



TUYỂN TẬP BÁO CÁO HỘI NGHỊ TOÀN QUỐC

KHOA HỌC TRÁI ĐẤT VÀ TÀI NGUYÊN VỚI PHÁT TRIỂN BỀN VỮNG

Hà Nội, 12 - 11 - 2020

ERSD 2020



NHÀ XUẤT BẢN GIAO THÔNG VẬN TẢI



**TUYỂN TẬP BÁO CÁO HỘI NGHỊ TOÀN QUỐC
KHOA HỌC TRÁI ĐẤT VÀ TÀI NGUYÊN
VỚI PHÁT TRIỂN BỀN VỮNG**

**TIỂU BAN
BẢN ĐỒ, VIỆN THÁM VÀ
HỆ THỐNG THÔNG TIN ĐỊA LÝ**

ĐƠN VỊ TỔ CHỨC

Trường Đại học Mở - Địa chất (HUMG)

CÁC ĐƠN VỊ PHỐI HỢP TỔ CHỨC

Tập đoàn Công nghiệp Than - Khoáng sản Việt Nam

Tập đoàn Dầu khí Việt Nam

Tổng cục Địa chất và Khoáng sản Việt Nam

Tổng hội Địa chất Việt Nam

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

Hội Khoa học Công nghệ Mỏ Việt Nam

Hội Công trình ngầm Việt Nam

Hội Địa chất Thủy văn Việt Nam

Hội Địa chất Công trình và Môi trường Việt Nam

Hội Kỹ thuật Nổ mìn Việt Nam

Hội Khoa học Kỹ thuật Địa vật lý Việt Nam

Hội Trắc địa - Bản đồ - Viễn thám Việt Nam

Viện Địa chất và Địa vật lý biển

Viện Khoa học Địa chất và Khoáng sản

Trường Đại học Công nghệ Đồng Nai

Trường Đại học Đông Á

Trường Đại học Thủ Dầu Một

BAN TỔ CHỨC

Trưởng ban

GS.TS Trần Thanh Hải, *Trường Đại học Mở Địa - chất*

Phó Trưởng ban

GS.TS Bùi Xuân Nam, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

PGS.TS Triệu Hùng Trường, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

Ủy viên

GS.TS Võ Chí Mỹ, *Hội Trắc địa - Bản đồ - Viễn thám Việt Nam*

GS.TS Nguyễn Quang Phích, *Hội Công trình ngầm Việt Nam*

PGS.TS Trần Tuấn Anh, *Viện Địa chất, Viện HLKH&CN Việt Nam*

PGS.TS Đoàn Văn Cảnh, *Hội Địa chất Thủy văn Việt Nam*

PGS.TS Tạ Đức Thịnh, *Hội Địa chất Công trình và Môi trường Việt Nam*

PGS.TS Nguyễn Như Trung, *Viện Địa chất và Địa vật lý biển, Hội Khoa học kỹ thuật Địa vật lý Việt Nam*

TS Nguyễn Đại Đồng, *Cục Đo đạc, Bản đồ và Thông tin địa lý Việt Nam*

TS Trần Xuân Hòa, *Hội Khoa học và Công nghệ Mỏ Việt Nam*

TS Hoàng Văn Khoa, *Tổng hội Địa chất Việt Nam*

TS Đỗ Hồng Nguyên, *Tập đoàn Công nghiệp Than - Khoáng sản Việt Nam*

TS Nguyễn Văn Nguyên, *Tổng cục Địa chất và Khoáng sản Việt Nam*

TS Lê Văn Quyền, *Hội Kỹ thuật Nổ mìn Việt Nam*

TS Trịnh Hải Sơn, *Viện Khoa học Địa chất và Khoáng sản, Bộ Tài nguyên và Môi trường*

