thế giới. Trước 1995 có rất nhiều nghiên cứu độc lập, chủ yếu tập trung vào xây dựng các mô hình TQH khác nhau, đề xuất các quy trình, các tác vụ và giải thuật TQH cụ thể. Giai đoạn 1995 - 2002 các nghiên cứu đã có sự phối hợp, phân công rõ ràng với định hướng tập trung hoàn thiện các phương pháp và công cụ trong các phần mềm TQH, các thử nghiệm sử dụng tiếp cận hướng đối tượng, làm giàu dữ liệu, những nghiên cứu theo hướng đa thể hiện.

Từ 2003 đến nay các nhà nghiên cứu tập trung theo hướng nghiên cứu xây dựng cơ sở dữ liệu (CSDL) đa tỷ lệ, đa thể hiện. Một dự án lớn về quá trình tổng quát hóa hoàn toàn tự động bản đồ 1:50.000 từ dữ liệu 1:10.000 được Jantien Stotera, 2013 trình bày [10]. Đây là dự án mà lần đầu tiên một bản đồ địa hình hoàn chỉnh đã được tổng quát tựu động mà không cần có bất kỳ sự tương tác nào của con người. Tổng quát hóa bản đồ là một phần không thể thiếu trong việc thu thập, biểu diễn và truy cập dữ liệu không gian theo S. Kazemi, 2003 [12].

Những nghiên cứu cề CSDL đa tỷ lệ ở nước ngoài có gắn kết chặt chẽ và có thể được coi là hệ quả tất yếu của những nghiên cứu về tổng quát hoá bản đồ trong môi trường CSDL. Năm 2007, Brewer và Buttenfield đã đề xuất một mô hình tên là ScaleMaster, được thử nghiệm trong môi trường ArcMap với dữ liệu đường giao thông. Mô hình ScaleMaster sau đó được sử dụng để xây dựng các CSDL đa tỷ lệ tại Hoa Kỳ và được nhiều nhà nghiên cứu tham khảo. S. Kazemi, S. Lim năm 2007 đã trình bày một phương pháp để lấy dữ liệu bản đồ địa hình đa tỷ lệ thông qua đánh giá và ứng dụng phần mềm ArcGIS của hãng ESRI làm thử nghiệm dựa trên các nguyên tắc tổng quát hóa bản đồ [13]. Nghiên cứu đã tập trung vào sự kết hợp và sử dụng các hoạt động tổng quát hóa bản đồ để tổng quát hóa cơ sở dữ liệu mạng lưới giao thông đường bộ và tạo ra các bản đồ tỷ lệ nhỏ với tỷ lệ 1:500.000 và 1:1.000.000 từ dữ liệu từ cơ sở dữ liệu bản đồ địa hình tỷ lệ 1:250.000. Nghiên cứu còn đề xuất cần thiết phải đánh giá toàn diện các hệ thống tổng quát hóa và hiệu suất của chúng kết hợp kiến thức bản đồ từ các chuyên gia để đề xuất giải pháp TQH.

Cơ sở dữ liệu nền địa lý đóng vai trò vô cùng quan trọng và có tính chất quyết định cho việc xây dựng cơ sở dữ liệu chuyên biệt, chuyên ngành, và là nguồn dữ liệu làm cơ sở cho việc xây dựng các hệ thống thông tin phục vụ quản lý nhà nước, quản lý đô thị, môi trường, xã hội... một cách nhanh chóng và hiệu quả.

Tại Việt Nam cùng với sự phát triển công nghệ trong nhiều lĩnh vực, trong đó đã có một số nghiên cứu liên quan. Vũ Xuân Cường, năm 2007 trên cơ sở ứng dụng các công cụ của phần mềm ArcGIS thử nghiệm thành lập bản đồ hiện trạng sử dụng đất từ bản đồ địa chính số [1]. Nguyễn Thị Thu Hằng, 2013 đã nghiên cứu các yêu cầu, quy định, quy trình và các phương pháp xây dựng CSDL nền địa lý đa tỷ lệ dựa trên nền bản đồ địa hình nhằm phục vụ cho công tác quản lý tài nguyên đất đai trên địa bàn tỉnh Quảng Ngãi [3].

Hoàng Thanh Sắc, Đinh Thị Bảo Hoa và cộng tác viên, 2015 đã nghiên cứu và xây dựng CSDL nền địa lý tỷ lệ 1:50.000 từ CSDL nền địa lý tỷ lệ 1:10.000 tỉnh Phú Thọ bằng phương pháp tổng quát hoá bản đồ [5]. Nguyễn Thị Hồng Hạnh, 2012 đã thiết kế và xây dựng thành công bộ công cụ tổng quát hóa tự động cho dữ liệu lớp đối tượng nhà từ tỷ lệ 1:2.000 xuống tỷ lệ 1:10.000 trong môi trường ArcGIS [6].

Đặc biệt Đồng Thị Bích Phương, 2009, tập trung nghiên cứu đặc điểm tổng quát hóa mạng lưới các yếu tố hình tuyến, xây dựng thành công phần mềm tổng quát hoá tự động bản đồ từ dữ liệu địa hình tỷ lệ lớn hơn [3]. Qua đó khẳng định tổng quát hóa tự động là chìa khóa giải quyết vấn đề đồng bộ hóa dữ liệu trong xây dựng và duy trì cơ sở dữ liệu đa tỷ lệ hướng tới xây dựng cơ sở dữ liệu phủ trùm duy nhất. Trên cơ sở đó 2012, Đồng Thị Bích Phương và cộng sự đã nghiên cứu đề xuất giải pháp hoàn thiện cấu trúc dữ liệu cho cơ sở dữ liệu nền địa lý gắn với các giải pháp tổng quát hóa dữ liệu tự động thông qua phần mềm thương mại ArcGIS và FME.

Nguyễn Thị Hồng Hạnh, Vũ Xuân Cường 2016 nghiên cứu đưa ra các chỉ tiêu, các thông số kỹ thuật để tổng quát hóa các yếu tố nội dung trên bản đồ địa hình từ tỷ lệ 1:2.000 đến tỷ lệ 1:250.000. Kết quả nghiên cứu này có thể cung cấp những thông tin hữu ích hỗ trợ cho việc nghiên cứu và thiết kế cơ sở dữ liệu đa tỷ lệ, đa mục tiêu trong tương lai [7]. 2017, Vũ Xuân Cường đã nghiên cứu, đề xuất phương pháp tiếp cận xây dựng cơ sở dữ liệu bản đồ đa tỷ lệ dựa trên nền tảng các tiêu chí đánh giá khách quan nội dung bản đồ. Đây là tiền đề cơ bản và quan trọng nhất để để kiểm soát nội dung thể hiện của bản đồ ở các tỷ lệ khác nhau [2].

Như vậy thông qua các nghiên cứu ở trên cho thấy tổng quát hóa thực sự là vấn đề cần quan tâm, là một phần không thể thiếu trong việc thu thập, biểu diễn và truy cập dữ liệu không gian. Quá trình TQH mang nhiều yếu tố định tính, vì vậy hiện thực quá trình theo hướng tự động hoá hoàn toàn là việc làm rất khó khăn. Một số những nguyên nhân cụ thể lý giải cho việc cho đến nay vẫn chưa có một giải pháp toàn diện cho bài toán TQH tự động là: thiếu phương pháp "toàn năng" cho tất cả các loại đối tượng, chưa đủ tri thức cần thiết về quá trình TQH, thiếu cấu trúc dữ liệu "thông minh", thiếu phương pháp đánh giá khách quan dữ liệu bản đồ, thiếu khía cạnh nhận thức đầy đủ trong các phương pháp TQH,... Mặc dù các nghiên cứu tại các nước cho thấy những thành tựu khác nhau về mức độ tự động hoá các thao tác TQH, cho đến nay vẫn chưa có một CSDL đa tỷ lệ nào thực sự đảm bảo tự động hoá hoàn toàn quá trình chuyển đổi dữ liệu giữa các mức, đặc biệt là từ tỷ lệ lớn sang tỷ lệ nhỏ hơn. Có thể thấy rằng, để có được mô hình CSDL không gian đa tỷ lệ thực sự, cần có những nghiên cứu bổ sung nhiều về TQH cũng như về kiến trúc và mô hình vận hành của CSDL đa tỷ lệ.

2. DỮ LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Dữ liệu nghiên cứu

Thông tin dữ liệu thu thập được bao gồm:

- Các mảnh bản đồ địa hình tỷ lệ 1:2.000 trên địa bàn Thành Phố Hồ Chí Minh với

khuôn dạng dữ liệu .dgn trong phần mềm Microstation gồm các mảnh có phiên hiệu mảnh sau: C - 48 - 34(68 - h); C - 48 - 34(68 - k); C - 48 - 34(69 - g); C - 48 - 34(84 - b); C - 48 - 34(84 - c); C - 48 - 34(85 - a); C - 48 - 34(84 - f); C - 48 - 34(85 - d); C - 48 - 34(84 - e).

- Sản phẩm bản đồ địa hình được thành lập tuân theo các chuẩn của bản đồ địa hình số do Bộ Tài Nguyên và Môi Trường ban hành. Hệ tọa độ và độ cao quốc gia VN - 2000, múi chiếu 3 độ, kinh tuyến trục 105 độ 45 phút, phép chiếu UTM, hệ số k = 0,9999, mỗi mảnh bản đồ gồm 7 lớp thông tin.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

- Phương pháp tiếp cận hệ thống

CSDL bản đồ nền đa tỷ lệ được coi là hệ thống với các thành phần liên quan chặt chẽ với nhau. Các thành phần, tùy theo mức độ phức tạp, lại có thể được coi như những hệ thống con bao hàm những thành phần liên quan, trong đó quan trọng nhất là mối quan hệ phân bố không gian của các yếu tố, các nhóm yếu tố nội dung bản đồ.

- Phương pháp kế thừa

Kế thừa một số mô hình, phương pháp, giải thuật TQH, chỉ tiêu TQH, thuật toán loại bỏ tổng hợp các yếu tố nội dung bản đồ từ các nghiên cứu quốc tế và những kết quả của tác giả và cộng sự.

Quy trình nghiên cứu được thể hiện trên Hình 1 cụ thể theo các bước sau:

+ Phân tích, đánh giá nguồn tài liệu số liệu:

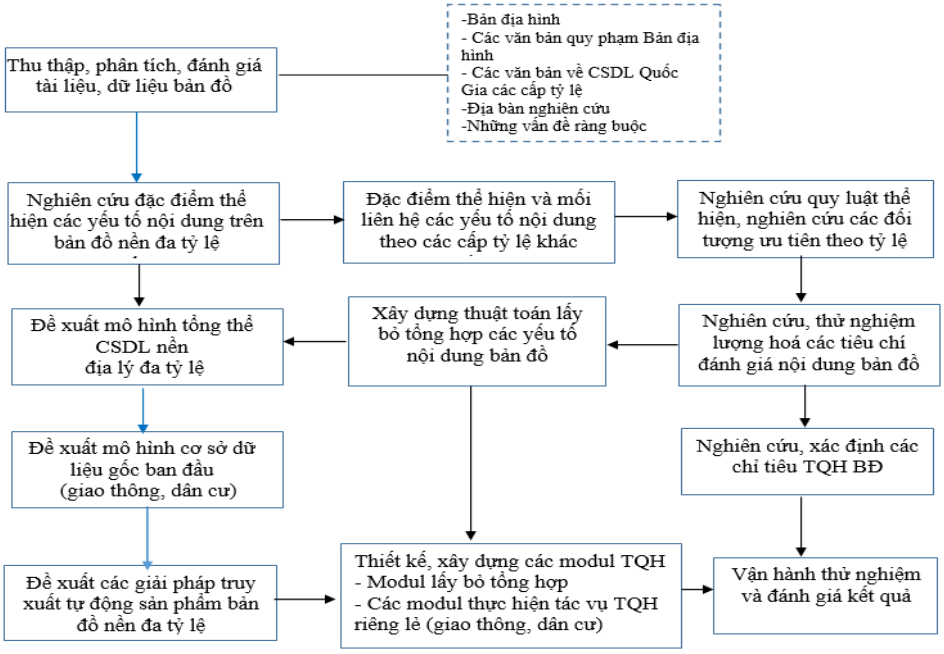
Nguồn dữ liệu chính là các mảnh bản đồ địa hình tỷ lệ 1:2.000. Bản đồ được xác định trong hệ tọa độ VN - 2000, kinh tuyến trục 105º45’00’, múi chiếu 3º. Tuy nhiên bản đồ còn rất nhiều lỗi như phân lớp nội dung, lỗi về đồ họa... nên chỉnh sửa, biên tập và hoàn thiện dữ liệu.

+ Đề xuất các giải pháp TQH:

Bộ công cụ TQH trong phần mềm ArcGIS rất đa dạng và hoàn chỉnh nên sau khi xác định được các chỉ tiêu TQH thì tác giả sử dụng Model Builder để liên kết tạo ra các công cụ lấy bỏ tổng hợp đối tượng, TQH tự động các đối tượng giao thông, dân cư hỗ trợ xây dựng CSDL bản đồ nền đa tỷ lệ.

+ Tiến hành thử nghiệm và đánh giá kết quả:

Kết hợp các chỉ tiêu TQH, các công cụ TQH các yếu tố nội dung bản đồ, sau đó tiến hành thử nghiệm cho lớp đối tượng giao thông và dân cư.



Hình 1. Quy trình nghiên cứu

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

3.1. Đánh giá về CSDL nền địa lý đa tỷ lệ

Sản phẩm dữ liệu địa lý được đánh giá theo nguồn thông tin đầu vào với các tiêu chí và phương pháp đánh giá chất lượng quy định, trong đó độ chính xác về không gian được so sánh với độ chính xác của đối tượng cùng tên trên bản đồ gốc. Mỗi loại đối tượng có thể khác nhau về chỉ tiêu đánh giá chất lượng khác nhau.

- *Mức độ đầy đủ của dữ liệu*: chứa đầy đủ các thông tin liên quan và xác định rõ mối quan hệ giữa các đối tượng nội dung nền địa lý.

- *Mức độ phù hợp của dữ liệu với mô hình cấu trúc dữ liệu:* tuân thủ theo đúng lược đồ ứng dụng, theo đúng miền giá trị, đúng định dạng và theo đúng quan hệ không gian.

- *Mức độ chính xác của thuộc tính chủ đề*: phân loại đầy đủ theo từng nội dung chủ đề. Mỗi yếu tố nội dung thuộc các cấp tỷ lệ khác nhau có hệ thống phân loại khác nhau.

- *Về công tác cập nhật CSDL nền địa lý:* hiện nay nhiều địa phương đã có CSDL nền địa lý vẫn không được cập nhật kịp thời, lạc hậu nhiều so với thực tế nên chưa có khả năng đáp ứng các nhu cầu về khai thác và sử dụng dữ liệu.

- *Về cách tổ chức dữ liệu:* CSDL nền địa lý Quốc gia được tổ chức theo mô hình dữ liệu không gian hướng đối tượng.

- *Về phương pháp xây dựng:* CSDL nền địa lý được xây dựng từ nhiều phương pháp khác nhau, mỗi phương pháp có yêu cầu, đặc điểm khác nhau nên CSDL khó đồng bộ.

- *Về cách phân lớp nội dung:* việc phân lớp đối tượng vẫn chưa nhất quán và chưa có hệ thống trong các CSDL.

- *Về quá trình khai thác CSDL NĐL Quốc Gia:* cơ sở dữ liệu đã mang lại một số

tiện ích nhất định. Tuy nhiên, tình hình khai thác thông tin CSDL nền địa lý gặp những khó khăn nhất định, chưa phổ biến, mới đáp ứng được một số mục đích nhất định.

Qua đó có thể thấy việc xây dựng được hệ thống CSDL nền địa lý Quốc gia được kết nối theo các cấp tỷ lệ khác nhau, thống nhất theo các cấp tỷ lệ, chia sẻ giữa trung ương, địa phương và các bộ, ngành đảm bảo tính thống nhất, đồng bộ sẽ góp phần hỗ trợ hiệu quả việc ra quyết định trong công tác quản lý nhà nước, các chương trình, dự án phát triển kinh tế - xã hội một cách bền vững.

3.2. Xây dựng giải thuật lấy bỏ tổng hợp

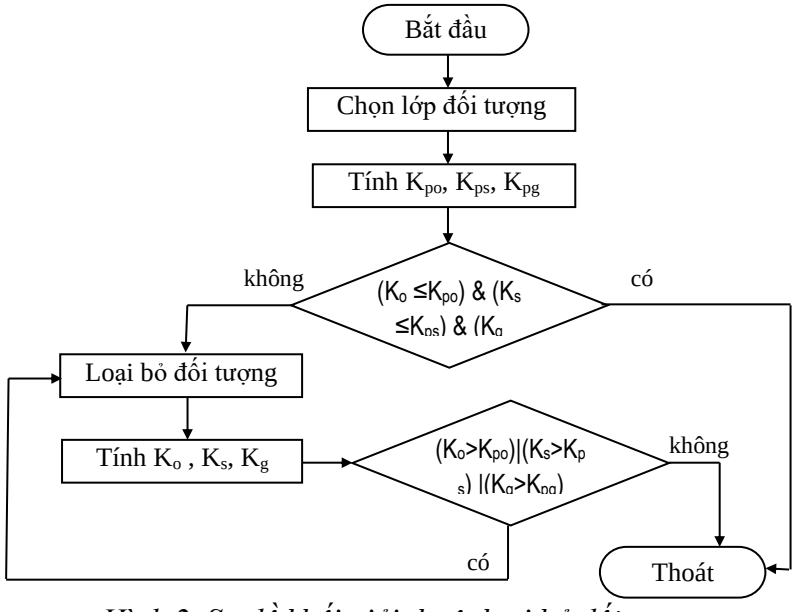
Giải thuật lấy bỏ tổng hợp yếu tố nội dung bản đồ được xây dựng dựa trên các tiêu chí đánh giá khách quan nội dung bản đồ gồm: tiêu chí đánh giá thành phần đối tượng bản đồ (K_o), tiêu chí đánh giá tải trọng có nghĩa của bản đồ (K_s) và tiêu chí đánh giá tải trọng đồ hoạ của bản đồ (K_g).

Giải thuật có thể được thực hiện theo 2 hướng:

- Lựa chọn đối tượng theo giá trị hệ số ưu tiên giảm dần từ cao đến thấp. Quá trình lựa chọn sẽ tiếp tục khi chưa thỏa mãn điều kiện (ràng buộc bởi giá trị ngưỡng K_{po}, K_{ps}, K_{pg} ứng với 3 tiêu chí K_o , K_s, K_g);
- Loại bỏ các đối tượng theo chiều tăng của hệ số ưu tiên (từ thấp đến cao) cho đến khi đạt được yêu cầu về điều kiện ràng buộc bởi K_{po}, K_{ps}, K_{pg}.

Theo ý nghĩa của 3 tiêu chí K_o , K_s, K_g , quá trình Lựa chọn hay Loại bỏ sẽ được thực hiện theo chu trình lặp cho đến khi điều kiện

Theo sơ đồ khối (Hình 6) giá trị ngưỡng K_{po}, K_{ps}, K_{pg} được sử dụng để kiểm soát chu trình lặp của quá trình loại bỏ. Sau mỗi tác vụ loại bỏ, K_o , K_s, K_g được tính lại và so sánh với giá trị ngưỡng K_{po}, K_{ps}, K_{pg}. Quá trình loại bỏ sẽ tiếp tục khi 1 trong 3 tiêu chí chưa đạt và chỉ dừng lại khi cả 3 tiêu chí đề thỏa mãn điều kiện.

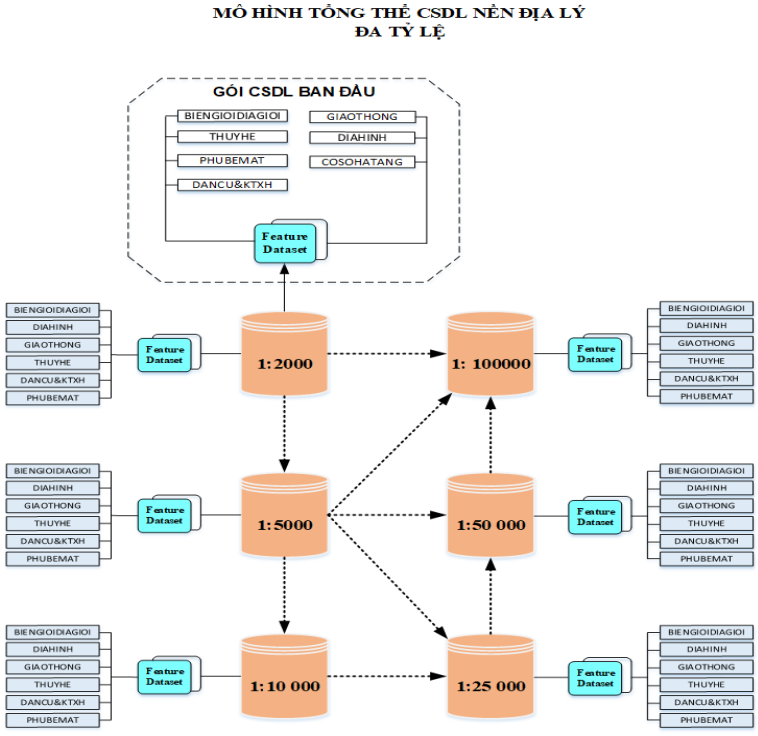


Hình 2. Sơ đồ khối giải thuật loại bỏ đối tượng

3.3. Đề xuất mô hình cơ sở dữ liệu nền địa lý đa tỷ lệ

Trong CSDL nền địa lý đa tỷ lệ, các gói tỷ lệ nhỏ hơn có phạm vi đối tượng rộng hơn và khái quát hơn so với các gói tỷ lệ lớn hơn, vì vậy cho cái nhìn bao quát đối với các khu vực có phạm vi rộng lớn mà các CSDL nền địa lý tỷ lệ lớn không biểu thị được.

Vì vậy để xây dựng mô hình cơ sở dữ liệu nền địa lý đa tỷ lệ. Các lớp dữ liệu trong các gói cơ sở dữ liệu ở các tỷ lệ khác nhau có mối quan hệ với nhau. Điều này được thể hiện bằng cách sử dụng sơ đồ kết nối giữa các cấp tỷ lệ và phân lớp các nội dung bản đồ gốc hợp lý. Mô hình được đánh giá thông qua triển khai cơ sở dữ liệu mẫu thử nghiệm. Đồng thời đây cũng chính là cơ sở để đề xuất các giải pháp, phương thức tổng quát hóa phù hợp để xây dựng cơ sở dữ liệu nền địa lý đa tỷ lệ.



Hình 3. Mô hình tổng thể cơ sở dữ liệu nền địa lý đa tỷ lệ

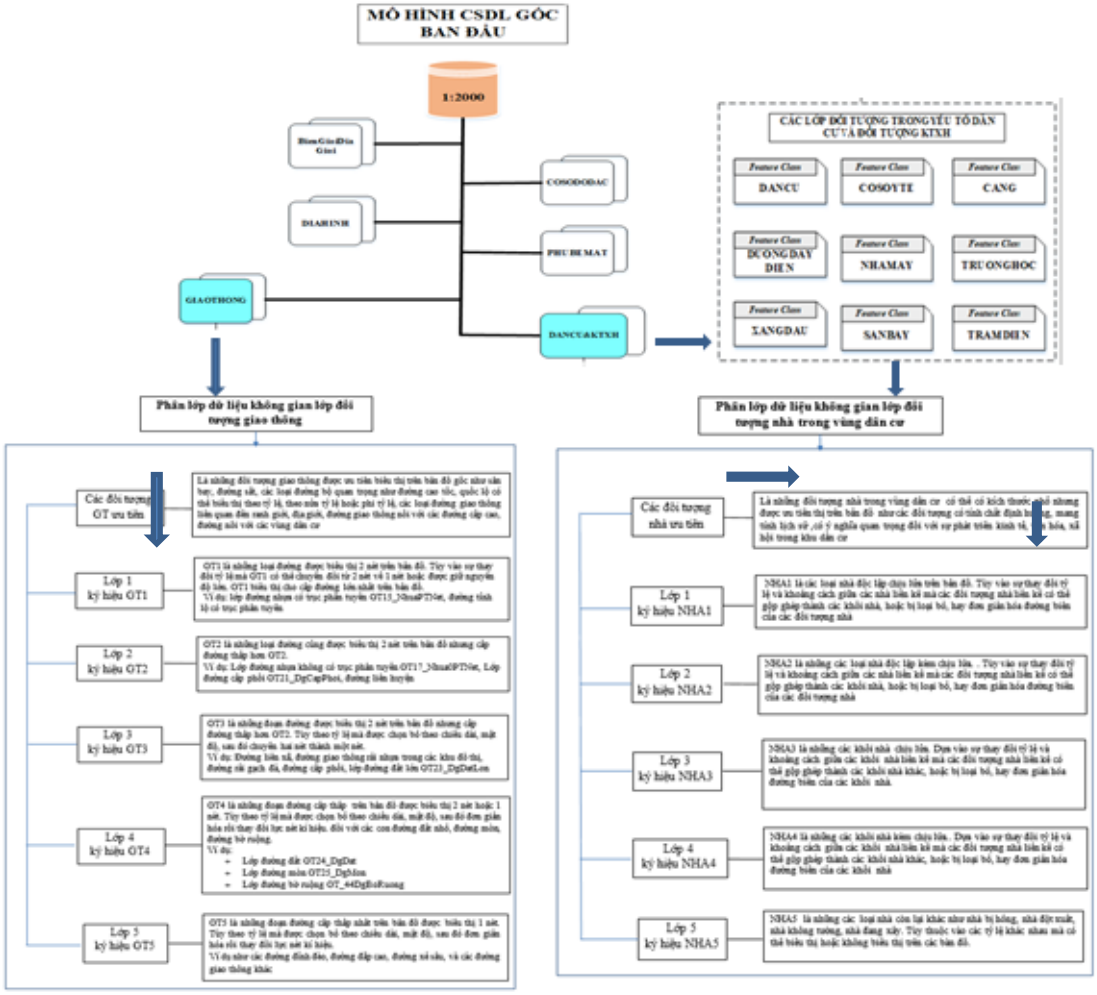
Để xây dựng CSDL nền địa lý các tỷ lệ nhỏ hơn nhóm nghiên cứu đã sử dụng các bản đồ địa hình tỷ lệ lớn (1:2.000) làm bản đồ gốc sau đó ứng dụng các giải pháp tổng quát hóa bản đồ để xây dựng cơ sở dữ liệu nền địa lý đa tỷ lệ.

Theo mô hình trên CSDL nền địa lý đa tỷ lệ có thể được xây dựng từ các CSDL nền địa lý tỷ lệ lớn hơn. Tuy nhiên các CSDL nền địa lý được xây dựng theo các giải pháp này phụ thuộc chủ yếu vào CSDL nền địa lý ban đầu. Chính vì vậy, cần phải thể hiện và thiết kế CSDL nền địa lý ban đầu phù hợp nhằm đáp ứng nhu cầu tạo ra các gói CSDL nền địa lý tỷ lệ nhỏ hơn.

3.4. Mô hình gói CSDL nền địa lý ban đầu

CSDL nền địa lý ban đầu được chọn là CSDL nền địa lý tỷ lệ 1:2.000. Trên cơ sở phân tích và ứng dụng dữ liệu bản đồ địa hình tỷ lệ 1:2.000 vào các mục đích khác, kết

hợp các công cụ TQH trong phần mềm ArcGIS cho thấy trong quá trình sử dụng thường xảy ra nhiều lỗi như các yếu tố chồng đè lên nhau, lặp đi lặp lại trong nhiều lớp, các yếu tố đường giao thông không kết nối được với nhau... Trên cơ sở đó, tác giả đề xuất mô hình chi tiết CSDL ban đầu (giao thông và nhà trong vùng dân cư) như Hình 3.



Hình 4. Mô hình về cơ sở dữ liệu gốc ban đầu (lớp giao thông, dân cư)

Lớp đối tượng đường giao thông trên bản đồ là đối tượng hình tuyến mà biểu thị trên bản đồ chiều dài tuân thủ theo tỷ lệ, còn chiều rộng trên các bản đồ tỷ lệ lớn biểu thị được đường 2 nét có độ rộng theo tỷ lệ. Tuy nhiên trên các bản đồ tỷ lệ nhỏ chiều rộng thường biểu thị theo nguyên tắc phi tỷ lệ hoặc nửa tỷ lệ. Mặt khác các đường giao thông phải liền mạch với nhau, không ngắt quãng. Chính vì vậy khi tổng quát hóa đường giao thông ngoài việc nghiên cứu các chỉ tiêu quan trọng hơn nữa đó là phân loại đúng cấp đường. Có thể những đường mòn có chiều dài, chiều rộng rất lớn vẫn loại bỏ trên bản đồ trong khi đó các đường rải nhựa ngắn nhưng nối liền các trục đường lớn vẫn giữ lại trên bản đồ. Hệ thống giao thông phân theo thứ bậc phải gắn với sự giao thoa giữa các đường. Chính vì vậy trước khi tổng quát hóa phải phân loại dữ liệu rất rõ ràng mới thuận lợi trong quá trình sử dụng các công cụ.

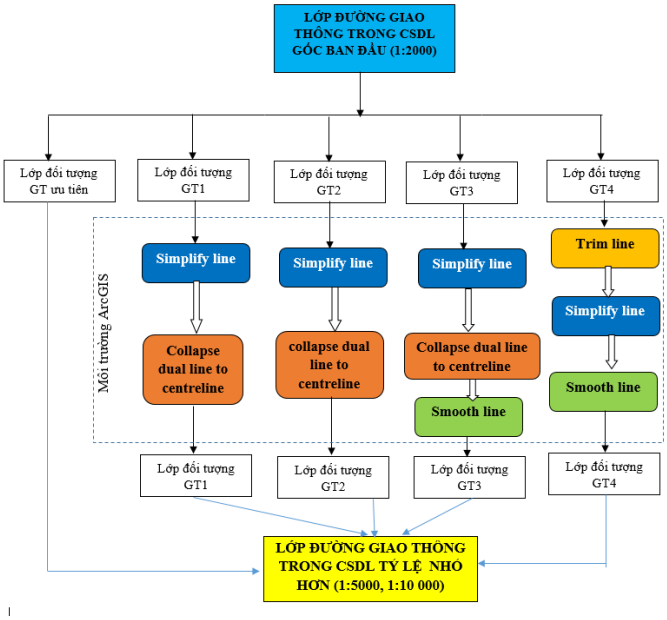
Đối với lớp dân cư và kinh tế xã hội thì các đối tượng như cơ sở y tế, trường học, bệnh viện... là những yếu tố quan trọng nên thể hiện trên bản đồ theo đồ hình mặt bằng biểu thị kèm theo ký hiệu. Còn đối với yếu tố không gian nhà trên bản đồ gốc thường được biểu thị theo đồ hình mặt bằng của các đối tượng, được phân loại thành nhà độc lập chịu lửa, nhà kém chịu lửa, khối nhà chịu lửa, khối nhà kém chịu, nhà không tường...

Khi áp dụng mô hình phân lớp cho các lớp đối tượng này để tổng quát hóa tự động đảm bảo thuận lợi và đạt được kết quả mang tính trực quan, liên kết được các yếu tố nội dung bản đồ và không bị xung đột sau TQH.

3.5. Đề xuất giải pháp truy xuất tự động bản đồ nền đa tỷ lệ

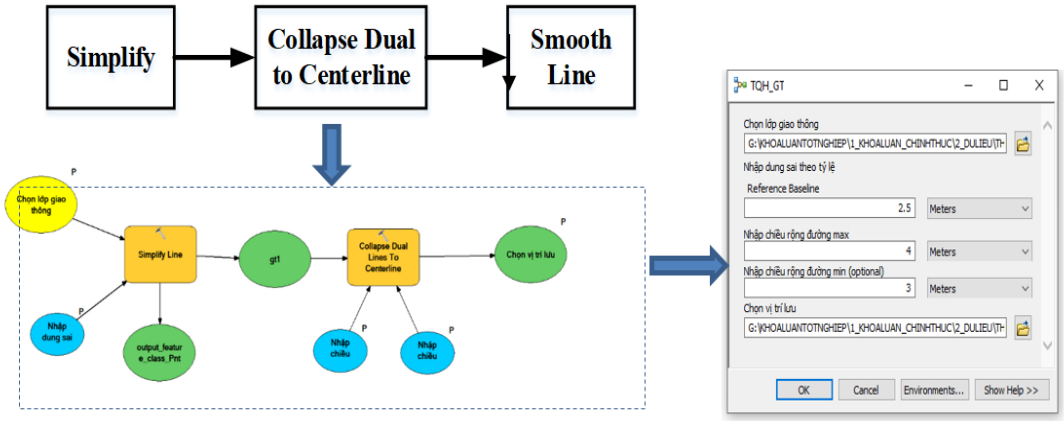
3.5.1. Giải pháp tổng quát hóa các đối tượng giao thông trên bản đồ

Việc chọn bỏ đường giao thông chỉ thực hiện ở các tỷ lệ nhỏ. Trên bản đồ tỷ lệ lớn biểu thị đầy đủ các loại đường giao thông theo ký hiệu tương ứng. Khi TQH có thể thay đổi bề dày và lực nét của đường, loại bỏ trên bản đồ mục tiêu, chuyển đường 2 nét thành 1 nét, chọn bỏ theo chiều dài, mật độ sau đó tiến hành đơn giản hóa đường. Trên cơ sở lớp giao thông đã được phân loại kết hợp với các công cụ TQH có sẵn trong phần mềm ArcGIS đề xuất một số giải pháp TQH từ tỷ lệ 1:2.000 xuống 1:5.000, 1:10.000 cơ bản như Hình 4.



Hình 5. Giải pháp TQH lớp đối tượng giao thông trong môi trường ArcGIS

Tương ứng mỗi giải pháp trên sử dụng Model Buider để liên kết các nhóm công cụ thành các công cụ tổng quát hóa các lớp đối tượng giao thông trên bản đồ.



