TẠP CHÍ KHÍ TƯỢNG THỦY VĂN

Journal of Hydro - Meteorology

ISSN 2525 - 2208

TỔNG CỤC KHÍ TƯỢNG THỦY VĂN

Viet Nam Meteorological and Hydrological Administration

Số 770

02-2025

Q. TỔNG BIÊN TẬP
PGS. TS. Đoàn Quang Trí

1. GS. TS. Trần Hồng Thái
2. GS. TS. Trần Thục
3. GS. TS. Mai Trọng Nhuận
4. GS. TS. Phan Văn Tân
5. GS. TS. Nguyễn Kỳ Phùng
6. GS. TS. Phan Đình Tuấn
7. GS. TS. Nguyễn Kim Lợi
8. PGS. TS. Nguyễn Văn Thắng
9. PGS. TS. Dương Văn Khảm
10. PGS. TS. Dương Hồng Sơn
11. TS. Hoàng Đức Cường
12. TS. Bạch Quang Dũng
13. PGS.TS. Đoàn Quang Trí
14. PGS. TS. Mai Văn Khiêm
15. PGS. TS. Nguyễn Bá Thủy
16. TS. Tống Ngọc Thanh
17. TS. Đinh Thái Hưng
18. TS. Võ Văn Hòa
19. TS. Nguyễn Đắc Đồng
20. GS. TS. Kazuo Saito
21. GS. TS. Jun Matsumoto
22. GS. TS. Jaecheol Nam
23. TS. Keunyong Song
24. TS. Lars Robert Hole
25. TS. Sooyoul Kim

Giấy phép xuất bản
Số: 225/GP-BTTTT - Bộ Thông tin Truyền thông cấp ngày 08/6/2015

Tòa soạn
Số 8 Pháo Đài Láng, Đống Đa, Hà Nội
Điện thoại: 024.39364963
Email: Tapchikttv@gmail.com

Chế bản và In tại:
Công ty Cổ Phần In và Thương Mại Hà Thành Thăng Long
ĐT: 0243.2022639

Ảnh bìa: Trạm Quan trắc Khí tượng bề mặt Phú Quốc

Giá bán: 40.000 đồng

TẠP CHÍ KHÍ TƯỢNG THỦY VĂN
SỐ 770 - 2/2025

MỤC LỤC

Bài báo khoa học

1 **Thân Văn Đón, Phạm Thị Thu, Phạm Thị Hồng Ngọc, Nguyễn Thị Lan Anh**: Nghiên cứu xây dựng bộ tiêu chí bảo vệ, chống suy thoái phục vụ khai thác bền vững nguồn nước dưới đất vùng núi cao, vùng khan hiếm nước khu vực Bắc Trung Bộ

14 **Phạm Thị Làn**: Đánh giá mối quan hệ giữa biến động lớp phủ đất với điều kiện tự nhiên sử dụng viễn thám và hồi quy logistic: Thí điểm khu vực huyện Giao Thủy, Nam Định

29 **Nguyễn Quang Minh, Bùi Tiến Diệu, Nguyễn Văn Trung**: Xác định khoảng cách hiệu dụng trong tìm kiếm, cứu nạn trên biển bằng công nghệ GIS và phương pháp mô hình hóa

43 **Nguyễn Bách Tùng, Nguyễn Hồng Thủy, Lê Ngọc Quyền, Phạm Hồ Quốc Tuấn, Đặng Thị Hồng Nhung, Nguyễn Tường Vĩ, La Đức Dũng, Trần Ngọc Anh**: Đánh giá rủi ro do ngập lụt đến kinh tế - xã hội tỉnh Vĩnh Long

58 **Đỗ Thị Phương Thảo, Lê Minh Huệ, Nguyễn Ngọc Nam, Vũ Thị Thanh Hiên, Nguyễn Khánh Vy**: Giám sát lớp phủ bề mặt khu dự trữ sinh quyển Cần Giờ sử dụng thuật toán Random Forest trên nền tảng điện toán đám mây

68 **Lê Thị Huệ, Đào Tiến Đạt, Đinh Thị Hương Thơm, Phạm Thị Diệu Thúy, Nguyễn Thu Lan, Đỗ Thị Ngọc Hoa, Vũ Thị Thanh Huyền**: Đánh giá hiệu quả của việc ứng dụng bộ công cụ cảnh báo ngập lụt thành phố Nam Định do mưa lớn

84 **Trần Mạnh Cường, Nguyễn Tiền Giang, Trần Anh Phương, Nguyễn Anh Đức**: Nghiên cứu giám sát hoạt động của các hồ chứa trên lưu vực sông Đà ngoài lãnh thổ Việt Nam từ dữ liệu vệ tinh và địa hình trên nền tảng Google Earth Engine

97 **Dương Văn Hưng, Vũ Thị Hoà, Trần Văn Giáp, Đoàn Quang Trí, Trần Thị Thu Thảo**: Xây dựng hệ thống cảnh báo, dự báo xâm nhập mặn tỉnh Nam Định

TẠP CHÍ
KHÍ TƯỢNG THỦY VĂN

Bài báo khoa học

Giám sát lớp phủ bề mặt khu dự trữ sinh quyển Cần Giờ sử dụng thuật toán Random Forest trên nền tảng điện toán đám mây

Đỗ Thị Phương Thảo[1,2]*, Lê Minh Huệ[3], Nguyễn Ngọc Nam[3], Vũ Thị Thanh Hiên[3], Nguyễn Khánh Vy[4]

[1] Trường Địa học Mỏ - Địa chất; dothiphuongthao@humg.edu.vn
[2] NNC Nghiên cứu phát triển công nghệ quản lý và phân tích dữ liệu không gian địa lý;
[3] Cục Viễn thám Quốc gia; minhhue.nrsd@gmail.com; nguyennam2000@gmail.com; hienvursc@gmail.com
[4] Trường PTTH Chu Văn An, Hà Nội; izumisenaistj3w4@gmail.com

*Tác giả liên hệ: dothiphuongthao@humg.edu.vn; Tel.: +84–982688385

Ban Biên tập nhận bài: 10/8/2024; Ngày phản biện xong: 12/9/2024; Ngày đăng bài: 25/2/2025