TS Nguyễn Quốc Thập, *Tập đoàn Dầu khí quốc gia Việt Nam*

TS Đặng Kim Triết, *Trường Đại học Công nghệ Đồng Nai*

TS Trần Văn Trung, *Trường Đại học Thủ Dầu Một*

TS Đỗ Trọng Tuấn, *Trường Đại học Đông Á*

TS Nguyễn Thanh Tùng, *Viện Dầu khí Việt Nam*

BAN KHOA HỌC

Trưởng ban

GS.TS Bùi Xuân Nam, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

Phó trưởng ban

PGS.TS. Đỗ Ngọc Anh, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

Ủy viên

GS.TSKH Hoàng Ngọc Hà, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

GS.TS Võ Trọng Hùng, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

GS.TS Trương Xuân Luận, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

GS.TS Đỗ Như Tráng, *Trường Đại học Công nghệ GTVT*

PGS.TS Bùi Hoàng Bắc, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

PGS.TS Đỗ Văn Bình, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

PGS.TS Phùng Mạnh Đắc, *Hội KHCN Mở Việt Nam*

PGS.TSKH Hà Minh Hòa, *Viện Khoa học Đo đạc và Bản đồ*

PGS.TS Phạm Văn Hòa, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

PGS.TS Lê Văn Hưng, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

PGS.TS Hoàng Văn Long, *Viện Dầu khí Việt Nam*

PGS.TS Phạm Văn Luận, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

PGS.TS Nguyễn Quang Minh, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

PGS.TS Phạm Xuân Núi, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

PGS.TS Khổng Cao Phong, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

PGS.TS Nguyễn Văn Sáng, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

PGS.TS Ngô Xuân Thành, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

PGS.TS Đặng Trung Thành, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

PGS.TS Tạ Đức Thịnh, *Hội Địa chất Công trình và Môi trường Việt Nam*

PGS.TS Nguyễn Thế Vinh, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

TS Lê Hồng Anh, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

TS Trần Quốc Cường, *Viện Địa chất, Viện HLKH&CN Việt Nam*

TS Công Tiến Dũng, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

TS Trần Tuấn Dũng, *Viện Địa chất và Địa vật lý biển, Viện HL KH&CN Việt Nam*

TS Nguyễn Đại Đồng, *Cục Đo đạc, Bản đồ và Thông tin địa lý Việt Nam*

TS Nguyễn Mạnh Hùng, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

TS Nguyễn Quốc Phi, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

TS Bùi Thị Thu Thủy, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

TS Nguyễn Thế Truyền, *Viện NC Điện tử, Tin học, Tự động hóa*

TS Nguyễn Văn Xô, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

BAN BIÊN TẬP

Trưởng ban

TS Nguyễn Viết Nghĩa, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

Phó Trưởng ban

TS Nguyễn Thạc Khánh, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

Ủy viên

PGS.TS Bùi Hoàng Bắc, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

PGS.TS Phạm Văn Luận, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

PGS.TS Trần Tuấn Minh, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

PGS.TS Bùi Ngọc Quý, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

PGS.TS Đỗ Như Ý, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

TS Nguyễn Thị Mai Dung, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

TS Nguyễn Mạnh Hùng, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

TS Phạm Trung Kiên, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

TS Nguyễn Quốc Phi, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

BAN THƯ KÝ

Trưởng ban

PGS.TS Đỗ Ngọc Anh, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

Phó Trưởng ban

TS Nguyễn Thạc Khánh, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

Ủy viên

PGS.TS Phạm Văn Luận, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

PGS.TS Nguyễn Văn Sáng, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

TS Tô Xuân Bản, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

TS Nguyễn Trọng Dũng, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

TS Lê Quang Duyệt, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

TS Nguyễn Duy Huy, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

TS Nguyễn Quốc Phi, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

TS Ngô Thanh Tuấn, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

TS Nguyễn Mạnh Hùng, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

ThS Nguyễn Ngọc Dung, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

ThS Hoàng Thu Hằng, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

ThS Nguyễn Thanh Hải, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

ThS Phạm Đức Nghiệp, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

LỜI NÓI ĐẦU

Hội nghị Toàn quốc Khoa học Trái đất và Tài nguyên với Phát triển bền vững - ERSD được Trường Đại học Mỏ - Địa chất (HUMG) và các đối tác tổ chức 2 năm một lần để các nhà chuyên môn trong và ngoài nước tụ hội, giới thiệu những kết quả và hướng nghiên cứu khoa học mới, thảo luận về các xu thế phát triển, thách thức và cơ hội mới đối với nhiều lĩnh vực khác nhau của Khoa học Trái đất, Tài nguyên và các ngành khác có liên quan.

Tiếp nối thành công của Hội nghị lần thứ nhất năm 2018 (ERSD 2018) và được sự cho phép của Bộ Giáo dục và Đào tạo, Hội nghị Toàn quốc Khoa học Trái đất và Tài nguyên với Phát triển bền vững lần thứ hai (ERSD 2020) được Trường Đại học Mỏ - Địa chất (HUMG) đăng cai tổ chức với sự phối hợp đồng tổ chức của nhiều đơn vị quản lý, nghiên cứu khoa học, đào tạo và sản xuất có uy tín trong nước gồm Tập đoàn Công nghiệp Than - Khoáng sản Việt Nam, Tập đoàn Dầu khí Quốc gia Việt Nam, Tổng cục Địa chất và Khoáng sản Việt Nam, Cục Đo đạc, Bản đồ và Thông tin địa lý Việt Nam, Viện Địa chất và Địa vật lý biển, Viện Khoa học Địa chất và Khoáng sản, Trường Đại học Công nghệ Đồng Nai, Trường Đại học Đông Á, Trường Đại học Thủ Dầu Một, Tổng hội Địa chất Việt Nam, Hội Khoa học Công nghệ Mỏ Việt Nam, Hội Công trình ngầm Việt Nam, Hội Địa chất Thủy văn Việt Nam, Hội Địa chất Công trình và Môi trường Việt Nam, Hội Kỹ thuật Nổ mìn Việt Nam, Hội Khoa học Kỹ thuật Địa vật lý Việt Nam, Hội Trắc địa - Bản đồ - Viễn thám Việt Nam, và với sự tham gia của nhiều tổ chức và cá nhân khác.

Các chủ đề chính của Hội nghị lần này tập trung vào thảo luận các kết quả khoa học công nghệ và hướng nghiên cứu mới của Khoa học Trái đất và Tài nguyên thiên nhiên, Khai thác và sử dụng tài nguyên địa chất, Môi trường và các lĩnh vực khoa học khác có liên quan như Cơ - Điện, Công nghệ Thông tin, Xây dựng, ... cũng như việc ứng dụng chúng vào phát triển bền vững đối với nhiều lĩnh vực khác nhau của khoa học công nghệ, kinh tế và xã hội.

