TRƯỜNG ĐẠI HỌC MỎ - ĐỊA CHẤT
KHOA TRẮC ĐỊA - BẢN ĐỒ VÀ QUẢN LÝ ĐẤT ĐAI

HỘI NGHỊ KHOA HỌC TOÀN QUỐC

Công nghệ Địa không gian trong Khoa học Trái đất và Môi trường

National conference on Geospatial technology in Earth science and Environment

NCGEE 2021





NXB TÀI NGUYÊN - MÔI TRƯỜNG VÀ BẢN ĐỒ VIỆT NAM

TRƯỜNG ĐẠI HỌC MỎ - ĐỊA CHẤT
KHOA TRẮC ĐỊA - BẢN ĐỒ VÀ QUẢN LÝ ĐẤT ĐAI

HỘI NGHỊ KHOA HỌC QUỐC GIA

CÔNG NGHỆ ĐỊA KHÔNG GIAN TRONG KHOA HỌC TRÁI ĐẤT VÀ MÔI TRƯỜNG

National Conference on Geospatial Technology in the Earth science and Environment (NCGEE 2021)

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

CÁC ĐƠN VỊ ĐỒNG TỔ CHỨC

Trường Đại học
Mỏ - Địa chất

Hội Trắc địa - Bản đồ
và Viễn thám Việt Nam

Cục Bản đồ,
Bộ Tổng tham mưu

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

Trường Đại học khoa học,
Đại học Huế

Cục Viễn thám Quốc gia,
Bộ Tài nguyên và Môi trường

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

Trung tâm Tư vấn Trắc địa và Xây dựng,
Viện Khoa học Công nghệ Xây dựng,
Bộ Xây dựng

CÁC ĐƠN VỊ TÀI TRỢ KIM CƯƠNG

Tổng công ty dầu Việt Nam PVOIL

Cục Bản đồ, Bộ Tổng tham mưu

Tổng công ty than Đông Bắc

Công ty cổ phần thiết bị SISC Việt Nam

Trung tâm Tư vấn Trắc địa và Xây dựng, Viện Khoa học Công nghệ Xây dựng

Trung tâm nghiên cứu ứng dụng công nghệ mới Trắc địa - Bản đồ, HUMG

Trung tâm Trắc địa và Bản đồ biển (SeaMap)

Trung tâm hỗ trợ phát triển khoa học kỹ thuật, HUMG

Công ty CP Dịch vụ Thương mại Khảo sát Hà Đông

CÁC ĐƠN VỊ TÀI TRỢ VÀNG

Công ty TNHH công nghệ S.L.S

Công ty TNHH MTV máy trắc địa Nam Phương (South)

Công ty Cổ phần công nghệ Nguyễn Kim

Công ty CP Công nghệ hạ tầng cơ sở Aitogy

Đoàn Khảo sát các công trình điện - Công ty CP Tư vấn Xây dựng Điện 1 (PCCE1)

Công ty Cổ phần Xây dựng và thương mại QT Miền Bắc

BAN TỔ CHỨC

1. GS.TS. Trần Thanh Hải, Trường Đại học Mỏ - Địa chất - *Trưởng ban*
2. PGS.TS Lê Đức Tình, Trường Đại học Mỏ - Địa chất - *Phó Trưởng ban*
3. PGS.TS Bùi Ngọc Quý, Trường Đại học Mỏ - Địa chất - *Phó Trưởng ban*
4. TS Dương Thành Trung, Trường Đại học Mỏ - Địa chất - *Phó Trưởng ban*
5. PGS.TS Đỗ Quang Thiên, Trường Đại học Khoa học, Đại học Huế - *Phó Trưởng ban*
6. TS. Nguyễn Đại Đồng, Cục Đo đạc, Bản đồ và Thông tin địa lý Việt Nam - *Ủy viên*
7. TS. Hoàng Minh Ngọc, Cục Bản đồ, Bộ Tổng tham mưu - *Ủy viên*
8. TS. Nguyễn Quốc Khánh, Cục Viễn Thám Quốc gia - *Ủy viên*
9. GS.TS. Võ Chí Mỹ, Hội Trắc địa - Bản đồ - Viễn thám Việt Nam - *Ủy viên*
10 TS. Diêm Công Huy, Viện khoa học Công nghệ xây dựng - *Ủy viên*
11. PGS.TS Trần Xuân Trường, Trường đại học Mỏ - Địa chất - *Ủy viên*
12. PGS.TS Nguyễn Việt Hà, Trường đại học Mỏ - Địa chất - *Ủy viên*
13. TS. Trần Thùy Dương, Trường đại học Mỏ - Địa chất - *Ủy viên*
14. TS. Nguyễn Quốc Long, Trường đại học Mỏ - Địa chất - *Ủy viên*
15. PGS.TS Nguyễn Văn Sáng, Trường đại học Mỏ - Địa chất - *Ủy viên*

BAN KHOA HỌC

1. PGS.TS Lê Đức Tình, Trường Đại học Mỏ - Địa chất - *Trưởng ban*
2. PGS.TS Bùi Ngọc Quý, Trường Đại học Mỏ - Địa chất - *Phó trưởng ban*
3. TS. Dương Thành Trung, Trường Đại học Mỏ - Địa chất - *Phó trưởng ban*
4. GS.TSKH. Hoàng Ngọc Hà, Trường Đại học Mỏ - Địa chất - *Ủy viên*
5. TS. Trần Thùy Dương, Trường Đại học Mỏ - Địa chất - *Ủy viên*
6. PGS.TS Trần Vân Anh, Trường Đại học Mỏ - Địa chất - *Ủy viên*
7. PGS.TS Nguyễn Quang Minh, Trường Đại học Mỏ - Địa chất - *Ủy viên*
8. PGS.TS Phạm Công Khải, Trường Đại học Mỏ - Địa chất - *Ủy viên*
9. PGS.TS Dương Vân Phong, Trường Đại học Mỏ - Địa chất - *Ủy viên*
10. PGS.TS Trần Khánh, Trường Đại học Mỏ - Địa chất - *Ủy viên*
11. GS.TS Võ Chí Mỹ, Hội Trắc địa - Bản đồ - Viễn thám Việt Nam - *Ủy viên*
12. TS. Nguyễn Đại Đồng, Cục Đo đạc, Bản đồ và Thông tin địa lý Việt Nam - *Ủy viên*
13. TS. Nghiêm Văn Tuấn, Cục viễn thám Quốc gia - *Ủy viên*
14. TS. Nguyễn Thị Thanh Hương, Viện khoa học đo đạc và Bản đồ - *Ủy viên*
15. PGS.TS Nguyễn Quang Tuấn, Đại học khoa học Huế - *Ủy viên*
16. TS. Trần Ngọc Đông, Viện khoa học Công nghệ xây dựng - *Ủy viên*

BAN THƯ KÝ

1. TS. Nguyễn Quốc Long, Trường Đại học Mỏ - Địa chất - *Trưởng ban*
2. TS. Đinh Hải Nam, Trường Đại học Mỏ - Địa chất - *Phó Trưởng ban*
3. PGS.TS Nguyễn Văn Trung, Trường Đại học Mỏ - Địa chất - *Ủy viên*
4. TS. Phạm Trung Dũng, Trường Đại học Mỏ - Địa chất - *Ủy viên*
5. ThS. Cao Xuân Cường, Trường Đại học Mỏ - Địa chất - *Ủy viên*
6. ThS. Hoàng Thị Thủy, Trường Đại học Mỏ - Địa chất - *Ủy viên*

BAN BIÊN TẬP

1. TS. Dương Thành Trung, Trường Đại học Mỏ - Địa chất - *Trưởng ban*
2. TS. Phạm Quốc Khánh, Trường Đại học Mỏ - Địa chất - *Phó Trưởng ban*
3. TS. Nguyễn Gia Trọng, Trường Đại học Mỏ - Địa chất - *Ủy viên*
4. TS. Nguyễn Thị Kim Yến, Trường Đại học Mỏ - Địa chất - *Ủy viên*
5. TS. Trần Trung Anh, Trường Đại học Mỏ - Địa chất - *Ủy viên*
6. TS. Phạm Văn Chung, Trường Đại học Mỏ - Địa chất - *Ủy viên*
7. TS. Lưu Anh Tuấn, Trường Đại học Mỏ - Địa chất - *Ủy viên*
8. TS. Đỗ Thị Phương Thảo, Trường Đại học Mỏ - Địa chất - *Ủy viên*

LỜI NÓI ĐẦU

Cách mạng công nghiệp 4.0 đang là xu thế tất yếu và đã hiện hữu trong nhiều lĩnh vực của hoạt động sản xuất và đời sống kinh tế - xã hội. Công nghệ số, chuyển đổi số là những phát triển tất yếu là động lực tăng trưởng của nền kinh tế quốc gia trong đó lĩnh vực Địa không gian. Với mục tiêu chia sẻ cơ hội, phát huy tiềm năng ứng dụng của nghiên cứu khoa học trong đời sống số 4.0, Khoa Trắc địa - Bản đồ và Quản lý đất đai, Trường Đại học Mỏ - Địa chất và một số đơn vị trong nước tổ chức Hội nghị khoa học toàn quốc về Công nghệ Địa không gian trong Khoa học Trái đất và Môi trường (National Conference on Geospatial Technology in the Earth science and Environment - NCGEE 2021). Hội nghị được tổ chức vào ngày 15 tháng 10 năm 2021 tại Trường Đại học Mỏ - Địa chất, Hà Nội.

Hội nghị là diễn đàn để các tổ chức, cá nhân đang hoạt động trong các lĩnh vực liên quan đến Công nghệ Địa không gian cùng nhau thảo luận, trao đổi học thuật và chia sẻ kinh nghiệm về chiến lược, kỹ thuật và khoa học công nghệ, để có những bước phát triển bền vững hiện đại nhất, hiệu quả nhất, đóng góp cho nền khoa học và kinh tế quốc gia. Hội nghị được tổ chức với sự phối hợp hiệu quả của các đơn vị: Hội Trắc địa - Bản đồ và Viễn thám Việt Nam; Cục Đo đạc, Bản đồ và Thông tin địa lý Việt Nam; Cục Bản đồ, Bộ Tổng tham mưu; Cục Viễn thám Quốc gia, Bộ Tài nguyên và Môi trường; Trường Đại học Khoa học, Đại học Huế; Viện Khoa học Đo đạc và Bản đồ, Bộ Tài nguyên và Môi Trường; Trung tâm Tư vấn Trắc địa và Xây dựng, Viện Khoa học Công nghệ Xây dựng, Bộ Xây dựng và một số đơn vị khác.