Hình 6. Minh họa công cụ TQH lớp đối tượng giao thông trong môi trường ArcGIS

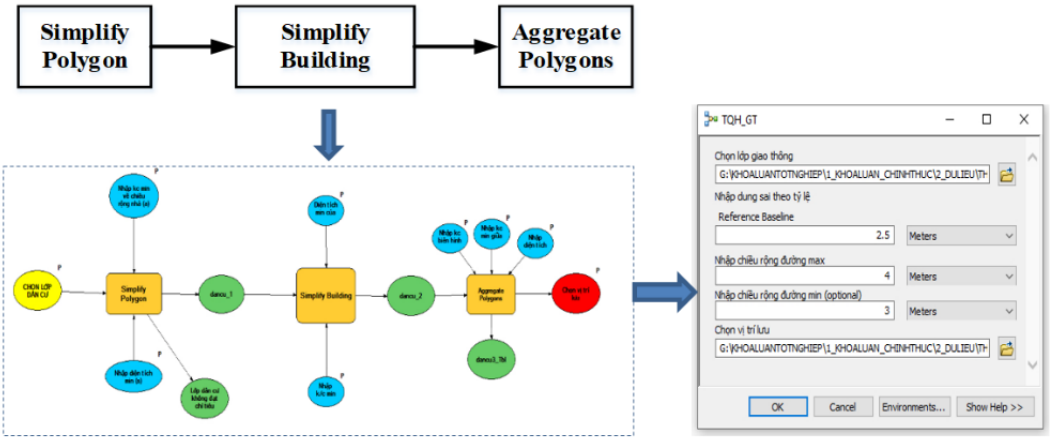
Sau khi tổng quát hóa các đối tượng tiến hành chồng xếp các đối tượng giao thông trong cơ sở dữ liệu bản đồ tỷ lệ 1:5.000, 1:10.000 tiến hành lấy bỏ tổng hợp các đối tượng theo đặc điểm, phạm vi khu vực biểu thị.

3.5.2. Giải pháp tổng quát hóa các đối tượng dân cư

Việc tổng quát hóa đặc điểm nhà trong vùng dân cư cụ thể bao gồm

- Lựa chọn giữ lại các đối tượng có ý nghĩa quan trọng.
- Gộp ghép các nhà liền nhau thành khối nhà, ô phố, khu phố và tiến hành đồng thời với việc loại bỏ các nhà, khối nhà có diện tích nhỏ hơn giới hạn cho phép.
- Biểu thị mối liên quan giữa nhà trong vùng dân cư và các yếu tố khác.
- Biểu thị chính xác mối quan hệ với các yếu tố khác nhất là đường giao thông và sông ngòi.

Nhóm các công cụ hỗ trợ tổng quát hóa bản đồ trong ArcGIS được sử dụng để tổng quát hóa các yếu tố nhà một cách độc lập và để sử dụng tổng quát hóa cho một lớp dữ liệu cụ thể nào đó (lớp nhà) phải sử dụng kết hợp các công cụ với nhau.



Hình 7. Minh họa công cụ TQH lớp đối tượng nhà trong môi trường ArcGIS

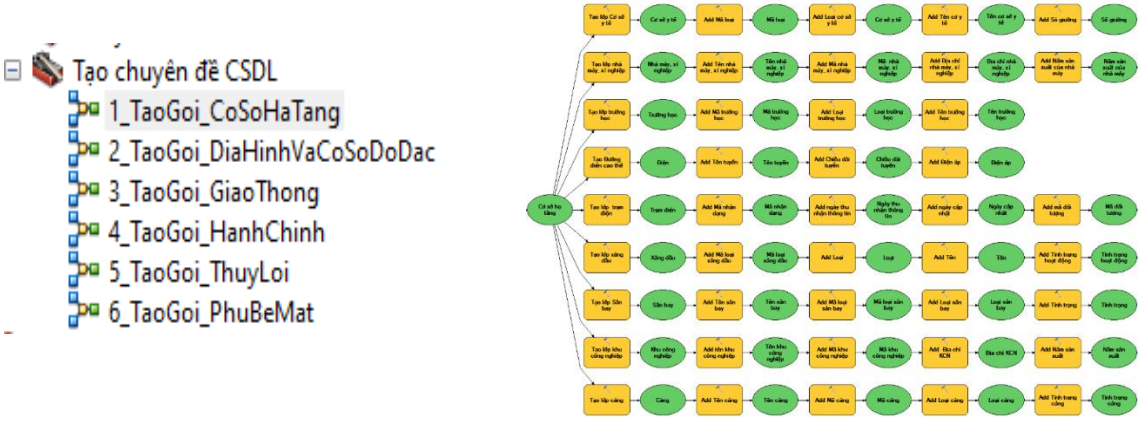
Sau khi tổng quát hóa các đối tượng tiến hành chồng xếp các đối tượng nhà trong vùng dân cư trong cơ sở dữ liệu bản đồ tỷ lệ 1:5.000, 1:10.000 sau đó tiến hành lấy bỏ

tổng hợp các đối tượng nhà phù hợp với mục đích, đặc điểm khu vực và tỷ lệ bản đồ.

3.6. Thiết kế, xây dựng và vận hành thử cơ sở dữ liệu không gian nền địa lý đa tỷ lệ

3.6.1. Thiết kế, xây dựng cơ sở dữ liệu bản đồ

Sử dụng Model Builder kết hợp với các công cụ trong Arctoolbox của phần mềm ArcGIS để tạo các công cụ chuyển đổi dữ liệu từ Microstation sang AcrGIS, chuyển đổi dạng dữ liệu hình học, gắn các giải pháp tổng quát hóa tự động dữ liệu bản đồ.



Hình 8. Tạo các gói CSDL sử dụng Model Builder

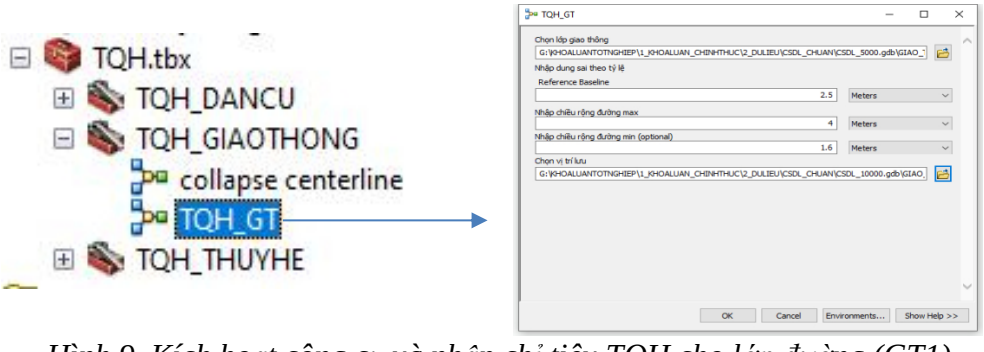
Như vậy, kết quả ta đã được khung chuẩn cấu trúc cơ sở dữ liệu nền địa lý theo đúng như cấu trúc được xây dựng ban đầu.

Sau đó tiến hành truy vấn thuộc tính để lọc các đối tượng theo cách phân loại trên, đồng thời gán thuộc tính cho cần thiết cho các lớp đối tượng. Sau khi thực hiện xong ta được gói CSDL tỷ lệ 1:2.000.

3.6.2. Vận hành thử cơ sở dữ liệu không gian nền địa lý đa tỷ lệ

- Tổng quát hóa lớp dữ liệu giao thông

Đối với chuyên đề giao thông khi thực hiện tổng quát hóa cho CSDL nền từ tỷ lệ 1:2.000 sang tỷ lệ 1:5.000 sử dụng công cụ TQH đã được thiết kế ở trên sau đó nhập các chỉ tiêu TQH tương ứng theo các cấp tỷ lệ bản đồ.



Hình 9. Kích hoạt công cụ và nhập chỉ tiêu TQH cho lớp đường (GT1)

Sau khi vận hành truy xuất tự động lớp GT1vẫn không có sự thay đổi về hình dáng.

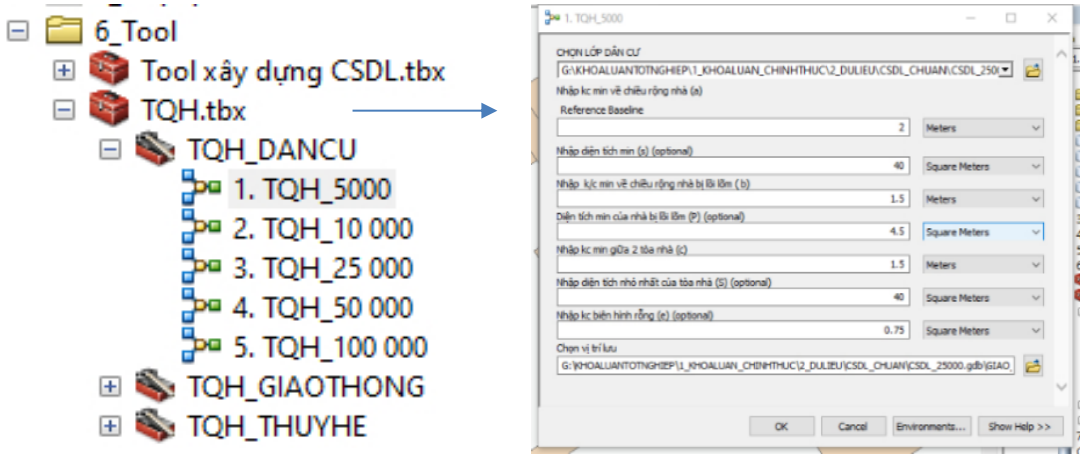
Dựa vào bảng chỉ tiêu, do chỉ tiêu chiều rộng nhỏ hơn chiều rộng giới hạn của chỉ tiêu đề ra nên đoạn đường trên lớp GT1,GT2, GT3 vẫn được giữ nguyên, đảm bảo được tính trực quan nên được giữ nguyên dạng đường 2 nét.

Đối với giao thông: đường có trục phân tuyến vẫn giữ được tính hiện trạng là đường 2 nét do chỉ tiêu chiều rộng không nằm trong phạm vi chiều rộng giới hạn của chỉ tiêu đề ra, đường giao thông không có trục phân tuyến, đường đất nhỏ, đường cấp phối có thay đổi nhưng rất ít.

Cách thực hiện tổng quát hóa cho CSDL nền tỷ lệ 1:5.000 sang tỷ lệ 1:10.000 tương tự như cách tổng quát hóa từ tỷ lệ 1:2.000 sang tỷ lệ 1:5.000. Nhưng áp dụng các chỉ tiêu cho tỷ lệ 1:10.000 cụ thể cho các đối tượng giao thông và dân cư. Kết quả thực hiện cho thấy lớp GT1vẫn được giữ nguyên, đảm bảo được tính trực quan nên được giữ nguyên dạng đường 2 nét, lớp GT2 chuyển thành đường 1 nét.

- Tổng quát hóa chuyên đề dân cư

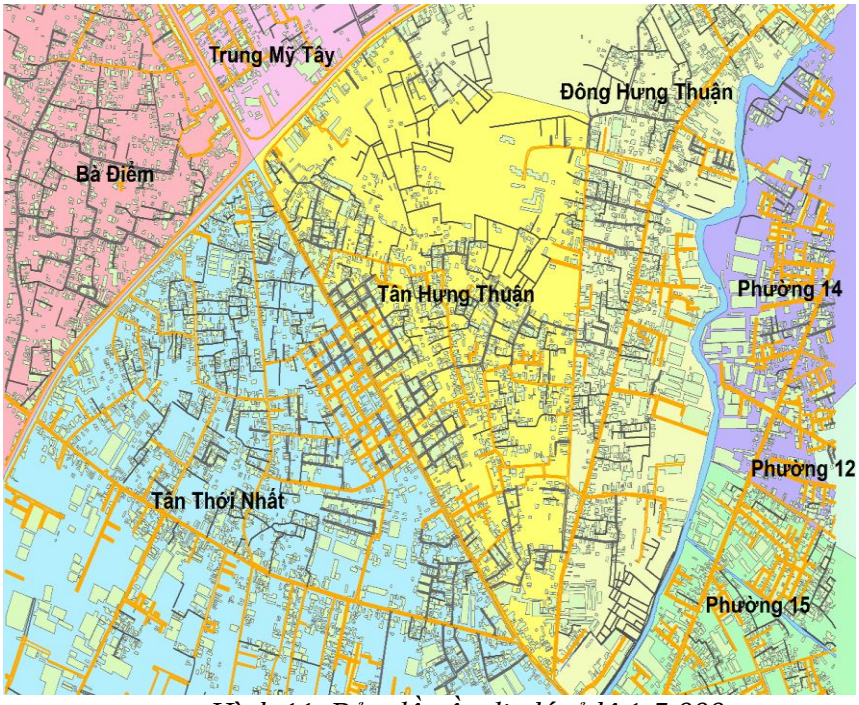
Đối với lớp đối tượng nhà trong vùng dân cư: sử dụng công cụ TQH đã được thiết kế ở trên sau đó nhập các chỉ tiêu TQH cho lớp đối tượng nhà tương ứng.



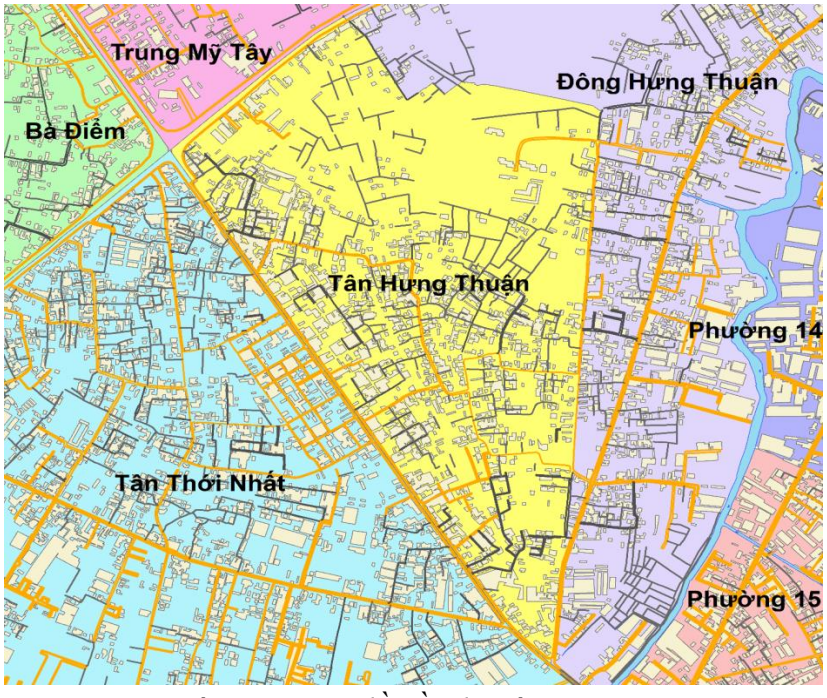
Hình 10. Kích hoạt công cụ và nhập chỉ tiêu TQH cho lớp đối tượng nhà

Kết quả sau khi sử dụng công cụ đơn giản hóa vùng lồi lõm với chỉ liêu đưa ra: khoảng cách nhỏ nhất về chiều rộng của một khối nhà bị lồi hay bị lõm là 1,5 m, diện tích nhỏ nhất của một vùng lồi ra hoặc lõm vào là 4,5 m. Kết quả khi sử dụng công cụ Aggregate Distance, hợp nhất các khối nhà với chỉ tiêu đưa ra: theo khoảng cách nhỏ nhất của hai tòa nhà riêng biệt là 1,5 m.

Tiến hành TQH theo nguyên lý như trên, kết quả tạo ra các lớp dữ liệu theo các gói CSDL tỷ lệ khác nhau.



Hình 11. Bản đồ nền địa lý tỷ lệ 1:5.000



Hình 12. Bản đồ nền địa lý tỷ lệ 1:10.000

Kết quả hiển thị các sản phẩm bản đồ theo các cấp tỷ lệ khác nhau cho thấy 2 yếu tố dân cư và giao thông sau tổng quát hóa tương đối hoàn thiện, không bị xung đột và thể hiện được mối liên hệ rõ ràng.

Kết quả sau khi tổng quát hóa (từ tỷ lệ 1:2.000 về tỷ lệ 1:5.000, 1:10.000) các tòa nhà nằm trong giới hạn cho phép như khoảng cách giữa 2 nhà nhỏ hơn khoảng cách giới hạn

được gộp lại với nhau và sau đó tiến hành đơn giản hóa các đường biên của các tòa nhà. Nếu các tòa nhà nhỏ hơn diện tích cho phép thì bị loại bỏ.

Đối với lớp giao thông, khi chồng tất cả các lớp đối tượng vào nhau, các đối tượng phân theo cấp đường vẫn đi theo một trình tự hợp lý không còn xảy ra các lỗi như đường bị hở, hay bị đứt đoạn… nữa.

Sau quá trình nghiên cứu, mặc dù quá trình thực hiện vẫn còn tồn tại nhiều khó khăn, phức tạp. Nhưng nếu như đã có kinh nghiệm kết hợp giải pháp thì khi biên tập bản đồ có thể sử dụng phương pháp kết hợp chỉ tiêu để dễ dàng tạo một bản đồ khác bất kỳ ở tỷ lệ nào mà không theo ý chủ quan của người biên tập.

4. KẾT LUẬN

Việc xây dựng CSDLNĐL đa tỷ lệ hoàn chỉnh sẽ có ý nghĩa rất lớn giúp cho các ban, ngành có thể triển khai xây dựng CSDL chuyên ngành đồng thời tiết kiệm chi phí xây dựng. Phương pháp tiếp cận đã trình bày trong bài báo trên cơ sở khai thác ứng dụng các công cụ tự động hóa của các phần mềm thương mại là một trong những hướng khả thi nhằm góp phần hoàn thiện quá trình xây dựng CSDL bản đồ đa tỉ lệ.

Các kết quả nghiên cứu lý thuyết như trên tuy chưa đủ toàn diện, việc thử nghiệm mới chỉ dừng lại ở một số đối tượng thuộc nhóm lớp Giao thông và Dân cư từ tỷ lệ 1:2.000 sang tỷ lệ 1:5.000, 1:10.000, nhưng có thể được xem là những bước đầu tiên, là cơ sở để tiếp tục nghiên cứu, hoàn thiện giải pháp TQH tự động trong xây dựng CSDL nền địa lý đa tỷ lệ phù hợp với mục đích trình bày bản đồ.

Để xây dựng được CSDL nền đa tỷ lệ mang tính đồng bộ, thống nhất, có sự kết hợp hài hòa, linh hoạt giữa các cấp tỷ lệ và có thể được cập nhật đồng thời thì tổng quát hóa tự động được xem giải pháp tối ưu. Đây cũng là một trong những hướng phát triển nghiên cứu của đề tài trong thời gian tiếp theo.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. Vũ Xuân Cường, (2007), Báo cáo đề tài NCKH "*Tự động hoá thành lập bản đồ HTSDĐ trên cơ sở thông tin bản đồ địa chính số*", TP. HCM.

[2]. Vũ Xuân Cường, (2017), *Đề xuất phương pháp tiếp cận xây dựng cơ sở dữ liệu bản đồ đa tỷ lệ,* Tạp chí Khoa học Đo đạc và Bản đồ.

[3]. Nguyễn Thi Thu Hằng, (2013), *Nghiên cứu giải pháp xây dựng cơ sở dữ liệu nền địa lý đa tỷ lệ từ bản đồ địa hình 1:10.000 phục vụ quản lý tài nguyên và môi trường tỉnh Quảng Ngãi,* Trường Đại học Khoa học Tự nhiên Hà Nội.

[4]. Đồng Thị Bích Phương, (2007), đề tài cấp Bộ "*Nghiên cứu cơ sở khoa học tổng quát hoá bản đồ tự động và xây dựng phần mềm tổng quát hoá bản đồ từ dữ liệu bản đồ địa hình tỷ lệ lớn hơn*", Viện khoa học Đo đạc và Bản đồ.

[5]. Hoàng Thanh Sắc, Đinh Thị Bảo Hoa, 2015, *xây dựng CSDL nền địa lý tỉnh Phú Thọ tỷ lệ 1:50.000 từ CSDL nền địa lý tỷ lệ 1:10.000,* Trường Đại học Khoa học Tự nhiên Hà Nội.

[6]. Nguyễn Thị Hồng Hạnh, Vũ Xuân Cường, 2012, *nghiên cứu và xây dựng bộ công cụ tổng quát hóa tự động cho dữ liệu lớp đối tượng nhà trong phần mềm ArcGIS,* tạp chí khoa học Kỹ Thuật Nông Lâm Nghiệp - Trường Đại Học NôngLâm TP. HCM

[7]. Nguyễn Thị Hồng Hạnh, Vũ Xuân Cường, 2016, Possibility and constraint parameters for automated generalization of multi - scale base maps, Tạp chí Khoa học và Công nghệ - Viện hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam.

[8]. Lee D., Hardy P., 2005*, "Automating Generalization - Tools and Models*", ICC 2005, La Coruna.

[9]. Dee Lee, Paul Hardly, 2005, *"Design and Experience of Generalization Tools",* ESRI Inc, Redland, Califoria, USA.

[10]. Jantien Stoter, Marc Post, Vincent van Altena, Ron Nijhuisb and Ben Bruns, 2013, *Fully automated generalization of a 1:50k map from 1:10k data,* Cartography and Geographic Information Science.

[11]. Kazemi, F., 2003. A generalization framework to derive multi - scale GEODATA. Proceedings of the Spatial Sciences Conference 2003, September, Canberra, Australia, pp. 1 - 12.

[12]. S. Kazemi*, S. Lim, C. Rizos, 2004, *a review of map and spatial database generalization for developing a generalization framework*, School of Surveying & Spatial Information Systems, the University of New South Wales, Sydney, Australia.

[13]. S. Kazemi &S. Lim, 2007, *Deriving multi-scale GEODATA from TOPO-250K road network Data, Journal of Spatial Science.*

ĐÁNH GIÁ MỨC ĐỘ HẤP DẪN VỀ NƠI Ở TẠI KHU VỰC QUẬN CẦU GIẤY, THÀNH PHỐ HÀ NỘI THEO TIẾP CẬN VỊ THẾ - CHẤT LƯỢNG VÀ CHẤT LƯỢNG CUỘC SỐNG ĐÔ THỊ

Lê Phương Thúy[1], Bùi Ngọc Tú[1], Phạm Lê Tuấn[1], Nguyễn Xuân Linh[1], Nguyễn Thị Thu Hà[1], Hoàng Hữu Phê[2], Trần Quốc Bình[1]

[1]Khoa Địa lý, Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, Đại học Quốc gia Hà Nội
[2]R&D Consultants

Ngày nhận bài: 17/7/2021 - Ngày phản biện: 04/8/2021 - Ngày chấp nhận đăng: 10/08/2021

Tóm tắt. *Lựa chọn nơi ở thích hợp là một nhu cầu thiết yếu của con người nhưng việc này thường là những quyết định cảm tính, dựa trên một lượng thông tin hạn chế. Để khắc phục vấn đề này, nghiên cứu đặt mục tiêu lượng hóa những yếu tố ảnh hưởng đến việc lựa chọn nơi ở theo tiếp cận Vị thế - Chất lượng, từ đó đánh giá mức độ hấp dẫn về nơi ở đến từng thửa đất trên địa bàn quận Cầu Giấy thông qua một chỉ số tổ hợp. Nghiên cứu đã đề xuất một bộ danh mục 30 yếu tố cần xem xét dựa trên 7 tiêu chí về chất lượng cuộc sống đô thị. Sử dụng phương pháp phân tích đa chỉ tiêu, phân tích mạng, logic mờ trên bộ số liệu điều tra 427 thửa đất ở được giao dịch trên thị trường, kết quả cho thấy khu vực Làng quốc tế Thăng Long, khu dân cư gần công viên Cầu Giấy, Khu đô thị Trung Hòa – Nhân Chính, Khu đô thị Trung Yên là những nơi có chỉ số hấp dẫn về nơi ở cao nhất.*

Từ khóa: *lý thuyết Vị thế - Chất lượng, chỉ số hấp dẫn về nơi ở, chất lượng cuộc sống đô thị, quận Cầu Giấy.*

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Lựa chọn nơi ở là một quá trình ra quyết định với nhiều chỉ tiêu sao cho phù hợp với nhu cầu, sở thích, cũng như những điều kiện của các hộ gia đình, cá nhân. Mặc dù những quyết định này diễn ra ở các hộ gia đình nhưng nhiều nhà khoa học đã chỉ ra ở phạm vi vĩ mô, nghiên cứu về lựa chọn nơi ở là một cách để hiểu về cấu hình không gian và động học của đô thị [8]. Vì vậy, sẽ rất hữu ích khi sử dụng các lý thuyết về cấu trúc đô thị trong đánh giá về vị trí nơi ở. Lý thuyết Vị thế - Chất lượng được phát triển từ năm 2000, có bản chất là sự giải thích cấu trúc động của dân cư thành phố theo mô hình đa cực dựa trên cơ sở mối quan hệ giữa hai thành tố là vị thế nơi ở (thành phần phi vật thể) và chất lượng nhà ở (thành phần vật thể) [2]. Sự kết hợp của hai thành phần vật thể (vật chất) và phi vật thể (tinh thần) sẽ giúp việc đánh giá về nơi ở toàn diện hơn, phản ánh được bản chất xã hội trong cấu trúc dân cư đô thị và quyết định lựa chọn nơi ở của con người.

Để đánh giá mức độ hấp dẫn về nơi ở, trước tiên cần phải có một hệ thống các tiêu chí, chỉ tiêu cụ thể. Theo tổng quan từ nhiều nghiên cứu, chất lượng cuộc sống là mục tiêu hay được sử dụng trong các đánh giá về nơi ở, mặc dù các nghiên cứu có thể tập trung vào một hoặc một vài tiêu chí trong đó [12]. Nghiên cứu về nơi ở hiện cũng là mối quan tâm đối với nhiều đô thị lớn ở Việt Nam. Một số diễn đàn khoa học đã thảo luận về những tiêu chí xây dựng "thành phố sống tốt" của Hà Nội hay "thành phố đáng sống" của Đà Nẵng nhằm mục tiêu nâng cao chất lượng cuộc sống của người dân, và đảm bảo sự phát triển hài hòa cả về kinh tế, chính trị, văn hóa, xã hội một cách bền vững của đô thị. Một số tiêu chí được đề xuất của thành phố Đà Nẵng là nhóm tiêu chí về: quản lý; phát triển bản thân con người; cơ sở hạ tầng; môi trường kinh tế; môi trường sống; đời sống văn hóa - xã hội [1]. Đối với thành phố Hà Nội, nhiều tiêu chí cũng được thảo luận dựa trên tham khảo một bộ tiêu chí đánh giá chất lượng đô thị của tổ chức Mercer như môi trường chính trị; môi trường kinh tế; môi trường văn hóa - xã hội; vệ sinh và sức khỏe; giáo dục và hệ thống trường học; hệ thống dịch vụ công cộng và giao thông; dịch vụ vui chơi giải trí; hệ thống dịch vụ hàng hóa; nhà ở; môi trường tự nhiên [3]. Mặc dù các tiêu chí được thảo luận nhiều tại các diễn đàn khoa học nhưng thực tế khi áp dụng ở Việt Nam thì các đánh giá cảm tính vẫn là chủ yếu và dựa trên một lượng thông tin hạn chế. Vì vậy, kế thừa từ những nghiên cứu trên thế giới, các tác giả cũng sử dụng cách tiếp cận về chất lượng cuộc sống đô thị để làm cơ sở xây dựng bộ tiêu chí đánh giá mức độ hấp dẫn về nơi ở. Tuy nhiên, sự khác biệt đó là ở cấp độ phân tích về mặt không gian. Trong khi cấp độ khu phố hay được sử dụng làm đơn vị không gian nghiên cứu về lựa chọn nơi ở [7] thì cấp độ thửa đất hầu như chưa được sử dụng. Vì vậy, trong nghiên cứu này, việc đánh giá mức độ hấp dẫn của nơi ở được phân tích chi tiết theo các thuộc tính của thửa đất. Kết hợp với thế mạnh phân tích không gian của GIS, các đánh giá được lượng hóa thành chỉ số tổ hợp và được trực quan hóa thành bản đồ.

Quận Cầu Giấy là một quận có tốc độ đô thị hóa cao của thành phố Hà Nội. Trên địa bàn Quận có nhiều dự án khu đô thị mới, các địa điểm hấp dẫn về dịch vụ văn hóa, vui chơi, giải trí, cũng như nhiều cơ sở giáo dục, y tế,... thu hút nhiều người dân tìm đến làm nơi an cư lạc nghiệp. Vì vậy, nhu cầu về nơi ở tại quận Cầu Giấy cũng ngày càng tăng. Do đó việc đánh giá mức độ hấp dẫn về nơi ở sẽ tạo thành một bức tranh tổng thể trợ giúp cho người dân, các nhà đầu tư, các nhà quản lý nắm bắt được hiện trạng về đặc điểm nơi ở của khu vực, từ đó có những sự lựa chọn phù hợp và có định hướng, kế hoạch phát triển trong tương lai.

2. CƠ SỞ LÝ LUẬN

2.1. Lý thuyết Vị thế - Chất lượng

Cosacov (2019) đã đề cập đến lý thuyết Vị thế - Chất lượng (Status - Quality Trade Off theory, SQTO) như là một trong những trường hợp của các nhà kinh tế đô thị ủng hộ cách giải thích trong các quyết định lựa chọn vị trí nhà ở đến từ khía cạnh phi kinh tế [8]. Nếu như trước đây, mô hình đơn cực về vị trí dân cư đô thị quay xung quanh một trung tâm kinh tế - thương mại của William Alonso (1964) được chấp nhận rộng rãi thì ngày

nay, mô hình này là một trường hợp cụ thể của SQTO với cấu trúc đa cực. Trong đó, mỗi cực thể hiện điểm hấp dẫn cao nhất của một số loại vị thế xã hội nhất định, được công nhận bởi một phần nhất định của công chúng [2].

Vậy thế nào là một nơi ở hấp dẫn? Theo tiếp cận Vị thế - Chất lượng, mức độ hấp dẫn về nơi ở được hiểu là mức độ ưa thích, mong muốn về mặt xã hội gắn với nhà ở tại một địa điểm xác định. Khu vực thể hiện mức độ hấp dẫn cao nhất về một loại vị thế nhất định sẽ hình thành cực vị thế, còn được hiểu là các khu vực trung tâm về một lĩnh vực nổi trội của đô thị. Để đo lường mức độ hấp dẫn của thửa đất, cần đo lường các giá trị vị thế và giá trị chất lượng của đất đai. Thông thường, yếu tố chất lượng của đất đai là những đặc điểm về thổ nhưỡng, nền đất, diện tích, hình thể, và những đặc điểm chất lượng của môi trường bên trên, bên dưới và xung quanh của đất đai như chất lượng môi trường không khí, địa chất, địa hình. Yếu tố vị thế liên quan đến đất đai là toàn bộ những yếu tố về vị trí, khả năng tiếp cận đến các tiện ích đô thị, an ninh, dân trí,...

2.2. Chất lượng cuộc sống đô thị (Urban Quality of Life - UQoL)

Khái niệm chất lượng cuộc sống đô thị (Urban Quality of Life - UQoL) đề cập đến quy hoạch đô thị có mục tiêu nhận ra sự bền vững của sự phát triển với sự tôn trọng chất lượng cuộc sống cá nhân của con người [9]. Đó là một khái niệm phức tạp với 7 chiều (dimension) có mối quan hệ tác động qua lại với nhau:

- Chất lượng môi trường cuộc sống đô thị: đề cập đến khía cạnh môi trường tự nhiên của đô thị như môi trường không khí, môi trường nước, thu gom và xử lý rác thải,...
- Chất lượng vật lý cuộc sống đô thị: các tiện ích, dịch vụ, cơ sở hạ tầng, kết cấu đô thị.
- Chất lượng chuyển động cuộc sống đô thị: khả năng tiếp cận, giao thông, các vấn đề vận chuyển.
- Chất lượng xã hội cuộc sống đô thị: các khía cạnh về xã hội, tương tác của con người, sự lựa chọn cá nhân và sự tham gia của công dân.
- Chất lượng tâm lý cuộc sống đô thị: các vấn đề liên quan đến cảm nhận của người dân với khu phố của họ.
- Chất lượng kinh tế cuộc sống đô thị: các hoạt động kinh tế, cung cấp cơ hội việc làm và thúc đẩy kinh doanh tại địa phương,...
- Chất lượng về chính sách, quy định của đô thị: các vấn đề về quản trị đô thị, chính sách của thành phố, pháp lý, quy hoạch,...

Để đo lường UQoL, nhiều nhà nghiên cứu đã sử dụng các chỉ tiêu khách quan (dựa trên phân tích dữ liệu thống kê) và chỉ tiêu chủ quan (dựa trên dữ liệu phỏng vấn người dân được đo lường theo thang đo). Các nguyên tắc để xác định chỉ tiêu có thể được tìm hiểu cụ thể tại nghiên cứu [9]. Xét theo tiến trình thời gian, có thể thấy 7 chiều của UQoL được coi là một xu hướng lựa chọn nơi ở của cộng đồng trong giai đoạn hiện nay, có tầm bao quát hơn so với tiêu chí kinh tế từng chiếm vai trò chủ đạo trong quá khứ. Thực chất, có thể coi các chiều của UQoL là sự cụ thể hóa của hai thành phần vị thế và chất lượng trong một giai đoạn phát triển của bối cảnh đô thị.

3. DỮ LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Về phương pháp luận, nghiên cứu sử dụng kết hợp hai cách tiếp cận trong đánh giá định lượng sở thích của con người đối với một hàng hóa là: (i) tiếp cận sở thích được bộc lộ (có thể qua giá cả, hành vi) còn gọi là *revealed preferences* (mang tính khách quan) và (ii) tiếp cận qua tuyên bố, hay điều tra, phỏng vấn còn gọi là *stated preferences* (mang tính chủ quan). Nhiều nghiên cứu đã chỉ ra việc kết hợp hai cách tiếp cận này là một phương pháp luận quan trọng, góp phần đưa ra những kết quả tin cậy hơn [10]. Đối với nơi ở, giá mua bán bất động sản chính là một dấu hiệu của cách tiếp cận sở thích được bộc lộ. Ví dụ, những thửa đất càng hấp dẫn, có giá trị thì giá thị trường có xu hướng càng cao. Sự kết hợp này sẽ quyết định đến dữ liệu và các phương pháp cụ thể được sử dụng trong nghiên cứu.

3.1. Dữ liệu

Để phân tích mức độ chi tiết đến từng thửa đất, nghiên cứu sử dụng dữ liệu không gian là bản đồ địa chính của 08/08 phường trên địa bàn quận Cầu Giấy và 09 phường lân cận. Các bản đồ này đều ở dạng số, tỷ lệ 1:500 và được đo vẽ, chỉnh lý năm 2018.