Tóm tắt: Khu dự trữ sinh quyển thế giới là những cảnh quan có nhiều đặc điểm sinh thái khác nhau được quốc tế công nhận. Việt Nam có 11 khu trong đó Cần Giờ nằm trên địa phận thành phố Hồ Chí Minh, nơi có tốc độ đô thị hoá nhanh nên không tránh khỏi ảnh hưởng một phần bởi các hoạt động dân sinh xã hội một phần là các hiện tượng cực đoan của thời tiết tác động xấu đên môi trường. Việc quản lý và bảo vệ khu DTSQ là trách nhiệm chung của toàn xã hội, đặc biệt cần có một công cụ theo dõi giám sát những thay đổi đang diễn ra để điều chỉnh kịp thời và cũng cần chú trọng đến việc tận dụng kết hợp các công nghệ đã có để giám sát hiệu quả các khu vực này. Mục tiêu của bào báo là sử dụng công cụ Google Earth Engine với dữ diệu ảnh Sentinel-2 để giám sát lớp phủ bề mặt khu dự trữ sinh quyển Cần Giờ giai đoạn 2019-2022. Kết quả cho thấy toàn bộ khu vực đã có biến động mạnh trong 2 năm 2019, 2020. Diện tích đất nông nghiệp và xây dựng tăng lên đáng kể dẫn đến sụt giảm diện tích nước mặt, rừng ngập mặn và đất khác. Vùng lõi ít biến động nhất, vùng chuyển tiếp biến động mạnh mẽ do các hoạt động du lịch và dân sinh. Giai đoạn 2020-2022 có sự phục hồi do các chính sách phát triển và bảo vệ hợp lý của thành phố cũng như của ban quản lý khu di sản. Đây cũng là những tín hiệu có tác động tốt đến môi trường, hệ sinh thái của khu vực nghiên cứu.

Từ khóa: Giám sát lớp phủ bề mặt; Dự trữ sinh quyển Cần Giờ; Random Forest.

1. Đặt vấn đề

Khu dự trữ sinh quyển là nguyên mẫu của cảnh quan thiên nhiên bao gồm diện tích lớn các hệ sinh thái khác nhau [1]. Tại Việt Nam có 11 khu vực được công bố là khu dự trữ sinh quyển của thế giới trong đó có Cần Giờ [2]. Nơi đây được xem là lá phổi xanh hoặc bức tường xanh của thành phố Hồ Chí Minh, là nơi lưu giữ nhiều hệ động thực vật, hệ sinh thái đa dạng, phong phú [3]. Hiện nay, rừng ngập mặn Cần Giờ bắt đầu từng bước được quan tâm của người dân và nhà nước khi xu thế du lịch trở về với thiên nhiên được ưa chuộng do đó tình hình suy thoái môi trường vẫn đang diễn ra từng ngày, từng giờ. Rừng ngập mặn bị tàn phá để lấy đất nuôi tôm, để xây dựng các khu dân cư mới [4]. Trên thế giới nói chung và các khu dự trữ sinh quyển tại Việt Nam cũng vậy, diện tích khu dự trữ sinh quyển đang bị thu hẹp một phần do tình trạng cực đoan của khí hậu, thời tiết nên đang dần dẫn đến suy thoái môi trường và đất đai, làm giảm khả năng phát triển của hệ thực vật cũng như làm xáo trộn trạng thái cân bằng thường xuyên của hệ sinh thái, mất đa dạng sinh học, biến đổi khí hậu địa phương cục bộ [1, 5–7] khiến mục tiêu của các nhà quản lý tại khu dự trữ sinh quyển là cần có một hệ thống thực hiện giám sát tất cả các hoạt động liên quan đến sự thay đổi của

khu dự trữ từ cập nhật hiện trạng khai thác đến theo dõi những biến đổi về diện tích thực phủ [7, 8].

Ở Việt Nam sử dụng công nghệ viễn thám trong xây dựng các bản đồ hiện trạng cũng như biến động về thực phủ đã được thực hiện ở nhiều khu vực, mang lại nhiều lợi ích lớn, nhanh chóng nhưng dữ liệu phân loại này đa số là rời rạc, cục bộ tuy nhiên cũng đáp ứng một phần nào trong giải quyết kịp thời các bài toán biến động [9–12]. Gần đây, vì tính khả dụng của các tập dữ liệu lớn và việc xử lý chúng cũng phức tạp hơn trong lĩnh vực khoa học không gian địa lý nên sự kết hợp giữa dữ liệu viễn thám và trí tuệ nhân tạo đã tạo ra một chân trời mới đầy tiềm năng, hiệu quả cho việc giải đoán đối tượng, phân loại lớp phủ bề mặt [1, 13]. Nhiều nghiên cứu đã sử dụng các thuật toán phân loại học máy khác nhau (*Neutral Networks - NNet, Random Forest - RF và Support Vector Machine - SVM*) để phân loại hiện trạng bề mặt phủ đất từ ảnh vệ tinh Sentinel-2, Landsat. Phương pháp Random Forest thường được được kết luận là có độ chính xác cao nhất (90%) [14–17]. Giải pháp giám sát biến động dựa trên phân loại theo hướng này cũng được đặt ra. Khoa học dữ liệu và viễn thám đã bắt đầu liên kết nhờ các công cụ lập trình thân thiện với người dùng, khả năng tiếp cận sức mạnh tính toán cao và sự sẵn có của dữ liệu vệ tinh miễn phí đặc biệt là các dữ liệu có sẵn công khai của Cơ quan Vũ trụ Châu Âu và vệ tinh quan sát Trái đất của Mỹ đã được sử dụng trong nhiều ứng dụng viễn thám khác nhau [1, 14]. Google Earth Engine (GEE) là một công cụ cho phép sử dụng công khai các bộ dữ liệu có sẵn này. Có một lượng lớn dữ liệu có sẵn trong GEE, đang được sử dụng cho nhiều mục đích tính toán và phân tích [1, 15, 18].

Sử dụng ảnh vệ tinh để lập bản đồ lớp phủ bề mặt khu dự trữ sinh quyển, định lượng theo các mốc thời gian và tính toán diện tích thay đổi với từng loại phủ bề mặt sẽ cho thấy chiều hướng, sự phát triển của khu dự trữ sinh quyển [1, 5, 7]. Dữ liệu viễn thám là nguồn chính, được sử dụng rộng rãi để phát hiện thay đổi trong những thập kỷ gần đây. Sự thay đổi về bề mặt lớp phủ có tác động rất lớn đến môi trường sống toàn cầu [5, 7, 19]. Việc kịp thời phát hiện và đưa ra chính sách bảo tồn, phát triển bền vững tại ủa đa dạng sinh học, là một cách tiếp cận quan trọng để đánh giá sự mất đa dạng sinh học to các khu dự trữ sinh quyển là nhiệm vụ của các cơ quan chuyên môn, tổ chức trong và ngoài nước [6, 20]. Nhiều nỗ lực đã được thực hiện trong thập kỷ qua để tính toán sự thay đổi trong các lớp che phủ đất, đặc biệt là ở các khu vực rừng nhưng hầu hết các nghiên cứu đều bị hạn chế về độ phân giải và độ chính xác theo không gian hoặc thời gian [21–22].