Hội nghị được tổ chức thành 3 tiểu ban gồm: (1) Xử lý dữ liệu số trong quan trắc công trình, trái đất và môi trường; (2) Công nghệ mới trong viễn thám và địa tin học; (3) Quản lý địa không gian thông minh. Hội nghị đã nhận được trên 100 bài báo khoa học, trong đó 55 bài được lựa chọn đăng trong tuyển tập này. Ban tổ chức tin rằng Tuyển tập các công trình của Hội nghị khoa học toàn quốc về Công nghệ Địa không gian trong Khoa học Trái đất và Môi trường sẽ là một ấn phẩm khoa học có chất lượng, cập nhật tổng thể những tiến bộ gần đây trong lĩnh vực địa không gian.

Cuối cùng, thay mặt Ban tổ chức, tôi chân thành cảm ơn Đảng ủy, Hội đồng trường, Ban Giám hiệu Trường Đại học Mỏ - Địa chất và các đơn vị có liên quan đã tạo mọi điều kiện thuận lợi, góp phần vào thành công của Hội nghị. Đặc biệt, trân trọng cảm ơn các tác giả bài báo, các phản biện, các nhà khoa học và các nhà tài trợ đã có đóng góp quan trọng vì sự thành công chung của Hội nghị.

Thay mặt Ban tổ chức
Trưởng Khoa Trắc địa - Bản đồ và Quản lý đất đai

PGS.TS Lê Đức Tình

MỤC LỤC

TIỂU BAN 1: XỬ LÝ DỮ LIỆU SỐ TRONG QUAN TRẮC CÔNG TRÌNH, TRÁI ĐẤT VÀ MÔI TRƯỜNG 1

BÌNH SAI HỖN HỢP LƯỚI MẶT ĐẤT VÀ GNSS PHỤC VỤ PHÁT TRIỂN HỆ THỐNG TỌA ĐỘ Ở VIỆT NAM 3
Hoàng Ngọc Hà

NGHIÊN CỨU PHƯƠNG PHÁP BÌNH SAI HÀM CÁC ĐẠI LƯỢNG ĐO VÀ ỨNG DỤNG TRONG XỬ LÝ SỐ LIỆU TRẮC ĐỊA CÔNG TRÌNH 17
Trần Khánh, Trần Thùy Linh

ỨNG DỤNG MẠNG LƯỚI TRẠM ĐỊNH VỊ VỆ TINH QUỐC GIA (VNGEONET) TRONG HOẠT ĐỘNG ĐO ĐẠC BẢN ĐỒ, NGHIÊN CỨU KHOA HỌC TRÁI ĐẤT VÀ MỘT SỐ LĨNH VỰC KHÁC TRONG THỜI KỲ CHUYỂN ĐỔI SỐ 25
Nguyễn Viết Quân, Vũ Đức Trung, Thân Văn Nam

NGHIÊN CỨU XỬ LÝ SỐ LIỆU GNSS ỨNG DỤNG TRONG HỆ THỐNG QUAN TRẮC SHM CỦA CẦU DÂY VĂNG 33
Lê Văn Hiến, Lê Đức Tình

NGHIÊN CỨU PHÁT TRIỂN MÁY THU GNSS ĐỘ CHÍNH XÁC CAO ỨNG DỤNG QUAN TRẮC CHUYỂN DỊCH CÔNG TRÌNH THEO THỜI GIAN THỰC 41
Phạm Công Khải

NGHIÊN CỨU SỰ ẢNH HƯỞNG CỦA CÁC TRỊ ĐO MẶT ĐẤT ĐẾN ĐỘ CHÍNH XÁC BÌNH SAI LƯỚI GNSS 55
Nguyễn Đình Huy, Trần Đình Trọng, Lương Ngọc Dũng, Bùi Duy Quỳnh

NGHIÊN CỨU CHẾ TẠO BỘ ĐO BIẾN DẠNG CÔNG TRÌNH CẦU BẰNG THIẾT BỊ CẢM BIẾN VỊ TRÍ 61
Nguyễn Việt Hà, Nguyễn Hồng Ân

KHẢO SÁT ĐỘ CHÍNH XÁC ĐO GNSS CÓ ĐIỀU KIỆN ĐO BỊ CHE CHẮN BỞI CÁC LOẠI TÁN CÂY KHÁC NHAU 69
Nguyễn Gia Trọng, Nguyễn Viết Nghĩa, Đỗ Đình Thiên, Lý Lâm Hà, Phạm Ngọc Quang

THE INTEGRATION OF GLOBAL NAVIGATION SATELLITE SYSTEM KINEMATIC POSITIONING AND INERTIAL MEASUREMENT UNIT FOR HIGHLY DYNAMIC SURVEYING AND MAPPING APPLICATIONS 79
Duong Thanh Trung, Duong Van Tuan, Hoang Anh Tuan

ĐỀ XUẤT QUY TRÌNH QUAN TRẮC CHUYỂN DỊCH CÔNG TRÌNH SỬ DỤNG MÁY QUÉT LASER MẶT ĐẤT 87
Phạm Trung Dũng, Nguyễn Thị Kim Thanh, Trần Thùy Linh, Nguyễn Thị Hà, Nguyễn Thái Bình Dương

GIẢI PHÁP QUAN TRẮC ĐỘ NGHIÊNG CÁC BỒN CHỨA DẦU HÌNH TRỤ ĐỨNG 101
Trần Ngọc Đông

XÁC ĐỊNH HÀM HIỆP PHƯƠNG SAI TRONG TÍNH TOÁN DỊ THƯỜNG ĐỘ CAO TỪ SỐ LIỆU DỊ THƯỜNG TRỌNG LỰC 111
Nguyễn Thành Lê, Nguyễn Văn Sáng, Lê Thị Thanh Tâm

ĐỀ XUẤT MỘT PHƯƠNG PHÁP TÌM ĐIỂM LƯỚI CƠ SỞ KHÔNG ỔN ĐỊNH TRONG QUAN TRẮC CHUYỂN DỊCH CÔNG TRÌNH 119
Phạm Quốc Khánh, Trần Trung Anh, Nguyễn Thị Kim Thanh

GIẢI PHÁP XỬ LÝ SỐ LIỆU ĐO BẰNG MỘT SỐ THIẾT BỊ CẢM BIẾN TRONG QUAN TRẮC CHUYỂN DỊCH NGANG CÔNG TRÌNH 127
Lương Ngọc Dũng, Trần Đình Trọng, Nguyễn Đình Huy, Dương Công Hiếu, Bùi Duy Quỳnh, Vũ Đình Chiều, Hà Thị Hằng

BƯỚC ĐẦU XÁC ĐỊNH CHUYỂN DỊCH CHO MỘT SỐ TRẠM CORS KHU VỰC MIỀN BẮC VIỆT NAM SỬ DỤNG PHẦN MỀM GAMIT/GLOBK 137
Nguyễn Gia Trọng, Lương Thanh Thạch, Nguyễn Hà Thành, Nguyễn Văn Cương, Phạm Ngọc Quang

GIẢI PHÁP KẾT HỢP TRỊ ĐO GNSS/CORS VÀ TOÀN ĐẠC ĐIỆN TỬ TRONG THÀNH LẬP BẢN ĐỒ TỶ LỆ LỚN 147
Hoàng Thị Thủy

XÁC ĐỊNH ẢNH HƯỞNG CỦA ĐỘ CAO MỰC NƯỚC HỒ CHỨA TỚI ĐỘ LÚN TUYẾN ĐẬP CÔNG TRÌNH THỦY ĐIỆN 151
Nguyễn Thị Kim Thanh, Trần Thùy Linh

MỘT SỐ ĐIỂM MỚI TRONG DỰ THẢO TCVN 9400:2021 159
Trần Ngọc Đông

QUAN TRẮC ĐỘ LÚN TRÊN CÁC TUYẾN ĐƯỜNG GIAO THÔNG 167
Ngô Văn Hợi

TIỂU BAN 2: CÔNG NGHỆ MỚI TRONG VIỄN THÁM VÀ ĐỊA TIN HỌC 177

CÔNG NGHỆ ĐỊA KHÔNG GIAN TRONG THAM MƯU VÀ BẢO ĐẢM ĐỊA HÌNH CHO CÁC HOẠT ĐỘNG CỦA QUÂN ĐỘI 179
Hoàng Minh Ngọc

ỨNG DỤNG GIS VÀ VIỄN THÁM THEO DÕI THỜI VỤ TRỒNG LÚA TẠI HUYỆN PHÚ VANG, TỈNH THỪA THIÊN HUẾ 183
Trương Đỗ Minh Phượng, Trịnh Ngân Hà, Nguyễn Văn Tiệp

XỬ LÝ TRANH CHẤP ĐẤT ĐAI DƯỚI SỰ TRỢ GIÚP CỦA ẢNH CHỤP TỪ MÁY BAY KHÔNG NGƯỜI LÁI 189
Trần Trung Anh, Nguyễn Trường Khoa, Trần Trường Sinh

VAI TRÒ CỦA VỆ TINH TRỌNG LỰC GRACE TRONG THEO DÕI BIẾN ĐỘNG TÀI NGUYÊN NƯỚC TẠI KHU VỰC CÓ ĐỊA HÌNH ĐẶC TRƯNG Ở VIỆT NAM 197
Lê Tiến Duy, Lê Đức Tình, Nguyễn Dũng Dương, Lê Thị Liên

TÁI TẠO MÔ HÌNH VÀ KIỂM SOÁT CHẤT LƯỢNG ĐƯỜNG HẦM BẰNG CÔNG 205

NGHỆ QUÉT LASER MẶT ĐẤT
Hoàng Thị Vân, Phạm Như Hách, Nguyễn Minh Hoàng, Lê Đình Hiển

GIẢI PHÁP PPK SỬ DỤNG TRẠM THAM CHIẾU ẢO CHO UAV 215
Lại Đức Trường, Dương Thành Trung, Hoàng Anh Tuấn

NGHIÊN CỨU TÍCH HỢP THIẾT BỊ PPK TEODRONE VỚI MÁY BAY KHÔNG NGƯỜI LÁI TRONG CÔNG TÁC THÀNH LẬP BẢN ĐỒ ĐỊA HÌNH TỶ LỆ LỚN 223
Nguyễn Việt Hà, Dương Anh Toàn, Nguyễn Hà

MỐI QUAN HỆ GIỮA HIỆN TƯỢNG ĐẢO NHIỆT ĐÔ THỊ VÀ MẬT ĐỘ DÂN SỐ CÁC QUẬN VÀ HUYỆN Ở THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH LẤY TỪ DỮ LIỆU ẢNH VỆ TINH HỒNG NGOẠI NHIỆT 231
Nguyễn Văn Trung, Phạm Văn Tùng, Nguyễn Thanh Bình, Phạm Ngọc Quân, Phan Văn Khoái, Đỗ Thanh Phong, Nguyễn Thanh Tuấn, Huỳnh Tấn Phước, Nguyễn Thị Thùy Linh

ỨNG DỤNG LANDSAT 8 VÀ GIS TRONG PHÂN TÍCH HIỆN TƯỢNG ĐẢO NHIỆT ĐÔ THỊ 241
Hà Thị Hằng, Khúc Thành Đông, Nguyễn Thu Huyền