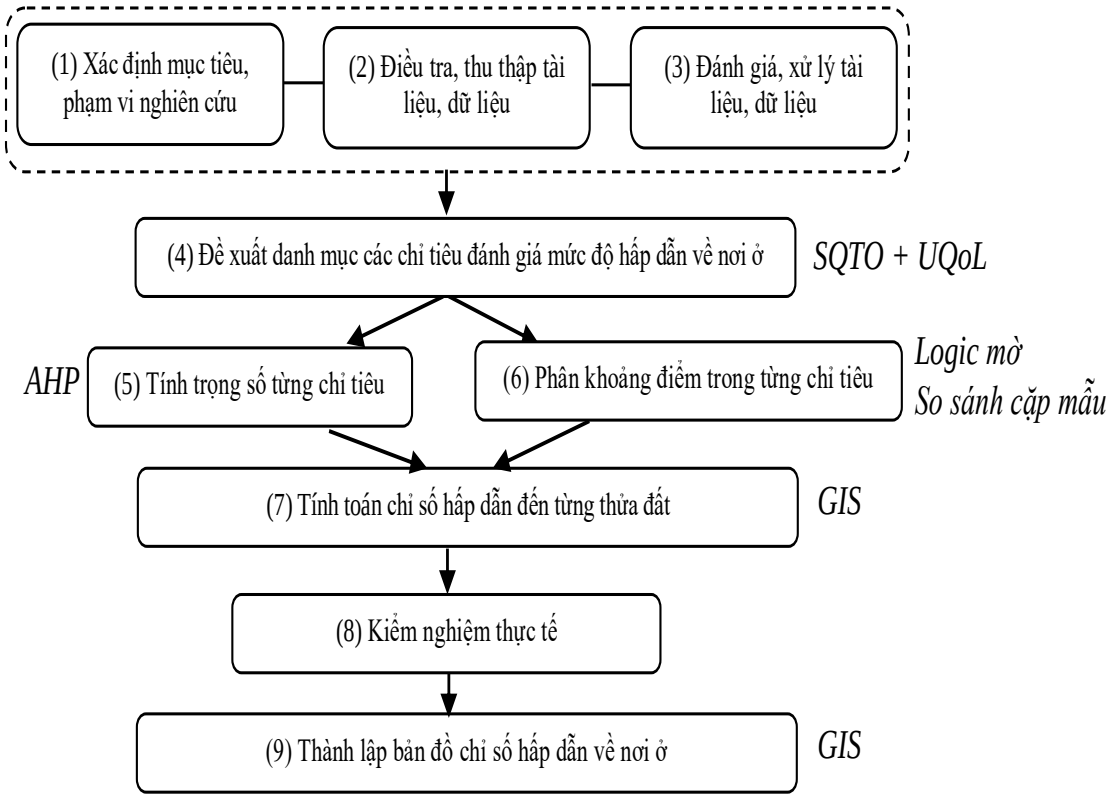
Nguồn dữ liệu thuộc tính quan trọng của nghiên cứu là kết quả đi điều tra thực địa để tìm hiểu đặc điểm khu vực, thu thập thông tin giá đất giao dịch trên thị trường và các ý kiến đánh giá của người dân trên địa bàn quận Cầu Giấy. Mẫu phiếu điều tra bao gồm 48 câu hỏi gồm các nhóm thông tin: chủ sử dụng, thửa đất, công trình xây dựng trên đất, các tiện ích xung quanh, môi trường. Những ý kiến đánh giá về mức độ hài lòng của người dân đối với các tiện ích, đặc điểm môi trường thể hiện theo thang đo Likert 5 cấp độ (rất hài lòng, hài lòng, phân vân, không hài lòng, rất không hài lòng). Nguồn thông tin điều tra chủ yếu từ hỏi trực tiếp người dân, các trung tâm môi giới bất động sản, chính quyền địa phương, quan sát thực tế và tham khảo thông tin từ Internet. Kết quả điều tra thu được 427 mẫu về giao dịch thị trường trong giai đoạn 2017 - 2019. Đối với những mẫu thu thập bao gồm cả giá nhà và giá đất, nghiên cứu sử dụng các thông tin về công trình xây dựng và phương pháp chiết trừ trong định giá đất để ước tính giá đất một cách tương đối.

Nghiên cứu còn thu thập thông tin về môi trường không khí và môi trường nước mặt trên địa bàn quận Cầu Giấy từ Báo cáo công tác bảo vệ môi trường năm 2018 của Quận. Do hạn chế về số liệu chưa đầy đủ tất cả các năm nên nghiên cứu giả định số liệu năm 2018 mang tính đại diện trung bình cho giai đoạn 2017 - 2019.

3.2. Phương pháp nghiên cứu

Quy trình đánh giá cụ thể được thể hiện ở Hình 1 với sự kết hợp của một số phương pháp và cách tiếp cận như SQTO, UQoL, logic mờ, so sánh cặp mẫu, AHP, GIS. Bản chất của quá trình đánh giá mức độ hấp dẫn về nơi ở là một bài toán phân tích đa chỉ tiêu. Trong đó, mỗi chỉ tiêu có mức độ quan trọng khác nhau còn gọi là trọng số (W_i), và trong từng chỉ tiêu, có các giá trị phân khoảng điểm khác nhau (S_i) tùy thuộc vào đánh giá của con người. Mỗi thửa đất sẽ có kết quả đánh giá chỉ số hấp dẫn tổng hợp I_j tính theo công

thức: $I_j = \sum_{i=1}^{n}(W_i \times S_{ij})$. Trong đó, W_i là trọng số của chỉ tiêu i, S_{ij} là điểm của thửa đất j theo chỉ tiêu i, n là tổng số các chỉ tiêu dùng đánh giá.



Hình 1. Quy trình đánh giá mức độ hấp dẫn về nơi ở

Trong nghiên cứu này, trọng số của các chỉ tiêu được thực hiện bằng *phương pháp phân tích phân cấp AHP* (Analytic Hirerachy Process) [11]. Các bước phân tích AHP được thực hiện như sau:

- Sắp xếp các chỉ tiêu theo 7 tiêu chí dựa trên UQoL (môi trường tự nhiên, môi trường vật lý, tiếp cận không gian, xã hội, tâm lý, kinh tế, chính sách).

- Gán giá trị số cho những so sánh chủ quan về mức độ quan trọng của các tiêu chí và các chỉ tiêu trong từng tiêu chí dựa trên ý kiến của 8 chuyên gia theo thang đo từ 1/9 đến 9 (từ "rất kém quan trọng" cho đến "rất quan trọng"). Các tác giả đã tham vấn các chuyên gia trong lĩnh vực bất động sản, xây dựng, địa lý nhân văn và các cán bộ của Phòng Tài nguyên và Môi trường Quận.

- Tính toán các ma trận chuẩn hóa và trọng số của các chỉ tiêu. Kiểm tra tính nhất quán của kết quả bằng việc tính tỷ số nhất quán Consistency Ratio (CR). Nếu CR < 0,1 là chấp nhận được.

Để phân khoảng điểm trong từng chỉ tiêu, nghiên cứu sử dụng phương pháp logic mờ và phương pháp so sánh cặp mẫu. *Phương pháp logic mờ* là một giải pháp hữu ích trong lượng hóa những đánh giá mang tính chất định tính của con người như "rất tốt", "tốt" [6].

Theo ngữ cảnh về đánh giá mức độ hấp dẫn, giá trị 1 thể hiện mức hấp dẫn cao nhất, giá trị 0 là không hấp dẫn. Cách thực hiện là trong bộ chỉ tiêu đánh giá, lựa chọn các chỉ tiêu có giá trị theo dải số liên tục và mô hình hóa mức độ hấp dẫn theo một số dạng hàm thành viên (như hàm L, hàm hình thang, hàm Gamma tuyến tính). Ví dụ, chỉ tiêu khoảng cách từ thửa đất đến công viên gần nhất có thể được mô hình hóa như sau: 0 - 500 m (1 điểm), 500 - 1000 m (giảm dần từ 1 tới 0), > 1000 m (0 điểm). Việc xác định dạng hàm thành viên cũng như các giá trị ngưỡng giới hạn phụ thuộc nhiều vào sự đánh giá của con người. Tuy nhiên, trong nhiều trường hợp, các giá trị này có thể có những quy định cụ thể.

Phương pháp so sánh cặp mẫu được sử dụng để tính điểm đối với các chỉ tiêu dạng phân loại, ví dụ như vị trí thửa đất, hình dạng, cấp đường giao thông. Trong mỗi chỉ tiêu, xác định giá trị thuộc nhóm được ưa thích nhất và gán điểm số 1 (gọi là thửa chuẩn). Chọn các cặp thửa đất có các thuộc tính tương tự như nhau (thửa chuẩn và thửa so sánh), nhưng khác nhau ở chỉ tiêu cần tính điểm. Điểm chỉ tiêu của thửa so sánh được tính là tỷ số giữa giá thị trường của thửa so sánh với giá thị trường của thửa chuẩn. Trong trường hợp có nhiều cặp mẫu thì điểm được tính là giá trị trung bình. Phương pháp này cũng là một trong số những phương pháp đơn giản, phổ biến khi tính hệ số của các yếu tố ảnh hưởng đến giá đất như trong nghiên cứu của Bùi Ngọc Tuân (2004) [4].

Nếu như phương pháp phân tích phân cấp AHP và logic mờ thể hiện nhiều đánh giá chủ quan của con người thì phương pháp so sánh cặp mẫu dựa trên sự bộc lộ qua giá cả (mang tính khách quan hơn). Như vậy, cách tiếp cận khách quan và chủ quan được kết hợp trong phân tích từng chỉ tiêu.

4. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

4.1. Khái quát về quận Cầu Giấy

Quận Cầu Giấy nằm ở phía tây thành phố Hà Nội, có tổng diện tích đất tự nhiên 1226,1 ha, bao gồm 8 phường: Dịch Vọng, Dịch Vọng Hậu, Quan Hoa, Nghĩa Tân, Nghĩa Đô, Mai Dịch, Yên Hòa, Trung Hòa. Địa hình của Quận tương đối bằng phẳng, có sông Tô Lịch và rất nhiều các hồ thuộc các phường như hồ Công viên Nghĩa Đô, hồ Công viên Cầu Giấy,... đóng vai trò quan trọng trong điều hòa vi khí hậu, điều tiết nguồn nước và tạo cảnh quan đẹp cho không gian đô thị.

Khi mới thành lập năm 1996, Cầu Giấy là một quận đan xen giữa đô thị và nông thôn, sản xuất nông nghiệp là chủ yếu. Sau hơn 20 năm xây dựng và phát triển, quận Cầu Giấy hiện nay là một trong những nơi phát triển năng động nhất của Hà Nội, có kết cấu hạ tầng đô thị văn minh, hiện đại. Hệ thống giao thông của Quận phát triển đa dạng với nhiều loại hình như đường bộ, đường sắt đô thị, mạng lưới các tuyến xe buýt dày đặc. Trên địa bàn Quận có khoảng 72 tuyến đường phố chính, được phân thành 3 cấp theo quy định (cấp 2, 3, 4). Với hệ thống giao thông đa dạng như vậy đảm bảo tính kết nối không gian của Quận với các huyện ngoại thành, các đô thị vệ tinh (như

Đông Anh, Sơn Tây, Hòa Lạc, Xuân Mai,...), cũng như giúp giao thông thuận lợi trong các khu vực dân cư của Quận. Đặc biệt, quận Cầu Giấy có rất nhiều khu đô thị nổi tiếng của Hà Nội như Khu đô thị Trung Hòa - Nhân Chính, Mandarin Garden, Làng quốc tế Thăng Long, Nam Trung Yên,... Các khu đô thị này không chỉ cung cấp các tiện ích đầy đủ, phục vụ cư dân trong nội khu mà còn có mức độ ảnh hưởng cả đến những thửa đất ở khu vực xung quanh. Ngoài ra, những yếu tố thu hút người dân đến sống ở quận Cầu Giấy còn phải kể đến là các công viên lớn (Công viên Cầu Giấy, Công viên Nghĩa Đô), các trung tâm thương mại lớn, tuyến phố văn phòng Duy Tân, và nhiều trường học ở cấp phổ thông, đại học có chất lượng tốt (trường THPT Chuyên Amsterdam, THCS Cầu Giấy, Đại học Quốc gia Hà Nội, Đại học Sư phạm Hà Nội,...). Hệ thống chăm sóc sức khỏe, cơ sở y tế trên địa bàn Quận cũng nổi bật với nhiều bệnh viện lớn (Bệnh viện 19 - 8, Viện Huyết học - Truyền máu Trung ương), một số bệnh viện nằm lân cận Quận như Bệnh viện Nhi Trung ương, Bệnh viện Phụ sản Hà Nội. Thêm nữa, quận Cầu Giấy còn có nhiều cơ quan hành chính quan trọng của Nhà nước, các văn phòng cho thuê đa dạng sự lựa chọn về diện tích, giá cả, vị trí.

4.2. Trọng số và phân khoảng điểm của các chỉ tiêu tham gia đánh giá mức độ hấp dẫn về nơi ở trên địa bàn quận Cầu Giấy

Dựa trên đặc điểm của quận Cầu Giấy và kế thừa các nghiên cứu về UQoL, các tác giả đề xuất một danh mục gồm 30 chỉ tiêu phân theo 7 tiêu chí tương ứng với 7 chiều của UQoL. Sử dụng phương pháp AHP, nghiên cứu tính toán các giá trị trọng số tiêu chí (cấp 1) và trọng số của các chỉ tiêu trong từng tiêu chí (cấp 2). Trọng số chung của các chỉ tiêu được tính là tích của trọng số cấp 1 nhân với trọng số cấp 2. Kết quả được tổng hợp ở Bảng 1. Bảng 2 thể hiện các điểm phân khoảng trong từng chỉ tiêu theo phương pháp logic mờ và phương pháp so sánh cặp mẫu.

Bảng 1. Các chỉ tiêu và trọng số để đánh giá mức độ hấp dẫn về nơi ở tại quận Cầu Giấy

Tiêu chí (trọng số cấp 1)	**Tên chỉ tiêu (trọng số cấp 2)**	**Trọng số chung**	**Ý nghĩa**	**Phương pháp phân tích | Nguồn dữ liệu**
Môi trường tự nhiên (0,204)	1. Nồng độ bụi (0,139)	0,028	Nồng độ bụi lơ lửng trong không khí (µg/m^3)	Nội suy IDW | Báo cáo môi trường
	2. Tiếng ồn (0,098)	0,020	Tiếng ồn giao thông (dBA)	
	3. Không gian xanh (0,252)	0,051	Sự hiển diện của không gian xanh với từng thửa đất (0: không,1: có)	Phân tích trong ArcGIS | Bản đồ địa chính
	4. Mật độ	0,034	Mật độ không gian xanh đô thị bao	Thống kê

Tiêu chí (trọng số cấp 1)	Tên chỉ tiêu (trọng số cấp 2)	Trọng số chung	Ý nghĩa	Phương pháp phân tích | Nguồn dữ liệu
	không gian xanh (0,169)		gồm diện tích đất mặt nước, cây xanh, quảng trường so với diện tích của toàn phường	trong ArcGIS | Bản đồ địa chính
	5. Nguồn gây ô nhiễm (0,342)	0,070	Khoảng cách từ thửa đất đến nguồn gây ô nhiễm gần nhất (m)	Phân tích mạng | Báo cáo môi trường, điều tra thực địa
Môi trường vật lý (0,208)	6. Cấp đường (0,252)	0,052	Cấp đường giao thông theo quy định của nhà nước (cấp 1, 2, 3, 4)	Phân tích trong ArcGIS | Quy định nhà nước
	7. Số lượng trường mầm non (0,089)	0,019	Số lượng trường mầm non; hiệu sách; cửa hàng tiện ích, siêu thị, chợ; cơ sở y tế (gồm bệnh viện, trung tâm y tế, phòng khám); chi nhánh ngân hàng trong phạm vi thuận tiện đi bộ (m). Theo [5] và phỏng vấn người dân, với thời gian 10 phút và vận tốc trung bình 5km/h thì khoảng cách 800m được coi là ngưỡng phù hợp trong phạm vi thuận tiện đi bộ.	Phân tích trong ArcGIS | Google Map, điều tra thực địa
	8. Số lượng hiệu sách (0,114)	0,024		
	9. Số lượng cửa hàng tiện ích, siêu thị, chợ (0,177)	0,037		
	10. Số lượng cơ sở y tế (0,247)	0,051		
	11. Số lượng chi nhánh ngân hàng (0,121)	0,025		
Tiếp cận không gian	12. GT chính (0,129)	0,026	Khoảng cách theo đường giao thông từ thửa đất đến đường giao thông chính; trường học phổ thông;	Phân tích mạng | Bản đồ địa chính

Tiêu chí (trọng số cấp 1)	Tên chỉ tiêu (trọng số cấp 2)	Trọng số chung	Ý nghĩa	Phương pháp phân tích | Nguồn dữ liệu
(0,201)	13. Trường học (0,205)	0,041	siêu thị, chợ; công viên; trạm giao thông công cộng gần nhất (m)	
	14. Siêu thị, chợ (0,205)	0,041		
	15. Công viên (0,366)	0,074		
	16. Giao thông công cộng (0,097)	0,019		
Xã hội (0,096)	17. Nhà văn hóa (0,141)	0,014	Khoảng cách theo đường giao thông từ thửa đất đến nhà văn hóa; ủy ban nhân dân; cơ quan công an; khu vui chơi, giải trí gần nhất (m)	Phân tích mạng | Bản đồ địa chính
	18. UBND (0,337)	0,032		
	19. Công an (0,240)	0,023		
	20. Giải trí (0,282)	0,027		
Tâm lý (0,085)	21. Hình dạng thửa đất (0,198)	0,017	Hình dạng thửa đất	Thống kê trong ArcGIS | Bản đồ địa chính
	22. Tôn giáo (0,275)	0,023	Khoảng cách theo đường giao thông từ thửa đất đến chùa, cơ sở tôn giáo; di tích lịch sử cấp Quốc gia; nghĩa trang gần nhất (m)	Phân tích mạng | Bản đồ địa chính
	23. Di tích (0,140)	0,033		
	24. Nghĩa trang (0,387)	0,012		
Kinh tế (0,114)	25. Vị trí (0,423)	0,049	Vị trí của thửa đất	Phân ích trong ArcGIS | Bản đồ địa chính
	26. Bệnh viện	0,026	Khoảng cách theo đường giao thông từ thửa đất đến bệnh viện;	Phân tích mạng | Bản

Tiêu chí (trọng số cấp 1)	Tên chỉ tiêu (trọng số cấp 2)	Trọng số chung	Ý nghĩa	Phương pháp phân tích | Nguồn dữ liệu
	(0,227)		bến xe; trường đại học gần nhất (m)	đồ địa chính
	27. Bến xe (0,123)	0,014		
	28. Đại học (0,227)	0,026		
Chính sách, quy định (0,092)	29. Mặt tiền (0,417)	0,038	Giới hạn mặt tiền của thửa đất theo quy định để thực hiện một số quyền pháp lý (tối thiểu là 3m)	Phân tích trong ArcGIS | Bản đồ địa chính
	30. Diện tích 0,583)	0,054	Giới hạn diện tích thửa đất theo quy định để thực hiện một số quyền pháp lý (tối thiểu 30m^2)	

Bảng 2. Phân khoảng điểm cho các chỉ tiêu

Chỉ tiêu (số thứ tự theo Bảng 1)	Phân khoảng điểm	Căn cứ phân khoảng
1	≤ 100 µg/m^3: 1 điểm; ≥ 300 µg/m^3: 0 điểm; 100 - 300 µg/m^3: giảm dần 1 → 0	Quyết định số 1459/QĐ-TCMT về việc ban hành hướng dẫn kỹ thuật tính toán và công bố chỉ số chất lượng không khí Việt Nam
2	≤ 30 dBA: 1 điểm; ≥ 70 dBA: 0 điểm; 30 - 70 dBA: giảm dần 1 → 0	
4	≤ 5 %: 0 điểm; ≥ 15 %: 1 điểm; 5 - 15 %: tăng dần 0 → 1	Giá trị thực tế của khu vực nghiên cứu
5, 24	≤ 500 m: 0 điểm; ≥ 1000 m: 1 điểm; 500 - 1000 m: tăng dần 0 → 1	Thông tư số 22/2019/TT-BXD ban hành Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về Quy hoạch xây dựng
7, 8, 10, 11	0: 0 điểm ≥ 10: 1 điểm 0 - 10: tăng dần từ 0 →1	Giá trị thực tế của khu vực nghiên cứu (dựa trên giá trị trung bình)
9	0: 0 điểm ≥ 20: 1 điểm 0 - 20: tăng dần từ 0 →1	
12, 13, 14, 15, 16, 26,	≤ 300 m: 1 điểm ≥ 500 m: 0 điểm	Thông tư số 22/2019/TT-BXD ban hành Quy chuẩn kỹ

Chỉ tiêu (số thứ tự theo Bảng 1)	Phân khoảng điểm				Căn cứ phân khoảng
27	300 - 500 m: giảm dần 1 → 0				thuật quốc gia về Quy hoạch xây dựng
17, 18, 19, 20, 22, 23, 28	≤ 500 m: 1 điểm; ≥ 1000 m: 0 điểm 500 - 1000 m: giảm dần 1 → 0				
29	≤ 3 m hoặc ≥ 12 m: 0 điểm; 6 - 9 m: 1 điểm 3 - 6 m: tăng dần 0 → 1; 9 - 12 m: giảm dần 1 → 0				Quyết định số 20/2017/QĐ-UBND ban hành quy định về hạn mức giao đất; hạn mức công nhận quyền sử dụng đất; kích thước, diện tích đất ở tối thiểu được phép tách thửa cho hộ gia đình, cá nhân trên địa bàn thành phố Hà Nội
30	≤ 30 m^2 hoặc ≥ 200 m^2: 0 điểm 60 - 90 m^2: 1 điểm 30 - 60 m^2: tăng dần 0 → 1 90 - 200 m^2: giảm dần 1 → 0				
3	Có: 1 điểm; Không: 0 điểm				
6	Cấp 2, cấp 3: 1,00 điểm; Cấp 4: 0,88 điểm				Điều tra thực địa và phương pháp so sánh cặp mẫu từ dữ liệu giá đất giao dịch thị trường
21	Vuông, chữ nhật: 1,00 điểm; Hình thang: 0,98 điểm Khác: 0,83 điểm				
25		Khu vực 1	Khu vực 2	Khu vực 3	Phân khu vực theo cấp đường, khả năng sinh lợi, điều kiện cơ sở hạ tầng thuận lợi cho sinh hoạt, kinh doanh và cung cấp dịch vụ.
	Vị trí 1	1,00	1,00	1,00	
	Vị trí 2	0,91	0,87	0,89	
	Vị trí 3	0,86	0,75	0,60	
	Vị trí 4	0,71	0,59	0,47	

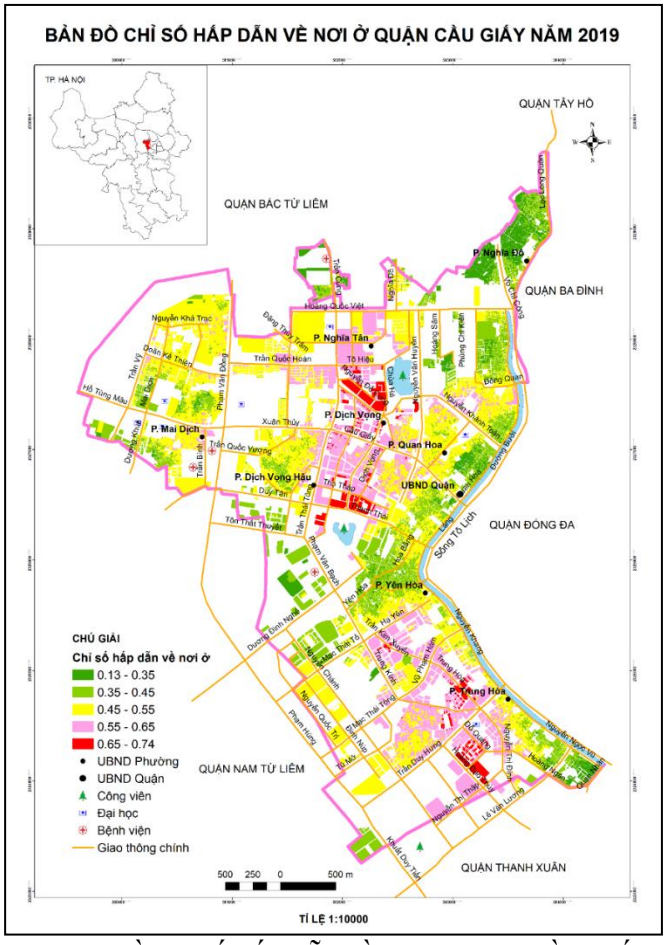
4.3. Xây dựng bản đồ chỉ số hấp dẫn về nơi ở

Tổng hợp các giá trị điểm và trọng số của từng chỉ tiêu, nghiên cứu tính toán được chỉ số hấp dẫn về nơi ở tới từng thửa đất. Kết quả ở hình 2 cho thấy quận Cầu Giấy có chỉ số hấp dẫn về nơi ở của từng thửa đất từ 0,13 đến 0,74 (ngưỡng giá trị cao nhất là 1,00). Trong đó có 4 khu vực có chỉ số cao vượt trội so với các khu vực khác, đó là: (1) xung quanh tuyến đường Nguyễn Đỗ Cung, Chùa Hà (tức Làng quốc tế Thăng Long), gần Công viên Nghĩa Đô; (2) xung quanh tuyến đường Thành Thái, Thọ Tháp (tức Khu đô thị mới Dịch Vọng), gần Công viên Cầu Giấy; (3) xung quanh tuyến đường Trung Hòa (tức Khu đô thị mới Trung Yên); (4) xung quanh tuyến đường

Hoàng Đạo Thúy (tức Khu đô thị Trung Hòa - Nhân Chính). Bốn khu vực này đều thuộc địa bàn của 2 phường là phường Dịch Vọng và phường Trung Hòa. Làng quốc tế Thăng Long, Khu đô thị Trung Hòa - Nhân Chính và Khu đô thị Trung Yên đều là những dự án khu đô thị mới đầu tiên của thành phố Hà Nội (giai đoạn 1996 - 2006), được quy hoạch đồng bộ, mở đầu cho trào lưu phong cách nhà ở cao tầng của thành phố. Khu đô thị mới Dịch Vọng được xây dựng trong giai đoạn 2010 - 2016 cũng có đầy đủ các tiện ích và hạ tầng kỹ thuật hiện đại, có vị trí đắc địa, gần Công viên Cầu Giấy là công viên lớn và nổi tiếng của Hà Nội. Kết quả khảo sát, phỏng vấn 92 người dân tại các khu vực có chỉ số cao cũng đã khẳng định kết quả của nghiên cứu với trung bình 80% người được phỏng vấn đánh giá cao về mức độ hấp dẫn nơi ở tại những khu vực này. Những khu vực nằm ở nhóm chỉ số hấp dẫn thấp chủ yếu ở phường Nghĩa Đô, phường Yên Hòa, một phần của phường Nghĩa Tân, phường Quan Hoa (chiếm khoảng 32,5% diện tích đất ở tại đô thị của toàn Quận). Những khu vực này chủ yếu ở vị trí trong các khu dân cư ngõ nhỏ, khả năng tiếp cận không gian đến các tiện ích đô thị chưa thuận lợi hoặc gần những địa điểm dễ bị ô nhiễm như nghĩa trang, nhà tang lễ, ô nhiễm từ sông Tô Lịch. Nhìn chung, mức hấp dẫn về nơi ở trong khoảng 0,45 - 0,55 chiếm tỷ lớn nhất trên địa bàn Quận (khoảng 42,6%).

5. KẾT LUẬN

Đánh giá mức độ hấp dẫn về nơi ở là một bài toán phân tích đa chỉ tiêu, bao gồm các chỉ tiêu mang tính khách quan và chủ quan. Để việc đánh giá được toàn diện, nghiên cứu đã đề xuất bộ chỉ tiêu đánh giá dựa trên mục tiêu trung tâm là chất lượng cuộc sống đô thị với 7 tiêu chí, 30 chỉ tiêu về môi trường tự nhiên, môi trường vật lý, tiếp cận không gian, xã hội, tâm lý, kinh tế, chính sách. Các chỉ tiêu được phân tích theo thành phần chất lượng (các giá trị đo trực tiếp) và thành phần vị thế (mức độ mong muốn của con người) với cấp độ chi tiết đến từng thửa đất. Kết quả phân tích cho thấy trên địa bàn quận Cầu Giấy hiện nay có 04 khu vực ở có tính hấp dẫn cao là Làng quốc tế Thăng Long, khu dân cư gần Công viên Cầu Giấy, Khu đô thị Trung Hòa - Nhân Chính, Khu đô thị Trung Yên. Đây đều là những khu vực dân cư được thiết lập dưới hình thức các dự án nhà ở lớn, có quy hoạch đồng bộ, được đánh giá là các cực vị thế về nơi ở trên địa bàn Quận. Những khu vực thuộc nhóm hấp dẫn kém hơn là khu vực nhà ở trong các làng đô thị, chưa được đầu tư đồng bộ. Kết quả này cũng một phần thể hiện xu hướng lựa chọn nơi ở của người dân ngày nay là ưa thích các tiêu chí về môi trường tự nhiên, có các tiện ích đô thị đầy đủ cũng như dễ dàng tiếp cận tới các tiện ích này.



Hình 2. Bản đồ chỉ số hấp dẫn về nơi ở quận Cầu Giấy năm 2019 (hình ảnh thu nhỏ 8 lần)

Bản đồ chỉ số hấp dẫn về nơi ở được thành lập trên địa bàn Quận là nguồn tham khảo hữu ích cho các cơ quan chức năng cũng như người dân trong việc lựa chọn nơi ở, lựa chọn khu vực để đầu tư phát triển hay cần nâng cấp, cải tạo để hướng đến mục tiêu đảm bảo chất lượng cuộc sống đô thị nói chung. Tuy nhiên, những kết quả phân tích của nghiên cứu vẫn còn có hạn chế khi chưa phân loại chi tiết yếu tố dân cư (như về trình độ, nghề nghiệp, mức thu nhập). Bởi vì những nhóm dân cư khác nhau thì thường có những sở thích, điều kiện khác nhau về nơi ở. Ngoài ra, các chỉ tiêu trong tiêu chí chính sách, quy định cũng cần bổ sung thêm để tăng cường vai trò của yếu tố quản trị đô thị. Đặc biệt, mối quan hệ giữa giá đất và chỉ số hấp dẫn về nơi ở cũng là một vấn đề cần nghiên cứu thêm để hỗ trợ cho công tác định giá đất. Đó cũng là định hướng nghiên cứu tiếp theo của các tác giả.

Lời cảm ơn

Nghiên cứu này được tài trợ bởi Đại học Quốc gia Hà Nội trong đề tài mã số QG.19.14 "Nghiên cứu xác định giá đất ở tại đô thị trong mối quan hệ với vị thế, chất lượng môi trường và dịch vụ hệ sinh thái trên địa bàn thành phố Hà Nội".

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. Nguyễn Văn Hoạt, *Xây dựng Bộ tiêu chí "Thành phố đáng sống" đối với thành phố Đà Nẵng hiện nay - cơ sở lý luận và thực tiễn đặt ra* (2019), Hội thảo "Ý tưởng xây dựng Bộ tiêu chí "Thành phố đáng sống" cho thành phố Đà Nẵng đến năm 2030", Đà Nẵng.

[2]. Hoàng Hữu Phê và Patrick Wakely*, Vị thế, chất lượng và sự lựa chọn khác: tiến tới một lý thuyết mới về vị trí dân cư đô thị* (2000), Urban Studies, 37(1), 7 - 35.

[3]. Trương Văn Quảng, *Xây dựng hệ thống tiêu chí về thành phố sống tốt cho Thủ đô Hà Nội* (2009), Hội thảo "Hà Nội: thành phố thân thiện và sống tốt cho cộng đồng", Hà Nội.

[4]. Bùi Ngọc Tuân, *Nghiên cứu một số nguyên nhân cơ bản làm biến động giá đất đô thị trên thị trường và đề xuất phương pháp định giá đất đô thị phù hợp ở nước ta* (2004). Đề tài NCKH cấp Bộ Tài nguyên và Môi trường.

[5]. Ariane, S.A.M.E., *Neighborhood urban quality of life, guidelines for urban planning and development of new assessment tool* (2012), (Ph.D. Thesis), Cairo University, Egypt.

[6]. Bagnoli, C., & Smith, H. C., *The Theory of Fuzz Logic and its Application to Real Estate Valuation* (1998), The Journal of Real Estate Research, 16(2), 169 - 199.

[7]. Chhetri, P., Stimson, R. J., & Western, J., *Modelling the Factors of Neighbourhood Attractiveness Reflected in Residential Location Decision Choices* (2006), Studies in Regional Science, 36(2), 393 - 417.

[8]. Cosacov, N., *Residential choices* (2019), The Wiley - Blackwell encyclopedia of urban and regional studies, 1 - 5.

[9]. Din, H. S. E., Shalaby, A., Farouh, H. E., & Elariane, S. A., *Principles of urban quality of life for a neighborhood* (2013), HBRC Journal (Housing and Building National Research Center), 9(1), 86 - 92.

[10]. Haipeng, Z., & Xuxuan, X., *Combining Stated Preference and Revealed Preference Methods for the Valuation of Non - market Goods* (2012), Chinese Journal of Population Resources and Environment, 10(4), 121 - 126.

[11]. Saaty, T. L., & Vargas, L. G., *Models, methods, concepts and applications of the Analytic Hierarchy Process* (2001), Norwell: Kluwer Academic Publishers.

[12]. Vogt, C. A., & Marans, R. W., *Natural resources and open space in the residential decision process: a study of recent movers to fringe counties in southeast Michigan* (2004), Landscape and Urban planning, 69(2), 255 - 269.