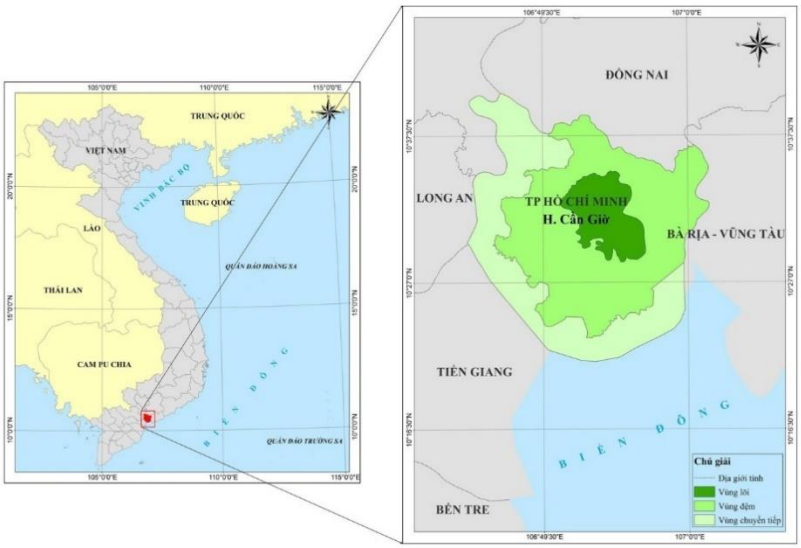
Giám sát biến động từ phân loại lớp phủ mặt đất qua các chu kỳ (2 năm, 5 năm, 10 năm,…) tuỳ theo mức độ quan trọng hoặc sự thay đổi nhanh hay chậm tại một khu vực sẽ có cái nhìn bao quát về biến đổi của các lớp thực phủ trên bề mặt đất cũng như sự biến đổi về quy hoạch sử dụng đất [7]. Qua số liệu phân tích của từng loại lớp phủ theo các chu kỳ có thể xác định được khu vực nào thay đổi và tính chất thay đổi như thế nào theo thời gian, ví dụ xác định được diện tích mặt nước trước đây bây giờ là diện tích đất xây dựng hoặc trước đây là rừng bây giờ là đất trống,... Câu hỏi đặt ra vẫn luôn là các lớp phủ bề mặt thay đổi nhanh chóng như thế nào trong thời gian đã qua [7, 22]. Việc phát hiện chính xác và hoàn toàn tự động những thay đổi về lớp phủ mặt đất từ dữ liệu vệ tinh đa thời gian ở độ phân giải không gian trung bình là rất khó [23]. Để phát hiện sự thay đổi lớp phủ mặt đất hiệu quả và chính xác từ các vệ tinh quan sát trái đất, còn phải giải quyết các vấn đề về tính khách quan, chính xác, khả năng ứng dụng cũng như cung cấp quyền truy cập cho nhiều người dùng [1, 18]. Do vậy, trong bài báo này, nhóm tác giả sử dụng công cụ Google Earth Engine để phân tích ảnh Sentinel-2 chiết xuất các thông tin về thực phủ, nước mặt, các đối tượng bề mặt, từ đó xác định những biến động của chúng giai đoạn 2019, 2020, 2022.

2. Dữ liệu và phương pháp

2.1. Khu vực nghiên cứu

Khu dự trữ sinh quyển rừng ngập mặn Cần Giờ được hình thành ở hạ lưu hệ thống sông Đồng Nai - sông Sài Gòn, nằm ở huyện ven biển Cần Giờ, thành phố Hồ Chí Minh. Tọa độ:

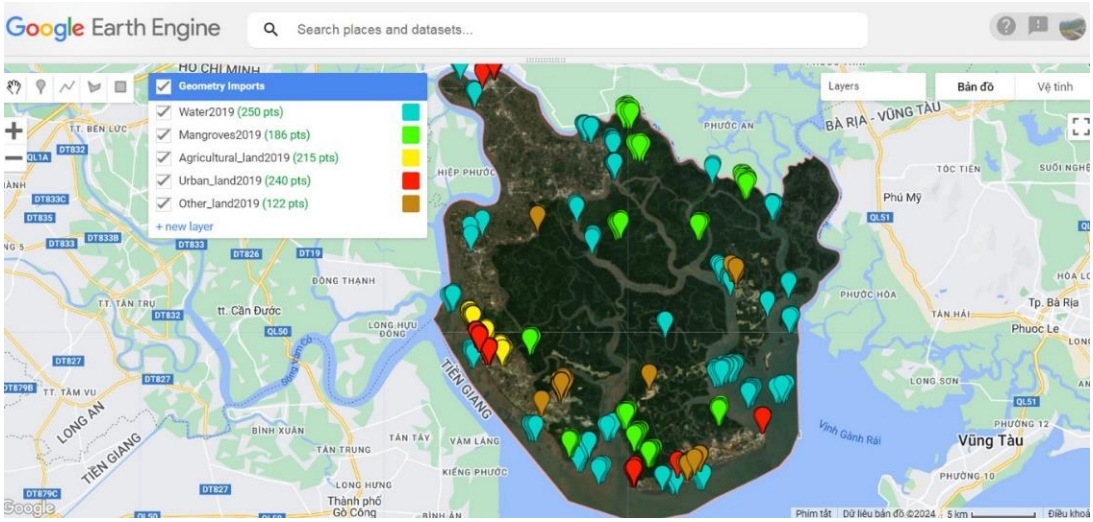
10°22’ - 10°40’ độ vĩ Bắc và 106°46’ - 107°01’ kinh độ Đông, cách trung tâm Thành phố Hồ Chí Minh khoảng 60 km về phía Đông nam. Phía Bắc giáp huyện Nhơn Trạch tỉnh Đồng Nai, phía Nam giáp biển Đông, phía Tây giáp tỉnh Tiền Giang, Long An và phía Đông giáp tỉnh Bà Rịa - Vũng Tàu (Hình 1). Tổng diện tích khu dự trữ sinh quyển rừng ngập mặn Cần Giờ là 75.740 ha, trong đó: vùng lõi 4.721 ha, vùng đệm 41.139 ha, và vùng chuyển tiếp 29.880 ha. Đây là khu rừng ngập mặn với một quần thể động thực vật đa dạng phong phú [24]. Đứng trước thực trạng tăng trưởng kinh tế, du lịch phát triển khu vực này đang có nguy cơ chịu sự tác động từ những dự án mới sẽ được mở ra. Bên cạnh đó việc khai thác diện tích để nuôi tôm, tạo thêm thu nhập tận dụng từ chặt gỗ cũng ngày càng ảnh hưởng đến diện tích rừng ngập mặn vùng chuyển tiếp [25].



Hình 1. Khu vực nghiên cứu.

2.2. Dữ liệu

Ảnh Sentinel-2 bao gồm 13 dải quang phổ: bốn dải có độ phân giải 10 m, sáu dải có độ phân giải 20 m và 03 dải ở độ phân giải không gian 60 m. Chiều rộng quỹ đạo là 290 km, phục vụ chiết tách các thông tin về môi trường sống của đa dạng sinh học tại khu dự trữ sinh quyển Cần Giờ về: thực phủ, nước mặt, các đối tượng bề mặt,...