XÂY DỰNG HỆ THỐNG THÔNG MINH QUẢN LÝ CHỦ ĐỘNG NỒNG ĐỘ KHÍ PHÁT THẢI TRONG KHÔNG KHÍ TẠI CÁC VÙNG CÔNG NGHIỆP 249
Lều Huy Nam, Lều Huy Đức

XÁC ĐỊNH DIỆN TÍCH NGẬP LỤT MIỀN TRUNG NĂM 2020 VÀ ĐÁNH GIÁ ẢNH HƯỞNG ĐẾN LỚP PHỦ/SỬ DỤNG ĐẤT DỰA TRÊN NỀN TẢNG GOOGLE EARTH ENGINE 259
Trần Vân Anh, Trần Hồng Hạnh, Lê Thanh Nghị

XÁC ĐỊNH DẤU HIỆU KHAI THÁC KHOÁNG SẢN TẠI TỈNH YÊN BÁI TỪ ẢNH VỆ TINH SENTINEL-2 271
Lê Minh Huệ, Vũ Thị Thanh Hiên, Nguyễn Thị Phương Bắc, Trần Trường Giang, Đỗ Thị Phương Thảo, Trịnh Thị Thư

CÔNG TÁC TÍNH CHUYỂN TỌA ĐỘ TRONG CÔNG NGHỆ MÁY BAY KHÔNG NGƯỜI LÁI CÓ ĐỊNH VỊ TÂM CHỤP CHÍNH XÁC 281
Trần Trung Anh, Quách Mạnh Tuấn, Nguyễn Trung Hiếu, Đặng Thanh Tài

NGHIÊN CỨU ỨNG DỤNG GIS VÀ NGÔN NGỮ LẬP TRÌNH PYTHON TRONG XÂY DỰNG BẢN ĐỒ DU LỊCH TRỰC TUYẾN QUẬN HOÀN KIẾM - HÀ NỘI 291
Hà Trung Khiên, Hà Thị Hằng, Vũ Thái Hà

TIỀM NĂNG ỨNG DỤNG CÔNG NGHỆ ĐIỆN TOÁN ĐÁM MÂY GOOGLE EARTH ENGINE ĐỂ ĐÁNH GIÁ TÌNH TRẠNG HẠN HÁN TỪ DỮ LIỆU ẢNH VIỄN THÁM, THỬ NGHIỆM TẠI TỈNH BÌNH ĐỊNH 299
Phạm Thị Thanh Hòa, Nguyễn Minh Hải

KẾT HỢP ƯU ĐIỂM CỦA ẢNH VIỄN THÁM SIÊU CAO TẦN VÀ ẢNH QUANG HỌC TRONG THÀNH LẬP BẢN ĐỒ THỰC PHỦ/SỬ DỤNG ĐẤT 311
Trần Hồng Hạnh, Trần Vân Anh, Lê Thanh Nghị, Nguyễn Hữu Trung, Võ Thanh Bình, Nguyễn Minh Thuân

ỨNG DỤNG CÔNG NGHỆ ĐỊA TIN HỌC NGHIÊN CỨU TÁC ĐỘNG CỦA HOẠT ĐỘNG KHAI THÁC THAN ĐẾN LỚP PHỦ BỀ MẶT KHU VỰC THÀNH PHỐ CẨM PHẢ, TỈNH QUẢNG NINH 319
Lê Thị Thu Hà, Nguyễn Văn Trung, Phan Văn Khoái, Nguyễn Giang Thọ, Nguyễn Ngọc Khoa, Nguyễn Đăng Phương, Võ Thị Tuyết, Nguyễn Hữu Trung

NGHIÊN CỨU KHẢ NĂNG THÀNH LẬP BẢN ĐỒ TỶ LỆ LỚN TỪ ẢNH CHỤP BẰNG THIẾT BỊ BAY KHÔNG NGƯỜI LÁI (UAV) CÓ XÁC ĐỊNH TỌA ĐỘ TÂM ẢNH 333
Phạm Xuân Hoàn, Lê Thị Kim Dung

TIỂU BAN 3: QUẢN LÝ ĐỊA KHÔNG GIAN THÔNG MINH 343

CÔNG TÁC ĐÀO TẠO NGUỒN NHÂN LỰC VỚI SỰ PHÁT TRIỂN NGÀNH ĐO ĐẠC VÀ BẢN ĐỒ VIỆT NAM 345
Hoàng Ngọc Lâm

ỨNG DỤNG GIS THÀNH LẬP BẢN ĐỒ NGẬP LỤT THỰC TẾ CHO THÀNH PHỐ ĐỒNG HỚI, HUYỆN QUẢNG NINH VÀ LỆ THỦY TỈNH QUẢNG BÌNH TRONG ĐỢT LŨ LỊCH SỬ THÁNG 10/2020 349
Lại Tuấn Anh, Trần Thanh Tùng, Lê Hải Trung, Nguyễn Quang Lương

CÔNG TÁC QUẢN LÝ ĐẤT ĐAI NHỮNG YÊU CẦU TRONG THỜI KỲ CÔNG NGHIỆP HÓA, HIỆN ĐẠI HÓA ĐẤT NƯỚC 359
Nguyễn Thị Dung, Trần Xuân Miễn, Phạm Thị Kim Thoa

NGHIÊN CỨU KHẢ NĂNG XÂY DỰNG HỆ THỐNG THÔNG TIN GIS TRONG QUẢN LÝ NGẬP LỤT, TRƯỜNG HỢP NGHIÊN CỨU CHO KHU VỰC LÕI THÀNH PHỐ CẦN THƠ 371
Trương Xuân Quang, Dương Anh Quân, Trương Vân Anh, Nguyễn Ngọc Hoan, Đỗ Đức Vinh, Phạm Thị Thanh Thủy, Đỗ Thị Thu Nga, Đặng Thị Khánh Linh, Trần Thị Hương

XÂY DỰNG CƠ SỞ DỮ LIỆU MÔI TRƯỜNG TRÊN NỀN WEBGIS: ỨNG DỤNG TẠI TỈNH BÀ RỊA - VŨNG TÀU 379
Trần Thanh Hà, Trần Thị Ngọc, Đoàn Thị Nam Phương, Đặng Xuân Trường, Hoàng Văn Thái, Trần Thị Chiến, Đinh Duy Kháng, Huỳnh Quốc Hùng

ỨNG DỤNG GIS ĐỂ XÂY DỰNG CƠ SỞ DỮ LIỆU DU LỊCH VÀ QUẢNG BÁ DU LỊCH ĐÔ THỊ DI SẢN THÀNH PHỐ HUẾ 387
Nguyễn Bích Ngọc, Trần Thị Phượng, Nguyễn Hoàng Khánh Linh

XÁC ĐỊNH NHIỆT ĐỘ BỀ MẶT ĐẤT ĐÔ THỊ VÀ MỐI TƯƠNG QUAN CỦA NÓ VỚI CÁC CHỈ SỐ BỀ MẶT XÂY DỰNG (NDBI) VÀ CHỈ SỐ THỰC VẬT (NDVI) TRÊN CƠ SỞ SỬ DỤNG VỆ TINH LANDSAT 8 TẠI TỈNH HÀ NAM GIAI ĐOẠN 2017-2020 393
Lê Văn Ninh, Nguyễn Văn Thái, Nguyễn Thành Đô, Nguyễn Văn Dũng, Phạm Văn Giang, Nguyễn Thanh Hùng, Lại Tuấn Hiệp, Nguyễn Quốc Khuể, Hà Văn Thạch, Đỗ Đình Thắng, Nguyễn Văn Thanh, Bùi Thị Huyền Trang, Nguyễn Anh Tuấn, Phạm Văn Sơn, Trần Thanh Hà

ỨNG DỤNG MÔ HÌNH ĐỊA CƠ NGHIÊN CỨU QUY LUẬT DỊCH CHUYỂN BIẾN DẠNG ĐỊA TẦNG ĐẤT ĐÁ VÀ BỀ MẶT ĐẤT DO ẢNH HƯỞNG KHAI THÁC LÒ CHỢ VỈA V7 MỎ THAN NAM MẪU QUẢNG NINH 399
Phạm Văn Chung, Vương Trọng Kha, Nguyễn Việt Hùng, Nguyễn Tiến Dũng, Huỳnh Trung Hiếu, Ngô Thành Trung, Đặng Anh Tuấn

LANDSLIDE SUSCEPTIBILITY ASSESSMENT USING FREQUENCY RATIO: A CASE STUDY IN SON LA PROVINCE 409
Lai Tuan Anh, Quang Thanh Bui

NATURAL DISASTER RISK EXPOSURE MAPPING BY USING GIS - A CASE STUDY IN THE CORE CITY OF CAN THO 423
Tran Thi Mai Anh, Duong Anh Quan, Le Thi Nga, Nguyen Thanh Binh, Truong Xuan Quang, Truong Van Anh, Pham Van Hiep, Vu Thuy Duong, Hoang Van Huong

ỨNG DỤNG VIỄN THÁM PHÁT HIỆN VÀ PHÂN TÍCH THAY ĐỔI DIỆN TÍCH SỬ DỤNG ĐẤT/LỚP PHỦ ĐẤT TỈNH HÀ NAM GIAI ĐOẠN 2000-2020 431
Nguyễn Văn Thái, Lê Văn Ninh, Nguyễn Thành Đô, Nguyễn Văn Dũng, Phạm Văn Giang, Nguyễn Thanh Hùng, Lại Tuấn Hiệp, Nguyễn Quốc Khuể, Hà Văn Thạch, Đỗ Đình Thắng, Nguyễn Văn Thanh, Bùi Thị Huyền Trang, Nguyễn Anh Tuấn, Phạm Văn Sơn, Trần Thanh Hà

XU THẾ PHÂN BỐ NHIỆT ĐỘ NƯỚC BIỂN TẦNG MẶT VÙNG BIỂN ĐÔNG TỪ DỮ LIỆU VIỄN THÁM 437
Nguyễn Ngọc Tuấn, Đỗ Phương Thảo, Ninh Thị Kim Anh, Trần Thị Hương

NGHIÊN CỨU ỨNG DỤNG TỔNG HỢP CÁC PHƯƠNG PHÁP ĐỊA KỸ THUẬT TRONG ĐÁNH GIÁ NGUY CƠ SẠT LỞ KHU VỰC NÚI VƯỜN GIÃ, XÃ TRƯỜNG YÊN, HUYỆN HOA LƯ, TỈNH NINH BÌNH 447
Lê Văn Cảnh, Cao Xuân Cường, Kiều Duy Thông, Phan Văn Bình, Nguyễn Quốc Long

TIỀM NĂNG VÀ ĐỊNH HƯỚNG PHÁT TRIỂN DU LỊCH SINH THÁI TÂM LINH GIAI ĐOẠN 2020-2030 TẠI HUYỆN GIA BÌNH, TỈNH BẮC NINH 457
Trần Xuân Miễn, Nguyễn Thị Huyền Trang, Đặng Thị Hoàng Nga