NGOẠI SUY SỐ LIỆU RADAR PHỤC VỤ DỰ BÁO MƯA LỚN HẠN CỰC NGẮN TẠI THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH

Trần Duy Thức, Nguyễn Quang Trung, Vũ Văn Thăng

Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Biến đổi khí hậu

Ngày nhận bài: 05/5/2021 - Ngày phản biện: 12/6/2021 - Ngày chấp nhận đăng: 6/8/2021

Tóm tắt. *Bài báo này trình bày kết quả nghiên cứu ứng dụng phần mềm TITAN và SWIRLS để ngoại suy số liệu radar nhằm dự báo mưa hạn cực ngắn (1 - 6h) cho khu vực Thành phố Hồ Chí Minh. Trong phần mềm SWIRLS và TITAN có rất nhiều phương pháp (tùy chọn) để ngoại suy số liệu radar, tuy nhiên trong giới hạn của nghiên cứu này chúng tôi áp dụng hai phương pháp đó là: 1) tạo ra trường vector gió và xác định tốc độ dịch chuyển của các ổ đối lưu có khả năng gây mưa thông qua tương quan cực đại của độ phản hồi TREC (Tracking Radar Echoes by Correlation) và 2) sử dụng trường vector chuyển động để ngoại suy độ phản hồi radar cho tương lai bằng phương pháp Lagrangian. Cuối cùng để chuyển đổi độ phản hồi ngoại suy thành lượng mưa tương ứng, bài báo sử dụng công thức về mối quan hệ Z - R (mưa và độ phản hồi) đã được nghiên cứu cho khu vực Nam Bộ của tác giả Nguyễn Hướng Điền [7]. Kết quả lượng mưa sau khi ngoại suy được so sánh với số liệu mưa trên lưới GSMAP đối với diện mưa và đánh giá sai số tại trạm với số liệu quan trắc từ 219 trạm ở khu vực Nam Bộ. Nghiên cứu cho thấy phần mềm TITAN và SWIRLS có thể nắm bắt được vị trí, hướng và vận tốc di chuyển của các vùng mưa, ổ dông. Kết quả đánh giá sai số cho thấy mô phỏng của SWIRLS tốt hơn so với TITAN tuy nhiên về xu hướng di chuyển của các vùng mưa (so sánh về diện) cho thấy TITAN dường như cho kết quả nhỉnh hơn.*

Từ khóa: *Titan, SWIRLS, Radar, Extrapolation,WRF.*

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Ở Thành phố Hồ Chí Minh (TP. HCM), mưa lớn là một trong những hiện tượng gây ra nhiều hậu quả nghiêm trọng nhất. Nguyên nhân bởi mưa lớn tại đây mang đặc điểm bất ngờ cao, dù có thể diễn ra không lâu nhưng với lượng mưa lớn trong thời gian ngắn, đặc biệt khi có sự kết hợp với triều cường có thể gây ra ngập cục bộ. Thêm nữa, thời gian gần đây các hiện tượng mưa lớn bất thường cũng như mưa trái mùa thường xuyên xảy ra với tần suất ngày một nhiều. Do vậy nghiên cứu về dự báo mưa hạn cực ngắn ở TP. HCM là vấn đề rất cần thiết. Hiện nay, việc dự báo mưa lớn ở TP. HCM có một số hạn chế như sau: việc sử dụng và khai thác sản phẩm từ Rardar thời tiết chủ yếu dựa trên hình ảnh độ phản hồi vô tuyến hiện tại và trong quá khứ nhằm đưa ra các dự báo chủ quan cho tương lai; hạn chế của mô hình số trong dự báo mưa

lớn hạn ngắn (điều kiện ban đầu, spinup time…); hạn chế kinh nghiệm về đồng hóa dữ liệu, kiểm định chất lượng dữ liệu quan trắc; hạn chế về cơ sở vật chất: HPC, phần mềm…

Trong những năm gần đây, Radar đã trở thành công cụ rất quan trọng để quan trắc và dự báo các hiện tượng thời tiết nguy hiểm như dông, bão, mưa lớn… thời gian thực. Ưu điểm của Radar là có thể cung cấp một lượng lớn dữ liệu từ bề mặt đến các mực trên cao với độ phân giải thời gian và không gian rất lớn… Việc ứng dụng các phương pháp ngoại suy số liệu radar nhằm dự báo mưa lớn hạn cực ngắn (1 - 6h) đã được ứng dụng từ rất nhiều nơi trên thế giới: Cơ quan Khí tượng Hồng Kông đã phát triển một hệ thống cảnh báo báo cường độ mưa dông hạn ngắn cho khu vực hạn chế - được gọi là SWIRLS (Short - range Warning of Intense Rainstorm in Localised Systems) và được đưa vào nghiệp vụ từ năm 1998. SWIRLS nguyên bản tập trung vào mưa dông và dự đoán đường đi của bão, hệ thống này hiện nay vẫn được phát triển và sử dụng rất hiệu quả [1]. Tại cục khí tượng Nhật Bản (JMA), cũng sử dụng số liệu radar để ngoại suy dự báo mưa cực ngắn. Trong quá trình ngoại suy, sự phát triển và suy yếu của hệ thống mưa do ảnh hưởng của địa hình cũng được đưa vào tính toán. Kết quả cho thấy dự báo ngoại suy có đầy đủ kỹ năng hơn so với dự báo bằng mô hình số trị, tuy nhiên nó lại giảm kỹ năng nhanh hơn theo thời gian nên để tối ưu hơn, họ áp dụng thêm phương pháp kết hợp giữa kết quả ngoại suy của radar với mô hình số trị [9]. Tại Việt Nam, chưa có nhiều nghiên cứu về việc ngoại suy số liệu radar, gần đây nhất có 1 nghiên cứu từ tác giả Công Thanh và các cộng sự đã ứng dụng phần mềm Titan để nhận dạng, theo dõi, phân tích tức thời ổ dông cho khu vực Thành phố Hồ Chí Minh, nghiên cứu này đã so sánh độ phản hồi cực đại CMAX từ việc ngoại suy với thực tế nhưng chưa so sánh kết quả mưa định lượng của ngoại suy và quan trắc [3]. Về thực tế cho thấy việc ứng dụng các phần mềm ngoại suy số liệu Radar để phục vụ bài toán mưa lớn ở Việt Nam vẫn còn khá hạn chế và làm sao để tối ưu kết quả, hiệu chỉnh áp dụng cho từng khu vực nhỏ ở Việt Nam vẫn còn là một vấn đề rất phức tạp và lâu dài, cần thiết phải có nhiều các nghiên cứu chuyên sâu hơn. Bài báo này được xây dựng với mục đích là ứng dụng 2 phần mềm TITAN và SWIRLS nhằm nêu ra sự khác biệt và so sánh khả năng ngoại suy số liệu radar của hai phần mềm này cho khu vực TP. Hồ Chí Minh.

1.1. Giới thiệu về hệ thống cảnh báo mưa dông hạn ngắn (SWIRLS)

SWIRLS (Short - range Warning of Intense Rainstorm in Localised Systems) là hệ thống dự báo tức thời lượng mưa được phát triển bởi Đài khí tượng Hồng Kông (HKO) từ năm 1997. Nguyên mẫu SWIRLS đã được đưa vào thử nghiệm trong mùa mưa năm 1998. Bản thử nghiệm này được coi là một thành công bước đầu đối với dự báo định lượng mưa trong một vài giờ. Sau một số sửa đổi nhỏ dựa trên nhật ký người dùng, hệ thống SWIRLS đã chính thức được hoạt động vào tháng 4 năm 1999. Các kỹ thuật tiên tiến được triển khai trong SWIRLS để phân tích và dự đoán lượng mưa và hiện tượng thời tiết đối lưu trong vài giờ tới. SWIRLS cũng được triển khai trong các dịch vụ khí

tượng khác nhau hoặc tham gia vào các dự án dự báo quốc tế để hỗ trợ nghiên cứu và phát triển các kỹ thuật phát sóng mưa bão. Phiên bản cộng đồng của SWIRLS, hoặc com - SWIRLS, được phát triển để tạo điều kiện trao đổi kiến thức và hợp tác phát triển kỹ thuật phát sóng mưa [2]. Mục tiêu phát triển chính trong SWIRLS là sử dụng cả dữ liệu radar và raingauge để theo dõi và dự đoán xu hướng phân bố mưa cục bộ trong vài giờ tới. Bộ dữ liệu được phân tích lại, dựa trên mối quan hệ lượng mưa phản xạ được điều chỉnh theo thời gian, đã được chứng minh là cực kỳ hữu ích trong việc cung cấp thông tin lượng mưa theo thời gian thực cho dự báo viên cũng như cung cấp thông tin cho quá trình vật lý hóa trong dự báo thời tiết [1]. Một số tính năng cơ bản của *của SWIRLS:* ước lượng mưa (QPE) dựa trên số liệu radar, raingauge hoặc tổ hợp của cả hai thành phần này; Theo dõi các chuyển động của bão; Ngoại suy số liệu sử dụng sơ đồ semi - Lagrangian lên đến 6 - 9h… để xem đầy đủ tính năng của SWIRLS tham khảo [2].

1.2. Giới thiệu về phần mềm nhận dạng, theo dõi, phân tích ổ dông (TITAN)

TITAN (Thunderstorm Identification, Tracking, Analysis and Nowcasting) là phần mềm có thể nhận dạng, theo dõi, phân tích và dự báo cực ngắn dông và mưa từ số liệu ra đa thời tiết, được các tác giả M. Dixon và G. Wiener xây dựng từ năm 1990. Mô hình TITAN không ngừng được phát triển và hoàn thiện bởi nhiều nhà nghiên cứu thuộc NCAR và UCAR (Hoa Kỳ). Từ 1990 – 1992, TITAN đã được thử nghiệm trên radar NEXRAD nguyên mẫu ở Denver, Colorado [4]. TITAN sử dụng các phương pháp ngẫu nhiên dựa trên số liệu chụp cắt lớp khối của đám dông ở thời điểm hiện tại và ngoại suy tuyến tính có trọng lượng từ tập số liệu lịch sử để xác định sự phát triển của đám dông tại thời điểm tiếp theo [3]. TITAN có thể nhận dạng, theo dõi, phân tích và dự báo cực ngắn dông và mưa từ số liệu ra đa thời tiết, tính năng chính: có thể hoạt động ở hai chế độ: thời gian thực và lịch sử; Ngoại suy dữ liệu radar, bước thời gian lên đến 10 phút; Hỗ trợ ngoại suy dữ liệu radar 10, 20, 30, 40, 50, 60 phút; Hỗ trợ dự báo mưa tích lũy 1, 3, 6, 12, 24 giờ; Có thể chạy cùng lúc nhiều radar; Hỗ trợ xuất nhiều loại định dạng đầu ra (xml, mdv, ASCII); Hỗ trợ kiểm định chất lượng dữ liệu đầu vào.

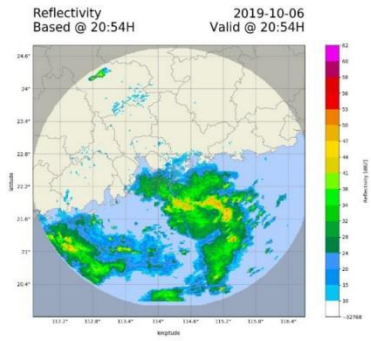
Phần mềm TITAN sử dụng sơ đồ ngoại suy bán Lagrange với các chức năng cơ bản: dùng nội suy các điểm lân cận để xác định ổ mây dựa trên độ phản hồi ra đa, đồng thời phân tích các thuộc tính cơ bản của đám dông làm điều kiện đầu; Dự báo sự dịch chuyển của ổ mây dựa trên phép ngoại suy tuyến tính; Căn cứ vào thông tin dự báo độ phản hồi của ổ mây, kích thước của ổ mây có thể dự báo hàm lượng nước, cường độ mưa và tổng lượng mưa tích lũy theo thời gian bằng mối quan hệ giữa độ phản hồi Z và lượng mưa R (mối quan hệ Z - R).

2. PHƯƠNG PHÁP VÀ SỐ LIỆU

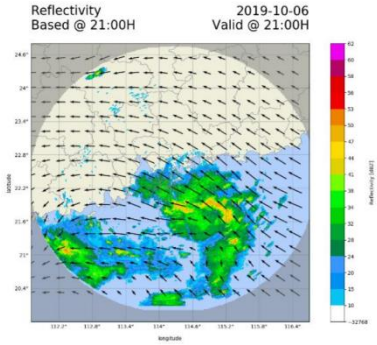
2.1. Thuật toán ngoại suy dữ liệu radar

Bước 1: xác định trường vectơ TREC: dự báo hạn cực ngắn dựa trên số liệu radar với thời gian cập nhật cao (5 - 10 phút một lần) để xác định các vùng mây đối lưu sâu và mây

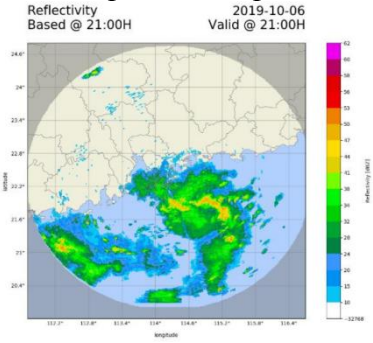
có khả năng gây mưa cao và ước lượng sự dịch chuyển (sử dụng số liệu liên tiếp theo thời gian bằng phương pháp tương quan cực đại cho độ phản hồi TREC - Tracking Radar Echoes by Correlation) (Hình 2.1).



Độ phản hồi 6 phút



Trường chuyển động (gió u,v)

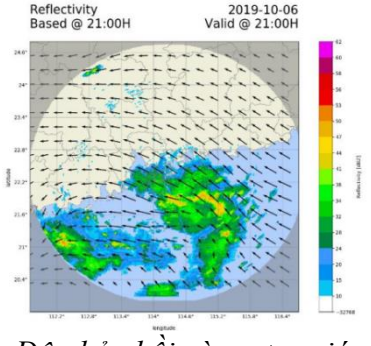


Độ phản hồi hiện tại

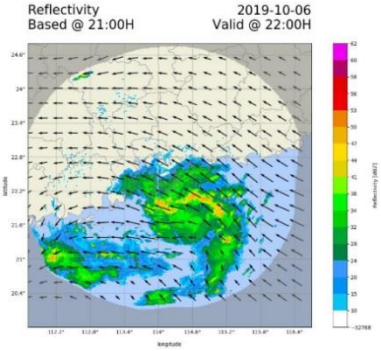
Hình 2.1 Minh họa quá trình xác định trường vectơ TREC

Bước 2: xử lý các vector sai lệch: trường vectơ sau đó được lọc và các vectơ sai lệch được thay thế bằng giá trị trung bình của các vectơ xung quanh.

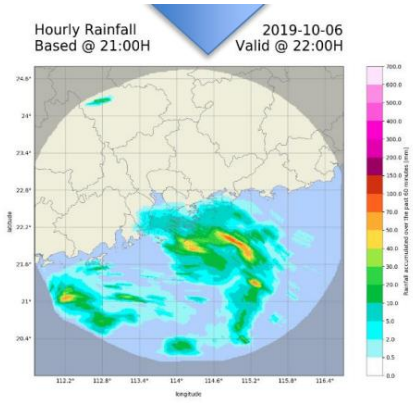
Bước 3: ngoại suy số liệu radar: sau khi xây dựng được trường hướng và tốc độ dịch chuyển của các ổ đối lưu có khả năng gây mưa, dông lốc sẽ áp dụng phương pháp Lagrangian để ngoại suy độ phản hồi hoặc bức xạ vệ tinh theo thời gian để xác định các vùng ảnh hưởng trong hạn ngắn (Hình 2.3).



Độ phản hồi và vector gió



Ngoại suy



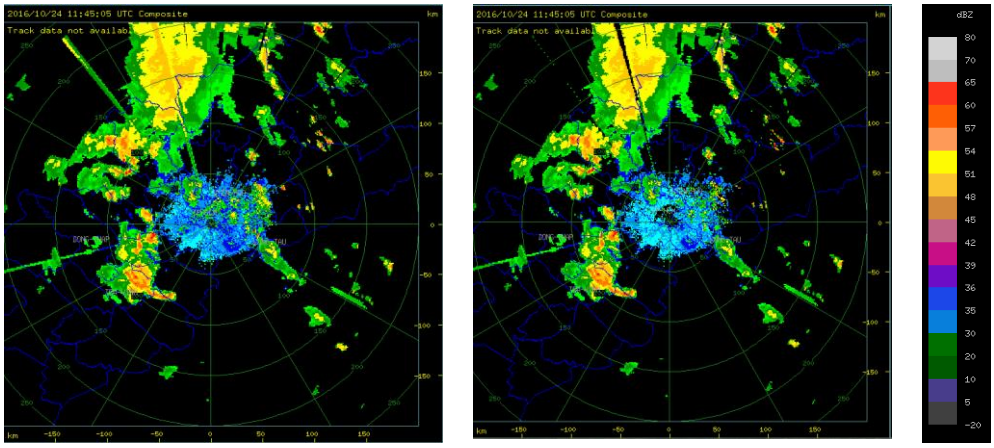
Hình 2.2. Minh họa quá trình ngoại suy số liệu radar và chuyển đổi thành mưa

Bước 4: *chuyển đổi độ phản hồi thành mưa:* trong phần mềm SWIRLS, mối quan hệ Z - R được điều chỉnh theo thời gian thực. Thực hiện bằng cách so sánh cứ sau 5 phút độ phản xạ của radar với lượng mưa tại trạm quan trắc. Tuy nhiên nó cũng có thể được xác định bằng các công thức cố định. Sau khi có được quan trắc độ phản hồi radar, sử dụng quan hệ thực nghiệm dựa vào độ phản hồi quan trắc từ radar và tốc độ mưa của Marshall - Palmer ta có thể ước lượng được cường độ mưa R (mm/h) từ độ phản hồi vô tuyến của mục tiêu Z (mm6/m3) của radar như sau $Z = AR$B trong đó A, B là các tham số thực nghiệm, giá trị điển hình là A=200 và B=1,6. Sử dụng quan hệ giữa Z'=10 lgZ với Z' (dBZ) là độ phản hồi của radar ta có phương trình cho ước lượng cường độ mưa như sau $R = C$10DZ. Thông thường, để tìm ra mối quan hệ trên có độ tin cậy cao cần một tập mẫu của độ phản hồi và số liệu mưa quan trắc trong nhiều tháng hoặc nhiều năm. Trong đề tài này, chúng tôi đã sử dụng công thức trong bài báo của tác giả Nguyễn Hướng Điền [7]. Công thức này được nghiên cứu có sai số khá tốt cho khu vực Nam Bộ.

2.2. Xử lý dữ liệu RADAR

Trong nghiên cứu này tác giả sử dụng dữ liệu của radar Nhà Bè (tọa độ 10°39'31" vĩ độ Bắc và 106°43'42" kinh độ Đông) với một số thông số kỹ thuật chính: tần số hoạt động: 5500 - 5700 MHz (sóng C); độ rộng cánh sóng antenna: ≤ 1,0°; bán kính quan trắc: 30, 60, 120, 240, 480 m; bán kính quan trắc gió Doppler: 30, 60, 120 km. Trong thời gian qua thiết bị radar này đã phát huy hiệu quả trong công tác theo dõi, giám sát các hiện tượng thời tiết trong vòng bán kính khoảng 480 km; cảnh báo, dự báo các hiện tượng thời tiết nguy hiểm như bão, áp thấp nhiệt đới, dông,… trong bán kính khoảng 240 km; các hiện tượng mưa, mưa lớn,… trong bán kính khoảng 120 km quanh TP. HCM. Cũng cần lưu ý thêm là đối với Radar Nhà Bè ở bán kính quét lớn hơn 120 km không nên sử dụng số liệu tốc độ gió xuyên tâm để đồng hóa vì lúc này gió xuyên tâm sẽ không được tốt. Như đã trình bày ở trên, vấn đề xử lý dữ liệu radar trước khi đưa vào đồng hóa là một trong những bước quan trọng, nó ảnh hưởng trực tiếp đến kết quả của mô phỏng của 3dvar thậm chí nếu có quá nhiều dữ liệu kém có thể làm hỏng các phân tích từ 3dvar, có rất nhiều các phương pháp được nghiên cứu nhằm thu được dữ liệu tốt nhất trước khi đưa vào mô hình. Trong bài báo này tác giả thực hiện theo các bước như Hình 2.1.

Kiểm soát chất lượng (Quanlity control): nhiều nghiên cứu đã so sánh kết quả đồng hóa không kiểm định chất lượng (QC) và có QC cho thấy không QC có thể làm cho 3dvar không hội tụ hoặc tạo ra một trường phân tích nhưng các dữ liệu xấu lan truyền đến các vùng dữ liệu tốt khác và kết quả là trường phân tích ban đầu có thể xấu đi [8]. Đối với dữ liệu thô của Nhà Bè thông thường sẽ có các nhiễu địa hình (ground clutter), biển (sea clutter), hiệu ứng búp sóng phụ và nhiễu lệch chồng chéo trường gió do vậy việc kiểm định chất lượng là cần thiết.

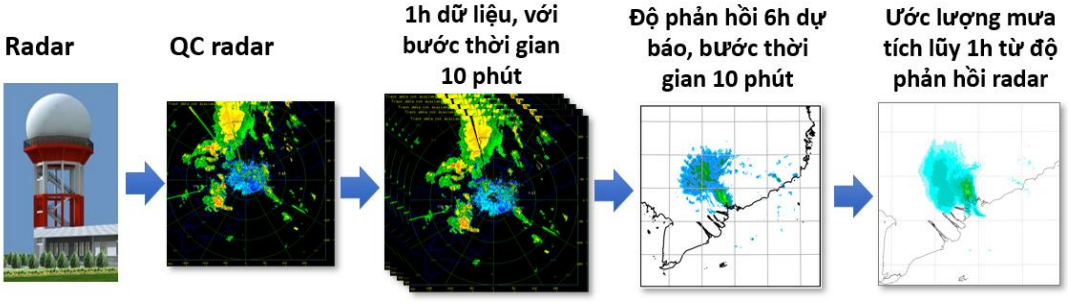


a) ***b)***

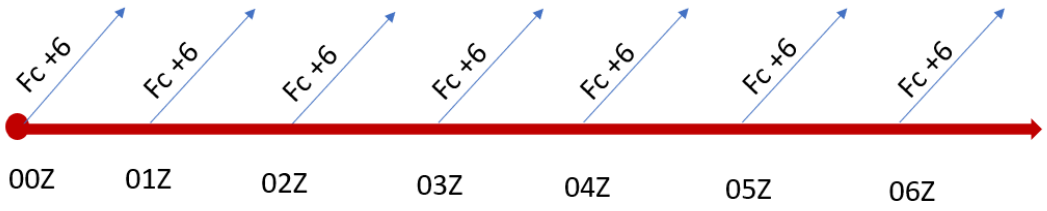
Hình 2.3. Minh họa kết quả trước và sau khi kiểm soát chất lượng (quanlity control)

2.3. Thiết kế thí nghiệm

Để thực hiện dự báo cho 6h tiếp theo, chúng tôi sử dụng 6 file số liệu radar cách nhau 10 phút một (đối với SWIRLS) và tất cả các file radar 1 - 3h trước đó (đối với TITAN). Số liệu radar trước khi đưa vào ngoại suy sẽ đi qua một bước kiểm định chất lượng rồi mới được đưa vào chương trình ngoại suy (TITAN hoặc SWIRLS). Các phần mềm sẽ tự động ngoại suy độ phản hồi sau đó chuyển đổi về lượng mưa tương ứng (Hình 2.4). Ở chế độ thời gian thực (Hình 2.5) chương trình được chạy liên tục mỗi tiếng một lần, cung cấp các dự báo và cảnh báo khi có nguy cơ mưa lớn xảy ra. Trong bài báo này, tác giả chạy cycle liên tục từ lúc 10h ngày 24/11/2018 đến 21h cùng ngày, mỗi lần ngoại suy cách nhau 1h một và dự báo cho 6h tiếp theo.



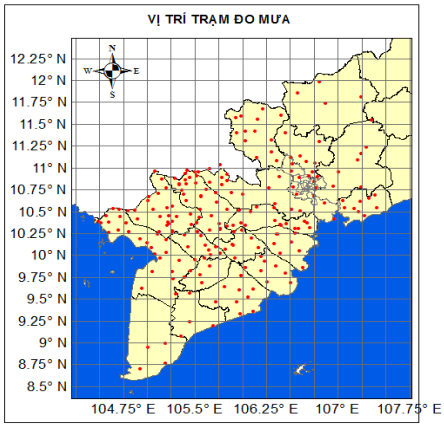
Hình 2.4. Quy trình ngoại suy số liệu radar



Hình 2.5. Ngoại suy số liệu radar ở chế độ thời gian thực (realtime)

***Số liệu*:** số liệu quan trắc phục vụ đánh giá mô phỏng bao gồm số liệu mưa của 219 trạm quanh khu vực TP. HCM (Hình 2.4); Số liệu Radar được lấy từ Radar Nhà Bè bao gồm độ phản hồi và gió xuyên tâm được lấy 10 phút một trong ngày 25/11/2018, trong thời gian này radar quét 5 - 8 góc nâng và bán kính 120 km.

Phương pháp đánh giá trên trạm: sử dụng 3 chỉ số thống kê: sai số tuyệt đối trung bình MAE, sai số quân phương RMSE và sai số tương đối RE.



Hình 2.6. Vị trí các điểm trạm (chấm đỏ)

$$MAE = \frac{1}{n}\sum_{I=1}^{n}|FI - OI|;\ RMSE = \sqrt{\frac{1}{n}\sum_{I=1}^{n}(FI - OI)^2};$$

Trong đó: FI là giá trị dự báo, OI là giá trị quan trắc, N là dung lượng mẫu

3. KẾT QUẢ

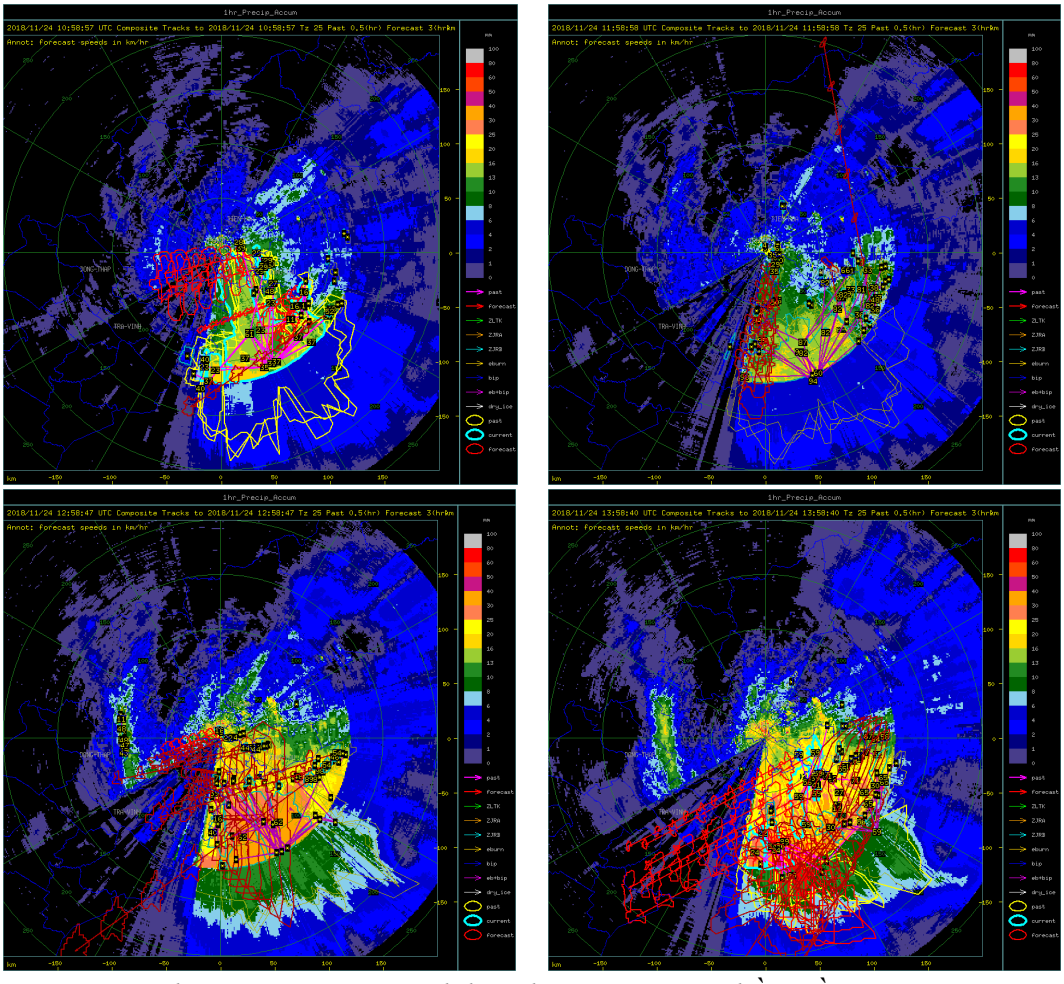
3.1. Kết quả ngoại suy số liệu radar

Phần này tác giả sẽ trình bày về kết quả mô phỏng trên lưới của SWIRLS, TITAN và so sánh với số liệu từ GSMAP cho thời gian từ 11 - 14UTC ngày 24/11/2018.

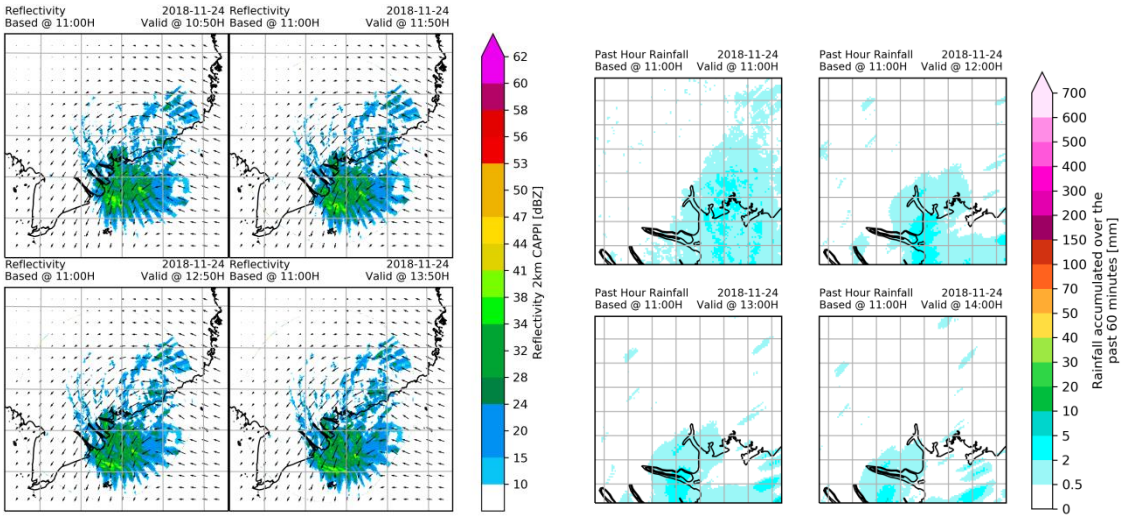
Hình 3.1 là kết quả lượng mưa ngoại suy tích lũy theo từng giờ (Hình shaded), xuất ra từ phần mềm TITAN, trong đó các đường contour màu đỏ là dự báo của TITAN cho từng ổ dông và xu hướng di chuyển, phát triển của chúng trong các giờ tiếp theo. So sánh kết quả này với kết quả thực tế từ số liệu GSMAP (Hình 3.3) cho thấy phần mềm TITAN có thể nắm bắt được tương đối tốt vị trí của các khu vực mưa lớn và xu hướng di chuyển của cơn bão USAGI (đang tiến dần vào TP. HCM). Trong khoảng từ 11 - 14UTC ngày 24/11/2018 cơn bão này có xu hướng tiến gần hơn vào đất liền làm cho lượng mưa khu vực TP. HCM tăng lên, số lượng ổ dông ở khu vực này cũng tăng và phát triển mạnh hơn. Phần mềm TITAN đã nắm bắt khá tốt xu hướng này. Tuy nhiên, theo dõi kỹ các ảnh mưa (sau khi được chuyển đổi từ độ phản hồi) có thể thấy sự phân chia ranh giới rõ ràng giữa vùng bán kính từ 100 km trở đi tính từ tâm radar (điều này có vẻ chưa được hợp lý vì vùng mưa phải liền mạch). Đây có thể là một nhược điểm của TITAN hoặc do tác giả

chưa nghiên cứu hết được chương trình này (sẽ nghiên cứu thêm trong các nghiên cứu tới). Về kết quả dự báo định lượng, có thể thấy TITAN cho lượng mưa cao hơn khá nhiều so với GSMAP (mặc dù GSMAP cũng chỉ là một kênh tham khảo về diện. Lượng mưa từ quan trắc này nhiều trường hợp vẫn chưa được tốt).

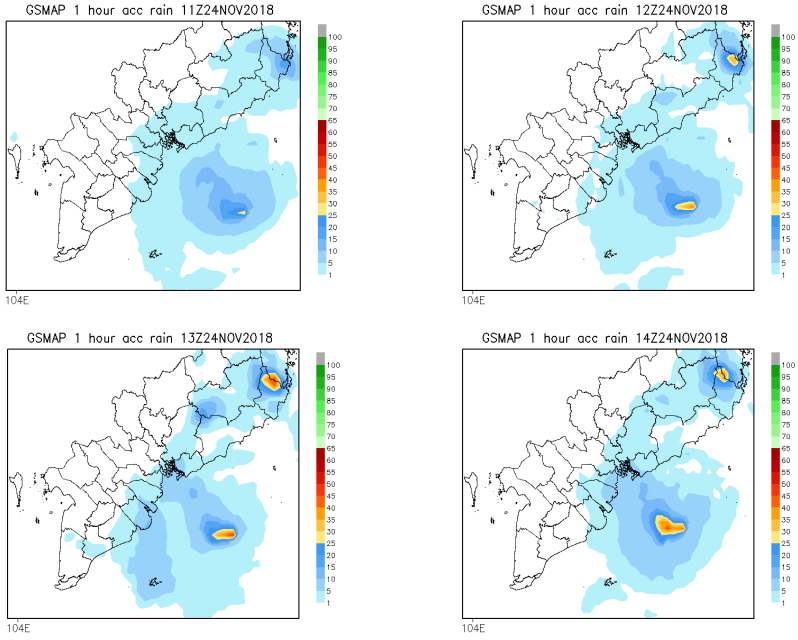
Hình 3.2 là kết quả ngoại suy từ phần mềm SWIRLS, về xu hướng mưa phát triển mạnh lên, dường như phần mềm này chỉ bắt được trong 1h đầu tiên (thời điểm 11UTC). Trong các giờ tiếp theo (13 - 14UTC), lượng mưa tại khu vực TP. HCM không tăng lên mà thậm chí giảm đi. Phần mềm cũng không nắm bắt được xu hướng di chuyển gần hơn về đất liền của cơn bão USAGI. Có vẻ như vì SWIRLS chỉ sử dụng phương pháp ngoại suy tuyến tính đơn giản nên đã không nắm bắt được tốt như TITAN. Về lượng, SWIRLS lại cho lượng mưa dự báo tốt hơn so với TITAN (khi so sánh với GSMAP).