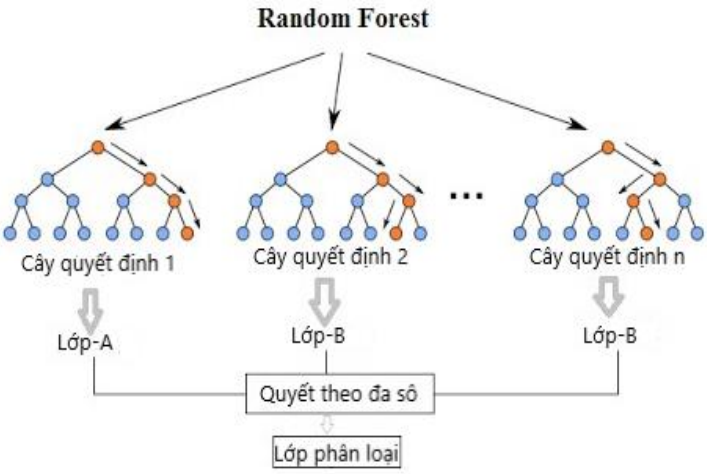


Hình 2. Sơ đồ điểm lấy mẫu.

Dữ liệu mẫu bao gồm các điểm training và testing được trích xuất từ dữ liệu WorldCover 2021; từ các bản đồ hiện trạng sử dụng đất của khu vực; từ số liệu của cục Bảo tồn và Ban quản lý khu vực. Toàn khu vực dự trữ sinh quyển Cần Giờ được phân loại đất và các loại thực phủ theo 5 lớp chính, bao gồm: lớp nước mặt (ao hồ, sông suối, mặt nước biển,...), lớp rừng ngập mặn (rừng tự nhiên, rừng trồng), lớp đất khác (đất nông nghiệp chưa trồng trọt, đất khai hoang, đất trống chưa sử dụng,...), lớp đất nông nghiệp (lúa, hoa màu) và lớp đất xây dựng (đất xây dựng đô thị, nhà ở nông thôn, các công trình xây dựng,...) (Hình 2).

2.3. Phương pháp

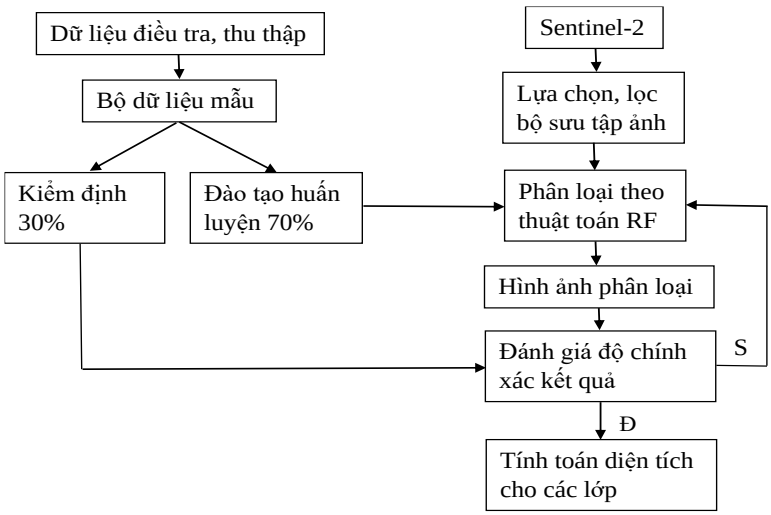
Công tác phân loại lớp phủ mặt đất được thực hiện tự động trên nền tảng Google Earth Engine (GEE) thông qua các thuật toán để phân tích bộ dữ liệu không gian và tính toán các tham số từ nguồn tư liệu ảnh viễn thám độ phân giải trung bình Sentinel-2 có sẵn trên điện toán đám mây [1,14]. Thuật toán Random Forest rất hiệu quả cho các bài toán phân loại vì nó hoạt động cùng lúc nhiều mô hình nhỏ hơn bên trong với quy luật khác nhau để đưa ra quyết định cuối cùng [13–15].



Hình 3. Mô hình ra quyết định của Random Forest.

Mỗi mô hình con có thể mạnh yếu khác nhau nhưng theo nguyên tắc đa số nên sẽ có cơ hội phân loại chính xác hơn khi sử dụng bất kì một mô hình đơn lẻ nào. Mô hình con bên trong của Random Forest là Decision Tree (Cây quyết định). Mỗi cây quyết định gồm nút gốc (*root node*), các nút lá (*leaf nodes*) và các nhánh (*branches*). Thuật toán RF đầu tiên sẽ chọn số lượng các cây quyết định (n-tree) sau đó chọn số lượng các thuộc tính sẽ dùng tại mỗi node của cây (m-try). Tiếp theo tạo cây quyết định bằng cách hoán vị các tập mẫu khởi động (*bootstrap*). Khi tạo cây, tại mỗi node sẽ chọn ra m-try thuộc tính, và sử dụng các thuộc tính này để tìm ra cách phân chia tốt nhất. Cuối cùng thu thập kết quả phân tích trên tất cả các cây quyết định và sử dụng kết quả được chọn nhiều nhất (theo đa số) làm kết quả cuối cùng [1, 13–15]. Số lượng cây quyết định càng nhiều càng làm tăng độ chính xác kết quả của phương pháp (Hình 3). Các bước phân loại lớp phủ đất bằng thuật toán Random Forest trên nền tảng GEE thực hiện theo sơ đồ Hình 4.