ỨNG DỤNG VIỄN THÁM VÀ GIS TRONG XÂY DỰNG CÁC BẢN ĐỒ THÀNH PHẦN HỖ TRỢ XÁC ĐỊNH NGUY CƠ BỆNH SỐT RÉT 467
Nguyễn Danh Đức, Lương Trung Hậu, Phạm Văn Hiệp

XÂY DỰNG CƠ SỞ DỮ LIỆU ĐỊA CHÍNH PHỤC VỤ CÔNG TÁC QUẢN LÝ ĐẤT ĐAI TRÊN ĐỊA BÀN XÃ NGA MỸ HUYỆN PHÚ BÌNH (THÁI NGUYÊN) 477
Đỗ Thị Phương Thảo, Hoàng Xuân Nghiêm, Lương Trung Hậu, Nguyễn Trung Thành

XÂY DỰNG QUY TRÌNH TỰ ĐỘNG THÀNH LẬP MÔ HÌNH 3D TỪ DỮ LIỆU CỦA HỆ THỐNG CHỤP ẢNH & QUÉT LIDAR HÀNG KHÔNG 487
Lê Đình Hiển, Bùi Ngọc Quý, Hoàng Thị Vân, Nguyễn Minh Hoàng, Phạm Như Hách

THE GROUND BEHAVIOR MAP FOR CONSTRUCTION: A CASE STUDY IN THUA THIEN HUE PROVINCE, VIETNAM 497
Do Quang Thien, Nguyen Quang Tuan, DoThi Viet Huong, Tran Thanh Nhan, Nhan Nguyen Thi Thanh, Hoang Ngo Tu Do, Bui Thi Thu

ỨNG DỤNG MẠNG NƠ-RON HOPFIELD NHẰM TĂNG ĐỘ PHÂN GIẢI KHÔNG GIAN VÀ ĐỘ CHÍNH XÁC CỦA MÔ HÌNH SỐ ĐỘ CAO DẠNG GRID 509
Nguyễn Thị Thu Hương, Nguyễn Quang Minh

ĐÁNH GIÁ ĐỘ CHÍNH XÁC KẾT QUẢ PHÂN LOẠI ẢNH VỆ TINH QUANG HỌC KHU VỰC CÓ LỚP PHỦ HỖN HỢP ỨNG DỤNG THUẬT TOÁN HỌC MÁY RANDOM FOREST 519
Phạm Minh Hải, Nguyễn Thị Ngọc Hồi, Hoàng Thị Thu Hà, Trần Hoàng Minh

ỨNG DỤNG PHƯƠNG PHÁP ROBUST TRONG BÌNH SAI VÀ PHÂN TÍCH LƯỚI THỦY CHUẨN PHỤC VỤ CÔNG TÁC HIỆN ĐẠI HÓA HỆ THỐNG ĐỘ CAO Ở VIỆT NAM 527
Lưu Anh Tuấn, Hoàng Ngọc Hà

TIỂU BAN 1

XỬ LÝ DỮ LIỆU SỐ TRONG QUAN TRẮC CÔNG TRÌNH, TRÁI ĐẤT VÀ MÔI TRƯỜNG

ĐỀ XUẤT QUY TRÌNH QUAN TRẮC CHUYỂN DỊCH CÔNG TRÌNH SỬ DỤNG MÁY QUÉT LASER MẶT ĐẤT

Phạm Trung Dũng[1], Nguyễn Thị Kim Thanh[1], Trần Thùy Linh[1], Nguyễn Thị Hà[1], Nguyễn Thái Bình Dương[2]

[1]Trường Đại học Mỏ - Địa chất

[2]Bộ Tài nguyên và Môi trường

Tác giả liên hệ: phamtrungdung@humg.edu.vn

Tóm tắt: Quan trắc chuyển dịch công trình bằng thiết bị quét laser mặt đất (TLS) là một hướng đi mới, phù hợp với xu hướng phát triển trong lĩnh vực trắc địa công trình ở Việt nam. Tuy nhiên, hiện nay thiếu quy trình quan trắc chuyển dịch bằng thiết bị TLS là một khó khăn để có thể ứng dụng thiết bị này trong thực tế sản xuất trắc địa ở nước ta. Bài báo đề xuất quy trình quan trắc chuyển dịch bằng thiết bị TLS với quy trình ba bước như sau: (1) lập kế hoạch đo, (2) thu thập và xử lý số liệu, và (3) tính toán tham số chuyển dịch giữa hai đám mây điểm. Để đánh giá sự phù hợp của quy trình đề xuất nêu trên, thực nghiệm đã tiến hành mô phỏng sự chuyển dịch của nhà cao tầng thông qua tấm bảng vuông có kích thước 60x60 cm được đặt trên nhà cao tầng. Tiến hành dịch chuyển tấm bảng theo các giá trị xác định trước theo các lần đo. Sử dụng máy quét Faro Focus^{3D} X130 để thu thập dữ liệu và phần mềm Cloudcompare được sử dụng để phân tích sự chuyển dịch của đám mây điểm theo phương pháp Cloud-to-Cloud. Toàn bộ quá trình phân tích được tiến hành theo ba bước theo quy trình đề xuất. Kết quả phân tích chỉ ra rằng, mức độ chênh lệch giữa chuyển dịch từ đám mây điểm và giá trị chuyển dịch thực rất nhỏ (<±1 mm) trong toàn bộ 12 lần thực nghiệm. Do đó, có thể khẳng định rằng quy trình quan trắc chuyển dịch công trình bằng TLS được đề xuất là phù hợp và có thể sử dụng trong công tác quan trắc chuyển dịch công trình ở Việt nam.

Từ khóa: Quan trắc chuyển dịch công trình, máy quét laser mặt đất, phương pháp Cloud-to-Cloud, Cloudcompare.

1. Giới thiệu

Quan trắc biến dạng công trình bằng phương pháp trắc địa là sử dụng các thiết bị trắc địa để quan trắc công trình giữa các chu kỳ khác nhau và xác định sự thay đổi của công trình dựa trên số liệu thu nhận được. Thông thường, dữ liệu thu nhận được xác định trên một hệ tọa độ bao gồm cả các điểm ổn định và đối tượng chuyển dịch hoặc biến dạng. Hệ thống các điểm ổn định có vai trò như các điểm gốc để so sánh sự thay đổi, chuyển dịch của đối tượng cần quan trắc. So với sự chuyển dịch và biến dạng được xác định thông qua các điểm riêng lẻ trong phương pháp định vị vệ tinh hoặc các phương pháp trắc địa truyền thống khác như thủy chuẩn, toàn đạc điện tử… TLS có nhiều ưu điểm vượt trội. Bởi vì quan trắc bằng thiết bị TLS cho phép

phát hiện biến dạng hoặc chuyển dịch của công trình theo bề mặt [1]. Tuy nhiên quy trình phân tích dữ liệu đám mây điểm để xác định tham số chuyển dịch của công trình vẫn là vấn đề khó khăn nhất khi áp dụng công nghệ này.

Cho đến nay tồn tại hai phương pháp để phân tích chuyển dịch của đối tượng quan trắc bao gồm: (1) xác định trực tiếp tọa độ của đám mây điểm trong hệ tọa độ trắc địa dựa trên các điểm khống chế; (2) xác định một hệ tọa độ chung cho tất cả các chu kỳ quan trắc. Phương pháp thứ nhất đòi hỏi phải có mạng lưới khống chế được thành lập bằng các phương pháp trắc địa khác như GNSS, toàn đạc điện tử... Các điểm khống chế (Groud Control Point GCP) được sử dụng để thiết lập hệ tọa độ của đám mây điểm theo phương pháp tham chiếu địa lý (georeferencing) ở từng chu kỳ đo [2]. Ưu điểm của phương pháp này là cho phép xác định chuyển dịch tuyệt đối của đối của công trình. Tuy nhiên sai số của điểm khống chế ảnh hưởng trực tiếp đến độ chính xác của đám mây điểm thu được bởi TLS là nhược điểm chính của phương pháp. Phương pháp thứ hai sử dụng công cụ định hướng chùm tia (alignment) dựa trên các điểm tiêu đo. Các điểm này không cần xác định tọa độ mà chỉ cần nằm trong vùng chồng phủ giữa hai đám mây điểm của hai trạm quét liên tiếp. Hệ tọa độ thiết lập cho các chu kỳ quét là hệ độc lậ nên không cần sử dụng các điểm khống chế [3, 4]. Ưu điểm của phương pháp này là không cần phải xây dựng mạng lưới khống chế tọa độ và độ cao cũng như tránh được sai số của các điểm khống chế. Tuy nhiên, phương pháp chỉ cho phép xác định được chuyển dịch tương đối của công trình. Phương pháp này phù hợp để quan trắc chuyển dịch nghiêng của các công trình có chiều cao lớn như nhà cao, tòa tháp, tháp truyền hình, cột ống khói… và áp dụng trong nghiên cứu này.