Hình 3.1. Lượng mưa tích lũy 1h ngoại suy từ phần mềm TITAN từ 11 - 14UTC ngày 24/11/2018



Hình 3.2. Độ phản hồi (trái) và lượng mưa tích lũy (phải) ngoại suy từ phần mềm SWIRLS từ 11 – 14 UTC ngày 24/11/2018



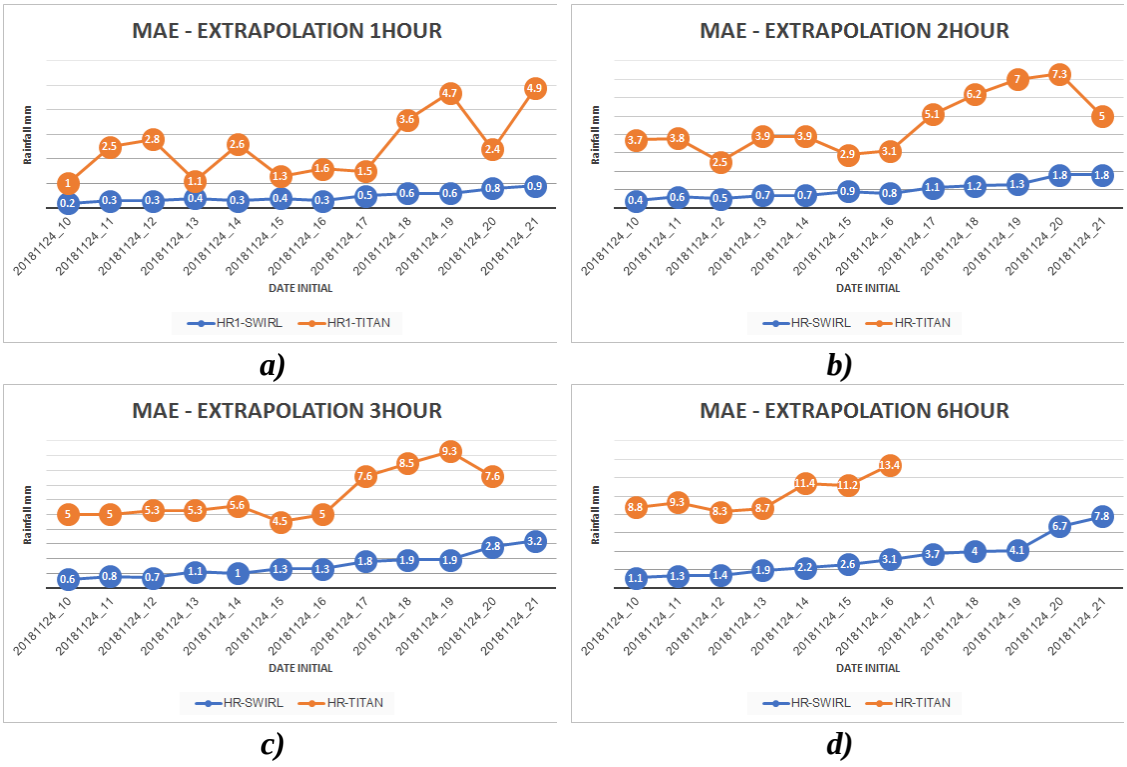
Hình 3.3. Số liệu GSMAP từ 11 - 14 utc ngày 24/11/2018

3.2. Đánh giá sai số

Việc đánh giá sai số dựa trên số liệu quan trắc từ 219 trạm tại khu vực Nam Bộ và số liệu mưa ngoại suy được trích về điểm trạm tương ứng cho các ốp từ 10UTC - 21UTC trong ngày 24/11/2018

Hình 3.4 là kết quả đánh giá sai số MAE cho từng dự báo từ 10UTC - 21UTC trong ngày 24/11/2018 với 4 hạn dự báo khác nhau: 1h - Hình 3.4 a; 2h - Hình 3.4b; 3h - Hình 3.4c và 6h - Hình 3.4d. Với hạn dự báo 1h sai số của MAE của SWIRLS là khá nhỏ vào khoảng 0,2 - 0,9, của TITAN là 1 - 4,9. Hạn 2h chỉ số MAE của SWIRLS là 0,4 - 1,8 trong khi của TITAN là 2,5 - 7,3 Ở hạn 6h sai số của SWIRLS từ 1,1 - 7,8 nhưng của

TITAN lại rất lớn 8,8 - 14,3. Như vậy, khi hạn dự báo tăng lên, sai số của 2 phần mềm đều cho thấy sai số cũng tăng dần lên (điều này lá khá hợp lý so với các nghiên cứu trước đây). Nhìn chung kết quả cho thấy sai số của SWIRLS nhỏ hơn hẳn so với TITAN ở cả 4 hạn dự báo từ 1, 2, 3 và 6h.



Hình 3.4. Kết quả đánh giá sai số, so sánh giữa TITAN và SWIRlS

4. KẾT LUẬN

Bài báo này đã nghiên cứu ứng dụng hai phần mềm TITAN và SWIRLS để ngoại suy số liệu radar cho khu vực TP. Hồ Chí Minh trong ngày 24/11/2018 nhằm đưa ra những so sánh bước đầu giữa hai phần mềm này. Kết quả cho thấy, về diện, phần mềm TITAN dường như dự báo tốt hơn so với SWIRLS khi so sánh với GSMAP (*theo dõi các bản đồ Hình 3.1 - 3.3 đối với các hạn dự báo từ 1 - 6h).* Tuy nhiên về lượng, cụ thể là khi so sánh, đánh giá sai số MAE với 219 trạm thuộc khu vực Nam Bộ, phần mềm SWIRLS lại cho sai số nhỏ hơn đáng kể.

Nghiên cứu cũng cho thấy, sai số của cả 2 phần mềm là khá nhỏ trong các hạn dự báo từ 1 - 3h, sai số của MAE của SWIRLS vào khoảng 0,2 - 0,9, của TITAN là 1 - 4,9, nhưng ở các hạn dự báo lớn hơn, sai số tăng rất nhanh, vì vậy khuyến cáo là có thể không nên sử dụng ở các hạn dự báo lớn hơn 3h hoặc là có thể kết hợp các phần mềm này với một mô hình số. Theo một cách chủ quan cho thấy, phần mềm SWIRLS tương đối tuyến tính, trong khi TITAN sử dụng nhiều thuật toán phức tạp hơn.

Đây là kết thử nghiệm cho một trường hợp và khoảng hơn 10 lần ngoại suy cho mỗi

phần mềm. Để tiếp tục ứng dụng và cải thiện được chất lượng dự báo, cần phải có nhiều thử nghiệm trên tập mẫu lớn, chia ra nhiều trường hợp kết hợp với hiệu chỉnh so với quan trắc thực tế.

Lời cảm ơn: nghiên cứu này là một phần của Đề tài nghiên cứu khoa học cấp Quốc gia, mã số KC.08.14/16 - 20. "Nghiên cứu xây dựng hệ thống nghiệp vụ dự báo định lượng mưa khu vực Nam Bộ và cảnh báo mưa lớn hạn cực ngắn cho Thành phố Hồ Chí Minh".

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. M.C. Wong, W.K. Wong, & S.T. Lai (2006), From SWIRLS to RAPIDS: Nowcast Applications Development in Hong Kong.

[2]. http://www.typhooncommittee.org/docs/roving_seminar/2019/2019 - A1.pdf.

[3]. Công Thanh, Võ Thị Nguyên, Trần Duy Thức (2018, Ứng dụng phần mềm Titan để nhận dạng, theo dõi, phân tích tức thời ổ dông cho khu vực Thành phố Hồ Chí Minh.

[4]. https://slideplayer.com/slide/9372394/.

[5]. https://ral.ucar.edu/solutions/products/thunderstorm - identification - tracking - analysis - and - nowcasting - titan.

[6]. Statistical - interpolation analysis system. Mon. Wea. Rev., 120, 1747 - 1763.

[7]. Nguyễn Hướng Điền, 2015. Công thức thực nghiệm tính toán cường độ mưa từ độ phản hồi radar cho khu vực Đông Nam Bộ. Tạp chí Khoa học ĐHQGHN: Khoa học Tự nhiên và Công nghệ, Tập 31, Số 3S tr.66 – 70.

[8]. J. Liu, M. Bray, and D. Han 2012: A study on WRF Radar data assimilation for hydrological rainfall prediction.

[9]. http://www.jma.go.jp/jma/jma - eng/jma - center/nwp/outline2007 - nwp/pdf/pdf5/outline5_4.pdf.

ỨNG DỤNG ĐIỆN TOÁN ĐÁM MÂY VÀ MÁY HỌC TRONG THEO DÕI SỰ MỞ RỘNG CỦA ĐÔ THỊ TẠI VIỆT NAM

Vũ Thùy Trang, Tạ Hoàng Trung, Nguyễn Văn Tuấn, Trần Duy Hạnh

Cục Đo đạc, Bản đồ và Thông tin địa lý Việt Nam

Ngày nhận bài: 15/7/2021 - Ngày phản biện: 23/7/2021 - Ngày chấp nhận đăng: 02/08/2021

Tóm tắt. *Những năm gần đây, quá trình đô thị hóa diễn ra mạnh mẽ, đặc biệt tại các vùng vốn trước đây là đất nông nghiệp, đất rừng. Đối với ngành đo đạc bản đồ, vùng đô thị là thành phần quan trọng của bản đồ. Sự phát triển nhanh chóng của các vùng đô thị khiến cho bản đồ nhanh chóng bị lạc hậu, đòi hỏi phải có phương pháp cập nhật lớp dữ liệu này nhanh chóng và chính xác. Trong các đô thị lớn ở nước ta, Cần Thơ, trung tâm của vùng đồng bằng sông Cửu Long là thành phố có tốc độ đô thị hóa nhanh, hơn nữa, khu vực này còn nhiều diện tích trồng cây lâu năm, lúa. Sự phức tạp của các đối tượng trên bề mặt đã khiến cho việc giám sát việc phát triển đô thị khu vực thành phố gặp nhiều khó khăn. Nghiên cứu này sử dụng ảnh vệ tinh Sentinel - 2 độ phân giải 10 m và ảnh Sentinel - 1, độ phân giải 20m, phương pháp object - based image analysis và Random Forest để nhận dạng tự động vùng đô thị thành phố Cần Thơ trong giai đoạn từ 2015 đến 2019. Toàn bộ quá trình xử lý dữ liệu ảnh vệ tinh, phân loại được làm trên nền tảng cloud computing của Google Earth Engine, giúp đơn giản hóa và rút ngắn đáng kể thời gian phân loại ảnh. Kết quả phân loại đạt được độ chính xác cao trên 90% (overall accuracy), rút ngắn thời gian phân loại 2 - 3 lần so với sử dụng máy tính thông thường, đồng thời không phải sử dụng các thuật toán để xử lý ảnh trước khi dùng.*

Từ khóa: *Sentinel - 2, Học máy, đô thị, Google Earth Engine, Việt Nam.*

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Cùng với sự phát triển về kinh tế và xã hội, quá trình đô thị hoá của nước ta cũng có những phát triển tương ứng; sự mở rộng của các đô thị đi kèm với sự phát triển của các cơ sở hạ tầng cơ bản, trong đó sự gia tăng về số lượng của các công trình dân dụng, công trình giao thông, công trình sản xuất công nghiệp tại các đô thị mới này, đặc biệt là các vùng ngoại thành của các đô thị [1]. Đối nghịch với sự gia tăng của các công trình đô thị đó, việc thu hẹp lại của đất nông nghiệp cũng như các diện tích đất phục vụ nông nghiệp cũng diễn ra với tốc độ tương tự. Điều đó đặt ra yêu cầu rất cấp thiết đối với ngành đo đạc, bản đồ phải có phương pháp mới để cập nhật một cách nhanh chóng và chính xác lớp dữ liệu này, đảm bảo thông tin bản đồ không bị lạc hậu. Hơn nữa, các dữ liệu mới cập nhật về sự phát triển của các đô thị cung cấp các thông tin rất cần thiết đối với các nhà quản lý, từ đó cho ra các định hướng về giám sát, quy hoạch sử dụng cũng như vận hành một cách "thông minh" các đô thị này.

Ảnh vệ tinh là sản phẩm của quá trình viễn thám đã được sử dụng phổ biến trong nghiên cứu khoa học kĩ thuật như quan trắc thời tiết [2], biến đổi khí hậu [3], sự thay đổi mực nước biển hoặc sự thay đổi về các thảm thực vật theo thời gian [4]. Trong công tác xây dựng bản đồ tại Việt Nam, ảnh viễn thám bắt đầu được sử dụng từ những năm 1980 với công việc nghiên cứu sử dụng ảnh hàng không đa phổ để hiện chỉnh bản đồ địa hình tỷ lệ 1:25.000 khu vực Thủ Đức, TP. Hồ Chí Minh, [5] đặc biệt trong khoảng 10 năm trở lại đây ảnh vệ tinh đã được sử dụng phổ biến hơn.

Quá trình xử lý các ảnh vệ tinh nói trên thường đòi hỏi rất nhiều nỗ lực do sai số đến từ ảnh hưởng của các "nhiễu" chứa đựng trong các ảnh vệ tinh [6, 7], cũng như quá trình tính toán chuyển đổi về hình học từ dạng mặt cầu của trái đất sang dạng phẳng mảnh của bản đồ. Thông tư 10/2015/TT-BTNMT ngày 25 tháng 3 năm 2015 của bộ Tài nguyên và Môi trường quy định kỹ thuật về sản xuất ảnh viễn thám quang học độ phân giải cao và siêu cao để cung cấp đến người sử dụng đã chỉ ra cụ thể các bước xử lý ảnh viễn thám [8]. Nhìn chung để người dùng có thể sử dụng được ảnh viễn thám phải trải qua rất nhiều bước, với các quy định nghiêm ngặt để đảm bảo sai số hình học và giá trị thông tin trong từng điểm ảnh nằm trong hạn sai cho phép.

Do đó, để thu thập thông tin về một đối tượng nghiên cứu trong một khu vực nghiên cứu cụ thể từ các thông tin của ảnh viễn thám, đòi hỏi chúng ta cần có kiến thức về ảnh viễn thám cũng như các công cụ xử lý ảnh và công cụ tính toán. Ngoài ra, việc trích xuất các thông tin của đối tượng từ bản đồ được xây dựng từ ảnh viễn thám cũng đòi hỏi một lượng nhân lực, thời gian cũng như công cụ tính toán tương đối lớn. Tổng quá trình từ thu thập, phân tích dữ liệu, xây dựng bản đồ kết quả và trích xuất đối tượng sử dụng đòi hỏi quá trình rất phức tạp và tốn nhiều thời gian, điều này có thể dẫn đến việc cung cấp các thông tin không chính xác do sự "lỗi thời" của các thông tin về đối tượng, đặc biệt đối với các bản đồ liên quan đến hiện trạng.

Máy học (Machine learning - ML) và học sâu (deep learning - DL) là một công cụ được sử dụng một cách ngày càng phổ biến trong các ứng dụng của phân tích, thống kê, nhận dạng và phân loại [9]. Đặc biệt, các ứng dụng của ML và DL trong các ứng dụng viễn thám và bản đồ cho phép chúng ta có thể phân loại và nhận dạng ảnh một cách tự động với độ chính xác cao [10]. Khác với giải đoán thủ công, phương pháp mà người giải đoán chỉ căn cứ trên một số tài liệu như khóa giải đoán, và số lượng hạn chế nguồn thông tin tham khảo, ML và DL cho phép kết hợp ảnh với nhiều kích thước, độ phân giải, tỷ lệ khung hình, cũng nhiều kênh phổ trong quá trình giải đoán, qua đó nâng cao độ đáng kể tính chính xác và chi tiết của đối tượng cần nhận dạng. Khi cùng xử lý trên một tập dữ liệu lớn ML và DL cần một khoảng thời gian nhỏ hơn đáng kể so với xử lý thủ công. Tuy vậy, các ứng dụng của ML và DL khi sử dụng trên tập dữ liệu lớn (Big data) đòi hỏi nguồn tài nguyên về xử lý tính toán rất lớn; do đó thông thường không thể triển khai các thuật toán ML trên máy trạm, mà phải triển khai trên máy chủ.

Earth engnine là nền tảng cloud computing của Google, cho phép người dùng có thể dễ dàng tiếp cận, sử dụng các ảnh vệ tinh mà nền tảng cung cấp nhanh chóng. Nó cho phép triển khai các thuật toán xử lý, phân loại ảnh nhanh chóng thông qua câu lệnh đơn giản [9]. Vì vậy, nó là một trong các nền tảng thích hợp cho các việc phát triển các ứng dụng đòi hỏi phải xử lý, phân loại một số lượng lớn ảnh vệ tinh.

Chúng tôi lựa chọn khu vực nghiên cứu là thành phố Cần Thơ, nằm trong khu vực từ 105°13’38" - 105°50’35" kinh độ Đông và 9°55’08" - 10°19’38" vĩ độ Bắc. Cần Thơ là địa phương nằm trong vùng đồng bằng sông Cửu Long, trung tâm giao thông, phát triển kinh tế của vùng Tây Nam Bộ. Vị trí địa lý thuận lợi, không những dẫn đến sự phát triển nhanh về cơ sở hạ tầng đô thị, mà còn có sự phát triển nhanh về cơ sở hạ tầng phục vụ công nghiệp, nông nghiệp tại các vùng ngoại ô như các khu vực trồng lúa và các cây nông nghiệp khác. Sự đa dạng về loại đối tượng trên một khu vực nghiên cứu có diện tích tương đối không lớn, lại có sự thay đổi một các nhanh chóng là một điều kiện tốt để kiểm nghiệm tính chính xác của phương pháp cũng như tính khả thi của nghiên cứu này cho các khu vực nghiên cứu khác. Trong khuôn khổ nghiên cứu này, chúng tôi sử dụng các ảnh viễn thám radar Sentinel - 1, kết hợp với ảnh viễn thám quang học Sentinel - 2 được cung cấp bởi cơ quan hàng không vũ trụ châu Âu (ESA) trong giai đoạn từ năm 2015 đến 2019 tại khu vực Cần Thơ. Toàn bộ quá trình xử lý, phân loại ảnh sử dụng nền tảng điện toán đám mây thông qua công cụ Google Earth engine được cung cấp bởi nhà phát hành Google. Với sản phẩm là bản đồ theo dõi sự phát triển của đô thị khu vực thành phố Cần Thơ trong giai đoạn 2015 đến 2019 biểu hiện qua sự thay đổi cụ thể về hiện trạng hệ thống công trình giao thông trong khu vực nghiên cứu trong khoảng thời gian này.

2. DỮ LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Cơ sở lý luận

Hiện nay, ảnh vệ tinh được sử dụng rất nhiều trong các lĩnh vực việc quan sát bề mặt trái đất, như việc thành lập bản đồ phủ bề mặt, giám sát rừng, hoặc theo dõi cây trồng. Một trong các lý do ảnh vệ tinh được sử dụng phổ biến bởi chúng cung cấp hình ảnh bề mặt trái đất với độ phân giải không gian đa dạng, từ độ phân giải thấp lớn hơn 60 m (MODIS), độ phân giải trung bình 30 m (Landsat), độ phân giải cao 10 m (Sentinel - 2) và độ phân giải siêu cao 1 - 2 m (QuickBird) do vậy, có thể đáp ứng đa dạng các mục đích sử dụng khác nhau. Ngoài việc đa dạng về độ phân giải không gian, hiện nay ảnh vệ tinh còn cung cấp độ phân giải thời gian cao (ví dụ 4 - 6 ngày) đối với ảnh Sentinel - 2, vì vậy rất thuận tiện cho các công việc cần giám sát liên tục trên một phạm vi không gian rộng. Trong lĩnh vực bản đồ, ảnh vệ tinh đã được sử dụng phổ biến trong công tác thành lập và hiện chỉnh bản đồ. Ảnh vệ tinh độ phân giải cao và ảnh hàng không kết hợp với công nghệ đo vẽ ảnh số đã góp phần rút ngắn đáng kể thời gian và công sức thành lập bản đồ.

Bước sang thế kỷ 21, sự phát triển của khoa học kỹ thuật đòi hỏi ngành bản đồ phải

áp dụng các công nghệ mới để tạo ra dữ liệu bản đồ nhanh, chính xác và tiết kiệm chi phí hơn. Một trong các công nghệ đã được áp dụng, và trở nên phổ biến là sử dụng máy học phân loại ảnh viễn thám tự động. Máy học được áp dụng để phân loại ảnh trong các nghiên cứu liên quan đến giám sát rừng [11], giám sát sự thay đổi của lớp phủ bề mặt, và hiện trạng sử dụng đất [12]. Mặc dù đã dần phổ biến, tuy nhiên các nghiên cứu sử dụng máy học vẫn còn khá hạn chế, một phần do các thuật toán máy học yêu cầu cấu hình phần cứng tương đối cao, do vậy hạn chế khả năng ứng dụng rộng rãi.

Hạn chế về yêu cầu cấu hình phần cứng máy tính đã có hướng giải quyết nhờ vào sự phát triển của các nền tảng cloud computing, như Amazone Web Service (AWS) của Amazone, Colab của Google, và đặc biệt là Earth engine của Google, một nền tảng cho phép người dùng tiếp cận một số loại dữ liệu vệ tinh có thể sử dụng ngay mà không phải qua các quá trình xử lý, nền tảng cũng cho phép phân loại ảnh ngay trên trình duyệt web. Những nền tảng này đã giúp người dùng tiếp cận, sử dụng, tạo ra các bản đồ chuyên đề sử dụng ảnh vệ tinh một cách dễ dàng và thuận tiện hơn.

Earth engine cung cấp cho người sử dụng khả năng tiếp cận nhiều loại ảnh vệ tinh và sử dụng máy tính cấu hình cao phục vụ cho việc xử lý, phân loại số lượng lớn dữ liệu [9]. Hiện nay đã có nhiều nghiên cứu sử dụng Earth engine, ví dụ A. Midekisa và n.n.k đã sử dụng dữ liệu ảnh Landsat trong vòng 15 năm và Earth Engine, để giám sát sự biến đổi của lớp phủ bề mặt trên toàn bộ Châu Phi [10].

2.2. Dữ liệu

Ảnh vệ tinh Sentinel - 2, độ phân giải 10 m là nguồn dữ liệu chính để thực hiện nhận dạng lớp đường bộ. Sentinel - 2 là sản phẩm của dự án Corpenicus Sentinel - 2 của cơ quan hàng không vũ trụ châu Âu (ESA), gồm 2 nhóm vệ tinh có quỹ đạo cực, đồng bộ mặt trời, 2 quỹ đạo tạo với nhau 1 góc 180^0. Vệ tinh đầu tiên được phóng lên quỹ đạo ngày 23 tháng 6 năm 2015, cung cấp ảnh trên 13 kênh phổ, độ phân giải không gian từ 10 m đến 20 m. Trong nghiên cứu này sử dụng ảnh Sentinel - 2, mức xử lý 2A (ảnh đã qua nắn chỉnh hình học, hiệu chỉnh ảnh hưởng của khí quyển). Ảnh Sentinel - 2, mức độ xử lý 2A đã được cơ quan hàng không vũ trụ châu Âu (ESA) cung cấp trên nền tảng Earth engine, vì vậy người dùng có thể lựa chọn sử dụng ngay nguồn dữ liệu này trên Earth engine mà không cần thiết phải tải về từ trang chủ của ESA. Trong nghiên cứu này, chúng tôi lựa chọn từ thư viện của Earth engine các ảnh vệ tinh Sentinel - 2 có độ che phủ mây nhỏ hơn 20% trong các năm 2015, 2017 và 2019, sau đó lấy giá trị median trong từng năm của từng pixel để loại bỏ vùng bị che phủ bởi mây.

Một nguồn dữ liệu khác được sử dụng là ảnh radar, ảnh có khả năng cung cấp thông tin texture của đối tượng rất tốt, giúp cho việc phân biệt giữa các đối tượng có bề mặt phẳng (mặt nước, mặt đường) và các đối tượng khác (cây rừng) được tốt hơn. Vì vậy, trong nghiên cứu này, ảnh vệ tinh Sentinel - 1, phân cực HH, HV (H: horizontal - phân cực ngang; V: vertical - phân cực đứng) độ phân giải 20 m được sử dụng.

2.3. Phương pháp nghiên cứu

Trong các thuật toán phân loại, như SVM (Support Vector Machine), Maximum likelihood, Random forest,... Random forest được sử dụng phổ biến trong các nghiên cứu. Ramdom forest cho ra kết quả phân loại có độ chính xác cao, thêm vào đó thuật toán chỉ sử dụng một phần của dữ liệu training và một phận thuộc tính của đối tượng cần phân loại, vì vậy có khả năng giảm đáng kể khối lượng tính toán [13, 14]. Nghiên cứu này sử dụng thuật toán Random forest triển khai trên cloud server của GEE.

Có nhiều phương pháp để phân loại ảnh, nhưng có thể chia làm 2 phương pháp chính đó là phân loại từng điểm ảnh riêng biệt, hoặc nhóm một số điểm ảnh có giá trị gần giống nhau thành một nhóm đối tượng sau đó tiến hành phân loại (Object base image anaylysis - OBIA). Gần đây OBIA được sử dụng ngày càng phổ biến bởi kết quả cho ra có độ chính xác cao hơn phương pháp phân loại từng điểm ảnh riêng lẻ [15]. Trong nghiên cứu này, ảnh vệ tinh Sentinel - 1 được dùng để làm dữ liệu đầu vào cho quá trình phân loại sử dụng phương pháp OBIA, cụ thể sử dụng thuật toán SNIC - Simple Non - Iterative Clustering, bộ lọc 3x3 để nhóm các pixel có giá trị gần giống nhau.

Ngoài sử dụng OBIA, nghiên cứu này còn tiến hành tính một số chỉ số để tăng cường khả năng phân loại ảnh. Chỉ số NDVI dùng để tăng khả năng phân biệt đối tượng nước mặt và các đối tượng khác, trong khi BaI cũng được sử dụng để tăng khả năng phân biệt các đối tượng là công trình và các đối tượng khác (chi tiết công thức và giải thích chỉ số xem tại Bảng 1).

Bảng 1. Các chỉ số dùng để nhận dạng mặt đường bộ

Tên Chỉ số	Giải thích chỉ số	Công thức
NDWI	Normalized Difference Water Index [16]	$\frac{Green - NIR}{Green + NIR}$
BaI	Barren Index [17]	$\frac{SWIR1 - TIRS1}{SWIR1 + TIRS1}$

Sau khi phân mảnh ảnh và tính các chỉ số NDWI, BaI như công thức trong Bảng 1, các ảnh được nhóm lại thành một ảnh duy nhất có 10 bands. Chi tiết các band ảnh sử dụng tại Bảng 2.

Bảng 2. Các band ảnh sử dụng

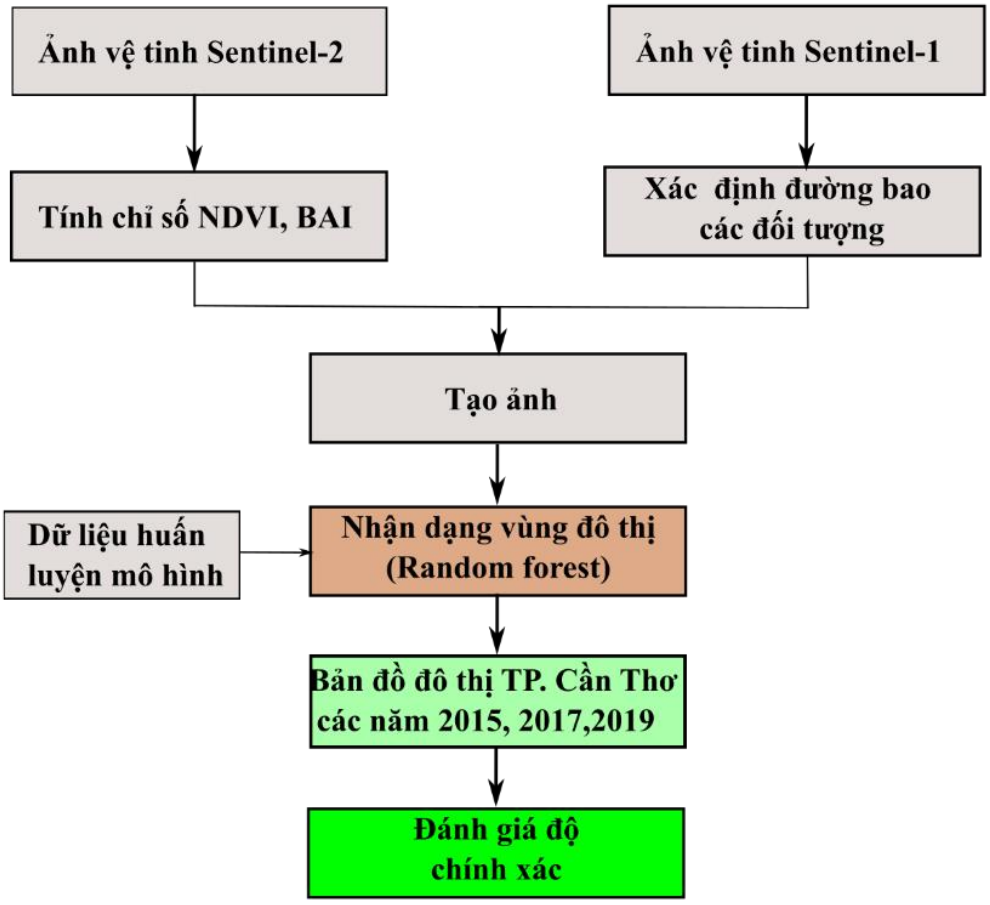
STT	Tên ảnh	Band sử dụng
1	Sentinel - 2	Band 2, Band 3, Band 4, Band 8, Band 9, Band 11, NDWI, BaI
2	Sentinel - 1	VV, VH, SNIC

Một trong các bước quan trọng, có khả năng quyết định đến sự chính xác của việc nhận dạng ảnh là dữ liệu dùng để huấn luyện mô hình. Trong nghiên cứu này, dữ liệu huấn luyện được lấy bằng cách đoán đọc trên ảnh độ phân giải cao cung cấp bởi Earth engine. Cụ thể, để tạo nên bản đồ của mỗi năm chúng tôi đã lấy tổng cộng 400 điểm để huấn luyện mô hình và đánh giá độ chính xác, trong đó 200 điểm không phải vùng đô thị, 200 điểm là vùng đô thị. Trong 400 điểm này, 20% số điểm được lấy ngẫu nhiên để đánh giá độ chính xác của kết quả phân loại, điều đó có nghĩa 320 điểm tham gia vào quá trình phân loại, và 80 điểm tham gia vào quá trình đánh giá độ chính xác. 2 nhóm điểm này được tách độc lập với nhau, những điểm tham gia vào quá trình phân loại thì không tham gia vào quá trình đánh giá độ chính xác, và ngược lại. Tiêu chí xác định vùng đô thị, và không đô thị được trình bày ở Bảng 3.

Bảng 3. Bảng phân loại các đối tượng

STT	Tên lớp	Giải thích	Hình minh họa
1	Đô thị	Các khu vực có công trình nhà ở, đường xá, nhà máy… do con người xây dựng.	
2	Không đô thị	Các khu vực không được xếp vào nhóm đô thị (khu vực trồng lúa, cây nông nghiệp, mặt nước…)	

Sơ đồ quy trình nhận dạng lớp đô thị được tóm tắt trong Hình 1. Quy trình nhận dạng gồm các bước chính: thu thập ảnh, tính toán các chỉ số NDVI, BAI,.. Sau đó tất cả các loại ảnh, chỉ số đã tính toán được gộp lại thành một ảnh duy nhất, đưa vào phân loại bằng thuật toán Random forest. Cuối cùng, sản phẩm được kiểm tra bằng cách tạo ma trận đánh giá độ chính xác.



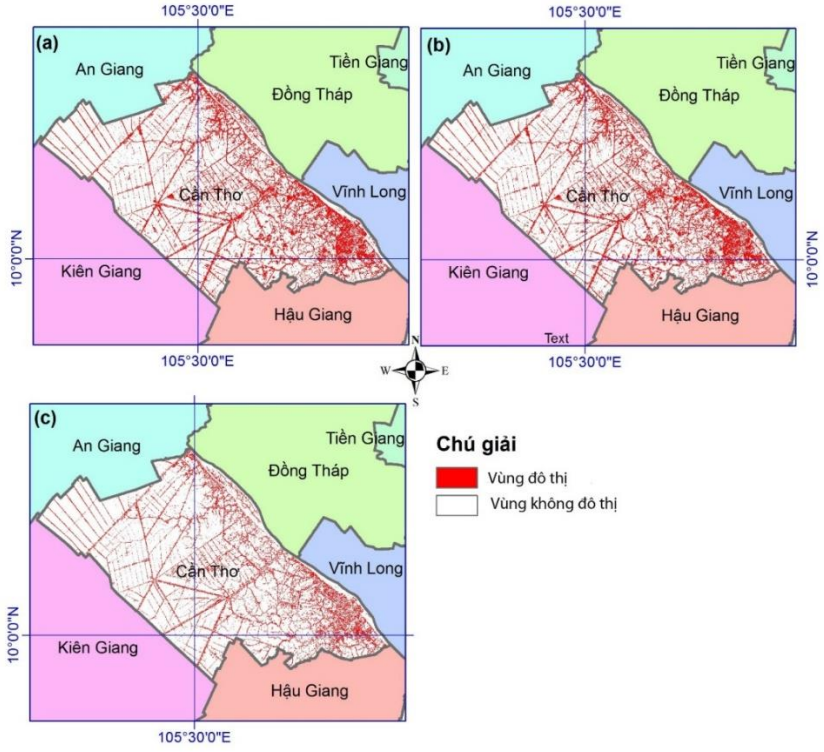
Hình 1. Quy trình nhận dạng khu vực đô thị từ ảnh vệ tinh, sử dụng Earth engine

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

3.1. Bản đồ khu vực đô thị thành phố Cần Thơ

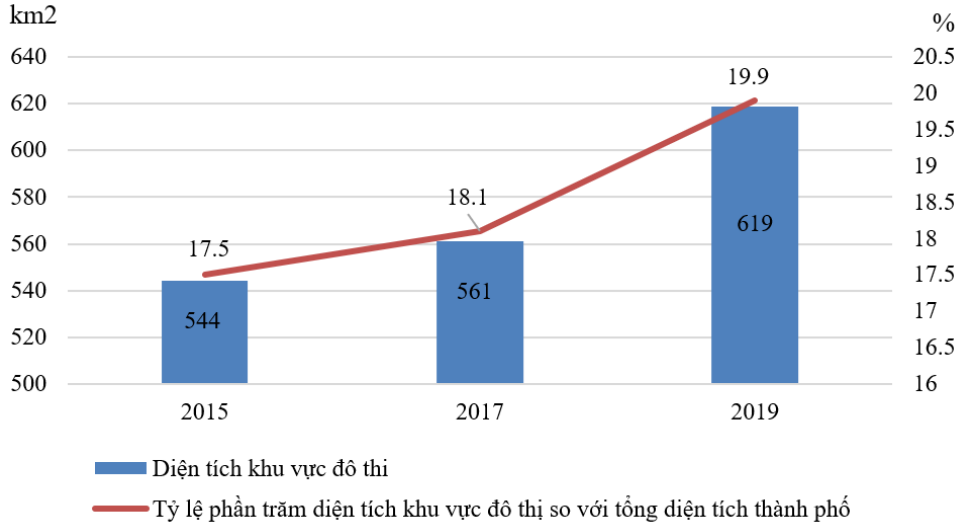
Sau khi sử dụng Earth engine để phân loại, sản phẩm thu được là bản đồ khu vực đô thị thành phố Cần Thơ qua các năm 2015, 2017 và 2019 (Hình 2). Một cách tổng quát, mật độ đô thị tăng lên trong giai đoạn từ năm 2015 đến năm 2017, tập trung chủ yếu Đông - Đông Nam và Bắc - Đông Bắc của thành phố. Ngược lại tại phía Nam và Tây - Tây Nam cho thấy sự thay đổi không đáng kể về mật độ đô thị, điều này có thể giải thích đây là khu vực chủ yếu có sự tồn tại của các công trình phục vụ nông nghiệp và vùng trồng cây công nghiệp.