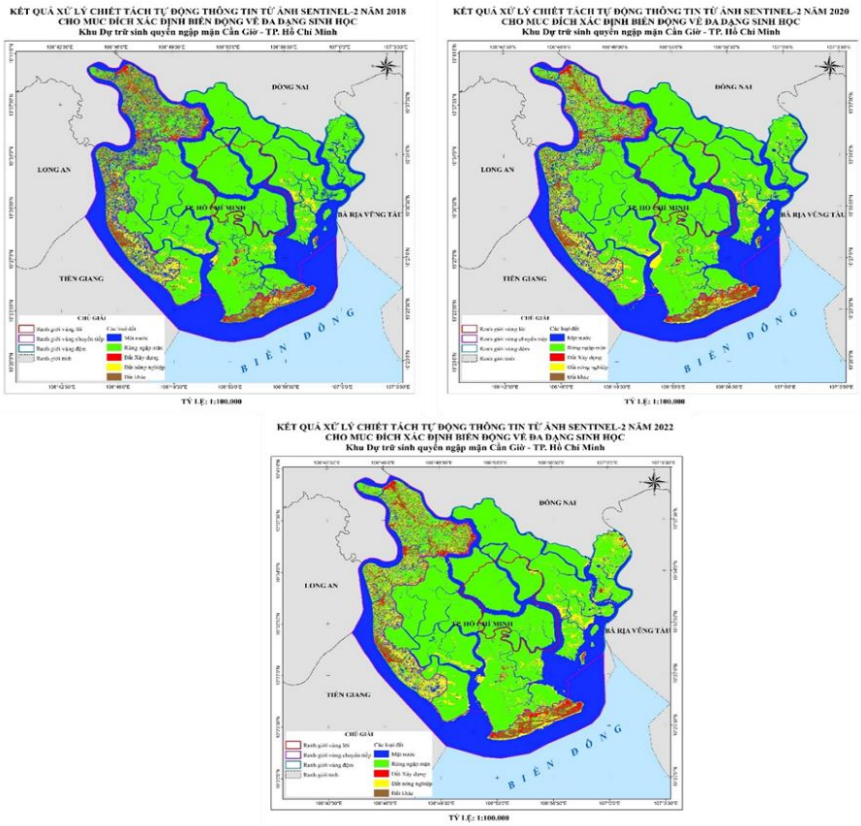
Sau khi các hình ảnh đã được chuyển đổi và phân biệt để làm nổi bật các khu vực đang thay đổi, bước tiếp theo là phân loại hình ảnh đó thành bản đồ chuyên đề bao gồm các lớp ổn định và thay đổi. Điều này có thể được thực hiện khá đơn giản bằng cách đặt ngưỡng cho lớp thay đổi hoặc bằng cách sử dụng các kỹ thuật phân loại như thuật toán học máy, quan trọng là biết cách chọn ngưỡng phù hợp để phân vùng các khu vực đã thay đổi khỏi các lớp ổn định.



Hình 4. Sơ đồ qui trình phân loại lớp phủ đất bằng thuật toán Random Forest.

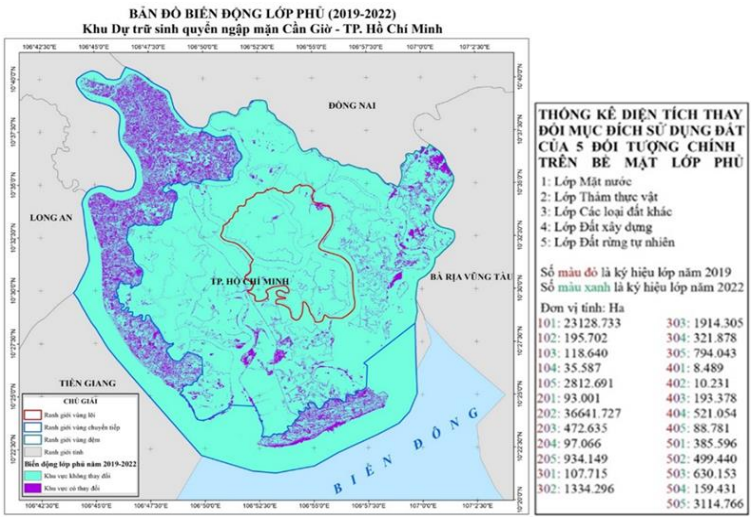
3. Kết quả

Kết quả phân loại được thể hiện ở Hình 5 cho các năm 2019, 2020, 2022. Độ chính xác kết quả phân loại sử dụng ma trận nhầm lẫn (*Confusion Matrix*) với hệ số Kappa và Độ chính xác tổng thể (*Overall Accuracy - OA*). Các kết quả đánh giá độ chính xác phân loại đều đạt trên 90% chứng tỏ được độ tin cậy của phương pháp phân loại.



Hình 5. Kết quả chiết tách tự động lớp phủ bề mặt khu dự trữ sinh quyển Cần Giờ năm 2019, 2020, 2022.

Với chức năng phân tích biến động lớp phủ trên nền tảng GEE, sử dụng 3 thời điểm phân loại như trên thu được giá trị biến động lớp phủ theo 2 giai đoạn 2019-2020 và 2020-2022 thể hiện bằng 2 hình thức: (1) Bảng số liệu thống kê về diện tích. Kết quả được hiện thị dưới dạng số theo quy định của người dùng gán, ví dụ 1 = nước; 2 = thực vật; 3 = đất trống; 4 = đất xây dựng; 5 = rừng kết quả sẽ cho ra bảng 101 là Nước chuyển thành nước; 102 là nước chuyển thành thực vật,... (2) Bản đồ về các vùng biến động lớp phủ bề mặt: thể hiện các vùng phủ đã có sự thay đổi từ đối tượng này sang đối tượng kia giữa 2 thời điểm ảnh. Khi sử dụng bản đồ này chồng ghép lớp phủ của từng thời điểm ảnh sẽ thấy được sự biến động rõ rệt (Hình 6).



Hình 6. Bản đồ diễn tả biến động lớp phủ khu dự trữ sinh quyển Cần Giờ giai đoạn 2019 - 2022.

Tại khu dự trữ sinh quyển Cần Giờ, chủ yếu là đất mặt nước, chiếm 39,3% diện tích cả khu vực. Tuy nhiên, từ năm 2019 đến năm 2020, diện tích đất mặt nước giảm hơn 10.000 ha do phần lớn chuyển sang đất nông nghiệp, nuôi trồng thuỷ sản. Giai đoạn 2020-2022 đất mặt nước đã tăng trở lại hơn 8.000 ha nhưng nhìn chung vẫn giảm trong cả quá trình nghiên cứu (2019-2022). Đất nông nghiệp và xây dựng nhà cửa tăng mạnh trong giai đoạn 2019-2022 kéo theo diện tích các loại hình đất trên khu vực đều giảm. Rừng ngập mặn giảm 11.000 ha và đất khác giảm đáng kể (27.667 ha) để phục vụ nhu cầu mưu sinh, xây dựng nhà ở, canh tác nông nghiệp. Đến năm

2022 do chính sách của thành phố Hồ Chí Minh đã khuyến khích bảo vệ rừng, giao khoán trồng rừng đến 135 hộ dân của Cần Giờ [3], diện tích các loại đất đã giảm đi (nước mặt, đất khác) có xu thế phục hồi tăng trở lại. Tốc độ tăng của diện tích đất nông nghiệp và xây dựng nhà cửa đã giảm hẳn so với 2 năm trước. Riêng diện tích rừng ngập mặn mất đi chỉ gần 67 ha so với 10.000 ha giai đoạn 2019-2020 vẫn là con số ngoạn mục đáng ghi nhận (Bảng 1, Hình 7).

Bảng 1. Diễn biến các đối tượng lớp phủ bề mặt khu dự trữ sinh quyển Cần Giờ và vùng phát triển kinh tế xung quanh.