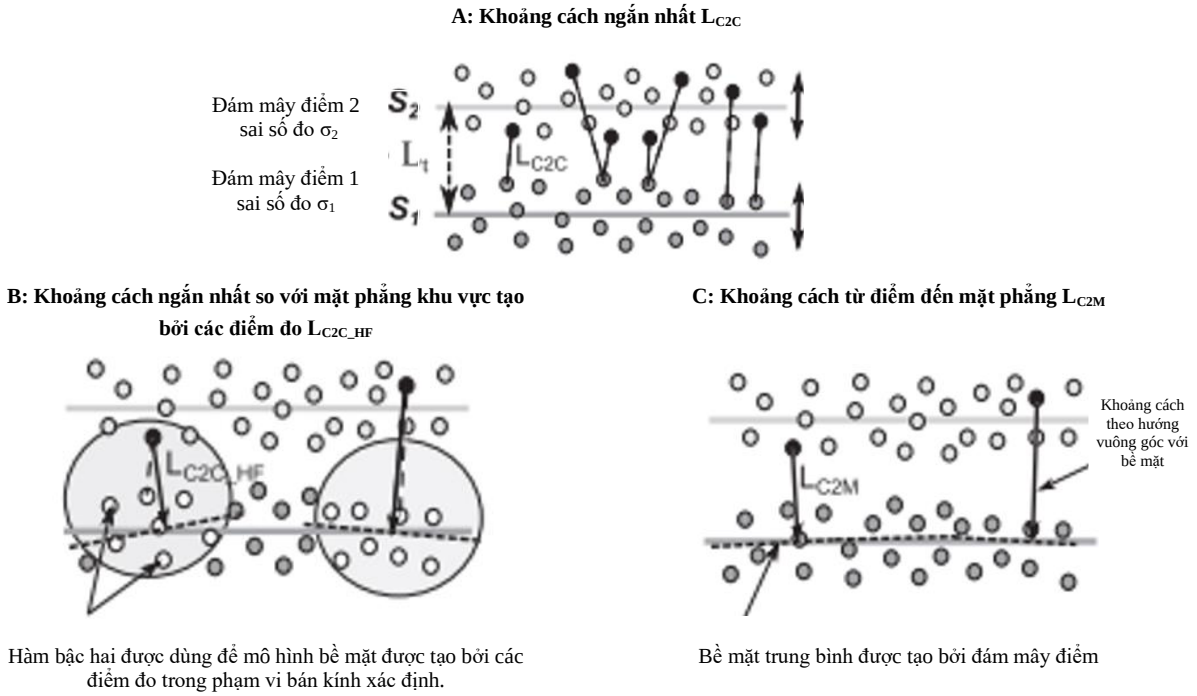
Nghiên cứu TLS để quan trắc chuyển dịch biến dạng công trình đã bắt đầu từ khoảng hơn 15 năm nay. Công trình nghiên cứu đầu tiên về vấn đề này có thể tìm trong [5]. Trong nghiên cứu này các tác giả đã sử dụng TLS để quan trắc cửa ngăn nước của đê chắn sóng. Kết quả chỉ ra rằng, TLS đảm bảo độ chính xác và phù hợp cho mục tiêu quan trắc này. Ứng dụng trong quan trắc cầu vượt sông, Ziolkowski, Szulwic [6] đã sử dụng để xác định độ võng của cầu trong trường hợp có tải trọng. Nghiên cứu đã chỉ ra rằng, TLS xác định với độ chính xác mức mm và hoàn toàn có thể sử dụng trong quan trắc cầu. Đối với đập thủy điện, González-Aguilera, Gómez-Lahoz [7] đã áp dụng TLS để quan trắc một đập thủy điện lớn. Tác giả đã tạo ra biến dạng trên thân đập và so sánh nó với dữ liệu thu được từ TLS. Kết quả xác định từ đám mây điểm phù hợp với biến dạng tạo ra, vì thế TLS phù hợp với yêu cầu độ chính xác trong quan trắc biến dạng đập. Quan trắc độ thẳng đứng của tháp truyền hình, Schneider [8] đã sử dụng TLS để quét bề mặt bên ngoài của đài tháp để tính ra tâm của cột tháp. Từ dữ liệu thu được ở nhiều mức độ cao khác nhau của tháp cho phép đánh giá được độ thẳng đứng của tháp. Ngoài ra còn có các đánh giá khác về TLS trong quan trắc đường hầm [9], quan trắc các đối tượng địa kỹ thuật [10], và các công trình khác [11-13]. Tuy nhiên, cho đến nay chưa có quy định chung về quy trình thu thập và xử lý dữ liệu của TLS trong quan trắc biến dạng và chuyển dịch công trình. Tại Việt nam, còn thiếu nghiên cứu một cách có hệ thống về thiết bị TLS, đặc biệt là chưa

có tiêu chuẩn và quy trình quy định về sử dụng thiết bị TLS trong trắc địa công trình nói chung cũng như trong quan trắc chuyển dịch công trình nhà cao tầng nói riêng. Do đo, bài báo này đề xuất quy trình cho quan trắc chuyển dịch nhà cao tầng sử dụng thiết bị TLS.

Cấu trúc của bài báo được trình bày như sau. Mục 2 trình bày một số phương pháp tiêu biểu để tính khoảng cách giữa hai đám mây điểm. Quy trình thu thập và xử lý dữ liệu cho phân tích chuyển dịch được trình bày trong mục 3. Mục 4 là ví dụ về cách phân tích chuyển dịch ngang công trình và kết quả đánh giá. Cuối cùng là kết luận được trình bày trong mục 5 của bài báo.

2. Phương pháp phân tích chuyển dịch công trình dựa trên đám mây điểm

Xác định chuyển dịch công trình bằng công nghệ TLS là xác định sự thay đổi vị trí của hai đám mấy điểm của cùng một đối tượng quan trắc tại hai chu kỳ đo tương ứng. Do đó, chìa khóa của quy trình xác định sự chuyển dịch công trình là phương pháp so sánh hai đám mây điểm. Hai phương pháp cơ bản cho phép so sánh sự thay đổi của đám mây điểm là kiểm định thống kê và tính khoảng cách. Phương pháp thứ nhất cho phép xác định có hay không sự thay đổi giữa hai đám mây điểm [10]. Nói cách khác sự thay đổi của đám mây điểm chính là sự chuyển dịch của công trình. Tuy nhiên, phương pháp này không cho phép xác định được mức độ thay đổi giữa hai đám mây điểm. Phương pháp thứ hai sử dụng để so sánh hai đám mây điểm bằng cách xác định khoảng cách giữa hai đám mây điểm và được sử dụng trong bài báo này. Khoảng cách giữa hai đám mây điểm có thể tính theo các phương pháp như: Cloud-to-Cloud (C2C), Cloud-to-Mesh (C2M) và Multiscale Model-to-Model Cloud Compare (M3C2) [14].



Hình 1: Các phương pháp tính khoảng cách giữa hai đám mây điểm [14]. Tính khoảng cách ngắn nhất (A-trái); tính khoảng cách ngắn nhất với một bề mặt khu vực của một số điểm của đám mây điểm (B-giữa); và khoảng cách từ điểm tới bề mặt của toàn bộ đám mây điểm (C-phải).

Giả sử có hai đám mây điểm (Point cloud-PC) PC_1 và PC_2 có độ lệch chuẩn tương ứng là σ_1 và σ_2. Giả thiết rằng S_1 là bề mặt gốc được thay thế bởi bề mặt chuẩn S_1 tương ứng với nó là khoảng cách chuẩn L_t. Khoảng cách sau đó được tính cho mỗi điểm của bề mặt so sánh S_2. Ba phương pháp tính khoảng cách giữa hai đám mây điểm có thể được tóm tắt như sau:

(A) Tính khoảng cách ngắn nhất: Tính khoảng cách Cloud-to-Cloud L_{C2C} dựa trên điểm gần nhất. Nếu L_t là khoảng cách thực của hai đám mây điểm thì khoảng cách ngắn nhất L_{C2C} được tính sẽ phụ thuộc vào mức độ thô ráp và mật độ điểm của hai đám mây điểm PC_1 và PC_2.

(B) Khoảng cách nhỏ nhất tính theo bề mặt cục bộ L_{C2C_HF}: Nội dung của phương pháp này là một bề mặt (thường là mặt phẳng) được tạo ra bởi các điểm gần nhất trong phạm vi bán kính được chọn trước của đám mây điểm PC_1. Khoảng cách tính sẽ là khoảng cách từ một điểm trên đám mây điểm so sánh PC_2 đến bề mặt xác định này. Phương pháp này cho phép xác định khoảng cách chính xác hơn so với phương pháp (A), tuy nhiên độ chính xác của phương pháp còn phụ thuộc vào độ chính xác của đám mây điểm PC_2 (σ_2).

(C) Khoảng cách Cloud-to-Mesh (C2M) L_{C2M}. Gọi S_1 là mặt phẳng chuẩn của đám mây điểm gốc PC_1, thì khoảng cách giữa các điểm trên đám mây điểm so sánh PC_2 được tính theo bề mặt chuẩn S_1. Nếu bề mặt chuẩn này là bề mặt trung bình được xác định từ đám mây điểm, thì $L_{C2M} = L_t \pm \sigma_2$.

Thuật toán Cloud-to-Cloud (C2C) trong phần mềm Cloudcompare (CC) được sử dụng theo cách thứ 2 (B). So với cách thứ 3 (C2M) thì C2C được tính toán nhanh chóng hơn. Không mất thời gian tạo bề mặt cho đám mây điểm. Phương pháp C2M cũng là phương pháp tính phổ biến và được sử dụng trong phần mềm CC [15]. Tuy nhiên phương pháp này kém chính xác nếu bề mặt đối tượng quét không phẳng hoặc khi dữ liệu đo bị thiếu. Ngoài ra, M3C2 cũng không cần tạo bề mặt và tính toán tốt cho những bề mặt đối tượng không bằng phẳng. Tuy nhiên, phương pháp M3C2 cần phải tạo một tập hợp các điểm lõi (core-point), và các thủ tục tính toán tương đối phức tạp và không trình bày trong bài báo này.

3. Quy trình quan trắc chuyển dịch công trình sử dụng dữ liệu quét TLS

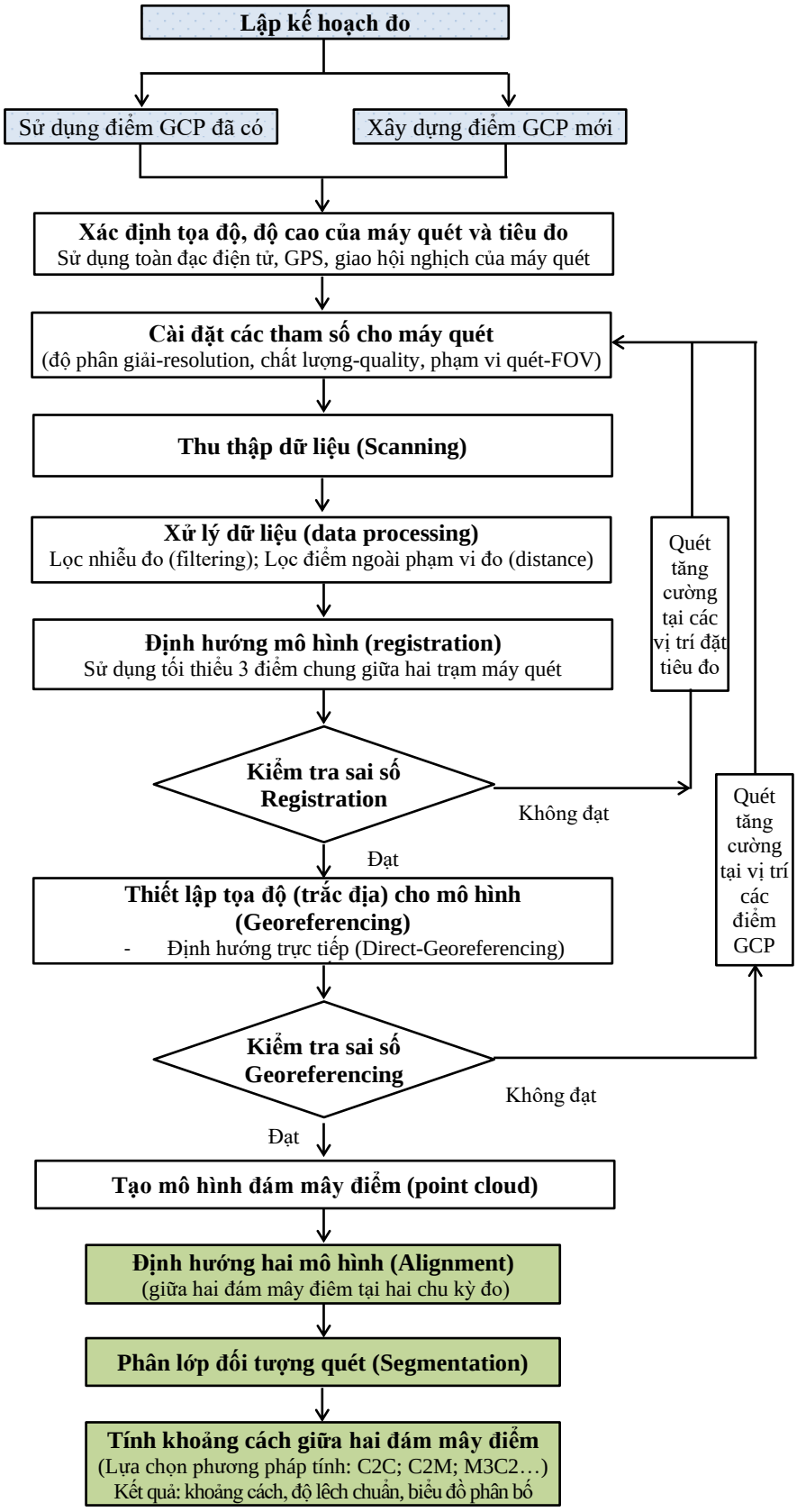
Quy trình cơ bản về thu thập dữ liệu của TLS có thể tìm trong nghiên cứu của Reshetyuk [16] và Mat Zam, Fuad [17]. Đối với phân tích biến dạng, Mukupa, Roberts [18] đề xuất quy trình cho phép tính toán sự thay đổi của hai đám mây điểm. Trong bài báo này, dựa trên các quy trình đã tồn tại và những hiểu biết tốt nhất của tác giả ở thời điểm hiện tại, tác giả đề quy trình quan trắc chuyển dịch bằng TLS theo ba giai đoạn chính bao gồm:

(1) Lập kế hoạch đo: Các tài liệu cần thu thập là bản đồ hiện trạng (nếu có), các mốc tọa độ và độ cao hiện tồn tại trong khu đo. Người đo dựa vào bản đồ hiện trạng kết hợp với khảo sát thực địa để thiết kế vị trí đặt máy quét và tiêu đo hợp lý. Trường hợp không có bản đồ hiện trạng có thể sử dụng máy quét để quét sơ bộ toàn bộ khu đo với độ phân giải thấp phục vụ cho việc thiết kế đo. Trường hợp thiếu điểm khống chế hoặc điểm khống chế không đảm bảo độ chính xác, tiến hành xây dựng mạng lưới khống chế tọa độ và độ cao bao quanh khu đo. Các điểm lưới khống chế cần chọn ở những vị trí ổn định nhưng không quá xa khu vực đo để thuận tiện cho việc đo đạc sau này. Các điểm khống chế có vai trò là những điểm cơ sở để so sánh sự

chuyển dịch của đối tượng đo. Trong trường hợp không thể chọn điểm lưới khống chế ở gần đối tượng đo, hoặc đối tượng đo có phạm vi lớn cần phát triển thêm các điểm công tác bằng máy toàn đạc điện tử, GPS hoặc chức năng giao hội nghịch của máy quét (ví dụ: máy Topcon GLS-2000).

(2) Thu thập và xử lý dữ liệu đo: Khâu then chốt của công nghệ TLS là thu thập và xử lý dữ liệu đám mây điểm. Để dữ liệu đo đảm bảo độ chính xác cần thiết cho công tác quan trắc chuyển dịch công trình thì việc cài đặt các tham số của máy quét là cần thiết và quan trọng. Có nhiều tham số khác nhau cần được cài đặt phù hợp trước khi quét. Tuy nhiên, các tham số như độ phân giải (resolution), chất lượng đo (quality), và trường ngắm theo phương đứng và phương ngang (field of view-FOV) là những tham số quan trọng nhất có ảnh hưởng trực tiếp đến cả độ chính xác và thời gian đo. Dữ liệu đám mây điểm cần được lọc bỏ nhiễu bởi các phép lọc (filtering) và hạn chế các điểm đo của các đối tượng không mong muốn khác. Bởi vì tọa độ của đám mây điểm được xác định trong hệ tọa độ riêng của máy quét nên công tác định hướng mô hình (registration) là bước tiếp theo cần thực hiện. Mục đích của định hướng mô hình là thiết lập một hệ tọa độ chung cho tất cả các đám mây điểm thu được từ các trạm quét khác nhau. Công tác định hướng mô hình có thể thực hiện thủ công dựa trên các điểm chung trong vùng chồng phủ của hai đám mây điểm (ví dụ: bằng ngắm hoặc tiêu cầu). Ngoài ra, công tác định hướng mô hình có thể thực hiện hoàn toàn tự động trong trường hợp số lượng điểm đo trong vùng chồng phủ đủ lớn (khoảng 25-30% trở lên). Đám mây điểm sau khi định hướng mô hình được xác định trong hệ tọa độ trắc địa dựa trên các điểm khống chế (georeferencing).

(3) Tính toán tham số chuyển dịch giữa hai đám mây điểm: Hai đám mây điểm tương ứng với hai chu kỳ quan trắc được so sánh bởi phần mềm (ví dụ Cloudcompare). Định hướng chùm tia (alignment) để xác định ma trận xoay giữa hai đám mây điểm. Tuy nhiên, khác với registration, thủ tục alignment cần trải qua hai bước là định hướng sơ bộ và định hướng chính xác. Để phân tích chuyển dịch biến dạng các phần đặc trưng của công trình, mà từng phần công trình có thể được phân chia theo thủ tục segmentation. Thủ tục segmentation được thực hiện dựa trên nguyên tắc các điểm đo có cùng đặc điểm (ví dụ: theo màu sắc, tính chất vật liệu). Công việc này hữu ích trong trường hợp đối tượng quan trắc phức tạp hoặc có nhiều phần thay đổi hoặc chuyển dịch do các nguyên nhân khác nhau mà không phải do sự chuyển dịch của công trình. Ví dụ, công trình quan trắc là nhà cao tầng, các thiết bị được lắp đặt thêm ở phần bên ngoài của tòa nhà ở các chu kỳ đo khác nhau. Cuối cùng, việc so sánh hai đám mây điểm được thực hiện đối với các phần mong muốn của công trình sử dụng một trong các phương pháp ước lượng khoảng cách C2C, C2M, M3C2…. Kết quả của việc so sánh là khoảng cách trung bình, độ lệch chuẩn và biểu đồ thể hiện mức độ phân bố của các giá trị độ lệch.



Hình 2: Sơ đồ quy trình quan trắc chuyển dịch bằng TLS

4. Thực nghiệm và kết quả

4.1. Thực nghiệm

Thực nghiệm được tiến hành tại tòa nhà cao tầng khu A Trường Đại học Mỏ - Địa chất. Để mô phỏng chuyển dịch của tòa nhà, một tấm bảng có kích thước 60x60 cm (Hình 3) được di chuyển những lượng khác nhau và được đặt trên các tầng của tòa nhà cao tầng (xem Bảng 1). Sử dụng máy quét Faro Focus^{3D} X130 để quét và phát hiện sự chuyển dịch của tấm bảng. Trong thực nghiệm này, tấm bảng được quét ba lần tương ứng với ba chu kỳ đo. Tại mỗi chu kỳ đo, tấm bảng được di chuyển một lượng 10 mm. Sự chuyển dịch của tấm bảng được xác định thông qua một thước thép được cố định trên ray trượt nên giá trị chuyển dịch được coi là giá trị chuyển dịch thực. Mục tiêu của thực nghiệm là phân tích sự chuyển dịch ngang tấm bảng sử dụng dữ liệu quét. Thực nghiệm này được tiến hành với giả thiết công trình chỉ chuyển dịch tương đối giữa chân công trình so với các phần cao hơn của công trình. Giả thiết này là phù hợp với thực tế quan trắc chuyển dịch ngang đối với công trình nhà cao tầng và các công trình dạng tháp (ví dụ: cột phát sóng truyền hình, ống khói...). Áp dụng quy trình nêu trên để phân tích chuyển dịch của tấm bảng đo theo các bước sau:

a. Lập kế hoạch đo

Thiết kế vị trí đặt máy quét và tiêu đo để thuận lợi và bảo đảm độ chính xác và bảo đảm đồ hình hình học giữa máy quét và đối tượng quan trắc. Các tiêu đo cần đặt không cùng mặt phẳng và khác độ cao. Kích thước tiêu đo và khoảng cách tới máy đo cần phải được tính toán trước. Hình 3 là ví dụ về cách bố trí máy đo và các tiêu đo để quét tấm bảng trong thực nghiệm.



Tấm bảng đo | Ray trượt kèm thước thép | Tiêu đo (bảng ngắm) | Máy Faro Focus^{3D} X130

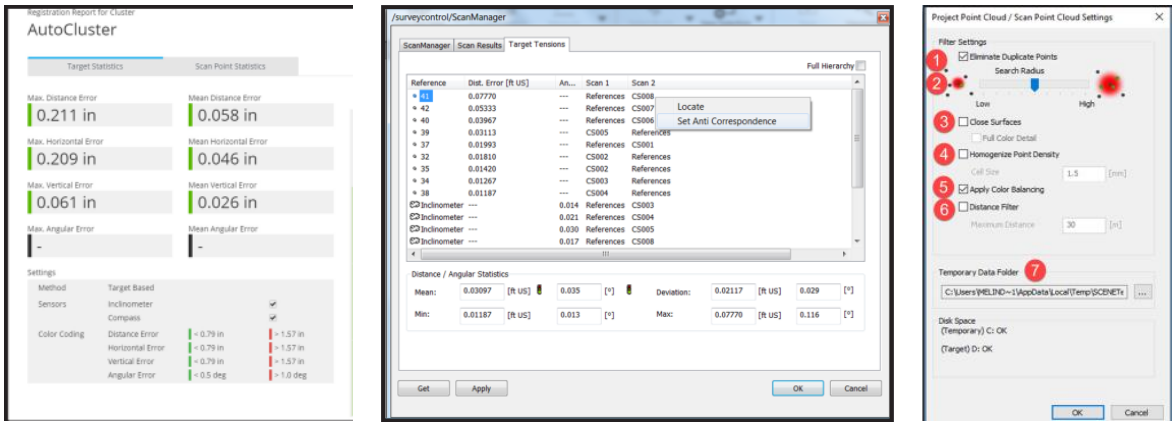
Hình 3: Thực nghiệm quét laser

b. Thu thập và xử lý kết quả

- Xác định tọa độ các điểm đặt máy quét (trường hợp máy quét có bộ phận định tâm) và các điểm đặt tiêu đo.
- Cài đặt các tham số cho trạm quét, trong đó lưu ý đến độ phân giải (resolution), chất lượng quét (quality), và phạm vi quét (FOV). Độ phân giải và chất lượng quét có ảnh hưởng trực tiếp đến độ chính xác của đám mây điểm. Tham số thứ ba cần được tính toán cụ thể ở mỗi trạm quét để đảm bảo độ chồng phủ giữa hai trạm quét liên tiếp với thời gian đo ngắn nhất. Thực nghiệm sử dụng máy Faro Focus^{3D} X130, các tham số resolution được đặt là 1/2 tương

đương với 3.1 mm tại 10 m, quality là 4X, và FOV cho góc đứng là 0-40^o và góc ngang là 0-25^o.