Trong quá trình tổ chức Hội nghị, Ban Tổ chức đã nhận được sự quan tâm của đông đảo các nhà khoa học, chuyên môn và quản lý trong và ngoài nước, trong đó có hơn 300 báo cáo khoa học liên quan tới các chủ đề của Hội nghị đã được gửi tới Ban biên tập. Trên cơ sở đó, 255 báo cáo có chất lượng đã được lựa chọn và xuất bản trong Tuyển tập tóm tắt các báo cáo và Tuyển tập các báo cáo toàn văn của Hội nghị. Báo cáo toàn văn được tập hợp thành 16 tập, mỗi tập ứng với một chủ đề khoa học sau:

1. *Địa chất khu vực*
2. *Địa chất công trình - Địa chất thủy văn*
3. *Tài nguyên địa chất và phát triển bền vững*
4. *Môi trường trong khai thác tài nguyên và phát triển bền vững*
5. *An toàn mỏ*
6. *Công nghệ và thiết bị khai thác*
7. *Thu hồi và chế biến khoáng sản*
8. *Công trình ngầm và Địa kỹ thuật*
9. *Vật liệu và kết cấu*
10. *Kỹ thuật dầu khí tích hợp*
11. *Trắc địa*
12. *Bản đồ, Viễn thám và Hệ thống thông tin địa lý*
13. *Khoa học Cơ bản trong lĩnh vực Khoa học Trái đất và Môi trường*
14. *Cơ khí, điện và Tự động hóa*
15. *Công nghệ thông tin*
16. *Phân tích dữ liệu và học máy*

Toàn bộ thông tin khoa học về hội nghị, trong đó có Tuyển tập các báo cáo toàn văn, được đưa lên trang Website chính thức của Hội nghị tại địa chỉ: <http://ersd2020.humg.edu.vn/>.

Ban tổ chức xin trân trọng cảm ơn Trường Đại học Mỏ - Địa chất, với tư cách là đơn vị đăng cai tổ chức Hội nghị, cùng các đơn vị đồng tổ chức đã hợp tác và góp phần quan trọng vào sự thành công của Hội nghị này. Cảm ơn các nhà khoa học đã đóng góp các công bố khoa học có giá trị cho Hội nghị. Ban tổ chức cũng đánh giá cao sự nỗ lực của Ban biên tập và các chuyên gia biên tập để nâng

cao chất lượng của các báo cáo khoa học cũng như sự cố gắng lớn của Ban thư ký trong việc chuẩn bị và tổ chức hội nghị này.

Ban tổ chức mong muốn tiếp tục nhận được sự hợp tác chặt chẽ và góp ý chân thành của các đơn vị và cá nhân đối với việc chuẩn bị, tổ chức, biên tập, và xuất bản các báo cáo khoa học, nhằm nâng cao chất lượng của các hội nghị tiếp theo, góp phần thúc đẩy sự phát triển bền vững của các hoạt động nghiên cứu khoa học, chuyển giao công nghệ thuộc các lĩnh vực Khoa học Trái đất và Tài nguyên và các lĩnh vực khoa học khác có liên quan.

TRƯỞNG BAN TỔ CHỨC

GS.TS Trần Thanh Hải

MỤC LỤC

TIỂU BAN

BẢN ĐỒ, VIỄN THÁM VÀ HỆ THỐNG THÔNG TIN ĐỊA LÝ

Phân tích lựa chọn chế độ định vị tâm chụp chính xác của máy bay không người lái trong thành lập bản đồ địa hình tỷ lệ lớn <i>Trần Trung Anh, Quách Mạnh Tuấn</i>	1
Xác định số lượng điểm khống chế ảnh cần thiết khi thành lập bản đồ địa hình tỷ lệ lớn mô phỏng bằng công nghệ bay không người lái có tích hợp định vị GNSS động <i>Lê Văn Cảnh, Cao Xuân Cường, Lê Thị Thu Hà, Nguyễn Ngọc Anh</i>	9
Ứng dụng công nghệ UAV (Flycam) trong ước tính chiều cao cây hệ sinh thái rừng ngập mặn tỉnh Sóc Trăng <i>Nguyễn Kiều Diễm, Võ Quốc Tuấn</i>	16
Đánh giá quá trình mở rộng đô thị tại thành phố Hồ Chí Minh giai đoạn 1998-2020 bằng dữ liệu ảnh vệ tinh đa thời gian Landsat <i>Lê Thị Thu Hà</i>	23
Nghiên cứu ứng dụng SfM xây dựng mô hình 3D từ dữ liệu ảnh chụp UAV <i>Phạm Văn Hiệp, Bùi Ngọc Quý, Dương Anh Quân, Nguyễn Hoàng Ánh, Nguyễn Danh Đức, Lê Thị Nga, Trần Trung Kiên, Hoàng Xuân Tứ, Nguyễn Đại Đồng, Nguyễn Đức Hùng, Nguyễn Văn Mạnh</i>	33
Nghiên cứu tình trạng hạn nông nghiệp dựa trên chỉ số hạn từ ảnh viễn thám Landsat 8 trên nền tảng Google Earth Engine <i>Phạm Thị Thanh Hòa, Vũ Ngọc Quang</i>	41
Ứng dụng ảnh viễn thám theo dõi trữ lượng rừng ngập mặn tại Mũi Cà Mau <i>Nguyễn Tấn Lợi, Huỳnh Nhật Phi, Võ Quốc Tuấn</i>	51
Ứng dụng hệ thống thông tin địa lý (GIS) xây dựng bản đồ thoái hóa đất nông nghiệp tỉnh Hậu Giang <i>Trần Xuân Miến, Nguyễn Thế Công, Phạm Thị Kim Thoa, Nguyễn Thị Dung</i>	58
Ứng dụng Indoor Mobile Mapping trong thu thập, phân tích và quản lý dữ liệu địa lý <i>Lê Thị Nga, Bùi Ngọc Quý, Dương Anh Quân</i>	65
Xây dựng và chuẩn hóa các cơ sở dữ liệu thành phần phục vụ dự báo nguy cơ cháy rừng <i>Đoàn Thị Nam Phương, Nguyễn Văn Trung, Bùi Tiến Diệu, Nguyễn Văn Sơn, Trần Thị Trúc Mai, Ngô Thanh Xuân</i>	71
Ứng dụng mô hình thủy lực và GIS xây dựng bản đồ hiểm họa ngập lụt khu vực hạ lưu sông Cũ <i>Dương Anh Quân, Trương Văn Anh, Bùi Ngọc Quý, Phạm Văn Hiệp, Nguyễn Danh Đức, Lê Thị Nga, Trần Thị Mai Anh, Trương Xuân Quang</i>	79
Thành lập bản đồ bề mặt không thấm sử dụng dữ liệu ảnh vệ tinh Sentinel-2 ở khu vực thành phố Hồ Chí Minh <i>Phạm Văn Tùng, Nguyễn Văn Trung, Vũ Xuân Cường, Nguyễn Văn Sơn</i>	86
Xử lý mây và pan-sharpening ảnh Sentinel-2 theo dõi sự phát triển đô thị tại huyện đảo Phú Quốc <i>Phạm Quốc Việt, Võ Quốc Tuấn</i>	94