Có thể nhận thấy ở khu vực phía Tây và Tây Nam thành phố Cần Thơ dân cư được phân bố dạng hình tuyến một cách rõ nét. Một phần là do thói quen xây dựng nhà cửa gần các tuyến đường giao thông, nhằm mục đích thuận lợi cho việc đi lại. Trái với khu vực phía Đông và phía Bắc, khu vực đô thị tập trung lại thành cụm.



Hình 2. Đô thị thành phố Cần Thơ qua các năm (a) 2019; (b) 2017; (c) 2015

Để có thể nhìn rõ ràng hơn sự mở rộng của đô thị thành phố Cần Thơ qua các năm, chúng tôi đã tiến hành tính toán diện tích đô thị (khu vực có công trình, nhà máy, đường sá…) của thành phố dựa vào kết quả giải đoán. Số liệu cho thấy trong giai đoạn 2015 đến 2017, diện tích vùng đô thị chỉ mở rộng khoảng 20 km^2, nhưng trong giai đoạn sau, trong cùng khoảng thời gian, vùng đô thị đã mở rộng 60 km^2, gấp 3 lần giai đoạn trước. Chi tiết số liệu tại Hình 3



Hình 3. Sự mở rộng của đô thị thành phố Cần Thơ từ năm 2017 đến năm 2019

3.2. Độ chính xác

Để đánh giá độ chính xác của việc phân loại, các nghiên cứu thường sử dụng ma trận đánh giá độ chính xác (confusion matrix). Ma trận đánh giá độ chính xác cho người dùng biết số lượng điểm được phân loại đúng trên tổng số điểm tham gia kiểm tra. Trong nghiên cứu này kết quả phân loại đạt độ chính xác cao, với độ chính xác trung bình đạt 93% (Bảng 4). Bên cạnh đó, độ Producer's accuracy và User's accracy cũng được tính toán để cung cấp thêm thông tin độ chính xác của bản đồ. Producer's accuracy chỉ ra phần trăm số điểm ảnh đúng ra thuộc về 1 lớp trên thực địa nhưng đã bị bỏ qua, phân loại nhầm sang lớp khác. Theo chiều ngược lại, User's accuracy chỉ ra bao nhiêu điểm sai bị thêm vào 1 lớp.

Bảng 4. Độ chính xác các bản đồ phân loại

STT		2015	2017	2019
1	Overall accuracy	*92%*	*93%*	*94%*
2	User's accuracy	*92%*	*92%*	*95%*
3	Producer's accuracy	*90%*	*95%*	*95%*

3.3. Thảo luận

Google Earth engine cung cấp khả năng sử dụng dữ liệu ảnh vệ tinh dễ dàng, thuận tiện, không đòi hỏi người dùng phải biết quá nhiều về các phần mềm xử lý ảnh. Các dữ liệu trên Google Earth Engine đều đã qua các bước nắn chỉnh hình học, hiệu chỉnh sai số khí quyển và tính chuyển về giá trị độ phản xạ, vì vậy người dùng không cần thiết phải tìm hiểu công thức, và các tính các tham số hiệu chỉnh cho các sai số trên. Nói cách khác, dữ liệu trên GEE có thể sử dụng được ngay, thuận tiện cho người dùng.

Google Earth engine cho ra kết qua nhanh, đây là lợi thế lớn so với việc triển khai các thuật toán máy học trên máy trạm. Việc tính toán, phân loại ảnh trên Google Earth engine được thực hiện trên hệ thống máy chủ của Google, cho ra hiệu quả tính toán vượt trội, có thể tiết kiệm rất nhiều thời gian và công sức cho người dùng. Trong nghiên cứu này, để phân loại một ảnh vệ tinh kích thước 1km x 1km, 11 band mất khoảng 15 phút, trong khi sử dụng máy tính bình thường mất từ 1 đến 2 giờ. Hơn nữa, các thuật toán phân loại và các phương pháp phân loại phổ biến đều đã được nền tảng cung cấp, vì vậy nó đáp ứng đầy đủ các nhu cầu cơ bản của người dùng.

Tuy nhiên, nền tảng chỉ cung cấp một số phương pháp máy học phổ biến như Random Forest, Kernel Density Estimation, điều này cũng hạn chế người dùng nếu muốn sử dụng các phương pháp phân loại khác như học sâu. Nền tảng cũng không cung cấp một số ảnh vệ tinh có độ phân giải cao (nhỏ hơn 10m), vì vậy người dùng vẫn chưa thể tiếp cận được các dữ liệu này khi sử dụng nền tảng. Việc sử dụng cloud computing cũng làm cho nền tảng phù hợp cho việc sử dụng vào các sản phẩm yêu cầu độ bảo mật không cao, có thể là các nghiên cứu phục vụ cộng đồng, cho phép chia sẻ dữ liệu mà không phụ thuộc vào các điều kiện ràng buộc liên quan.

4. KẾT LUẬN

Google Earth engine là nền tảng cloud computing cho phép người dùng triển khai các ứng dụng máy học sử dụng ảnh vệ tinh nhanh chóng, hiệu quả. Nó phù hợp cho các công việc cần xử lý khối lượng lớn dữ liệu. Thêm vào đó, nền tảng không yêu cầu người dùng phải xử lý ảnh, vì vậy rất thuận tiện cho người sử dụng không thông thạo xử lý ảnh. Nền tảng giúp cho việc sử dụng ảnh vệ tinh thuận tiện hơn rất nhiều, giúp thúc đẩy các nghiên cứu sử dụng ảnh vệ tinh. Việc cung cấp các thuật toán máy học, và server dùng chung cho người sử dụng cũng là ưu điểm của nền tảng, người sử dụng sẽ tiết kiệm được thời gian và chi phí khi muốn triển khai các thuật toán máy học mà không cần phải quan tâm đến cấu hình phần cứng.

Random Forest và phương pháp OBIA đã chứng minh khả năng phân loại chính xác (độ chính xác hơn 90%). Thuật toán có thể áp dụng cho việc phân loại ảnh ở các khu vực có nhiều đối tượng, phức tạp.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. T. M. T. Pham, V. Raghavan, and N. J. Pawar, "Urban expansion of Can Tho city, Vietnam: a study based on mulit - temporal satellite images," *GEOINFORMATICS*, vol. 21, no. 3, pp. 147 - 160, 2010, doi: 10.6010/geoinformatics.21.147.

[2]. J. Susskind, J. Rosenfield, D. Reuter, and M. T. Chahine, "Remote sensing of weather and climate parameters from HIRS2/MSU on TIROS - N," *J. Geophys. Res.*, vol. 89, no. D3, p. 4677, 1984, doi: 10.1029/JD089iD03p04677.

[3]. J. Yang *et al.*, "The role of satellite remote sensing in climate change studies," *Nat. Clim. Chang.*, vol. 3, no. 10, pp. 875 - 883, Oct. 2013, doi: 10.1038/nclimate1908.

[4]. P. C. P. C. Duong *et al.*, "JAXA high - resolution land use/land cover map for Central Vietnam in 2007 and 2017," *Remote Sens.*, vol. 10, no. 9, 2018, doi: 10.3390/rs10091406.

[5]. Cục Viễn thám Quốc gia, "Cục Viễn thám Quốc gia lịch sử hình thành và phát triển." https://rsc.gov.vn.

[6]. Y. Shen, Y. Wang, H. Lv, and J. Qian, "Removal of thin clouds in landsat - 8 OLI data with independent component analysis," *Remote Sens.*, 2015, doi: 10.3390/rs70911481.

[7]. A. K. Saraf, P. Ghosh, B. Sarma, and S. Choudhury, "Cover: Development of a new image correction technique to remove false topographic perception phenomena," *Int. J. Remote Sens.*, vol. 26, no. 8, pp. 1523 - 1529, Apr. 2005, doi: 10.1080/0143116031000101648.

[8]. Bộ Tài nguyên và Môi trường, *Thông tư quy định kỹ thuật về sản xuất ảnh viễn thám quang học độ phân giải cao và siêu cao để cung cấp đến người sử dụng*. 2015.

[9]. N. Gorelick, M. Hancher, M. Dixon, S. Ilyushchenko, D. Thau, and R. Moore, "Google Earth Engine: Planetary - scale geospatial analysis for everyone," *Remote Sens. Environ.*, vol. 202, no. 2016, pp. 18 - 27, Dec. 2017, doi: 10.1016/j.rse.2017.06.031.

[10]. A. Midekisa *et al.*, "Mapping land cover change over continental Africa using Landsat and Google Earth Engine cloud computing," *PLoS One*, vol. 12, no. 9, p. e0184926, Sep. 2017, doi: 10.1371/journal.pone.0184926.

[11]. Q. Van Khuc, B. Q. Tran, P. Meyfroidt, and M. W. Paschke, "Drivers of deforestation and forest degradation in Vietnam: An exploratory analysis at the national level," *For. Policy Econ.*, vol. 90, no. January, pp. 128 - 141, 2018, doi: 10.1016/j.forpol.2018.02.004.

[12]. H. Tran, T. Tran, and M. Kervyn, "Dynamics of land cover/land use changes in the Mekong Delta, 1973 - 2011: A Remote sensing analysis of the Tran Van Thoi District, Ca Mau Province, Vietnam," *Remote Sens.*, vol. 7, no. 3, pp. 2899 - 2925, 2015, doi: 10.3390/rs70302899.

[13]. C. Pelletier, S. Valero, J. Inglada, N. Champion, and G. Dedieu, "Assessing the robustness of Random Forests to map land cover with high resolution satellite image time series over large areas," *Remote Sens. Environ.*, vol. 187, pp. 156 - 168, 2016, doi: 10.1016/j.rse.2016.10.010.

[14]. M. Belgiu and L. Drăgu, "Random forest in remote sensing: A review of applications and future directions," *ISPRS J. Photogramm. Remote Sens.*, vol. 114, pp. 24 - 31, 2016, doi: 10.1016/j.isprsjprs.2016.01.011.

[15]. T. Blaschke, "Object based image analysis for remote sensing," *ISPRS J. Photogramm. Remote Sens.*, vol. 65, no. 1, pp. 2 - 16, Jan. 2010, doi: 10.1016/j.isprsjprs.2009.06.004.

[16]. S. K. McFeeters, "The use of the Normalized Difference Water Index (NDWI) in the delineation of open water features," *Int. J. Remote Sens.*, vol. 17, no. 7, pp. 1425 - 1432, 1996, doi: 10.1080/01431169608948714.

[17]. Y. Zha, J. Gao, and S. Ni, "Use of normalized difference built - up index in automatically mapping urban areas from TM imagery," *Int. J. Remote Sens.*, vol. 24, no. 3, pp. 583 - 594, 2003, doi: 10.1080/01431160304987.m

ĐÁNH GIÁ BIẾN ĐỘNG ĐỊA HÌNH VÙNG BIỂN NÔNG VEN BỜ CHÂU THỔ SÔNG HỒNG TỪ DỮ LIỆU HẢI ĐỒ

Nguyễn Đắc Vệ[1], Bùi Văn Vượng[2], Đặng Hoài Nhơn[2], Nguyễn Thị Thu Hà[2]

[1]Viện Tài nguyên và Môi trường Biển

[2]Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam

Ngày nhận bài: 14/7/2021 - Ngày phản biện: 23/7/2021 - Ngày chấp nhận đăng: 27/07/2021

Tóm tắt. *Bài viết là kết quả nghiên cứu đặc điểm biến động địa hình khu vực đáy biển nông ven bờ châu thổ Sông Hồng dựa trên các công cụ tính toán trong phần mềm ArcGIS và ENVI. Số liệu đầu vào của nghiên cứu này là các thế hệ hải đồ khác nhau, được xuất bản từ năm 1930 đến năm 2008. Trên cơ sở dữ liệu có được, khu vực nghiên cứu được chia thành hai tiểu vùng để đánh giá biến động, đó là phía bắc Sông Hồng và phía nam Sông Hồng. Đáy biển được chia thành các đới có độ sâu khác nhau: 0 m HĐ - 2, 2 - 5, 5 - 10, 10 - 20, 20 - 30 và > 30 m với mục đích nghiên cứu chi tiết biến đổi đáy biển theo độ sâu. Kết quả chỉ ra rằng, đáy biển biến đổi mạnh theo thời gian, có xu thế bồi tụ đáy biển ở độ sâu từ 0 - 20 m và xói lở đáy ở độ sâu trên 20 m ở khu vực phía bắc Sông Hồng. Ngược lại, khu vực phía nam Sông Hồng lại có xu thế xói đáy ở độ sâu 0 - 30 m.*

Từ khóa: *Sông Hồng, ArcGIS, ENVI, biến động địa hình, hải đồ.*

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

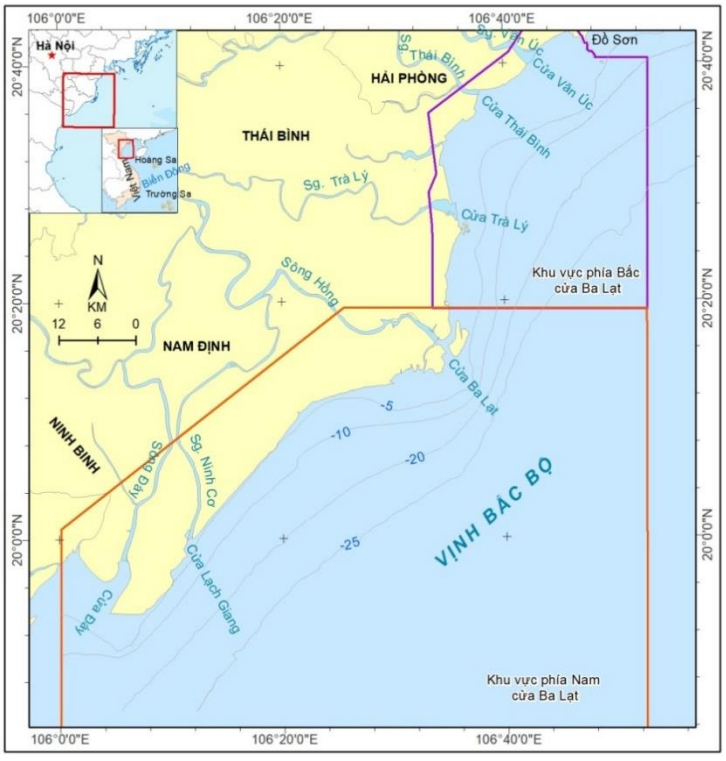
Châu thổ Sông Hồng là một trong những đồng bằng lớn trên thế giới, và đứng thứ hai ở Việt Nam, sau đồng bằng châu thổ sông Mê Kông. Chúng được hình thành do lượng phù sa lớn của Sông Hồng bồi lấp từ khoảng 8.500 năm trước [8]. Với đường bờ biển dài hơn 150 km kéo dài từ Yên Lập đến mũi Hoàng Yến và chịu sự tác động giảm dần của chế độ thủy triều và tăng dần chế độ sóng theo chiều từ Bắc vào Nam [14]. Phần đáy biển châu thổ Sông Hồng trải dài từ Đồ Sơn đến Lạch Trường khoảng 145 km, và chiều rộng châu thổ ngầm (subaqueous delta) đến độ sâu khoảng 30 m nước và bao gồm hai phần là tiền châu thổ (delta front) ra đến độ sâu 5 – 7 m và sườn châu thổ (prodelta) ra đến độ sâu 20 – 30 m [1, 5, 9].

Phía hạ lưu của Sông Hồng đã tạo ra rất nhiều những chi lưu ở đồng bằng và đổ ra biển thông qua 9 cửa sông chính đó là cửa Bạch Đằng, cửa Lạch Tray ở phía Bắc bán đảo Đồ Sơn và các cửa sông Văn Úc, Thái Bình, Trà Lý, Lân, Ba Lạt, Lạch Giang và Đáy ở phía Nam bán đảo Đồ Sơn (Hình 1). Vinh và nnk [13] đã sử dụng mô hình và ước tính được rằng trong giai đoạn từ năm 1960 đến năm 1979 có khoảng 84,8 Mt trầm tích đổ ra biển thông qua các cửa sông này. Trong đó, hàm lượng trầm tích đổ ra biển lớn nhất ở

cửa Ba Lạt chiếm 24,9%, tiếp đến là cửa Đáy chiếm 22,1%, cửa Văn Úc chiếm 13,6% và các cửa sông còn lại thì chiếm 6 – 9%.

Ở khu vực nghiên cứu có chế độ thủy triều là nhật triều đều, số liệu thủy triều cực đại trung bình nhiều năm ghi nhận tại trạm Hòn Dấu là 4,2 m. Độ cao sóng trung bình ở vùng này là 0,7 – 1,3 m và số liệu sóng cực đại ghi được lên tới 3,5 – 4,5 m, sóng trong bão đã ghi nhận được lên đến 5 m [4]. Vùng đáy biển trong khu vực nghiên cứu đã chịu tác động trực tiếp từ các yếu tố sông – sóng – thủy triều. Tùy từng vị trí địa hình mà yếu tố nào thống trị. Ví dụ, khu vực gần cửa Ba Lạt sẽ có yếu tố sóng thống trị, khu vực gần cửa Đáy sẽ có yếu tố sông thống trị. Đây cũng là một vùng biển phức tạp và có sự biến đổi liên tục theo không gian và thời gian.

Vấn đề nghiên cứu biến động địa hình đáy biển ở các châu thổ ngầm lớn trên thế giới như cửa sông Mississipi ở Mỹ, cửa sông Ribble ở Anh và ở Trung Quốc là các sông Trường Giang, Châu Giang... và đã có rất nhiều công bố trên các tạp chí uy tín [6, 10, 15, 17]. Ở châu thổ ngầm của Sông Hồng vẫn ít được nghiên cứu do hạn chế về mặt số liệu, tuy nhiên một vài nghiên cứu trước đây đã chỉ ra rằng, vùng châu thổ ngầm có sự biến đổi mạnh mẽ về hình thái địa hình và sự di chuyển trầm tích dưới đáy biển là cực kỳ phức tạp [1, 5, 14].



Hình 1. Sơ đồ khu vực nghiên cứu

Để hiểu biết rõ hơn về vấn đề này, vùng đáy biển châu thổ ngầm Sông Hồng đã được chia thành các đới độ sâu khác nhau và phân tích, tính toán số liệu thông qua mô hình DEM (Digital Elevation Model), mô hình này đã được xây dựng từ dữ liệu độ sâu trên

hải đồ từ năm 1930 đến năm 2008. Những biến đổi về đường bờ biển, đường mực triều thấp nhất và một phần phía Bắc Sông Hồng đã được chúng tôi công bố trên các tạp chí uy tín trước đây [7, 14]. Trong khuôn khổ của bài báo này, chúng tôi đã dựa vào số liệu được tính toán từ việc chồng xếp những thế hệ hải đồ khác nhau và phân tích mức độ biến đổi địa hình theo các đới độ sâu để trả lời câu hỏi: sự tiến hóa địa hình đáy biển ở khu vực này như thế nào? Đới độ sâu nào bị xói mòn và đới độ sâu nào được bồi tụ nổi cao?

2. DỮ LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Dữ liệu

Dữ liệu đầu vào dùng để tính toán biến động địa hình đáy biển là các thế hệ hải đồ khác nhau về nguồn gốc xuất xứ và năm xuất bản, thông tin chi tiết được liệt kê tại Bảng 1.

Bảng 1. Danh sách hải đồ đã được sử dụng trong nghiên cứu này

TT	***Mã số/ Tên***	***Tỷ lệ***	***Projection/Datum***	***Năm khảo sát***	***Năm xuất bản***
1	Delta du Tonkin	1/250.000	-	Trước 1930	1932
2	4005/ Ba Lạt (BL) - Hòn Nẹ	1/100.000	Mercator - Krasovsky	1929 - 1930	1962
3	IA - 100 - 03/ Cửa Lục - BL	1/100.000	Mercator - Krasovsky	1965	1980
4	IA - 100 - 04/ BL - Cửa Đáy	1/100.000	Mercator - Krasovsky	1980	1997
5	IA - 100 - 03/ Cửa Lục - BL	1/100.000	Mercator - WGS1984	1995	2007
6	IA - 100 - 04/ BL - Cửa Đáy	1/100.000	Mercator - WGS1984	1995	2007
7	I - 200 - 06/ Cửa Đối - Lạch Giang	1/200.000	Mercator - WGS1984	2007 - 2008	2011

2.2. Phương pháp nghiên cứu

- *Phương pháp bản đồ* biểu diễn các bản đồ biến động hình thái địa hình châu thổ ngầm;

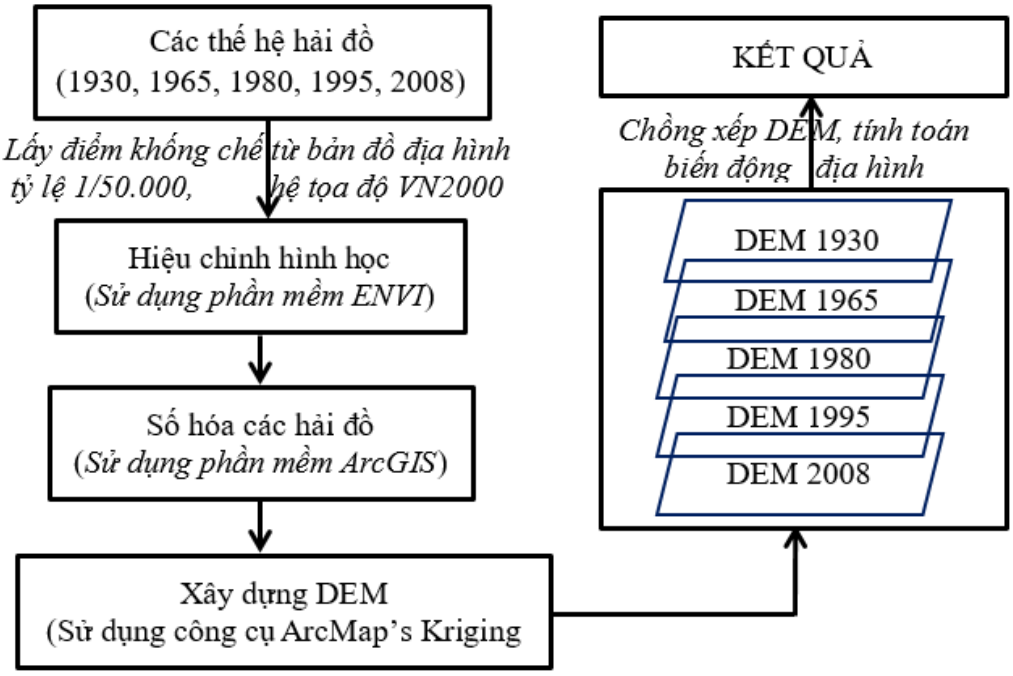
- *Phương pháp GIS* để nắn chỉnh hình học ảnh, tính toán biến động địa hình trong môi trường GIS với các phần mền chuyên dụng (ENVI, ArcGIS,...);

- *Phương pháp phân tích hình thái - động lực* dùng tính toán sự thay đổi địa hình châu thổ ngầm theo thời gian như là sườn bờ ngầm, cồn cát ngầm, luồng lạch...

Do các hải đồ ở các hệ quy chiếu và phép chiếu khác nhau, phương pháp chồng ghép bản đồ để tính toán biến động địa hình yêu cầu các hải đồ phải ở cùng một hệ quy chiếu.

Do đó, bản đồ nền địa hình tỷ lệ 1/50.000, hệ tọa độ VN2000 đã được sử dụng để làm bản đồ cơ sở và lấy các điểm khống chế nắn chỉnh các hải đồ trên. Sử dụng phần mềm ENVI để nắn chỉnh hình học ảnh, trên mỗi hải đồ sẽ được lấy tối thiểu là 15 điểm khống chế [12, 16] và được lấy tương đối trải đều trên toàn ảnh, sau đó được nắn chỉnh với các hàm đa thức bậc một và bậc hai, làm sao để cho ra kết quả sai số thấp nhất có thể. Cụ thể trong trường hợp này, sai số nắn ảnh đạt được ở mức 0.5 pixel [3].

Sau khi tất cả các hải đồ đã được nắn chỉnh hình học về cùng hệ tọa độ VN2000, sử dụng phần mềm ArcGIS để số hóa đường bờ, đường đẳng sâu và các điểm độ sâu. ArcMap's Kriging là công cụ đã được sử dụng rộng rãi trên thế giới để chạy ra mô hình số độ sâu của các thời kỳ khác nhau với kích thước ô lưới 50 x 50 m, một số khu vực cần làm chi tiết địa hình có thể tăng kích thước ô lưới lên 20 x 20 m. Công cụ ArcMap's cut - fill được sử dụng để tính toán thay đổi diện tích và thể tích của khu vực nghiên cứu qua các thời kỳ khác nhau. Sơ đồ quy trình công nghệ thực hiện trong nghiên cứu này được thể hiện chi tiết ở Hình 2.



Hình 2. Sơ đồ quy trình công nghệ tính toán biến động đáy biển

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

Do tài liệu đã có không được đồng bộ về mặt thời gian cho toàn vùng, do vậy vùng châu thổ ngầm Sông Hồng đã được chia thành hai khu vực có diện tích cố định để tính toán biến động theo cả chiều ngang (biến động diện tích) và chiều cao (biến động thể tích). Đó là vùng phía Bắc châu thổ Sông Hồng với các chu kỳ tính toán là 1930 - 1965; 1965 - 1995; 1995 - 2008 (khu vực phía Bắc cửa Ba Lạt - Hình 1) và vùng phía Nam châu

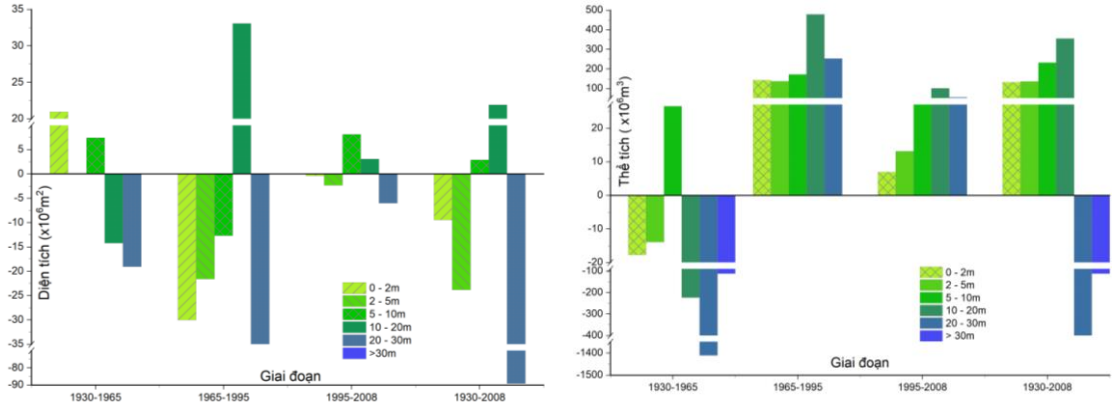
thổ Sông Hồng với các chu kỳ tính toán là 1930 - 1980; 1980 - 1995; 1995 - 2008 (khu vực phía Nam cửa Ba Lạt - Hình 1).

3.1. Biến động địa hình đáy biển ở khu vực phía Bắc cửa Ba Lạt

Từ biểu đồ ở hình 3 thấy rằng, trong giai đoạn 1930 đến 1965 vùng đáy biển có độ sâu từ 0 - 10 m đã được mở rộng và vùng đáy biển có độ sâu 10 - 30 m thì bị thu hẹp về mặt diện tích. Tuy nhiên xét về mặt thể tích thì chỉ có duy nhất đới độ sâu 5 - 10 m là tăng đồng biến cùng với tăng diện tích. Cụ thể thì đới có độ sâu từ 0 - 2 m và 2 - 5 m mặc dù diện tích tăng 20,94 x 10^6 m^2 và 0,15 x 10^6 m^2 nhưng thể tích lại giảm 17,72 x 10^6 m^3 và 13,90 x 10^6 m^3 có nghĩa là đáy biển tại hai đới này đã bị xói mòn mạnh. Tại đới độ sâu 5 - 10 m diện tích tăng 7,46 x 10^6 m^2 và thể tích cũng tăng đồng biến với khối lượng là 26,53 x 10^6 m^3 nghĩa là tại đới độ sâu này có sự bồi tụ cả về diện tích và thể tích. Các đới có độ sâu dưới 10 m, cụ thể là 10 - 20 m, 20 - 30 m và > 30 m đều ghi nhận diện tích và thể tích giảm tương ứng là 14,22; 19,07; 0,01 x (10^6 m^2) và 224,12; 1.411,20; 112,75 x (10^6 m^3) theo thứ tự. Xét theo biến động thể tích tại từng vị trí (netchange) thì đáy biển ở khu vực này được bồi tụ 323 x 10^6 m^3 và tốc độ bồi tụ trung bình là 9 x 10^6 m^3/năm [3].

Chuyển qua giai đoạn 1965 đến 1995 thì có sự chuyển pha so với giai đoạn trước, đó là diện tích ở vùng đáy biển có độ sâu từ 0 - 10 m bị thu hẹp lại 30,05; 21,62; 12,71 x (10^6 m^2) ứng với các đới độ sau 0 - 2 m; 2 - 5 m; 5 - 10 m và đới có độ sâu 10 - 20 m thì được mở rộng diện tích lên tới 33,07 x 10^6 m^2, đới có độ sâu 20 - 30 m thì vẫn tiếp tục bị thu hẹp diện tích và đạt giá trị 64,1 x 10^6 m^2. Trong giai đoạn này, không còn đới có độ sâu dưới 30 m, điều đó chứng tỏ đáy biển đã được bồi tụ nổi cao so với độ sâu của năm 1930. Một điều đáng chú ý là cho dù các đới độ sâu có bị thu hẹp diện tích hay được mở rộng diện tích thì thể tích của chúng cũng đều đạt giá trị dương, nghĩa là đáy biển đã được bồi tụ nổi cao lên rất mạnh. Điều này cũng đã được chỉ rõ trong công bố gần đây [3] đó là, tốc độ bồi tụ nổi cao đáy biển trung bình theo diện ô lưới là 48 x 10^6 m^3/năm.

Đến giai đoạn 1995 - 2008, diện tích các đới theo độ sâu có sự thay đổi nhỏ hơn so với các giai đoạn trước, điều này cũng trùng hợp với giai đoạn các đập trên thượng nguồn Sông Hồng đã đi vào hoạt động ổn định và đã chặn lại một lượng lớn trầm tích đổ ra vùng cửa sông ven biển. Nghiên cứu của Vinh và nnk [13] chỉ ra rằng, hàm lượng trầm tích giảm đi 61% từ khi đập Hòa Bình đi vào hoạt động năm 1988, khối lượng trầm tích giảm từ 119 Mt/năm xuống còn 46 Mt/năm, số liệu thống kê tại trạm Sơn Tây. Mặc dù hàm lượng trầm tích từ sông đổ ra biển bị sụt giảm rất mạnh, nhưng thể tích ở vùng đáy biển vẫn tăng ở hầu hết các đới độ sâu và tăng mạnh nhất ở đới có độ sâu 10 - 20 m đạt 100,82 x 10^6 m^3.

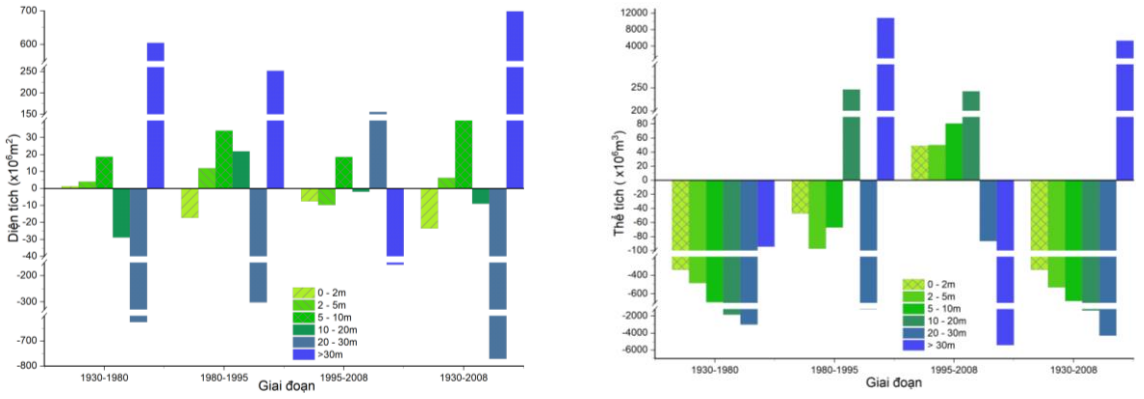


Hình 3. Biểu đồ biến động diện tích và thể tích theo đới độ sâu ở khu vực phía Bắc cửa Ba Lạt

Nếu xét cả một giai đoạn dài từ 1930 đến 2008 thì chúng ta nhận thấy rằng diện tích ở các đới có độ sâu 0 - 5 m bị giảm, điều này được lý giải do diện tích phần đất liền ở khu vực này đã lấn ra biển khá là mạnh và trầm tích từ sông đổ ra biển đã bồi tụ tại các đới này và làm nông hóa đáy biển, điều này đã được chỉ rõ trên biểu đồ hình 3. Diện tích phần đất liền được mở rộng mạnh ở các cửa sông, nơi có rừng ngập mặn phát triển. Số liệu tính toán thay đổi diện tích theo đường phân bố thực vật chỉ ra rằng, giai đoạn 1930 đến 1965 và 1965 đến 1995 phần đất liền đã lấn ra biển lần lượt là 20,8 và 56,73 km^2 và chỉ giảm nhẹ một chút trong giai đoạn 1995 đến 2008 là 3,11 km^2 [7].