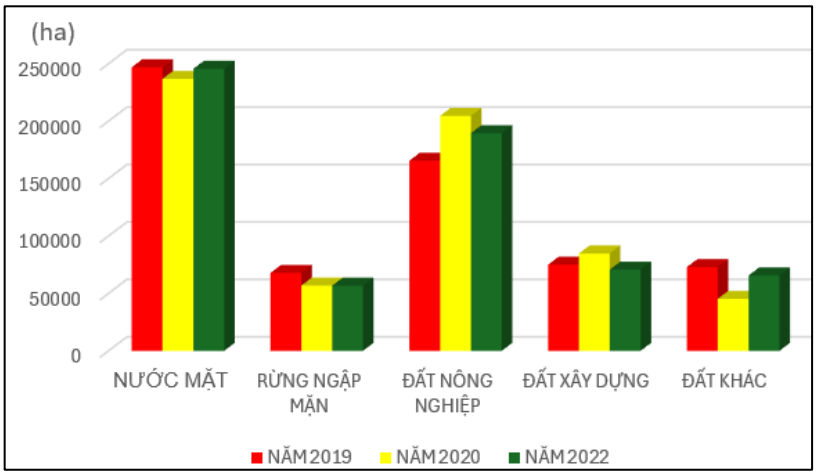
Vùng	Diện tích phân tích tự động từ ảnh viễn thám SENTINEL_2 (10M)					Đánh giá	
	Năm 2019 (ha)	Năm 2020 (ha)	Năm 2022 (ha)	Biến động 2019 - 2020 (ha)	Biến động 2020 - 2022 (ha)	Năm 2020	Năm 2022
Nước mặt	246.864,815	236.762,785	245.564,128	-10.102,030	8.801,343	giảm	tăng
Rừng ngập mặn	67.818,660	56.804,927	56.738,040	-11.013,733	-66,887	giảm	giảm
Đất nông nghiệp	165.483,605	204.550,098	189.498,549	39.066,493	-15.051,549	tăng	giảm
Nhà cửa	75.007,476	84.724,541	70.679,858	9.717,065	-14.044,683	tăng	giảm
Đất khác	72.941,091	45.273,295	65.635,072	-27.667,796	20.361,777	giảm nhiều	tăng nhiều
Tổng diện tích	**628.115,65**	**628.115,65**	**628.115,65**	**0,00**	**0,00**		

Bảng 2. Diễn biến các đối tượng lớp phủ bề mặt các vùng chức năng khu dự trữ sinh quyển Cần Giờ.

Vùng		Diện tích phân tích tự động từ ảnh viễn thám Sentinel 2 - độ phân giải 10m					Đánh giá	
		Năm 2019 (ha)	Năm 2020 (ha)	Năm 2022 (ha)	Biến động 2019-2020	Biến động 2020-2022	Năm 2020	Năm 2022
Vùng lõi	Nước mặt	1,477.05	1,630.37	1,784.75	153.32	154.37	tăng	tăng
	Rừng ngập mặn	6,513.20	6,347.07	6,279.33	-166.13	-67.74	giảm	giảm
	Đất nông nghiệp	29.96	153.43	66.47	123.47	-86.96	tăng	giảm
	Đất xây dựng	1.00	26.20	0.00	25.20	-26.20	tăng	nguyên
	Đất khác	135.87	0.00	26.52	-135.87	26.52	giảm	tăng
	Tổng diện tích	8,157.07	8,157.07	8,157.07	0.00	0.00		
Vùng đệm	Nước mặt	8,737.47	9,085.44	10,179.00	347.97	1,093.56	tăng	tăng
	Rừng ngập mặn	28,993.60	27,699.50	27,484.06	-1,294.10	-215.44	giảm	giảm
	Đất nông nghiệp	397.04	2,212.93	1,468.79	1,815.89	-744.14	tăng	giảm
	Đất xây dựng	138.14	168.35	41.22	30.21	-127.13	tăng	giảm
	Đất khác	1,978.73	1,078.76	1,071.91	-899.97	-6.85	giảm	giảm
	Tổng diện tích	40,244.99	40,244.99	40,244.99	0.00	0.00		
Vùng chuyển tiếp	Nước mặt	15,194.21	14,530.38	14,867.27	-663.84	336.89	giảm	tăng
	Rừng ngập mặn	2,744.85	1,662.98	1,508.57	-1,081.87	-154.41	giảm	giảm
	Đất nông nghiệp	2,247.00	7,235.60	6,532.74	4,988.59	-702.86	tăng	giảm
	Đất xây dựng	841.86	1,130.65	820.78	288.79	-309.87	tăng	giảm
	Đất khác	5,202.08	1,670.40	2,500.64	-3,531.67	830.24	giảm	tăng
	Tổng diện tích	26,230.00	26,230.00	26,230.00	0.00	0.00		

Xét về biến động đối với các vùng chức năng thì vùng lõi là vùng bảo tồn hệ sinh thái cả rừng trồng và rừng tự nhiên; động vật hoang dã; thủy vực; các bãi bồi, ... Các hoạt động bảo vệ, quản lý được qui định nghiêm ngặt nên diện tích cả 5 đối tượng phân loại gần như không biến động nhiều. Đặc biệt đất xây dựng không thay đổi chút nào, rừng ngập mặn cũng được bảo tồn khá tốt, diện tích rừng ngập mặn có giảm chút ít, không đáng kể. Vùng đệm là vùng bảo vệ vùng lõi, diện tích rừng ngập mặn bị giảm 1294,10 ha theo xu thế chung của 2 năm 2019-2020 nhưng thay vào đó là diện tích đất nông nghiệp tăng lên 1815.89 ha, đất xây dựng biến động không nhiều, việc bảo tồn vẫn tốt, vẫn theo chủ trương phát triển kinh tế của thành phố. Vùng chuyển tiếp cũng mang chức năng bảo vệ vùng lõi; vùng đệm, tạo thêm không gian cho động thực vật, cảnh quan tự nhiên và có phục vụ du lịch sinh thái kết hợp nông lâm ngư nghiệp nên đã chịu nhiều tác động của con người đến khu vực này. Diện tích các loại đất

biến động lớn, nhất là về phía Tây Bắc của khu vực, nơi giáp với trung tâm thành phố Hồ Chí Minh. Phía Tây khu DTSQ mang chức năng khuyến khích phát triển kinh tế nên diện tích đất nông nghiệp phát triển khá mạnh, tăng gần 5000 ha, diện tích này được khai thác từ đất khác và một phần của rừng ngập mặn. Tuy nhiên, giai đoạn này, diện tích nước mặt ngày càng có xu hướng cân bằng về thời điểm ban đầu nghiên cứu là năm 2019 (Bảng 2, Hình 6).



Hình 7. Biểu đồ thể hiện biến động các loại lớp phủ bề mặt khu DTSQ Cần Giờ.