Phân tích lựa chọn chế độ định vị tâm chụp chính xác của máy bay không người lái trong thành lập bản đồ địa hình tỷ lệ lớn

Trần Trung Anh ^{1,*}, Quách Mạnh Tuấn ²

¹ Trường Đại học Mỏ - Địa chất, Việt Nam

² Công ty CP Thương mại và Xây dựng QT Miền Bắc, Việt Nam

TÓM TẮT

Hiện nay sử dụng máy bay không người lái có sử dụng định vị tâm chụp bằng công nghệ GNSS chính xác dần trở nên phổ biến trong thành lập bản đồ địa hình tỷ lệ lớn. Công nghệ này giúp giảm thiểu tiến tới loại bỏ điểm không chế ảnh mặt đất, tăng năng suất cả về kỹ thuật và thời gian công tác. Bài báo nghiên cứu phân tích 3 công nghệ định vị tâm chụp phổ biến là đo động thời gian thực (RTK) với trạm Cors, RTK với trạm cơ sở đồng bộ của hãng D-RTK2 và đo động xử lý sau (PPK) để áp dụng trên thực tiễn cho lĩnh vực và phù hợp. Đối tượng được dùng trong nghiên cứu là máy bay chụp ảnh không người lái DJI Phantom 4 RTK trên phạm vi không gian ở xã Thanh Vân, TP Vinh Yên, tỉnh Vĩnh Phúc, Việt Nam. Sử dụng phương pháp nghiên cứu các đặc tính của hệ thống định vị có trên thiết bị, điều kiện không gian của đối tượng đo vẽ, khả năng an toàn về số liệu bay chụp mà lựa chọn phương pháp định vị phù hợp. Kết quả của nghiên cứu là một quy trình công nghệ phân tích các dữ liệu đầu vào để lựa chọn giải pháp định vị tâm chụp cho phù hợp và an toàn số liệu cho thành lập bản đồ tỷ lệ lớn.

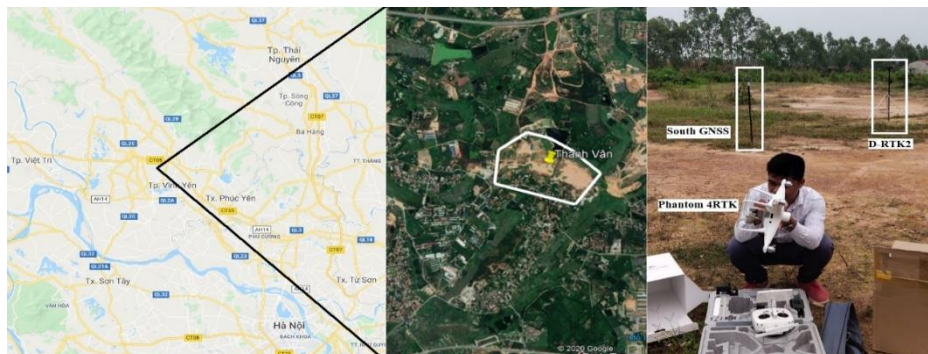
Từ khóa: Bản đồ địa hình, đo ảnh, GNSS, RTK, PPK, UAV