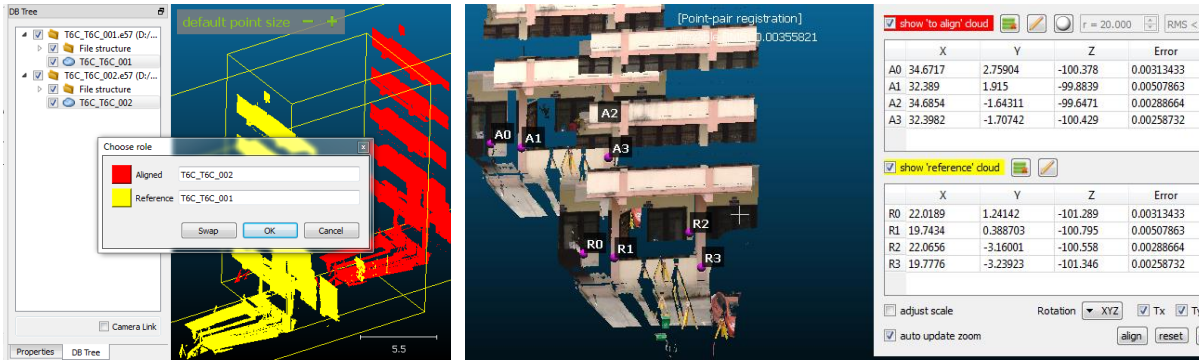
- Đám mây điểm thu được cần phải loại bỏ nhiễu và các điểm đo không mong muốn từ các đối tượng khác bằng phép lọc khoảng cách (distance filter).
- Định hướng mô hình (registration) có thể thực hiện tự động hoặc thủ công dựa vào các tiêu đo. Các tiêu đo có thể gắn trực tiếp trên các phần không chuyển dịch của công trình hoặc trên giá máy ba chân có định tâm quang học trên mặt mốc (Hình 3).
- Thiết lập hệ tọa độ trắc địa cho mô hình đám mây điểm (georeferencing) bằng cách sử dụng file *.csv gồm tọa độ của các điểm tiêu đo theo khuân dạng x, y, z hoặc y, x, z từ phần mềm Scene.
- Xuất file đám mây điểm với nhiều tùy chọn theo Hình 4.



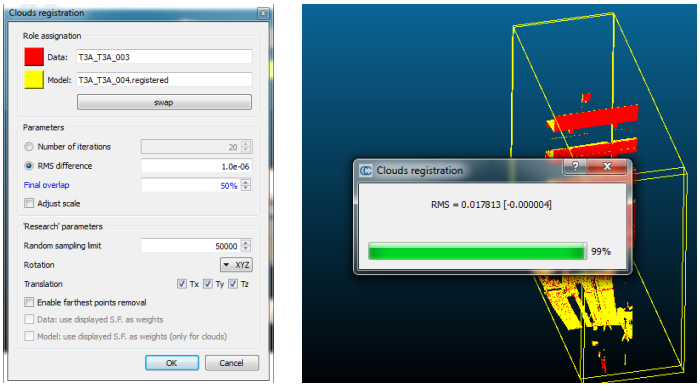
Hình 4: Định hướng mô hình-registration (trái); định hướng mô hình trong hệ trắc địa (giữa); xuất file đám mây điểm (phải) trong phần mềm Scene.

c. Phân tích chuyển dịch của hai đám mây điểm

- Định hướng hai đám mây điểm (Alingment): Định hướng hai đám mây điểm bằng thủ tục alignment trong phần mềm CC được thực hiện bằng cách chọn các điểm tiêu đo trong vùng chồng phủ của hai đám mây điểm (thường sử dụng nhiều hơn 3 điểm để kiểm tra sai số). Tiến hành định hướng theo hai bước gồm: định hướng sơ bộ (rough alignment) và định hướng chính xác (fine alignment). Định hướng sơ bộ được thực hiện như Hình 5. Sau khi định hướng sơ bộ, định hướng chính xác được tiến hành (Hình 6). Trong thủ tục định hướng chính xác, một số tham số như root mean square-RMS, số lượng điểm cần tính, hoặc sai lệch giữa hai lần tính liên tiếp cần phải được cài đặt.

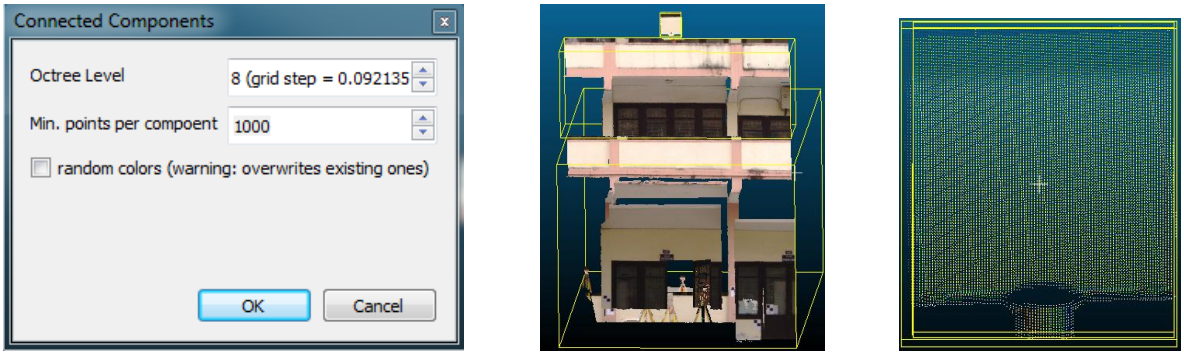


Hình 5: Định hướng sơ bộ và sai số do bắt điểm



Hình 6: Định hướng chính xác và sai số của nó

- Phân chia đối tượng thành nhiều phần (Segmentation)



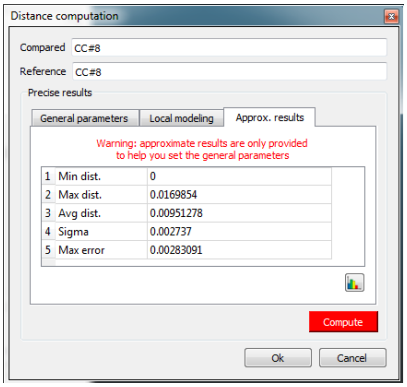
Chọn cách phân chia đối tượng | Phân chia các đối tượng | Bảng đo được phân loại

Hình 7: Lựa chọn phân lớp đối tượng bằng phần mềm CC và kết quả của phân lớp đối tượng

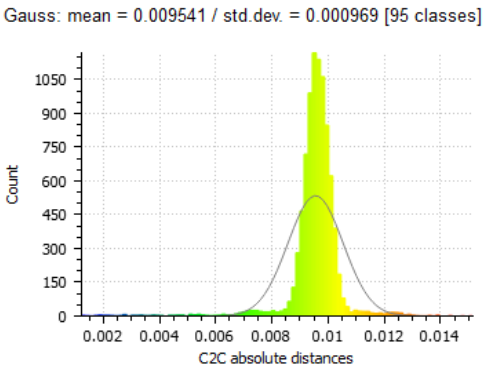
Trong toàn bộ dữ liệu quét, ta có thể chọn một số phần đặc trưng của công trình để phát hiện sự dịch chuyển và biến dạng. Do đó, thủ tục segmentation được sử dụng trong những trường hợp này.

- Tính khoảng cách giữa hai đám mây điểm

Để tính khoảng cách giữa hai đám mây điểm có thể lựa chọn một trong các cách đã nêu trong mục 3. Tuy nhiên, phương pháp C2C là phù hợp và được sử dụng trong nghiên cứu này. Khoảng cách được tính sơ bộ nhằm kiểm tra sự tương quan giữa hai đám mây điểm theo các giá trị gồm: khoảng cách lớn nhất, khoảng cách nhỏ nhất, khoảng cách trung bình (xem Hình vẽ 8 (trái)). Sau khi kiểm tra kết quả tính sơ bộ, tiến hành tính khoảng cách chính xác gồm: khoảng cách trung bình, độ lệch chuẩn và đồ thị mật độ phân bố (Hình 8 (phải)).



Khoảng cách sơ bộ



Khoảng cách trung bình $\bar{L}_{C2C-HF}$, độ lệch chuẩn σ

Hình 8: Khoảng cách được thực hiện theo phương pháp Cloud-to-Cloud

4.2. Kết quả

Trong thực nghiệm, tấm bảng được di chuyển theo phương nằm ngang trên các tầng cao của tòa nhà để mô tả chuyển dịch nghiêng của nhà cao tầng. Giá trị chuyển dịch thực được tạo ra giữa chu kỳ 3 và chu kỳ 2 so với chu kỳ 1 lần lượt là 20 mm và 10 mm. Từ dữ liệu đo của máy Faro Focus^{3D} X130 trong 3 chu kỳ, áp dụng quy trình đã nêu trong mục 3 để xác định sự chuyển dịch của tấm bảng (Bảng 1). Trong bảng 1, độ lệch (Δ) là hiệu giữa giá trị chuyển dịch trung bình và giá trị chuyển dịch thực. Giá trị chuyển dịch trung bình $\bar{L}_{C2C-HF}$, và độ lệch chuẩn (σ) được tính.

Bảng 1: Tổng hợp kết quả tính khoảng cách, độ lệch và độ lệch chuẩn

Đơn vị (mm)

Tầng	**Chu kỳ 2 so với 1**			**Chu kỳ 3 so với 1**		
	$\bar{L}_{C2C-HF}$	Δ	σ	$\bar{L}_{C2C-HF}$	Δ	σ
2	10.4	+0.4	1.1	20.3	+0.3	2.1
3	9.8	-0.2	1.1	19.5	-0.5	1.9
4	9.6	-0.4	1.1	20.4	+0.4	1.6
5	10.3	+0.3	0.6	19.7	-0.3	3.1
6	10.4	+0.4	1.2	20.6	+0.6	3.5

Kết quả tính chỉ ra rằng giá trị chuyển dịch của bảng đo giữa các chu kỳ xác định từ đám mây điểm có sự sai lệch rất nhỏ so với giá trị chuyển dịch thực được tạo ra. Sự sai lệch này chỉ từ 0.2 đến 0.6 mm xét theo giá trị tuyệt đối. Bên cạnh đó, giá trị độ lệch chuẩn nhỏ (σ <3.5 mm) thể hiện độ chính xác đo của đám mây điểm cũng như sự trơn nhẵn của bề mặt đối tượng đo.