4. Kết luận

Chiết tách thông tin lớp phủ mặt đất từ dữ liệu viễn thám quang học Sentinel-2 bằng cách sử dụng phương pháp Random Forest (RF) góp phần giảm thiểu chi phí cũng như đẩy nhanh tốc độ thành lập bản đồ lớp phủ mặt đất tại các thời điểm khác nhau. Xác định biến động giữa hai thời kỳ sử dụng công cụ GEE trên nền tảng điện toán đám mây rất thuận tiện không mất nhiều thời gian tính toán, chuyển đổi sang các định dạng cũng như các phần phềm khác. Ngoài việc lập bản đồ các khu vực khó tiếp cận, giải pháp này cũng giúp xác định các hành vi lấn chiếm sử dụng đất trái phép và các hoạt động khai thác tài nguyên thiên nhiên bừa bãi để lại dấu vết trong ranh giới khu vực được theo dõi.

Tại khu dữ trữ sinh quyển Cần Giờ, giai đoạn 2019-2020, đất nông nghiệp và xây dựng tăng mạnh, đất mặt nước, đất khác và đất rừng ngập mặn giảm tương ứng. Giai đoạn gần đây (2020-2022) đã có sự phục hồi của các loại đất mất đi giai đoạn trước, xu thế trả dần về tự nhiên dẫn đến các loại đất trở về cân bằng gần với thời điểm đầu của nghiên cứu (2019). Vùng lõi là vùng ít có biến động nhất, vùng đệm và vùng chuyển tiếp đã có sự chuyển đổi mạnh mẽ. Các biến động này đều do chính sách của thành phố với ưu tiên bảo vệ nghiêm ngặt vùng lõi, khuyến khích trồng rừng tái sinh vùng đệm và cơ cấu phát triển kinh tế đối với vùng chuyển tiếp. Nghiên cứu có thể áp dụng đối với 11 khu dự trữ sinh quyển thế giới tại Việt Nam.

Lời cảm ơn: Bài báo là một phần kết quả của đề tài "Xây dựng hệ thống hỗ trợ quản lý, giám sát và đề xuất giải pháp bảo tồn, phát triển bền vững các khu dự trữ sinh quyển Thế giới tại Việt Nam bằng công nghệ viễn thám", mã số: TNMT.2023.02.35. Các tác giả xin chân thành cảm ơn sự hợp tác của tất cả các thành viên đề tài để thực hiện bài báo này.

Đóng góp của tác giả: Xây dựng ý tưởng nghiên cứu: L.M.H., N.K.V.; Xử lý số liệu: N.V.N., Đ.T.P.T.; Viết bản thảo bài báo: Đ.T.P.T., V.T.T.H.; Chỉnh sửa bài báo: V.T.T.H., Đ.T.P.T.

Lời cam đoan: Tập thể tác giả cam đoan bài báo này là công trình nghiên cứu của tập thể tác giả, chưa được công bố ở đâu, không được sao chép từ những nghiên cứu trước đây; không có sự tranh chấp lợi ích trong nhóm tác giả.

Tài liệu tham khảo

1. Abdul, R.S.; Venkatesh, R. Applycation of remote sensing and Google Earth Engine for monitoring environmental degradation in the Nilgiri biophere reserve and its

ecosysterm of western Ghats, India. The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Volume XLIII-B3-2020, 2020

2. XXIV ISPRS Congress, 2020, XLIII-B3, pp. 933–940.
3. Hong, P.N. Severe impacts of herbicides on mangroves in the Vietnam war and ecological effects of reforestation. Paper presented at the Centre for Excellence (COE) international seminar "Changing People-Environment Interactions in Contemporary Asia: An Area Study Aproach", Kyoto, Japan. 15-17 November 2021.
4. Trực tuyến: https://www.rungngapmancangio.org/.
5. Sơn, L.V.; Phong, N.V.; Hòa, L.T.; Châu, N.T.P.; Phú, V.L. Tổng quan về hoạt động sinh kế tại rừng ngập mặn Cần Giờ: một cách tiếp cận cho việc xây dựng mô hình sinh kế bền vững và quản lý rừng ngập mặn dựa vào cộng đồng. Kỷ yếu Hội nghị Khoa học Địa lý toàn Quốc Lần thứ 12. 2021. ISBN978-604-334-789-0.
6. Hermann, L.C.; Fritz, R.; Susanne, S.K. Socio-Ecological Monitoring of Biodiversity Change Building upon the World Network of Biosphere Reserves. Protected Areas, Gaia 17/S1, 2008, pp. 107–115.
7. Melanie, E.; Agumassie, G.G.; Andargachew, A.D.; Daniel, A.M.; Tirusew, A.E.; Michael, J.; Adrijana, C. Collaborative monitoring for sustainable development of Lake Tana UNESCO biosphere reserve. Paper presented at the 16th Research Forum of Austrian Universities of Applied Sciences from 19-20 April at the St. Pölten University of Applied Sciences. 2023.
8. Ahmed, M.H.; Amr, E.; Haifa, A.A.; Shaimaa, M.E.; Haitham, F. Environmental monitoring and prediction of land use and land cover spatio-temporal changes: A case study from El-Omayed biosphere reserve, Egypt. *Environ. Sci. Pollut. Res.* **2020**, *27(34)*, 42881–42897. https://doi.org/10.1007/s11356-020-10208-1.
9. Asif, I.; Arif, M.; Yasin, W.R.; Tasnuba, J.; Ashraf, D. Remote sensing-based research for monitoring progress towards SDG 15 in Bangladesh: A review. *Remote Sens.* **2020**, *12*, 691. https://doi.org/10.3390/rs12040691.
10. Hiền, N.T.T.; Thành, P.V.; Thời, N.K. Đánh giá biến động sử dụng đất/lớp phủ huyện Tiên Yên, tỉnh Quảng Ninh giai đoạn 2000-2010. *Tạp chí Khoa học và Phát triển* **2014**, *12(1)*, 43–51.
11. Tỵ, P.H.; Quyền, V.M.; Thanh, N.N. Đánh giá biến động lớp phủ mặt đất sử dụng dữ liệu viễn thám tại huyện Lệ Thuỷ tỉnh Quảng Bình trong giai đoạn 2010-2020. *Tạp chí Khoa học Đại học Huế: Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn* **2021**, *130(3D)*, 183–202.
12. Cảnh, L.X.; Đỗ Hữu Thư, Đ.H.; Phương, Đ.H.; Quỳnh, H.Q. Ứng dụng công nghệ viễn thám và GIS để đánh giá biến động lớp phủ thực vật 3 xã (TàBhinh, ChàVàl, LaDe, huyện Nam Giang, tỉnh Quảng Nam) bị ảnh hưởng chất độc hoá học phục vụ bảo tồn đa dạng sinh học. *Tạp chí Khoa học và công nghệ* **2010**, *48(5)*, 71–79.
13. Sơn, N.T. Nghiên cứu sử dụng ảnh vệ tinh và công nghệ GIS trong việc giám sát hiện trạng tài nguyên rừng thử nghiệm tại một khu vực cụ thể. *Đặc san viễn thám và địa tin học* **2009**, *6*, 17–26.
14. Hải, P.M.; Hoài, Đ.T.; Thành, B.Q.; Quang, N.N. Nghiên cứu cơ sở khoa học ứng dụng thuật toán Random Forest trong phân loại ảnh vệ tinh SPOT 6 với khu vực thực nghiệm tại tỉnh Cà Mau. Kỷ yếu Hội nghị: Nghiên cứu cơ bản trong Khoa học Trái đất và Môi trường, 2019. https://doi.org/10.15625/vap.2019.000155.
15. Tuấn, N.T.; Tuấn, P.V.; Quý, N.V.; Nhung, H.T.P. Sử dụng ảnh vệ tinh sentinel 2 và thuật toán học máy thành lập bản đồ hiện trạng rừng tại huyện Bù Đăng, tỉnh Bình Phước. *Tạp chí Khoa học Đại học cần Thơ* **2022**, *58(6)*, 150–163.