1. Đặt vấn đề

Những lợi ích khi tư liệu ảnh chụp máy bay không người lái có sử dụng định vị tâm chụp bằng hệ định vị toàn cầu GNSS trong đo ảnh đã được khẳng định (Michael Blake, 2020; Wingtra, 2020) như: Tính an toàn cao vì không cần cán bộ kỹ thuật đi đo không chế ảnh mặt đất ở những vùng khó khăn, nguy hiểm; Tiết kiệm thời gian, tăng năng suất và hiệu quả (ở điều kiện thực tế chỉ cần vài điểm để kiểm tra). Có 3 phương pháp định vị tâm chụp ảnh của máy bay không người lái là: phương pháp định vị động tức thời với trạm Cors GNSS (Network RTK), phương pháp định vị động tức thời với trạm cơ sở đồng bộ D-RTK2, phương pháp định vị động xử lý sau PPK; Mỗi phương pháp đều có những ưu điểm, nhược điểm khác nhau, để đảm bảo yêu cầu cho thành lập bản đồ tỷ lệ lớn nên trong nghiên cứu này sẽ phân tích lựa chọn chế độ định vị tâm chụp hợp lý.

2. Phương pháp nghiên cứu

2.1. Khu vực nghiên cứu



Hình 1. Khu vực nghiên cứu xã Thanh Vân, TP Vinh Yên (Nguồn: Google, 2020).

* Tác giả liên hệ

Email: trantrunganh@humg.edu.vn

Vùng nghiên cứu là một khu vực có địa hình trung du, phạm vi khoảng 200ha khu vực xã Thanh Vân, TP Vĩnh Yên, trung tâm của tỉnh Vĩnh Phúc, Việt Nam (có vị trí khoảng 21°20'44"N độ vĩ Bắc, 105°35'19"E độ kinh Đông). Độ cao trung bình của khu vực này vào khoảng từ 30m đến 50m so với mực nước biển, địa hình gồm một phần dân cư và đất trồng, có vùng mặt nước.

2.2. Thu thập số liệu

Thiết bị bay không người lái của Dji chiếm tới 76,8% thị phần trên thế giới (Sally French, 2019) 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 4RTK (Dji, 2020) gồm: kiểu cất hạ cánh thẳng đứng gồm 4 động cơ, nặng 1391g, kích thước 350mm, đầu GNSS thu tín hiệu được 4 hệ thống vệ tinh GPS L1/L2, GLONASS L1/L2, BeiDou B1/B2, Galileo E1/E2, độ chính xác đo động tức thời RTK đạt sai số trung phương độ cao 1.5cm+1ppm, mặt bằng 1cm+1ppm. Máy chụp ảnh Dji FC6310R với kích thước màng nhận ảnh 5472x3648=20 triệu điểm ảnh, tiêu cự cố định 9mm (tương đương 24mm so với kích cỡ phim 35mm). Khoảng cách kết nối giữa điều khiển và máy bay theo lý thuyết lên đến 7 km (trung bình dưới 5km) tùy thuộc địa hình khu vực.

Chúng tôi sử dụng 2 chiếc, bay ở 2 độ cao khác nhau, dù đã cố gắng kết nối trạm Cors (vngeonet, 2020) nhưng không thành công do trục trặc về tín hiệu và tài khoản người dùng, vậy nên chúng tôi đã sử dụng phương pháp định vị tâm chụp bằng RTK với trạm cơ sở của hãng D-RTK2 và phương pháp định vị động xử lý sau PPK với trạm cơ sở của bên thứ ba là South Kolida được cài đặt với tần suất thu tín hiệu 5Hz (0.2s), thu tín hiệu từ 02h04'21.8" đến 02h45'26.8" (giờ GMT+0) đảm bảo phủ trùm và đồng bộ thời gian với bay chụp. Các số liệu thu thập vào ngày 05/6/2020 được trình bày ở bảng 1.

Bảng 1. Các thông tin cơ bản về số liệu khu thực nghiệm Thanh Vân.

Máy bay	Chiều cao bay chụp/độ phân giải	Số ảnh chụp	Tốc độ lúc bay chụp (m/s)	Định vị RTK với trạm Cors	Định vị RTK với trạm D-RTK2	Định vị PPK. Số trị đo tâm phase	Thời gian công tác của UAV ngày 05/6/2020. (GMT+0)
1	150m/4cm	220	6	Không kết nối được	Có	3669	02h20'51.6"÷02h33'05.6"
2	100m/2.7cm	403	5	Không kết nối được	Không	5075	02h18'29.2"÷02h35'24.4"

2.3. Phân tích ưu nhược điểm của các phương pháp định vị tâm chụp

Ngoài những ưu điểm chung trong đo ảnh của các phương pháp định vị tâm chụp thì mỗi phương pháp còn có những đặc điểm sau đây:

2.3.1. Phương pháp định vị động tức thời Network RTK tâm chụp ảnh UAV với trạm Cors

Các hệ thống trạm tham chiếu liên tục thường thu/phát dữ liệu cải chính GNSS với tần số 1Hz tức là 1 giây có 1 trị đo dữ liệu được truyền đi qua mạng internet (vngeonet, 2020) đến của máy bay không người lái.