3.2. Biến động địa hình đáy biển ở khu vực phía Nam cửa Ba Lạt

Biểu đồ ở Hình 4 chỉ ra rằng, giai đoạn 1930 đến 1980 (50 năm) trầm tích đáy biển ở khu vực này đã bị xói lở ở tất cả các đới độ sâu, cụ thể khối lượng trầm tích bị mất đi theo từng đới như sau: 342,35; 483,64; 691,31; 1848,14; 3010,50; 94,51 x (10^6 m^3) tương ứng với các đới độ sâu 0 - 2 m; 2 - 5 m; 5 - 10 m; 10 - 20 m; 20 - 30 m; > 30 m theo thứ tự. Mặc dù vậy, xét theo chiều ngang thì có đới bị thu hẹp lại, có đới được mở rộng ra. Các đới độ sâu được mở rộng là 0 - 2 m; 2 - 5 m với diện tích được mở rộng khá nhỏ, sau đó đến đới độ sâu 5 - 10 m và đới được mở rộng diện tích nhất là > 30 m với 604,48 x 10^6 m^2 diện tích. Ngược lại thì đới có độ sâu 20 - 30 m lại bị thu hẹp diện tích (624,57 x 10^6 m^2) và đới có độ sâu 10 - 20 m (28,86 x 10^6 m^2). Nếu tính toán theo chiều thẳng đứng trung bình tại mỗi vị trí thì toàn bộ khối lượng trầm tích nền đáy bị mất đi trong giai đoạn này là 2077 x 10^6 m^3, ứng với 42 x 10^6 m^3 mỗi năm [3]. Hàm lượng trầm tích đáy biển bị suy giảm mạnh như vậy nguyên nhân một phần lớn là khu vực này có 2 cửa sông lớn là Ba Lạt và cửa Đáy với tốc độ lấn biển trong giai đoạn 1930 - 1965 lần lượt là 10,7 m/năm và 26,35 m/năm [6]. Khi đất liền lấn ra biển ở những vùng cửa sông, làm nổi cao đáy biển ở phần ven bờ và khi tiến hành tính toán biến động theo ô lưới (net change) thì những phần đáy biển đã bị nổi cao sẽ bị bỏ qua.



Hình 4. Biểu đồ biến động diện tích và thể tích theo đới độ sâu ở khu vực phía Nam cửa Ba Lạt

Giai đoạn 1980 đến 1995, các đới có độ sâu 0 - 2 m và 20 - 30 m là bị giảm diện tích và đây cũng là đới giảm diện tích lớn nhất, giảm tới 302,52 x 10^6 m^2, còn các đới còn lại thì tăng diện tích và đới tăng mạnh nhất là > 30 m đạt giá trị 251,58 x 10^6 m^2. Xét theo biến động thẳng đứng thì các đới có độ sâu 10 - 20 m và > 30 m được bồi tụ, và trầm tích bồi tụ mạnh nhất ở đới > 30 m, đạt giá trị 10833,81 x 10^6 m^3. Các đới còn lại thì bị xói lở nền đáy và đới bị xói lở mạnh nhất là đới có độ sâu 20 - 30 m, đạt giá trị 1220,82 x 10^6 m^3 (Hình 4). Khối lượng trầm tích bị xói mòn mất đi theo ô lưới trong giai đoạn này là 44 x 10^6 m^3 mỗi năm [3], như vậy vùng đáy biển vẫn tiếp tục bị xói mòn mạnh.

Giai đoạn 1995 đến 2008, trên biểu đồ Hình 4 chỉ ra rằng: đới có độ sâu > 30 m bị thu hẹp diện tích lớn nhất, đạt giá trị 157,62 x 10^6 m^2, theo đó thì khối lượng trầm tích đáy biển cũng bị xói đi mất nhiều nhất, với giá trị tính toán được là 5424,09 x 10^6 m^3. Đới độ sâu bị xói lở mất trầm tích tiếp theo là 20 - 30 m, mặc dù tại đới độ sâu này có diện tích được tăng lên nhưng khối lượng trầm tích đáy đã bị mất đi 86,40 x 10^6 m^3. Các đới độ sâu còn lại, từ 0 - 20 m thì đều được bồi tụ nổi cao nền đáy, mặc dù diện tích có đới thì bị thu nhỏ lại, có đới thì được mở rộng ra. Chung quy lại, trong giai đoạn này thì nền đáy biển đã được bồi tụ nổi cao lên với khối lượng trầm tích hàng năm nhận được là 11 x 10^6 m^3 [3]. Đây cũng là giai đoạn ở hai vùng cửa sông lớn Ba Lạt và cửa Đáy có sự ổn định, tốc độ lấn biển đã chậm hơn các giai đoạn trước rất nhiều do trầm tích trên thượng nguồn đổ xuống đã bị thiếu hụt nghiêm trọng, do đó sự phát triển của bãi triều cũng chậm đi rất nhiều. Theo công bố của Fan và nnk [6] thì sự mở rộng bãi triều tính theo đường 0 m hải đồ ở vùng cửa Sông Hồng chỉ là 1,75 km^2 và ở vùng cửa sông Đáy chỉ là 0,97 km^2.

Xem xét biến động địa hình trong cả giai đoạn từ 1930 đến 2008 thì địa hình đáy biển ở khu vực này có xu thế bị xói mòn đáy, khối lượng trầm tích bị mất đi trung bình hàng năm tính theo ô lưới là 33 x 10^6 m^3 [3]. Biến động thể tích theo các đới độ sâu thì chỉ duy nhất đới sâu hơn 30 m được bồi tụ nổi cao, với thể tích nhận được là 5315,21 x 10^6 m^3, các đới còn lại từ độ sâu 0 - 30 m đều bị xói mòn đáy biển và mức độ xói mòn tăng dần từ 0 m đến 30 m. Đới độ sâu đáy biển bị suy giảm trầm tích mạnh nhất là 20 - 30 m, với

khối lượng trầm tích bị mất đi là 4317,72 x 10^6 m^3, tiếp theo là đới 10 - 20 m, với khối lượng trầm tích bị suy giảm là 1360,14 x 10^6 m^3 và nhỏ nhất là đới 0 - 2 m (Hình 4). Kéo dài xuyên suốt giai đoạn này thì vùng đất liền trong đê đã tiến ra biển và mở rộng thêm được xấp xỉ 222 km^2, vùng bãi triều có thực vật ngập mặn cũng tiến hóa và mở rộng ra phía biển được khoảng 204 km^2 [6]. Như vậy là vùng biển, nơi dùng để tính toán biến động đáy biển đã bị thu hẹp diện tích khá nhiều, chưa kể một số cồn cát nổi cao ở các cửa sông cũng bị bỏ qua trong quá trình tính toán biến động theo ô lưới do không có số liệu độ cao ở các cồn cát này.

3.3. Hạn chế về đồng bộ dữ liệu đầu vào

Số liệu tính toán trong bài báo sẽ đạt độ chính xác cao hơn nếu có dữ liệu đầu vào đồng bộ về mặt thời gian và tỷ lệ bản đồ. Từ Bảng 1 cho chúng ta thấy, dữ liệu đầu vào cho mô hình DEM là các số liệu được số hóa lại từ các thế hệ hải đồ khác nhau, tuy nhiên những hải đồ này không có sự thống nhất về mặt tỷ lệ. Do đó, khi chạy ra mô hình DEM với cùng một kích cỡ ô lưới (50 x 50 m; 20 x 20 m) sẽ cho kết quả sai số, kết quả sẽ sai số ít hơn khi hải đồ ở tỷ lệ lớn hơn, do có nhiều thông tin về độ sâu (điểm độ sâu, đường đẳng sâu) hơn so với những hải đồ còn lại.

Khu vực nghiên cứu là một vùng biển rộng lớn và kết quả đo sâu phải mất nhiều thời gian mới hoàn thành. Tuy nhiên, trên hải đồ không có ghi chú cụ thể vùng biển này đo năm nào? Mà chỉ ghi chú chung chung là số liệu đo năm 1929 - 1930 (trên tờ bản đồ năm 1930) hoặc đo năm 2007 - 2008 (trên tờ hải đồ năm 2008)… Do đó, chúng tôi thống nhất lấy mốc để tính toán biến động là các mốc cuối cùng mà bản đồ được hoàn chỉnh và xuất bản cho người dùng. Đây cũng là điểm dẫn đến quá trình tính toán bị sai số.

Tuy nhiên, bỏ qua tất cả những hạn chế do không thể thu thập được dữ liệu đầu vào tốt hơn nữa. Chúng tôi đã cố gắng kiểm soát tốt quá trình chạy mô hình DEM, đảm bảo tất cả các DEM đầu ra đều được chạy thống nhất theo một phương pháp nội suy (Kriging) để có sai số chung cho tất cả các thời điểm chạy DEM. Đó là các DEM năm 1930, 1965, 1980, 1995 và 2008.

4. KẾT LUẬN

Vùng đáy biển nông châu thổ Sông Hồng đã được chia nhỏ theo các đới độ sâu (0 m HĐ - 2 m; 2 - 5 m; 5 - 10 m; 10 - 20 m; 20 - 30 m và > 30 m) để tiến hành tính toán biến động diện tích (chiều ngang) và thể tích (chiều cao), nhằm hiểu biết rõ hơn về mức độ thay đổi địa hình đáy biển theo thời gian. Các DEM địa hình số độ sâu đã được xây dựng ở các mốc thời gian khác nhau dựa vào số liệu đầu vào từ các hải đồ đã có.

Sự thay đổi hình thái đáy biển theo thời gian chính là thay đổi đường đẳng sâu và các thay đổi hình thái ở các vùng cửa sông. Vùng cửa sông thay đổi do lượng trầm tích từ thượng nguồn đổ xuống và các hoạt động kinh tế xã hội của con người tác động, còn ở vùng đáy biển phía xa cửa sông thì do sóng và dòng chạy dọc bờ tác động chính.

Đáy biển có sự biến đổi mạnh theo thời gian và không gian do tác động của thủy triều

ở phía Bắc Sông Hồng và sóng, dòng chảy dọc bờ phía Nam Sông Hồng. Vùng biển có độ sâu từ 0 - 20 m từ Nam bán đảo Đồ Sơn đến phía Bắc cửa Ba Lạt có xu thế xói lở nền đáy, vùng biển sâu hơn thì có xu thế bồi tụ. Ngược lại, ở khu vực phía Nam cửa Ba Lạt thì có xu thế xói lở nền đáy biển và đáy biển bị xói lở mạnh dần từ bờ ra đến độ sâu 30 m.

LỜI CẢM ƠN

Bài báo nhận được hỗ trợ kinh phí của đề tài: Nghiên cứu biến động các hệ sinh thái bãi bồi cửa sông ven biển Hải Phòng, mã số ĐT.MT.2019.842 và dự án: A comprehensive program of basic scientific research of the Far East Branch of the Russian Academy of Sciences "Far East" for 2018 - 2020", project VANT 19 - 019.

Tập thể tác giả cám ơn các đề tài, dự án đã hỗ trợ kinh phí để thực hiện bài báo này. Chúng tôi cũng gửi lời cám ơn các phản biện đã đọc và góp ý cho bản thảo.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. Van den Bergh G.D., Boer W., Schaapveld M.A.S., Duc D.M., Van Weering Tj.C.E., 2007. Recent sedimentation and sediment accumulation rates of the Ba Lat prodelta (Red River, Vietnam). Journal of Asian Earth Sciences Vol. 29: 545 - 557.

[2]. Blott SJ, Pye K, van der Wal D, Neal A., 2006. Long - term morphological change and its causes in the Mersey Estuary, NW England. Geomorphology 81: 185 - 206.

[3]. Dac Ve N, Fan D, Vuong B Van, Dinh Lan T., 2021. Sediment budget and morphological change in the Red River Delta under increasing human interferences. Marine Geology 431: 106379.

[4]. Duc DM, Nhuan MT, Ngoi C Van., 2012. An analysis of coastal erosion in the tropical rapid accretion delta of the Red River, Vietnam. Journal of Asian Earth Sciences.

[5]. Duc DM, Nhuan MT, Ngoi C Van, Nghi T, Tien DM, van Weering TCE, van den Bergh GD., 2007. Sediment distribution and transport at the nearshore zone of the Red River delta, Northern Vietnam. Journal of Asian Earth Sciences 29: 558 - 565.

[6]. Fan D, Nguyen DV, Su J, Bui V Van, Tran DL., 2019. Coastal morphological changes in the Red River Delta under increasing natural and anthropic stresses. Anthropocene Coasts 2: 51 - 71.

[7]. Fan D, Wu Y, Zhang Y, Burr G, Huo M, Li J., 2017. South Flank of the Yangtze Delta: Past, present, and future. Marine Geology.

[8]. Hori K, Tanabe S, Saito Y, Haruyama S, Nguyen V, Kitamura A., 2004. Delta initiation and Holocene sea - level change: example from the Song Hong (Red River) delta, Vietnam. Sedimentary Geology 164: 237 - 249.

[9]. Huy Đ V., 1994. Vài nét về địa mạo đới bờ châu thổ Sông Hồng hiện đại. Tuyển tập Tài nguyên và Môi trường biển 2: 30 - 37.

[10]. Maloney JM, Bentley SJ, Xu K, Obelcz J, Georgiou IY, Miner MD., 2018. Mississippi River subaqueous delta is entering a stage of retrogradation. Marine Geology.

[11]. Van Maren DS, Hoekstra P., 2004. Seasonal variation of hydrodynamics and sediment dynamics in a shallow subtropical estuary: The Ba Lat River, Vietnam. Estuarine, Coastal and Shelf Science 60: 529 - 540.

[12]. Rocchini D, Metz M, Frigeri A, Delucchi L, Marcantonio M, Neteler M., 2012. Robust rectification of aerial photographs in an open source environment. Computers and Geosciences 39: 145 - 151.

[13]. Vinh VD, Ouillon S, Thanh TD, Chu L V., 2014. Impact of the Hoa Binh dam (Vietnam) on water and sediment budgets in the Red River basin and delta. Hydrology and Earth System Sciences 18: 3987 - 4005.

[14]. Vuong B Van, Fan D, Nguyen DV, Tran DL, Tran DT, Hoang VL, Nguyen THH., 2018. Morphological Change in the Northern Red River Delta, Vietnam. Journal of Ocean University of China 17: 1272 - 1280.

[15]. Van der Wal D, Pye K., 2003. The use of historical bathymetric charts in a GIS to assess morphological change in estuaries. Geographical Journal.

[16]. White K, El Asmar HM., 1999. Monitoring changing position of coastlines using Thematic Mapper imagery, an example from the Nile Delta. Geomorphology.

[17]. Wu ZY, Saito Y, Zhao DN, Zhou JQ, Cao ZY, Li SJ, Shang JH, Liang YY., 2016. Impact of human activities on subaqueous topographic change in Lingding Bay of the Pearl River estuary, China, during 1955 - 2013. Scientific Reports 6.

PHÂN TÍCH NGUY CƠ TRƯỢT LỞ KHU VỰC THÀNH PHỐ SƠN LA

Nguyễn Văn Minh

Đại học Sư phạm Hà Nội 2

Ngày nhận bài: 27/5/2021 - Ngày phản biện: 13/7/2021 - Ngày chấp nhận đăng: 15/08/2021

Tóm tắt. *Nghiên cứu về tai biến tự nhiên hiện nay là một hoạt động khoa học phổ biến, không chỉ giúp cho ta nhận diện các loại hình tai biến này; mà còn giúp cho việc khai thác, sử dụng lãnh thổ hợp lí, ổn định đời sống dân cư. Bài viết đề cập đến tai biến trượt lở đất đá trong khu vực thành phố Sơn La thông qua việc thành lập bản đồ trượt lở, phân tích, thống kê nguy cơ trượt lở trong phạm vi thành phố để thấy được các cấp nguy cơ cho từng khu vực, là cơ sở để tham khảo cho việc phân bố sinh cư và quy hoạch, giảm thiểu rủi ro tự nhiên.*

Từ khóa: *tai biến, trượt lở, bản đồ trượt lở, tiềm năng, cảnh báo.*

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Theo Tổng cục phòng chống thiên tai, Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn, từ năm 2000 - 2015, cả nước xảy ra 250 đợt lũ quét, sạt lở đất ảnh hưởng tới các vùng dân cư, làm chết và mất tích 779 người, bị thương 426 người, thiệt hại kinh tế ước tính hàng nghìn tỷ đồng. Tiêu biểu vào ngày 24/6/2018, lũ quét và sạt lở đất đã gây thiệt hại nghiêm trọng tại Hà Giang, Lai Châu và một số tỉnh miền núi phía Bắc làm 33 người chết và mất tích; 176 ngôi nhà bị lũ cuốn trôi; 1.270 nhà bị hỏng và di dời khẩn cấp; thiệt hại hơn 1.000 ha lúa; nhiều tuyến đường tỉnh lộ, quốc lộ bị sạt lở nghiêm trọng. Tổng thiệt hại ước tính đến ngày 2/7/2018 khoảng 535 tỷ đồng [6].

Thành phố Sơn La được thành lập theo Nghị định số 98/NĐ-CP ngày 3/9/2008 của Chính phủ nước Cộng hòa Xã hội Chủ nghĩa Việt Nam. Ngày 26 tháng 4 năm 2019, Thủ tướng Chính phủ ban hành Quyết định 466/QĐ-TTg công nhận là đô thị loại II trực thuộc tỉnh Sơn La. Với vị thế và vị trí chiến lược quan trọng, cả với khu vực, với tỉnh TP. Sơn La cũng như các thành phố miền núi khác, đây là các thung lũng, bồn trũng giữa núi, nên quỹ đất mặt bằng hạn chế, địa hình chia cắt mạnh, độ dốc lớn; thêm vào đó, khí hậu nóng ẩm, mưa mùa là những nguyên nhân rất thuận lợi cho hoạt động tai biến trượt lở đất đá (sau đây gọi là trượt lở). Thực tế, trong nhiều năm trước và hiện nay toàn tỉnh Sơn La nói chung, TP. Sơn La nói riêng, tình trạng trượt lở diễn ra khá mạnh mẽ. Hàng năm, tại các cửa ngõ vào TP. Sơn La đều có trượt lở, đèo Sơn La ở ngay đầu thành phố, tại quốc lộ 6 (dốc Két nước); dốc Cao Pha lối vào huyện Mường La, Dốc Mường Hồng, dốc bản Nam..., các lối thông từ TP. Sơn La đi các địa phương, các huyện, năm nào cũng có trượt lở, tắc đường. Thậm chí, ngay cả các phường trong thành phố, trượt lở cũng diễn ra, theo các Báo cáo của Tỉnh trong các Kế hoạch phòng chống thiên tai các năm gần đây [5]...,

thống kê trong TP. Sơn La hàng năm đều có trượt lở đất và các thiệt hại do loại tai biến này gây ra.

Nghiên cứu về trượt lở đất trên thế giới và phạm vi cả nước đã có một số công trình nghiên cứu. Trên địa bàn Sơn La cũng như các vùng nhạy cảm của tỉnh này cũng có nghiên cứu như: *điều tra, đánh giá và phân vùng cảnh báo nguy cơ trượt lở đất đá các vùng miền núi Việt Nam,* Dự án cấp Nhà nước do Trịnh Xuân Hòa chủ nhiệm, năm 2017 [4], dự án cũng phân tích hiện trạng và đánh giá nguy cơ trượt lở các cấp độ; hay "*Nghiên cứu đề xuất các giải pháp nhằm giảm thiểu các tác động đến một số điểm dân cư có nguy cơ sạt lở đất, lũ ống, lũ quét trên địa bàn tỉnh Sơn La*" đề tài do Đào Văn Thịnh chủ nhiệm, năm 2017 - 2018 [6] đề tài cũng đã sử dụng mô hình để thiết lập nguy cơ các cấp cho tai biết, nhất là các lưu vực sông suối mà xây dựng thủy điện; hay các nghiên cứu khác về tai biến trượt lở ở cấp diện tích nhỏ (huyện, khu vực) như: *nghiên cứu đánh giá nguy cơ tai biến trượt lở huyện Bắc Yên, tỉnh Sơn La với sự hỗ trợ của công nghệ viễn thám GIS*. Luận văn thạc sỹ của Vũ Duy Tiến, năm 2014 [6]; hoặc bài viết *Nghiên cứu hiện trạng và nguyên nhân phát sinh tai biến trượt lở đất khu vực hồ thủy điện Sơn La bằng phân tích ảnh viễn thám phân giải cao và hệ thông tin Địa lý* tác giả Nguyễn Văn Dũng và nnk năm 2017 [6]...

Như vậy, việc nghiên cứu loại tai biến trượt lở trên địa bàn TP. Sơn La mặc dù không mới, nhưng vẫn rất cần thiết. Từ đó, bài viết sẽ định vị nghiên cứu khu vực thành phố Sơn La, triết xuất từ bản đồ nguy cơ trượt lở xây dựng các mức độ cảnh báo trượt lở đất, từ đó thống kê theo các đơn vị hành chính, để giúp cho chúng ta có cái nhìn toàn cảnh hơn, giúp ta xác định được vị trí, mức độ, nguy cơ xảy ra; ngoài ra còn trợ giúp đa mục tiêu, giúp cho việc quy hoạch địa bàn sinh sống của người dân được bảo đảm, đời sống sinh cư được ổn định.

2. DỮ LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Dữ liệu và phương pháp nghiên cứu

Dữ liệu tài liệu nghiên cứu về tự nhiên Sơn La tác động đến các nhân tố trượt lở

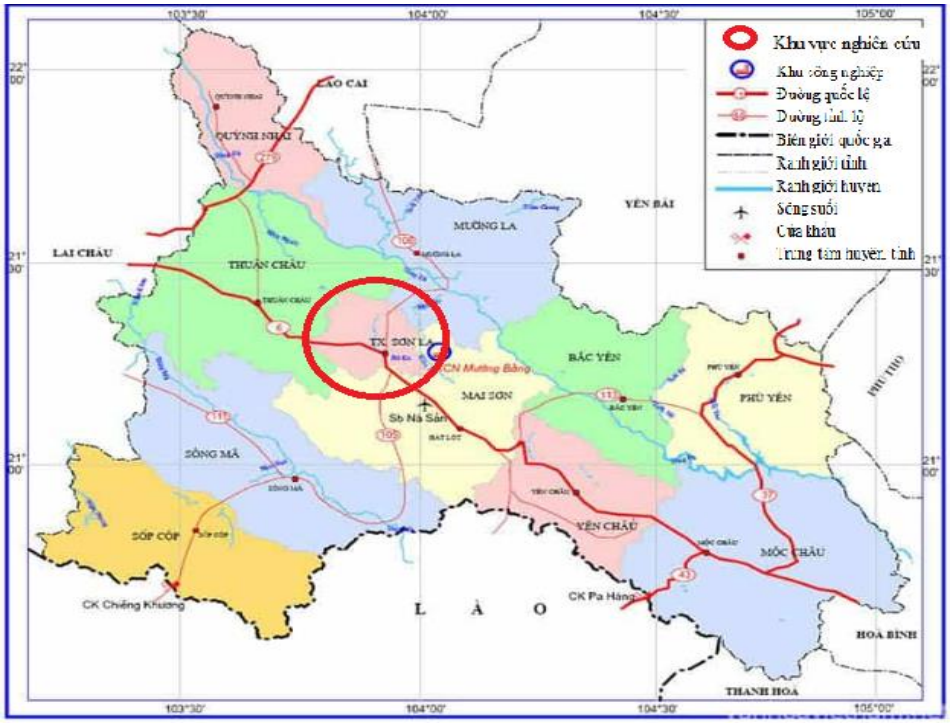
- Vị trí địa lí của Sơn La: tỉnh Sơn La có diện tích 14.125 km² [3] chiếm 4,27% tổng diện tích Việt Nam, đứng thứ 3 trong số 63 tỉnh thành phố.

Tọa độ địa lý được xác định: 20º00'39'' - 22º00'02'' vĩ độ Bắc

10º30'11'' - 10º50'02'' kinh độ Đông.

Phía bắc giáp các tỉnh Yên Bái, Điện Biên, Lai Châu; phía đông giáp các tỉnh Phú Thọ, Hoà Bình; phía tây giáp với tỉnh Điện Biên; phía nam giáp với tỉnh Thanh Hóa và tỉnh Hủa Phăn (Lào); phía tây nam giáp tỉnh Luông Pha Băng (Lào).

Thành phố Sơn La có diện tích hơn 323 km^2, địa bàn nghiên cứu, nằm gần như ở trung tâm của tỉnh Sơn la (xem hình dưới), với vị trí quan trọng này, đây không chỉ là nơi tập trung các cơ quan ban ngành đầu não của tỉnh mà còn là nơi sinh cư tập trung của hơn 20 triệu người dân tỉnh Sơn La.



Hình 1. Bản đồ hành chính Sơn La và khu vực nghiên cứu

Nguồn: website [6], có bổ sung khu vực nghiên cứu

- Địa hình: xét tổng thể, thành phố Sơn La là một cánh cao nguyên, thuộc cao nguyên Sơn La - Nà Sản với độ cao địa hình trung bình từ 700 đến 800 m so với mực nước biển; tuy nhiên không bằng phẳng, địa hình chia cắt phức tạp, núi đá cao xen lẫn đồi, lòng chảo, thung lũng, nên tạo nên các vạt trượt, cánh trượt ngắn và dốc. Thành phố Sơn La nằm trong vùng karst hóa mạnh, nên diện tích đất canh tác nhỏ hẹp, chỉ một số khu vực có các phiêng bãi tương đối bằng phẳng thuận lợi cho sản xuất nông nghiệp không nhiều, tập trung ở các xã phường như: Chiềng Ngần, Chiềng Đen, Chiềng Xôm, Chiềng An và phường Chiềng Sinh; còn lại đa phần là địa hình chia cắt, thế đất dốc, độ dốc dưới 25^0 chiếm tỷ lệ thấp. Với hình thái địa hình như vậy, là điều kiện thuận lợi cho các quá trình trượt lở phát triển, thậm chí kết hợp với các tác nhân canh tác không hợp lí của con người, trượt lở càng có động lực và môi trường để diễn ra.

- Khí hậu - thủy văn: khí hậu thành phố Sơn La chịu ảnh hưởng của khí hậu nhiệt đới gió mùa, mùa hè nóng ẩm, mưa nhiều; mùa đông khô lạnh, ít mưa. Đặc điểm cơ bản khí hậu của Sơn La là sự trùng hợp mùa nóng với mùa mưa, mùa lạnh với mùa khô; phân chia thành hai mùa rõ rệt: mùa mưa từ tháng IV đến tháng IX, mùa khô từ tháng X đến tháng III năm sau. Sự phân hóa này là điều kiện thuận lợi cho quá trình trượt lở.

Mùa khô từ tháng X đến tháng III năm sau, giai đoạn này lại được cộng hưởng với gió Tây khô nóng (gió Lào), gây thiếu hụt độ ẩm nghiêm trọng, ảnh hưởng lớn đến đời sống kinh tế của người dân, đặc biệt sản xuất nông - lâm nghiệp. Xét về trượt lở, thời kỳ này là giai đoạn chuẩn bị vật liệu (sản phẩm phong hóa, vật liệu trượt) cho quá trình trượt.

Mùa mưa từ tháng IV đến tháng IX, lượng mưa tập trung nhiều nhất vào tháng VII, VIII, IX. Do địa hình nghiêng dốc, nên vào các tháng này thường có lũ lụt, đất bị rửa trôi mạnh, bạc màu nhanh. Đây chính là biểu hiện và là thời kỳ trượt lở diễn ra nhiều, cường độ lớn trong năm.

Hiện nay, theo các tài liệu đánh giá của tỉnh cũng như nghiên cứu của tác giả cùng các chuyên gia khác, hiện tượng biến đổi khí hậu với sự thay đổi về lượng mưa, nhiệt độ và các hiện tượng thời tiết khác càng làm cho động lực trượt lở được tăng cường. Sự cực đoan của biến đổi khí hậu làm cho lượng mưa phân hóa sâu sắc và khá bất thường không theo quy luật, vừa tăng cường trọng lượng, tăng cường gương trượt, giảm ma sát nghỉ là động lực cho quá trình trượt lở; kết hợp với nhiệt độ tăng lên, lớp phủ thực vật bị phá hủy... càng làm cho trượt lở có điều kiện xuất hiện và phát triển, đây cũng là vấn đề cần khảo cứu chi tiết hơn nữa.

- Lớp phủ thực vật (bề mặt đệm): thảm thực vật của TP. Sơn La là thảm thực vật nhiệt đới gió mùa có mùa đông lạnh, có hệ sinh thái nghèo phát triển trên núi đá vôi. Trước đây, lớp phủ thực vật của thành phố đã bị hủy hoại nhiều, trong những năm vừa qua được khoanh nuôi, bảo vệ khá tốt nhưng tỷ lệ che phủ vẫn còn rất thấp, diện tích trống, hở của địa hình còn rất nhiều. Đây là cơ hội cho quá trình trượt lở diễn ra thuận lợi.

Dữ liệu bản đồ

Để xây dựng bản đồ cảnh báo trượt lở, tác giả kế thừa các bản đồ từ Viện Điều tra Quy hoạch rừng cung cấp. Các bản đồ này đã được chỉnh thống nhất về tỷ lệ, được dùng để chạy mô hình là:

Bản đồ địa hình; tỷ lệ 1:50.000;

Bản đồ địa chất; tỷ lệ 1:50.000;

Bản đồ số độ dốc; tỷ lệ 1:50.000.

Với lớp bản đồ tham khảo: bản đồ lớp phủ thực vật, bản đồ thổ nhưỡng, số liệu lượng mưa. Là bản đồ, số liệu có tính chất kiểm nghiệm và bổ sung cho các kết quả trong bản đồ nguy cơ trượt lở xây dựng. Tác giả đã so sánh và kiểm tra các kết quả đánh giá trên thực địa, hệ thống bản đồ tham khảo là cơ sở để thực hiện.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

Để lấy cơ sở phân tích trượt lở TP. Sơn La, tác giả xây dựng bản đồ trượt lở trên cơ sở chồng xếp bản đồ. Có hai lớp bản đồ là bản đồ nền: bản đồ địa hình, bản đồ địa chất, bản đồ số độ dốc và lớp bản đồ tham khảo: bản đồ lớp phủ thực vật, bản đồ thổ nhưỡng, số liệu lượng mưa, từ đó chồng xếp, phân ngưỡng thành lập bản đồ đánh giá. Nguyên tắc phân cấp là dựa vào công thức căn bản chung, tác giả đã thực hiện trong quá trình chồng xếp bản đồ [3].

$$\mathbf{LSI} = \sum_{j=1}^{n} WjXij$$

Trong đó: + LSI (Landslide Susceptibility Index): là chỉ số nhạy cảm trượt lở đất;

+ Wj: là trọng số của nhân tố thứ j;

+ Xij: là điểm số của lớp thứ i trong nhân tố gây trượt j.

LSI của thành phố Sơn La trong tính toán của tác giả, do tính khái quát nên đã làm tròn các thông và LSI = ∑(3*1, 2*2, 1*3)/3

(Trong đó, bản đồ số độ dốc là 3, bản đồ địa chất được lấy trọng số 2, còn bản đồ địa hình cho trọng số 1).

Từ đó, khoảng điểm được xác định cho các cấp nguy cơ là:

Nguy cơ rất cao S > 5

Nguy cơ cao S: 4 – 5

Nguy cơ trung bình S: 2 - 4

Nguy cơ thấp S: ≤ 2

Ñ: là số bản đồ.

Với phương pháp đó, các bản đồ địa hình, điểm độ cao được chạy mô hình DEM (xem ảnh dưới), trong đó đã có các trường thuộc tính đã có, kết hợp với bản đồ địa chất Sơn La (xét trong khu vực TP Sơn La) để tính khoảng điểm cho trường thuộc tính tổng cộng. Kết hợp với bản đồ lớp phủ thực vật và quá trình trải nghiệm thực địa của tác giả cũng được xét đến để cho điểm và cộng vào trường điểm tổng cộng.

Với khoảng điểm chia theo trọng số và phân khoảng của bản đồ thành phần như trên, trường dữ liệu sẽ được máy tính tính toán và thống kê theo. Ngưỡng của các mức nguy cơ được thành lập có tham khảo bộ tiêu chí của Viện Khoa học Địa chất và Khoáng sản, xét trọng số theo bản đồ quan trọng (độ dốc, địa chất).

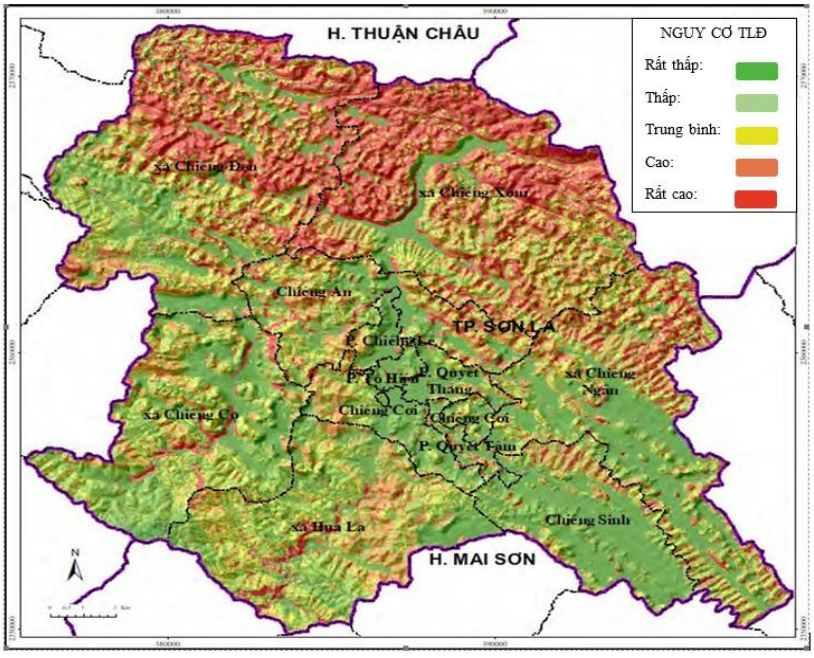
Từ bản đồ đánh giá trượt lở của TP. Sơn La (xem ở dưới), thông tin sẽ được triết xuất và phân tích. Diện tích phân bố các khu vực có nguy cơ trượt lở được phân tích và thống kê theo Bảng 1 như sau:

Bảng 1. Tỷ lệ và diện tích các mức độ nguy cơ trượt lở TP. Sơn La

Mức độ	**Diện tích** km^2	**Tỷ lệ (%)**
Nguy cơ rất cao	55	17
Nguy cơ cao	65	20
Nguy cơ trung bình	42	13
Nguy cơ thấp	32	19

Nguồn: thống kê từ bản đồ trượt lở

Dựa theo ý kiến chuyên gia, và đối sánh với thực tế hiện trạng trên bản đồ đánh giá nguy cơ trượt lở, cùng quan sát thực tế của tác giả nguy cơ trượt lở đất đá cho thấy, TP. Sơn La là một đơn vị có nguy cơ trượt lở đất đá khá cao khu vực miền núi nước ta.