5. Kết luận

Quan trắc chuyển dịch công trình bằng công nghệ TLS là một phương pháp mới trong công tác trắc địa công trình ở Việt nam. Thiếu quy trình thực hiện là một trong những khó khăn lớn trong việc ứng dụng công nghệ này vào thực tế sản xuất trắc địa ở nước ta. Bài báo đề xuất quy trình quan trắc chuyển dịch công trình bằng TLS áp dụng cho công trình nhà cao tầng.

Từ kết quả tính toán thực nghiệm cho thấy, quy trình đề xuất là hoàn toàn khả thi và phù hợp với điều kiện quan trắc chuyển dịch công trình trong ở Việt nam. Ứng dụng quy trình nêu trên cho phép xác định được giá trị chuyển dịch của công trình từ dữ liệu đám mây điểm thu

nhận được bằng TLS. Giá trị độ lệch giữa chuyển dịch thực và chuyển dịch xác định được từ đám mây điểm nhỏ dưới 1 mm khi so sánh cho tất cả 12 lần thực nghiệm.

Tuy nhiên, trong nghiên cứu này đối tượng quan trắc chuyển dịch là nhà cao tầng hoặc công trình dạng tháp nên chỉ xét đến sự chuyển dịch tương đối giữa các phần của công trình mà chưa xét đến chuyển dịch tuyệt đối của cả công trình. Để đánh giá chuyển dịch tuyệt đối của công trình, ngoài sai số đo cần xét đến cả sai số khác như sai số mốc khống chế, sai số định tâm máy, sai số định hướng, sai số định hướng mô hình. Các phân tích chi tiết về các sai số này có thể tìm trong [19]. Sử dụng TLS cho nghiên cứu chuyển dịch tuyệt đối của công trình cần tiếp tục được nghiên cứu. Chuyển dịch tuyệt đối cần thiết đối với các công trình như đê chắn sóng, taluy, trượt nở đất đá…

Lời cảm ơn

Nhóm tác giả xin gửi lời cảm ơn tới Trường Đại học Mỏ - Địa chất đã hỗ trợ bài báo thông qua đề tài cơ sở T21-20, và Khoa Trắc địa - Bản đồ và Quản lý đất đai đã tạo điều kiện hỗ trợ thiết bị cho phần thực nghiệm của bài báo này.

Tài liệu tham khảo

1. Lindenbergh, R. and P. Pietrzyk, *Change detection and deformation analysis using static and mobile laser scanning.* Applied Geomatics, 2015. 7.

2. Reshetyuk, Y., *Self-calibration and direct georeferencing in terrestrial laser scanning*. 2009, KTH.

3. Theiler, P. and K. Schindler, *Automatic registration of terrestrial laser scanner point clouds using natural planar surfaces.* ISPRS Annals of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, 2012. 3: p. 173-178.

4. Akca, D., *Co-registration of surfaces by 3D least squares matching.* Photogrammetric Engineering & Remote Sensing, 2010. 76(3): p. 307-318.

5. Lindenbergh, R. and N. Pfeifer. *A statistical deformation analysis of two epochs of terrestrial laser data of a lock.* in *Proceedings of the 7th Conference on Optical*. 2005.

6. Ziolkowski, P., J. Szulwic, and M. Miskiewicz, *Deformation analysis of a composite bridge during proof loading using point cloud processing.* Sensors, 2018. 18(12): p. 4332.

7. González-Aguilera, D., J. Gómez-Lahoz, and J. Sánchez, *A new approach for structural monitoring of large dams with a three-dimensional laser scanner.* Sensors, 2008. 8(9): p. 5866-5883.

8. Schneider, D. *Terrestrial laser scanning for area based deformation analysis of towers and water dams*. in *Proc. of 3rd IAG/12th FIG Symp., Baden, Austria, May*. 2006.

9. Gosliga, R.V., R. Lindenbergh, and N. Pfeifer, *Deformation analysis of a bored tunnel by means of terrestrial laser scanning.* International Archives of Photogrammetry, 2006: p. 81-89.

10. Wujanz, D., *Terrestrial laser scanning for geodetic deformation monitoring*. 2016: Technische Universitaet Berlin (Germany).

11. Holst, C., B. Schmitz, and H. Kuhlmann. *Investigating the applicability of standard software packages for laser scanner based deformation analyses*. in *Proceedings of the FIG Working Week*. 2017.
12. Neuner, H., C. Holst, and H. Kuhlmann, *Overview on current modelling strategies of point clouds for deformation analysis.* 2016.
13. Wunderlich, T., et al., *Areal deformation analysis from TLS point clouds—The challenge flächenhafte deformationsanalyse aus tls punktwolken-die herausforderung*. Tech. Rep.
14. Lague, D., N. Brodu, and J. Leroux, *Accurate 3D comparison of complex topography with terrestrial laser scanner: Application to the Rangitikei canyon (NZ).* ISPRS journal of photogrammetry and remote sensing, 2013. 82: p. 10-26.
15. Oniga, V. and C. Chirila, *Hausdorff distance for the differences calculation between 3D surfaces.* Journal of Geodesy and Cadastre RevCAD, 2013. 15: p. 193-202.
16. Reshetyuk, Y., *Investigation and calibration of pulsed time-of-flight terrestrial laser scanners*. 2006, KTH.
17. Mat Zam, P., et al., *Evaluating the Performance of Terrestrial Laser Scanning for Landslide Monitoring.* International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, 2018. 42(4/W9).
18. Mukupa, W., et al., *A review of the use of terrestrial laser scanning application for change detection and deformation monitoring of structures.* Survey review, 2017. 49(353): p. 99-116.
19. Lichti, D. and S. Gordon, *Error Propagation in Directly Georeferenced Terrestrial Laser Scanner Point Clouds for Cultural Heritage Recording.* 2004.

ABSTRACT

PROPOSE A PROCEDURE FOR DISPLACEMENT MONITORING OF CONSTRUCTIONS USING TERRESTIRAL LASER SCANNING

Trung Dung Pham[1], Thi Kim Thanh Nguyen[1],
Thuy Linh Tran[1], Thi Ha Nguyen[1], Thai Binh Duong Nguyen[2]
[1]Hanoi University of Mining and Geology
[2]Ministry of Natural Resources and Environment
Corresponding author: phamtrungdung@humg.edu.vn

Monitoring the displacement of construction by terrestrial laser scanning (TLS) is novel and proper to the development in engineering surveying in Vietnam. However, currently, a shortage of the procedure for monitoring displacement by TLS is challenging to apply this technique in practical geodetic production. The paper proposes the procedure for monitoring using TLS that includes three stages as follows: (1) site investigation, (2) data acquisition and processing, and (3) calculation of the displacement parameters between two-point clouds. In order to evaluate the proposed procedure, the experiment was carried out by using a board that is 60x60 cm and is installed on different floors of the building. In these experiments, the board is moved by a specific value in each observation. Faro Focus3D X130 is used to scan, and Cloudcompare software is applied to analyze the point cloud by the Cloud-to-Cloud method. The above-mentioned proposed procedure is used to scan and analyze. The results suggest that the difference between the displacements obtained from point clouds and the actual displacements are smaller than 1 mm in all 12 experiments. As a result, the proposed procedure for displacement monitoring is suitable for practical geodetic production in Vietnam.

Keywords: Displacement monitoring, Terrestrial laser scanning, Cloud-to-cloud method, Cloudcompare.

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

85 Nguyễn Chí Thanh, Đống Đa, Hà Nội
Điện thoại: **024.38344108**; **024.38343646**
Fax: **024.38344610**; Email: **Info@bando.com.vn**;
Website: http://bando.com.vn/

HỘI NGHỊ KHOA HỌC TOÀN QUỐC
CÔNG NGHỆ ĐỊA KHÔNG GIAN
TRONG KHOA HỌC TRÁI ĐẤT VÀ MÔI TRƯỜNG

Chịu trách nhiệm xuất bản

Tổng giám đốc, Tổng biên tập
THS. KIM QUANG MINH

Phó Tổng biên tập

NGUYỄN VĂN CHÍNH

Biên tập viên

Đào Thị Hậu
Lê Anh Sơn

Thiết kế và trình bày bìa

TS. Nguyễn Quốc Long

ISBN: 978-604-952-674-9

In 500 cuốn, khổ 21×29,7 cm, tại Công ty TNHH in Vietcolor.
Địa chỉ: số 2/32A, ngõ 209 phố Đội Cấn, phường Ngọc Hà, quận Ba Đình, Thành phố Hà Nội.
ĐKKH xuất bản số: 3529-2021/CXBIPH/02-737/BaĐ
Quyết định xuất bản số: 39/QĐ-TMBVN, cấp ngày 12 tháng 10 năm 2021.
In xong và nộp lưu chiểu quý IV năm 2021.

Hội nghị khoa học toàn quốc về Công nghệ Địa không gian trong Khoa học Trái đất và Môi trường (National Conference on Geospatial Technology in the Earth science and Environment - NCGEE 2021) được tổ chức với sự phối hợp hiệu quả của các đơn vị Trường Đại học Mỏ - Địa chất, Trường Đại học Khoa học (Đại học Huế), Cục Bản đồ (Bộ Tổng tham mưu) và sự tham gia của một số đơn vị khác.

Hội nghị được tổ chức thành 3 tiểu ban gồm: (1) Xử lý dữ liệu số trong quan trắc công trình, trái đất và môi trường; (2) Công nghệ mới trong viễn thám và địa tin học; (3) Quản lý địa không gian thông minh. Các tiểu ban trên cơ sở chủ đề cụ thể như:

1. Tự động hóa Trắc địa và Xử lý số liệu
2. Định vị - dẫn đường và hệ thống định vị vệ tinh toàn cầu
3. Khung quy chiếu và địa động lực học
4. Công nghệ mới trong đo đạc, xử lý số liệu và quan trắc công trình
5. Trắc địa mỏ hầm lò & lộ thiên
6. Quan trắc và đánh giá tácđộng môi trường
7. Hệ thống thông tin địa lý
8. Bản đồ đa phương tiện trong giáo dục, dịch vụ và công nghiệp
9. Công nghệ quét laser hàng không và mặt đất
10. Công nghệ viễn thám trong giám sát tai biến thiên nhiên và môi trường
11. Công nghệ máy bay không người lái trong ứng dụng đời sống số 4.0
12. Ứng dụng IoT (Internet vạn vật) và AI (Trí tuệ nhân tạo) trong Địa tin học
13. Công nghệ trong quản lý và sử dụng tài nguyên đất bền vững
14. Đô thị thông minh và quản lý đô thị
15. Các lĩnh khác của đời sống số 4.0

Hội nghị đã nhận được hơn 100 bài báo khoa học, trong đó 55 bài được lựa chọn đăng trong tuyển tập này. Ban tổ chức tin rằng Tuyển tập các công trình của Hội nghị khoa học toàn quốc về Công nghệ Địa không gian trong Khoa học Trái đất và Môi trường sẽ là một ấn phẩm khoa học có chất lượng, cập nhật tổng thể những tiến bộ gần đây trong lĩnh vực địa không gian.



ISBN: 978-604-913-248-3