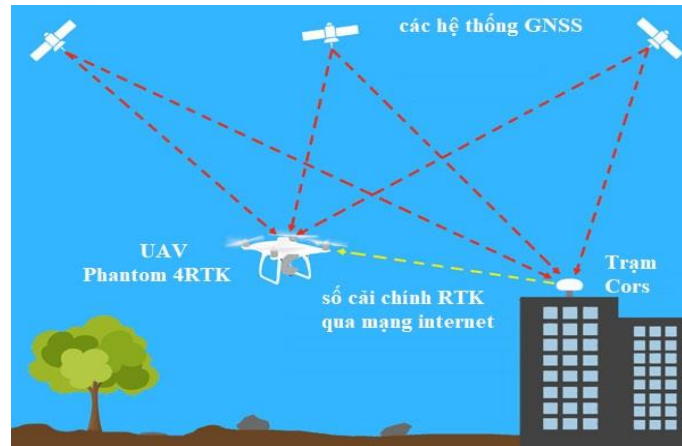
Ưu điểm:

- Cung cấp tọa độ tức thời cho tâm chụp ảnh.
- Trị đo tâm chụp ảnh độ chính xác cao được gắn trực tiếp vào thông số ảnh chụp.
- Không cần phải thêm bước xử lý sau tọa độ tâm chụp.
- Không cần đầu tư trạm cơ sở cho người dùng.
- Khoảng cách hoạt động khá lớn (có thể lên đến vài chục km) từ trạm Cors.

Nhược điểm:

- Mất nhiều thời gian kết nối và khởi tạo.
- Cần phải có sim kết nối mạng internet và mua dịch vụ của bên cung cấp hệ thống trạm Cors.
- Phụ thuộc vào mật độ trạm Cors và không chủ động trong giải quyết sự cố về truyền dẫn.
- Tín hiệu cải chính với tần suất 1Hz của hệ thống trạm Cors cùng với độ trễ của mạng internet 3G/4G chưa đáp ứng được yêu cầu định vị chính xác cho UAV (tốc độ bay chụp thường từ 5-7m/s).
- Không chủ động có số liệu đo gốc để làm minh chứng vì liên quan đến đơn vị cung cấp dịch vụ Cors.

- Có thể gặp sự cố khi xác định tọa độ tức thời (thường gặp).



Hình Phương pháp định vị tâm chụp cho UAV bằng Network RTK (nguồn: Escadrone.com, 2020).

2.3.2. Phương pháp định vị động tức thời RTK tâm chụp ảnh UAV với trạm cơ sở đồng bộ D-RTK2

Định vị tâm chụp theo phương pháp RTK với trạm cơ sở đồng bộ D-RTK2 của hãng cùng với máy bay Phantom 4RTK là một giải pháp chủ động, các tín hiệu cải chính nhanh chóng được gửi tức thời đến thiết bị bay và tính toán ngay tại thời điểm chụp ảnh.



Hình 3. Phương pháp định vị tâm chụp cho UAV bằng RTK với trạm cơ sở đồng bộ D-RTK2 (nguồn: Escadrone.com, 2020).

Ưu điểm:

- Cung cấp tọa độ tức thời cho tâm chụp ảnh.
- Trị đo tâm chụp ảnh độ chính xác cao được gắn trực tiếp vào thông số ảnh chụp.
- Chủ động trong định vị tâm chụp.
- Không cần phải thêm bước xử lý sau tọa độ tâm chụp.
- Có thể hỗ trợ bay chụp với sự tham gia của mô hình số bề mặt (độ cao bay được thay đổi linh hoạt theo nền độ cao bề mặt địa hình).

Nhược điểm:

- Mất nhiều thời gian kết nối và khởi tạo.
- Phải đầu tư trạm cơ sở đồng bộ hãng (thêm chi phí).
- Phạm vi hoạt động hay khoảng cách không dài (vài km), cần thông hướng giữa trạm điều khiển và thiết bị bay dẫn đến ảnh hưởng của địa hình đến khả năng cung cấp tín hiệu cải chính tức thời tọa độ tâm chụp.
- Không lưu lại số liệu đo gốc để làm minh chứng.
- Có thể gặp sự cố khi xác định tọa độ tức thời.

2.3.3. Phương pháp định vị động xử lý sau tâm chụp ảnh PPK

Giải pháp định vị PPK cho phép sử dụng thiết bị làm trạm cơ sở của hãng thứ 3, lưu ý khi cài đặt tần suất thu tín hiệu cần đạt tối thiểu 5Hz (0.2s một trị đo) để đảm bảo độ chính xác nội suy tâm chụp ảnh. Phương pháp PPK cần một quá trình tiền xử lý trong phòng để xác định tọa độ tâm chụp. Tâm chụp ảnh được ghi nhận lúc chụp ảnh có độ chính xác thấp, cần thay thế trong quá trình xử lý trên phần mềm đo ảnh sau khi có tâm chụp được giải bằng PPK.



Hình 4. Phương pháp định vị tâm chụp cho UAV bằng PPK (nguồn: Escadrone.com, 2020).

Ưu điểm:

- Tiết kiệm thời gian chuẩn bị vì quá trình kết nối ít hơn.
- Thiết lập trạm cơ sở dễ dàng, không cần kết nối với thiết bị bay.
- Đáng tin cậy hơn phương pháp RTK do không phụ thuộc vào cường độ tín hiệu hoặc thông tin cài chính GNSS trong thời gian tức thời. Có thể chính xác hơn RTK vì dùng kết hợp lời giải đi và về trong xử lý tọa độ tâm chụp.
- Phạm vi hoạt động xa hơn, không cần thông hướng giữa trạm cơ sở và thiết bị bay.
- Cho phép linh hoạt hơn khi bay chụp do không cần kết nối thiết bị ngoại vi.
- Lưu lại số liệu gốc để làm minh chứng.