Hình 3. Bản đồ đánh giá nguy cơ trượt lở TP. Sơn La

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

3.1. Đánh giá mức độ nguy cơ trượt lở đất đá cho 12 đơn vị hành chính cấp xã - phường của TP. Sơn La

Cấp phân chia được xây dựng theo khoảng cách chia điểm (chia 5 khoảng), lấy từ trường dữ liệu tổng hợp trong bản đồ đánh giá nguy cơ trượt lở TP. Sơn La, điểm càng cao thì mức độ dễ trượt lở càng lớn. Kết quả đánh giá cho thấy:

Có 2 đơn vị có nguy cơ trượt lở đất đá rất cao: Chiềng Đen và Chiềng Xôm;

Có 2 đơn vị có nguy cơ trượt lở đất đá cao: Chiềng An và Chiềng Ngần;

Có 8 đơn vị có nguy cơ trượt lở đất đá trung bình: Chiềng Cọ, Chiềng Cơi, Chiềng Sinh, Hua La, và các phường Chiềng Lề, Quyết Tâm, Quyết Thắng và Tô Hiệu.

Để chi tiết hơn, bài viết thống kê chi tiết các khu vực cụ thể có nguy cơ trượt lở đất đá với các cấp độ khác nhau:

Mức độ rất cao: trên địa bàn TP. Sơn La có diện phân bố khoảng 54 km^2, chiếm 17% tổng diện tích tự nhiên toàn thành phố, trong đó: xã Chiềng Xôm: 23 km^2, xã Chiềng Đen: 18 km^2, xã Chiềng Ngần 5 km^2, xã Chiềng Sinh: 1 km^2, các xã Hua La, Chiềng An và Chiềng Cọ 2 - 3 km^2 và một số diện tích nhỏ, ở các xã còn lại.

Mức độ cao: trên địa bàn TP. Sơn La có diện phân bố khoảng 65 km^2, chiếm 20% tổng diện tích tự nhiên của thành phố, trong đó: xã Chiềng Xôm: 19 km^2, Chiềng Đen: 16 km^2, xã Chiềng Ngần và Hua La: 7 - 9 km^2, Chiềng An và Chiềng Cọ: 4 - 6 km^2, Chiềng Sinh và Chiềng Cơi: 1 - 2 km^2 và một số diện tích nhỏ, ở các xã phường còn lại.

Mức độ trung bình: các khu vực có nguy cơ trượt lở đất đá trung bình có diện phân bố khoảng 43 km^2, chiếm 13% tổng diện tích tự nhiên toàn Thành phố, trong đó: xã

Chiềng Đen: 9 km^2, các xã Hua La và Chiền Xôm: 7 - 8 km^2, các xã Chiềng Cọ và Chiềng Ngần: 5 - 6 km^2, ở Chiềng An: 3 - 4 km^2, các Chiềng Sinh và Chiềng Cơi: 1 km^2 và một vài diện tích nhỏ, ở các xã, phường còn lại.

Mức độ thấp: các khu vực có nguy cơ trượt lở đất đá thấp có diện phân bố khoảng 62 km^2, chiếm 19% tổng diện tích tự nhiên của hành phố, trong đó: xã Hua La: 14 km^2, xã Chiềng Cọ: 12 km^2, xã Chiềng Đen: 10 km^2, xã Chiềng Ngần: 8 km^2, xã Chiềng Xôm: 5 - 6 km^2, ở Chiềng An, Chiềng Sinh và Chiềng Cơi: 3 - 4 km^2 và một số diện tích nhỏ, ở các phường, xã còn lại.

Mức độ rất thấp: khu vực có nguy cơ trượt lở đất đá rất thấp TP. Sơn La có diện khoảng 99 km^2, chiếm 30% tổng diện tích tự nhiên của thành phố, trong đó: xã Chiềng Ngần: 18 km^2, các khu vực Chiềng Sinh, Chiềng Cọ, và Chiềng Đen: 14 - 15 km^2, xã Hua La: 10 km^2, xã Chiềng Xôm: 7 km^2 ở Chiềng An và Chiềng Cơi: 5 - 6 km^2, phường Quyết Thắng: 2 - 3 km^2, các phường Chiềng Lề, Quyết Tâm và Tô Hiệu: 1 - 2 km^2.

3.2. Thống kê cụ thể các cấp độ nguy cơ ở trong từng đơn vị phường, xã của thành phố Sơn La

Thành lập bảng thống kê cho kết quả nghiên cứu chi tiết hơn việc quan sát cấp độ nguy cơ trượt lở các khu vực của thành phố Sơn La được thuận lợi. Với diện tích thực trên trường dữ liệu của bản đồ đã thành lập, tác giả thống kê và tính toán tỷ lệ % được cụ thể hóa trong Bảng 2 dưới.

Bảng 2. Thống kê tỷ lệ (%) diện tích phân bố các phân vùng cảnh báo nguy cơ trượt lở đất đá trong từng phường, xã TP. Sơn La.

TT	Xã	Tỷ lệ diện tích các phân vùng cảnh báo nguy cơ trượt lở đất đá (%)					Mức độ nguy cơ trượt lở đất đá
		Rất thấp	***Thấp***	***Trung bình***	***Cao***	***Rất cao***	
1	P. Chiềng An	28,26	18,97	16,29	26,08	10,40	Cao
2	Chiềng Cọ	37,32	31,32	15,07	11,74	4,55	Trung bình
3	P. Chiềng Cơi	47,55	24,31	11,62	12,80	3,72	Trung bình
4	Chiềng Đen	20,94	14,54	13,60	23,56	27,36	Rất cao
5	Chiềng Ngần	39,91	16,67	12,81	20,00	10,61	Cao
6	P. Chiềng Sinh	66,05	16,34	6.,8	8,43	2,99	Trung bình
7	Chiềng Xôm	11,88	8,6	11,81	30,51	36,85	Rất cao
8	Hua La	25,08	3,.61	18,82	16,46	6,03	Trung bình
9	P. Chiềng Lề	64,31	14,36	7,4	10,43	3,76	Trung bình
10	P. Quyết Tâm	56,32	18,13	8,21	8,0	9,13	Trung bình
11	P. Quyết Thắng	62,73	14,86	10,43	8,78	3,20	Trung bình
12	P. Tô Hiệu	71,39	19,55	2,73	2,00	4,33	Trung bình

Nguồn: thống kê, tính toán từ bản đồ trượt lở

3.3. Trao đổi

Thứ nhất, TP. Sơn La có các tiền đề thuận lợi cho quá trình trượt lở phát triển. Nếu trong năm nhân tố của quá trình trượt (địa hình - cánh trượt, nước - ma sát trượt, đặc điểm địa chất - thành phần vật liệu trượt, thảm thực vật - trọng lượng trượt và sản xuất của con người - nhân tác), thì các nhân tố tự nhiên cũng như nhân tác của Sơn La đều có xu hướng tác động làm tăng cường quá trình trượt lở. Nhất là trong hoàn cảnh biến đổi khí hậu, các nhân tố trượt lở của Sơn La càng được tăng cường bởi tính chất cực đoan của sự biến đổi khí hậu này.

Thứ hai, Sơn La là thành phố có tiềm năng trượt lở đất đá khá cao, mức độ nguy cơ cao và rất cao đều có mặt hầu hết trong các đơn vị phường, xã của thành phố, đặc biệt nguy cơ rất cao tập trung ở khu vực phía bắc và đông bắc thành phố như: xã Chiềng Xôm 23 km^2, xã Chiềng Đen 18 km^2, đây là khu vực phía bắc và đông bắc của thành phố, tiếp giáp với huyện Thuận Châu theo trục Quốc lộ 6, thông với tỉnh Điện Biên và tiếp giáp với huyện Mường La, Quỳnh Nhai để thông sang tỉnh Lai Châu, Yên Bái. Các khu vực có trượt lở cao khá phổ biến như: xã Chiềng Xôm: 19 km^2, Chiềng Đen: 16 km^2, xã Chiềng Ngần và Hua La: 7 - 9 km^2, P Chiềng An và Chiềng Cọ: 4 - 6 km^2.

Thứ ba, Đối với một thành phố miền núi, quỹ đất ít, khả năng mở rộng khó khăn, trượt lở nguy cơ cao là một trong những trở ngại cho việc phát triển, mở rộng địa bàn sinh sống và sản xuất của thành phố Sơn La. Trong điều kiện TP. Sơn La đã được công nhận là thành phố loại 2, ngoài các tiêu chí về hạ tầng, dân cư... việc mở rộng quy mô diện tích là một tất yếu. Tuy vậy, với hoàn cảnh tự nhiên và trên cơ sở phân tích trượt lở, việc mở rộng cần phải quan tâm đến các địa bàn có cảnh báo trượt lở cao và rất cao, tại các vị trí xã, phường cụ thể, để việc bố trí, mở rộng hay quy hoạch sinh cư, sản xuất cho phù hợp, tránh tai biến trượt lở ảnh hưởng đến đời sống sinh cư.

Cần có những nghiên cứu trên các lĩnh vực khác (địa mạo, lưu vực...) một cách đồng bộ để giảm thiểu các tác hại của tai biến thiên nhiên nói chung, trượt lở đất nói riêng để ổn định đời sống người dân, đóng góp vào sự phát triển bền vững của TP. Sơn La cũng như tỉnh Sơn La.

4. KẾT LUẬN

Qua các kết quả phân tích ta nhận thấy, thành phố Sơn La có nguy cơ trượt lở đất cao và rất cao chiếm tỷ lệ khá lớn, lần lượt là 20% và 17% so với diện tích toàn tỉnh; nhất là khu vực phía bắc và đông bắc của thành phố (hai xã Chiềng Xôm, Chiềng Đen).

Nguy cơ trượt lở hầu như xuất hiện ở toàn bộ thành phố, thậm chí còn xuất hiện ngay ở một số phường như: Chiềng An, Chiềng Sinh, Chiềng Ngần, xã Chiềng Đen, xã Hua La, xã Chiềng Xôm đều có các cấp độ nguy cơ trượt lở rất cao.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. Cao Sơn Xuyên, *Báo cáo đặc điểm địa chất thuỷ văn đô thị Sơn La*, Hà Nội 1998.

[2]. Nguyễn Văn Minh - Lê Trường Thanh, *Tai biến địa chất, địa mạo khu vực Tây Bắc nước ta và một số giải pháp giảm thiểu tác hại, ổn định đời sống dân cư,* Nghiên cứu địa lí nhân văn, Số 4 (11) 2015, 107 Chùa Bộc - Đống Đa - Hà Nội, Tháng 9 - 2015.

[3]. Nguyễn Thám, Nguyễn Đăng Độ, Uông Đình Khanh, Xây dựng bản đồ nguy cơ trượt lở đất tỉnh quảng trị bằng phương pháp tích hợp mô hình phân tích thứ bậc (AHP) vào GIS, Tạp chí khoa học, Đại học Huế, Tập 74B, Số 5, (2012), 143-155 143.

[4]**.** Bộ Tài nguyên và Môi trường - Viện Khoa học Địa chất và Khoáng sản Việt Nam, *Điều tra, đánh giá và phân vùng cảnh báo nguy cơ trượt lở đất đá các vùng miền núi Việt Nam*, Dự án cấp Nhà nước (Trịnh Xuân Hòa chủ nhiệm), Hà Nội 2017.

[5]. UBND tỉnh Sơn La, *Kế hoạch phòng, chống thiên tai trên địa bàn tỉnh Sơn La năm 2017, 2018, 2019*.

[6]. Website: - *https://www.google.com.vn/search/SơnLa; https://baotintuc.vn/xa - hoi/sat - lo - dat - o - viet - nam - bai - 1 - thuc - trang - va - thach - thuc - 20190206152108633.htm.*

GIỚI THIỆU BẢN ĐỒ QUẢNG BÁ CHỈ DẪN ĐỊA LÝ SÂM NGỌC LINH

Vũ Văn Chất[1], Trần Thị Tuyết Mai[2],
Ngô Gia Long[3], Trần Thị Tuyết Vinh[4]
[1] Công ty cổ phần Chân Châu, [2]Viện Nghiên cứu phát triển du lịch,
[3]Tập đoàn Mỹ Hạnh, [4]Trường Đại học Mỏ - Địa Chất
Ngày nhận bài: 03/7/2021 - ngày phản biện: 23/7/2021 - Ngày chấp nhận đăng: 15/08/2021

Tóm tắt. *Bản đồ quảng bá chỉ dẫn địa lý là một công cụ hiệu quả để cung cấp cho công chúng về sản phẩm có nguồn gốc từ một khu vực cụ thể, nơi chất lượng, danh tiếng hoặc đặc tính nhất định của sản phẩm là do nguồn gốc địa lý của sản phẩm đó [8]. Sâm Ngọc Linh là một trong những loại sâm có hàm lượng saponin nhiều nhất trên thế giới và là quốc bảo của Việt Nam. Với nỗ lực bảo vệ các chỉ dẫn địa lý của Việt Nam đồng thời quảng bá thương hiệu quốc gia, đây là lần đầu tiên bản đồ quảng bá chỉ dẫn địa lý về sâm Ngọc Linh được thành lập. Bài báo giới thiệu các nội dung thu thập dữ liệu và mô tả kỹ thuật về việc thành lập bản đồ quảng bá chỉ dẫn địa lý sâm Ngọc Linh trên cơ sở dữ liệu nền địa lý Việt Nam, bản đồ thống kê các loại sâm chính trên thế giới, bản đồ chỉ dẫn địa lý vùng trồng dược liệu, các sản phẩm từ sâm Ngọc Linh, các địa chỉ cung cấp. Bản đồ quảng bá chỉ dẫn địa lý sâm Ngọc Linh được xây dựng theo những yêu cầu kỹ thuật đảm bảo việc tích hợp vào hệ thống cơ sở dữ liệu bản đồ chỉ dẫn địa lý của Việt Nam.*
Từ khóa: thành lập bản đồ, bản đồ quảng bá chỉ dẫn địa lý, bản đồ sâm Ngọc Linh.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Xác định chỉ dẫn địa lý là con đường tất yếu để phát triển thương mại quốc tế. Mỗi quốc gia, mỗi công ty càng phát triển nhanh trong việc xây dựng các chỉ dẫn địa lý cho sản phẩm của quốc gia mình thì càng bảo vệ kịp thời tài sản thiên nhiên, trí tuệ của quốc gia. Cần phải có những nỗ lực phối hợp để phổ biến thông tin chỉ dẫn địa lý. Bản đồ quảng bá chỉ dẫn địa lý là một công cụ quan trọng trong công tác này.

Bản đồ dạng nêu trên là một phân nhánh của bản đồ chuyên đề, mới xuất hiện trong thời gian gần đây, nhằm đáp ứng nhu cầu trong thực tiễn là sử dụng bản đồ và cơ sở dữ liệu thông tin địa lý (GIS) để quảng bá những sản phẩm được chỉ dẫn địa lý, bao gồm hai nội dung chính phải đạt được là quảng bá thương hiệu sản phẩm và chỉ dẫn địa lý của sản phẩm.

Trên thế giới, các quốc gia đã sớm triển khai việc xây dựng hệ thống các bản đồ chỉ dẫn địa lý và phổ biến nhanh chóng ra toàn thế giới bằng nhiều hình thức quảng bá, truyền thông khác nhau. Ấn Độ đã đầu tư xây dựng bản đồ web chỉ dẫn địa lý phân theo các hướng dịch vụ. Trên trang web này, bản đồ được lập từng phần trên cơ sở tích hợp GIS,

viễn thám và GPS để cung cấp cơ sở hạ tầng cho các chỉ dẫn địa lý. Chỉ dẫn địa lý bao gồm cả dữ liệu không gian và phi không gian. Dữ liệu không gian được điều khiển bằng công nghệ GIS nơi dữ liệu phi không gian được xử lý thông qua một máy chủ cơ sở dữ liệu [9]. Brazil cũng đã thành công trong thành lập bản đồ chỉ dẫn địa lý cho sản phẩm được bảo hộ là làng Thêu gồm một khu vực địa lý tương ứng với 252 km² ở Brazil [7].

Thực tế đã có rất nhiều bài viết, phóng sự, video,... quảng bá các sản phẩm trên các phương tiện thông tin đại chúng và mạng xã hội. Tuy nhiên, công tác ứng dụng bản đồ trong xúc tiến quảng bá sản phẩm tại Việt Nam còn chưa được triển khai rộng rãi, trừ lĩnh vực du lịch đã in ấn, phát hành thành công và phổ biến các loại bản đồ để quảng bá điểm đến du lịch và các sản phẩm du lịch. Các bản đồ chỉ dẫn địa lý hiện nay được thực hiện đơn lẻ ở mỗi đơn vị trong đó chủ yếu là các công ty kinh doanh phân phối sản phẩm. Bản đồ đưa ra hình ảnh các nông sản và vị trí xuất xứ của chúng trên lãnh thổ Việt Nam. Với mức độ cao hơn, Cục Sở hữu trí tuệ (Bộ Khoa học và Công nghệ) đang thử nghiệm Bản đồ phân bố sản phẩm mang chỉ dẫn địa lý của Việt Nam dưới dạng flash trên trang chủ của Cục Sở hữu trí tuệ. Mỗi sản phẩm được biểu thị bằng một số tương ứng bao gồm thông tin về tên sản phẩm, số đăng ký, khu vực địa lý, tổ chức quản lý chỉ dẫn địa lý, tổ chức kiểm tra chất lượng, hiệp hội sản xuất / kinh doanh đối với sản phẩm, tổ chức / cá nhân được cấp giấy chứng nhận quyền đối với sử dụng chỉ dẫn địa lý và hình ảnh của sản phẩm. Nhưng hiện nay, bản đồ này chưa đưa vào hoạt động chính thức [3].

Xuất phát từ nhu cầu thực tiễn của tập đoàn Mỹ Hạnh, một doanh nghiệp chuyên kinh doanh về các sản phẩm liên quan đến sâm Ngọc Linh, nhóm chuyên gia đã được đặt hàng thành lập bản đồ có nội dung quảng bá chỉ dẫn địa lý để trưng bày tại hệ thống các cơ sở kinh doanh của đơn vị. Bản đồ tổng thể về sâm Ngọc Linh gắn liền với công dụng, sản phẩm, vùng nuôi trồng,... trong tổng thể các loại sâm quý của Việt Nam. Yêu cầu bản đồ treo tường sâm Ngọc Linh: bản đồ phải đẹp, có tính thẩm mỹ cao, dễ đọc, dễ hiểu, thân thiện với người dùng, truyền tải được hết thông tin quảng bá chỉ dẫn địa lý cho sản phẩm sâm Ngọc Linh song vẫn đảm bảo đầy đủ các yêu cầu kỹ thuật xây dựng, thành lập và biên tập bản đồ cũng như tích hợp vào hệ thống cơ sở dữ liệu bản đồ chỉ dẫn địa lý của Việt Nam.

2. DỮ LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP THÀNH LẬP BẢN ĐỒ

2.1. Bản đồ chính: thể hiện một số loại sâm quý tại Việt Nam

Lãnh thổ Việt Nam bao gồm phần đất liền, các quần đảo và vùng biển chủ quyền nằm trong khoảng vĩ tuyến từ vĩ tuyến 6^0 đến 23^0 Bắc, trong khoảng kinh độ từ 102^0 đến 108^0 Đông. Lãnh thổ phần đất liền có dạng hình chữ S, kéo dài theo hướng Bắc - Nam. Với đặc điểm trên, phép chiếu thích hợp nhất là phép chiếu hình nón thẳng đồng góc, hai vĩ tuyến chuẩn 11^0 và 21^0. Trị số biến dạng của phép chiếu này rất nhỏ [1]. Bản đồ được thiết kế phù hợp trong kích thước một tờ A0, tỷ lệ 1:2.000.000 để treo tường.

Nội dung cơ sở dữ liệu nền địa lý tổng hợp của bản đồ bao gồm nền địa hình được phân tầng độ cao và tô bóng địa hình; hệ thống các sông, hồ chính; hệ thống giao thông

đường bộ, đường sắt chính và sân bay của Việt Nam; ranh giới hành chính bao gồm biên giới quốc gia và ranh giới tỉnh; trung tâm hành chính của từng tỉnh.

Vùng biển chỉ thể hiện một màu nền biển và các đường đẳng sâu với mục đích cung cấp vừa đủ thông tin địa lý nhưng tạo cảm giác thoáng, đơn giản, rõ ràng. Khu vực đất liền, sử dụng thang tầng độ cao để thể hiện địa hình (thấp hơn 50 m, từ 50 - 100 m, từ 100 - 200 m, từ 200 - 500 m, từ 500 - 1.000 m, từ 1.000 - 2.000 m, từ 2.000 - 2.500 m, trên 2.500 m). Với mục đích tạo độ hấp dẫn, bắt mắt, bản đồ được vờn bóng địa hình bằng công cụ Arc Map. Bản đồ sử dụng hiệu ứng nâng độ cao ảo gấp 3 lần so với độ cao thực để địa hình trông nổi hơn. Mục đích sử dụng hiệu ứng này còn giúp người đọc bản đồ treo tường khi đứng từ xa có thể nhận biết ngay được khu vực có địa hình đồi núi cao - là khu vực thường có khí hậu, thổ nhưỡng và điều kiện phù hợp cho các loại sâm quý của Việt Nam. Bên cạnh đó lãnh thổ các nước xung quanh Việt Nam như Trung Quốc, Lào, Cam Pu Chia, Thái Lan, Malaisia,… sử dụng hiệu ứng hiển thị độ mờ để làm nổi bật vùng lãnh thổ chính là Việt Nam [5].

Nội dung chuyên đề của bản đồ là thể hiện sự phân bố của một số loại sâm quý, nổi bật của Việt Nam. Nhân sâm là loại thảo dược tự nhiên thuộc họ Cuồng cuồng, thường mọc ở trong rừng. Việt Nam cũng tự hào là một trong những nước sở hữu nhiều loại sâm quý với những tác dụng tuyệt vời đối với sức khỏe. Top 5 các loại sâm quý của Việt Nam phải kể đến sâm Ngọc Linh, sâm Đương Quy, sâm Bố Chính, sâm Quy Đá, sâm Tam Thất Bắc.

Trên bản đồ Việt Nam, phương pháp ký hiệu ngoài tỉ lệ được sử dụng để xác định đặc điểm phân bố của các loại sâm quý (xem Bảng 1).

Bảng 1. Ký hiệu và phân bố chính một số loại sâm quý tại Việt Nam

TT	Tên các loại sâm	Ký hiệu	Phân bố chủ yếu
1	Sâm Ngọc Linh	NL	Trung Trung Bộ của nước ta, chủ yếu ở huyện Nam Trà My (Quảng Nam) và núi Ngọc Linh thuộc huyện Tu Mơ Rông (Kon Tum), một diện tích nhỏ tại Lâm Đồng
2	Sâm Đương Quy	ĐQ	Trồng nhiều ở các tỉnh Lào Cai (Bắc Hà), Hòa Bình, Đà Lạt, Lâm Đồng (Đam Rông, Lâm Hà, Đơn Dương),…
3	Sâm Bố Chính	BC	Chủ yếu phân bố ở các tỉnh vùng Nam Trung Bộ và Tây Nguyên như Bình Định, Phú Yên, Gia Lai,…
4	Sâm Quy Đá	QĐ	Trồng nhiều ở Lai Châu, Lào Cai, Hà Giang,…
5	Sâm Tam Thất Bắc	TTB	Trồng chủ yếu tại một số tỉnh miền núi phía Bắc như Yên Bái, Lào Cai,…

(Nguồn: tổng hợp từ tác giả và Quy hoạch tổng thể phát triển dược liệu đến năm 2020 và định hướng đến năm 2030) [4].

2.2. Các bản đồ phụ

2.2.1. Bản đồ các loại nhân sâm chính trên thế giới

Cơ sở toán học: bản đồ thế giới tỉ lệ 1:180.000.000, lưới chiếu hình trụ giả Robinson [6].

Nội dung bản đồ: thể hiện phân bố các loại nhân sâm chính trên thế giới theo quốc gia và vùng lãnh thổ có số lượng nhân sâm nổi trội. Các loại nhân sâm này được phân loại theo tiêu chí hàm lượng saponin có trong nhân sâm. Saponin trong nhân sâm hoạt động như thuốc kháng sinh và như chất chống ung thư.

Theo hàm lượng saponin có trong nhân sâm, các loại nhân sâm chính trên thế giới phân ra làm 3 cấp: cấp 1 (nhân sâm có ít hơn 25 loại saponin) bao gồm nhân sâm Trung Quốc, Tây Dương Mỹ (phân bố chủ yếu tại Mỹ và Canada), Nhật Bản; Cấp 2 (nhân sâm có từ 25 đến 50 loại saponin) gồm nhân sâm Triều Tiên, Hàn Quốc; Cấp 3 (nhân sâm có trên 50 loại saponin) là sâm Ngọc Linh.

Kết quả kiểm định của các cơ quan chuyên ngành cho thấy sâm Ngọc Linh là một trong những loại sâm có hàm lượng saponin nhiều và cao nhất trên thế giới. (Bảng 2).

Bảng 2. Hàm lượng saponin trong sâm Triều Tiên, Trung Quốc, Tây Dương Mỹ và sâm Ngọc Linh

LOẠI SAPONIN	NHÂN SÂM TRIỀU TIÊN	NHÂN SÂM TRUNG QUỐC	NHÂN SÂM TÂY - DƯƠNG	NHÂN SÂM NGỌC LINH
20(S)PPD	2,9	2,1	27	**3,1**
20(S)PPT	0,6	2,4	12	**2,0**
Ocotilol	0,00	0,00	0,004	**5,6**
Aleanolic acid	0,02	0,00	0,07	**0,09**
Thu suất toàn phần(%)	3,5	4,5	4,0	**10,8**

Trên bản đồ thế giới, phương pháp đồ giải được sử dụng với 3 thang bậc màu thể hiện số lượng saponin trong các loại nhân sâm chính. Bản đồ được thể hiện rất trực quan, cho thấy sâm Ngọc Linh là loại nhân sâm có số lượng saponin nhiều nhất lên đến 52 hợp chất saponin.

2.2.2. Bản đồ chỉ dẫn địa lý vùng trồng sâm Ngọc Linh

Bản đồ chỉ dẫn địa lý vùng trồng sâm Ngọc Linh tỉ lệ 1:500.000, hệ quy chiếu VN 2000. Ngoài các yếu tố địa lý tổng hợp được thể hiện đơn giản nhằm làm nổi bật nội dung chuyên đề là vùng chỉ dẫn địa lý trồng sâm được tổng hợp và tổng quát hóa từ tài liệu bản đồ gốc tỉ lệ 1:25.000. Phương pháp nền chất lượng được sử dụng để thể hiện một màu duy nhất là vùng chỉ dẫn địa lý trồng sâm theo quyết định số 2465/QĐ - SHTT của Cục Sở hữu trí tuệ đăng đối với tỉnh Kon Tum và tỉnh Quảng Nam [2].

- Tỉnh Kon Tum có 9 xã, gồm: 3 xã của huyện Đăk Glei (Mường Hoong, Ngọc Linh, Xốp) và 6 xã của huyện Tu Mơ Rông (Đăk Na, Măng Ri, Ngọc Lây, Ngọc Yêu, Văn Xuôi, Tê Xăng).

- Tỉnh Quảng Nam có 7 xã, gồm: Trà Linh, Trà Nam, Trà Cang, Trà Dơn, Trà Don, Trà Leng, Trà Tập huyện Nam Trà My.

Đây chính là khu vực Núi Ngọc Linh và một số xã phụ cận có điều kiện tự nhiên tương tự phù hợp để trồng sâm Ngọc Linh.

2.3. Sơ đồ, bảng biểu, hình ảnh

2.3.1. Sơ đồ công dụng của sâm Ngọc Linh

Theo nghiên cứu của các nhà khoa học Việt Nam, các công dụng chính của sâm Ngọc Linh được sơ đồ hóa với những thành phần saponin cụ thể.

Bảng 3. Công dụng của sâm Ngọc Linh

TT	Saponin	Công dụng
1	Saponin Rg1	Hạn chế suy nhược thần kinh, giảm tình trạng mệt mỏi
2	Saponin Rg2	Hạn chế kết nối các tiểu cầu máu, tăng cường trí nhớ
3	Saponin Rf	Xoa dịu cơn đau trong tế bào não
4	Saponin Rc	Thúc đẩy tổng hợp protein
5	Saponin Rh1	Giảm thiểu khối u, hạn chế gắn kết các tiểu cầu máu
6	Saponin Rd	Tăng cường hoạt động của vỏ tuyến trên thận
7	Saponin Rb1	Điều hòa thần kinh, giảm đau, phục hồi gan
8	Saponin Rh2	Làm chậm sự phát triển của tế bào khối u, đồng thời kìm hãm sự phát triển của tế bào ung thư
9	Saponin Ro, Re, Rg3	Giải độc, bảo vệ chức năng gan
10	Saponin Mr2	Chiếm tới 50% hàm lượng saponin toàn phần, có tác dụng tiêu tế bào lạ, tái tạo tế bào lành, hạn chế khối u phát triển, phòng chống các mầm mống gây ung thư

2.3.2. Bảng các sản phẩm của sâm Ngọc Linh

Bảng bao gồm các 21 sản phẩm có thành phần sâm Ngọc Linh như sâm dây ngâm mật ong, sâm thái lát ngâm mật ong, rượu sâm Ngọc Linh, các thực phẩm chức năng sâm Ngọc Linh (collagen sâm Ngọc Linh, trà sâm Ngọc Linh, bánh, kẹo, cà phê sâm Ngọc Linh, nước yến, nước tăng lực sâm Ngọc Linh,…), và đang tiếp tục cho ra các sản phẩm khác.

2.3.3. Sơ đồ quy hoạch không gian kiến trúc cảnh quan Khu du lịch sinh thái Măng Cành - Kon Tum

Khu du lịch sinh thái Măng Canh - Kon Tum là khu vực đã được tập đoàn Mỹ Hạnh đầu tư phát triển. Sơ đồ được thành lập dựa trên số liệu đo vẽ địa hình và thiết kế cảnh quan khu vực được các cấp có thẩm quyền phê duyệt.

2.3.4. Bảng hệ thống phân phối sản phẩm sâm Ngọc Linh của tập đoàn Mỹ Hạnh

Hiện nay, tập đoàn Mỹ Hạnh là đơn vị cung cấp các sản phẩm sâm Ngọc Linh. Hệ

thống phân phối của tập đoàn bao gồm 14 showroom tập trung chủ yếu ở Hà Nội và một số tỉnh thành như Cao Bằng, Thái Nguyên, Ninh Bình, Đà Nẵng.

2.4. Bản đồ kết quả

- Bản đồ treo tường quảng bá chỉ dẫn địa lý sâm Ngọc Linh tại các cửa hàng/ showroom của Tập đoàn Mỹ Hạnh tại Hà Nội và các tỉnh/ thành phố trong cả nước.

- Cơ sở dữ liệu bản đồ đảm bảo yêu cầu kỹ thuật trong việc tích hợp vào hệ thống cơ sở dữ liệu bản đồ chỉ dẫn địa lý của Việt Nam.



Hình 1. Hình ảnh bản đồ kết quả

3. KẾT LUẬN

Bản đồ quảng bá chỉ dẫn địa lý sâm Ngọc Linh được thành lập dựa trên các số liệu thực tế cập nhật mới nhất về vùng trồng, sản phẩm, giúp quảng bá cho thương hiệu sâm của Việt Nam cũng như sử dụng sau này cho hệ thống thông tin chỉ dẫn địa lý. Đây là một trong ứng dụng thực tế của ngành bản đồ vào một lĩnh vực kinh tế cụ thể.

Ngoài các hình thức quảng bá thương mại về chỉ dẫn địa lý sản phẩm, bài viết mong muốn đóng góp vào mảng học thuật để đẩy nhanh hơn tốc độ thành lập các bản đồ quảng bá chỉ dẫn địa lý các nhóm ngành khác. Có như thế, Việt Nam mới nhanh chóng xúc tiến xây dựng một trang web chỉ dẫn địa lý có đầy đủ các sản phẩm.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. Bùi Tiến Diệu, Trần Trung Chuyên. *Nghiên cứu lựa chọn phép chiếu bản đồ cho các bản đồ trong tập Atlas các nước Đông Nam Á,* (2011). Tạp chí khoa học kỹ thuật Mỏ - Địa Chất.

[2]. Cục Sở hữu Trí tuệ. *Quyết định số 2465/QĐ - SHTT về việc sửa đổi giấy chứng nhận đăng ký chỉ dẫn địa lý sâm củ Ngọc Linh,* (2018).

[3]. Cục Sở hữu Trí tuệ . *Bản đồ Chỉ dẫn Địa lý Việt Nam,* (2021). IP Viet Nam.

[4]. Thủ tướng Chính phủ. *Quyết định số 1976/QĐ - TTg về việc phê duyệt Quy hoạch tổng thể phát triển dược liệu đến năm 2020 và định hướng đến năm 2030,* (2013).

[5]. Trần Trung Hồng. *Trình bày bản đồ,* (2001). Nhà xuất bản Giao thông vận tải, Hà Nội, 140 trang.

[6]. Trần Trung Hồng, Bùi Tiến Diệu, Trần Trung Chuyên. *Phép chiếu bản đồ,* (2008). Nhà xuất bản Giao thông vận tải, Hà Nội.

[7]. Morais, Luanna & Queiroz, Silvana & Furtado, Cristiano & Silva, Gabriel. *Intellectual Property Indicators in the Mesoregions of the State of Alagoas - Brazil,* (2020). International Journal for Innovation Education and Research Vol 8 No 8, 594 - 609.

[8]. Nicole Haworth. *South Africa: Geographical Indications: Are They On The Map In South Africa?*(2020). Mondaq AI.

[9]. Rabindra K. Barik, Arun B. Samaddar, Shefalika G. Samaddar. *Service Oriented Architecture based SDI Model for Geographical Indication Web Services,* (2011). International Journal of Computer Applications Vol 25 No 4.