16. Hương, N.T.T.; Trung, Đ.M. Áp dụng thuật toán phân loại Random Forest để xây dựng bản đồ sử dụng đất/thảm phủ tỉnh Đắk Lắk dựa vào ảnh vệ tinh Landsat 8 OLI. *Tạp chí Nông nghiệp & Phát triển nông thôn* **2018**, *13*, 122–129.
17. Tùng, Đ.T.; Tùng, N.T.; Thủy, H.T.; Nhàn, T.T.T.; Hằng, Đ.T.; Hải, V.N.; Dương, N.D. Khai thác trực tuyến cơ sở dữ liệu ảnh vệ tinh, so sánh thuật toán học máy về phân loại lớp phủ trên nền Google Earth Engine. Kỷ yếu hội thảo khoa học quốc gia giải pháp kết nối và chia sẻ hệ thống cơ sở dữ liệu phục vụ công tác đào tạo, quản lý lĩnh vực tài nguyên và môi trường, NXB Khoa học Tự nhiên và Công nghệ - Hà Nội, 2021.
18. Anh, T.V.; Hạnh, T.H.; Nghị, L.T.; Hoà, P.T.T.; Anh, T.Q.; Anh, N.T.V.; Thu, P.T.; Thọ, T.Q. Nghiên cứu một số phương pháp học máy trong thành lập bản đồ lớp phủ bề mặt tỉnh Cà Mau trên nên tảng Google Earth Engine. *Tạp chí Khoa học đo đạc và Bản đồ*. **2023**, *55(3)*, 18–26.
19. Lichen, L.; Huiling, S. Dynamic monitoring of surface water areas of nine plateau lakes in Yunnan Province using long time-series Landsat imagery based on the Google Earth Engine platform. *Geocarto Int.* **2023**, *38(1)*, 2253196.
20. Ana, S.V.; Ricardo, A.M.L.; João, F.; Gonçalves, J.R.V.; Pablo, F.M.; Eloy, R.; Luis, S.; Francisco, J.B.G.; João, P.H.; Domingo, A.S. Digital conservation in biosphere reserves: Earth observations, social media, and nature's cultural contributions to people. *Conserv. Lett*. **2020**, *13*, e12704. https://doi.org/10.1111/conl.12704.
21. Kathrine, S.W. Remote sensing change detection for ecological monitoring in United States protected areas. *Biol. Conserv.* **2015**, *182*, 233–242.
22. Sader, S.A.; Hayes, D.J.; Hepinstall, J.A.; Coan, M.; Soza, C. Forest change monitoring of a remote biosphere reserve. *Int. J. remote Sens.* **2001**, *22(10)*, 1937–1950.
23. Satish, K.V.; Saranya, K.R.L.; Sudhakar, R.C.; Hari, K.P.; Jha, C.S.; Prasada, P.V.V.R. Geospatial assessment and monitoring of historical forest cover changes (1920–2012) in Nilgiri Biosphere Reserve, Western Ghats, India. *Environ Monit Assess*. **2014**, *186*, 8125–8140. https://doi.org/10.1007/s10661-014-3991-3.
24. Rao, D.P. Role of remote sensing and geographic information system in sustainable development. *Int. Arch. Photogramm. Remote Sens*. **2000**, *33*, 1231–1251.
25. Trực tuyến: https://baovemoitruong.org.vn/: Rừng ngập mặn Cần Giờ có thể gặp rủi ro. 2020.
26. Thiện, B.B.; Hương, Đ.T.V.; Liêm, N.D. Đánh giá biến động rừng ngập mặn huyện Cần Giờ, thành phố Hồ Chí Minh trên cơ sở ảnh vệ tinh giai đoạn 1990-2020, Hội nghị Khoa học Địa lý toàn quốc lần thứ XIII. Hà Nội, 2022, tr. 133–142.

Monitoring the land use/ land cover at Can Gio biosphere reserve using random forest algorithm on cloud computing platform

Do Thi Phuong Thao[1,2]*, Le Minh Hue[3], Nguyen Ngoc Nam[3], Vu Thi Thanh Hien[3], Nguyen Khanh Vy[4]

[1] Hanoi University of Mining and Geology; dothiphuongthao@humg.edu.vn;
[2] Research and Development of Geospatial Data Management and Analysis Techniques;
[3] Department of National Remote Sensing; minhhue.nrsd@gmail.com; nguyennam2000@gmail.com; hienvursc@gmail.com;
[4] Chu Van An High School (Hanoi); izumisenaistj3w4@gmail.com

Abstract: World biosphere reserves are landscapes with many different ecological characteristics that are internationally recognized. Vietnam has 11 such biosphere reserves, of which Can Gio is located in Ho Chi Minh City, where rapid urbanization so it is inevitably

affected, partly by social activities, other by extreme weather phenomena that have a negative impact on the environment here. The management and protection of biosphere reserves is a common responsibility of the whole society, especially need for a tool to monitor ongoing changes in order to timely adjustments and focus on utilizing a combination of existing technologies to effectively monitor these areas. The objective of this paper is use to Google Earth Engine with Sentinel-2 data for monitor land use/ land cover at Can Gio Biosphere Reserve on period 2019-2022. The results show that all entire area has had strong fluctuations in the year 2019, 2020. The area of agricultural and construction has increased leading to a decrease in the area of surface water, mangrove forests and other land. The core area is the least volatile, transition area is the most volatile due to tourism and residential activities. Period of 2020-2022 has seen a gradual recovery of the areas due to reasonable development and protection policies of the city as well as the heritage management board. These are also effective recovery signals that have a positive impact on the environment and ecosystem of this region.

Keywords: Land use/Land cover monitoring; Can Gio Biosphere Reserve; Random Forest.