Nhược điểm:

- Cần thêm thời gian xử lý tọa độ tâm chụp sau khi bay chụp.
- Quy trình dễ mắc lỗi về đồng bộ hệ quy chiếu do thay đổi các trạm cơ sở ở những khu bay chụp lớn.

2.4. Xây dựng quy trình công nghệ

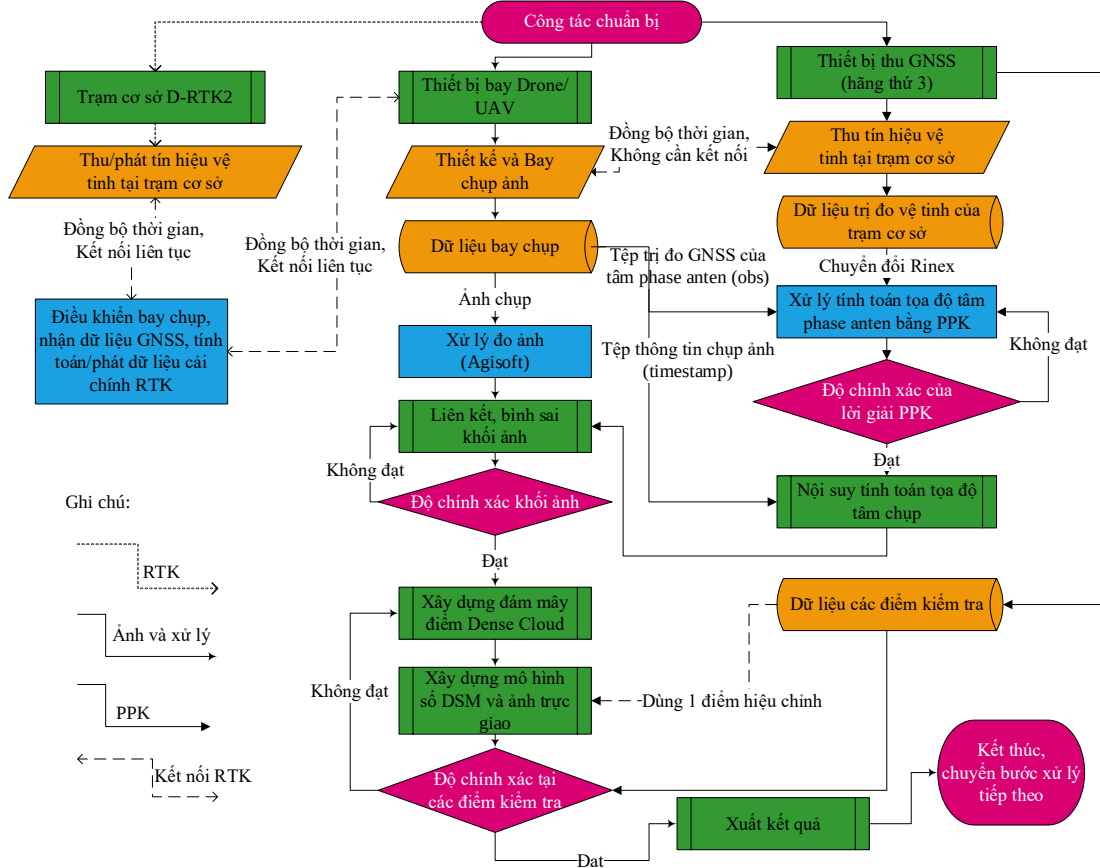
Trong quy trình ở hình 5 thì thao tác tại thực địa khi xác định tọa độ tâm chụp của phương pháp định vị động thời gian thực RTK có yêu cầu cao hơn PPK vì cần đảm bảo kết nối thông suốt, còn phương pháp định vị động xử lý sau PPK không có yêu cầu gì nhiều. Phần xử lý trong phòng thì phương pháp RTK không phải can thiệp thêm, còn phương pháp PPK thì các công đoạn xử lý khá dài dòng, phức tạp. Vấn đề ở đây là kiểm soát độ chính xác, phương pháp RTK có thể thông báo ngay trong quá trình bay chụp thì tâm chụp đạt độ chính xác định vị như thế nào, lời giải Fixed hay Float; Còn phương pháp PPK thì không thông báo ngay, chỉ có thể kiểm soát độ chính xác sau khi xử lý, còn độ chính xác tâm chụp lúc bay khá thấp chỉ đạt độ chính xác định vị tuyệt đối.

Trong nghiên cứu này, chúng tôi kiểm soát độ chính xác thông qua sai số của các lời giải định vị như trong bảng:

Bảng 2. Kiểm soát độ chính xác

Các bước	Định vị RTK	Định vị PPK
Trước khi bay chụp	Kiểm tra kết nối thông suốt từ trạm cơ sở với điều khiển và máy bay, các kiểm tra phục vụ an toàn bay, thiết kế bay, xác định tọa độ điểm cơ sở	Các kiểm tra phục vụ an toàn bay, thiết kế bay, xác định tọa độ điểm cơ sở
Trong quá trình bay chụp	Kiểm soát độ chính xác định vị tâm chụp Fixed/Float, kiểm soát an toàn bay chụp.	Không kiểm soát độ chính xác định vị tâm chụp, kiểm soát an toàn bay chụp.

Các bước	Định vị RTK	Định vị PPK
Kết quả bay chụp	Kiểm tra chất lượng ảnh, đánh giá sai số định vị tâm chụp	Kiểm tra chất lượng ảnh, đánh giá sai số định vị tâm chụp
Tiền xử lý đo ảnh	Không cần xác định thêm	Xử lý sau PPK: lời giải Fixed/Float, đánh giá sai số định vị tâm phase anten
Liên kết bình sai khối ảnh	Sai số trung phương tọa độ tâm chụp.	Sai số trung phương tọa độ tâm chụp.
Kết quả của đo ảnh	Độ lệch tại các điểm khống chế mặt đất (Julián Tomaščík and etal,2019)	Độ lệch tại các điểm khống chế mặt đất (Julián Tomaščík and etal,2019)



Hình 5. Quy trình công nghệ đo ảnh UAV với định vị tâm chụp RTK/PPK.

Sai số trung phương trung bình được tính theo công thức (1):

$$\overline{RMSE}_t = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n RMSE_{t_i}^2}{n}} \quad (\text{với } i = 1 \div n) \quad (1)$$

Trong đó: t là chiều X , chiều Y , chiều Z của tọa độ tâm chụp; $RMSE_{t_i}$ là sai số trung phương của tâm chụp theo chiều t thứ i ; n là số ảnh chụp (số tâm chụp được định vị);

Ngoài ra có thể đánh giá sai số trung phương tọa độ tâm chụp được định vị bằng RTK và PPK theo công thức (2):

$$RMSE_{(RTK-PPK)_t} = \sqrt{\frac{\sum (t_{RTK} - t_{PPK})^2}{n}} \quad (2)$$

Trong đó: t_{RTK} là tọa độ xác định bằng phương pháp định vị RTK; t_{PPK} là tọa độ xác định bằng phương pháp định vị PPK;

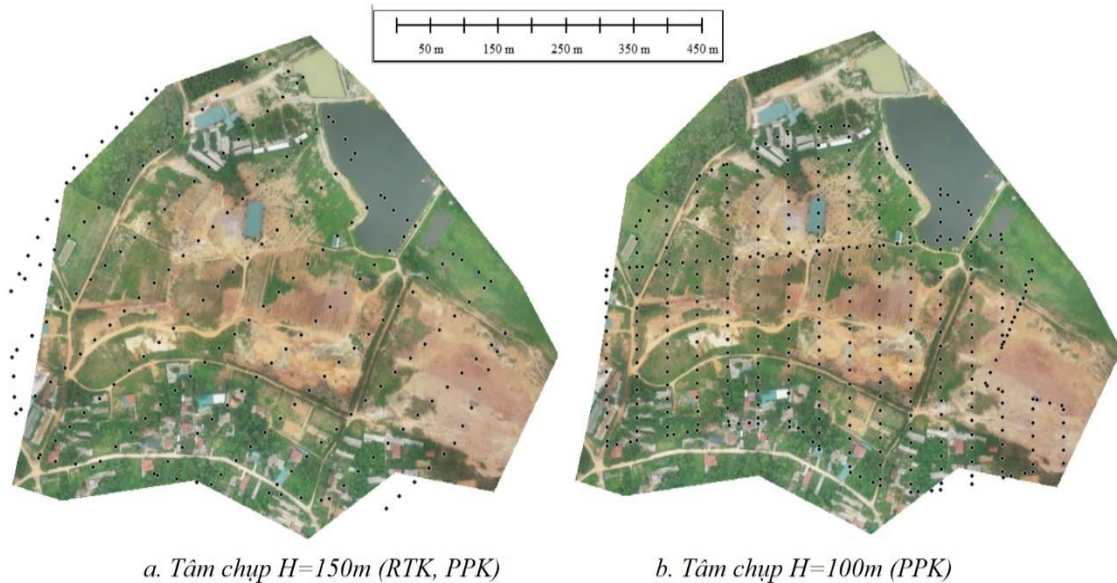
3. Kết quả và thảo luận

Kết quả thực nghiệm bay chụp ảnh bằng Dji Phantom 4RTK khu vực xã Thanh Vân, TP Vinh Yên, tỉnh Vĩnh Phúc, Việt Nam được trình bày trong bảng 3 và hình 6. Chúng tôi thực nghiệm ở cùng khu vực, bay bằng 2 máy bay ở 2 độ cao khác nhau, máy bay số 1 độ cao bay 150m có định vị RTK tâm chụp với trạm cơ sở đồng bộ của hãng và giải cả PPK, máy bay số 2 độ cao bay 100m chỉ định vị tâm chụp bằng xử lý

sau PPK. Quá trình xử lý sau PPK bằng phần mềm mã nguồn mở RTKLIB (Tomoji Takasu and support, 2013). Xử lý liên kết khối ảnh bằng phần mềm Agisoft Metashape (Agisoft LLC, 2018). Đánh giá độ chính xác liên kết bình sai khối ảnh để lọc bỏ các tọa độ tâm chụp có sai số lớn có thể tham khảo cách kiểm định thống kê được công bố (Trần Trung Anh, 2019).

Bảng 3. Kết quả phân tích độ chính xác của định vị tâm chụp khu thực nghiệm xã Thanh Vân

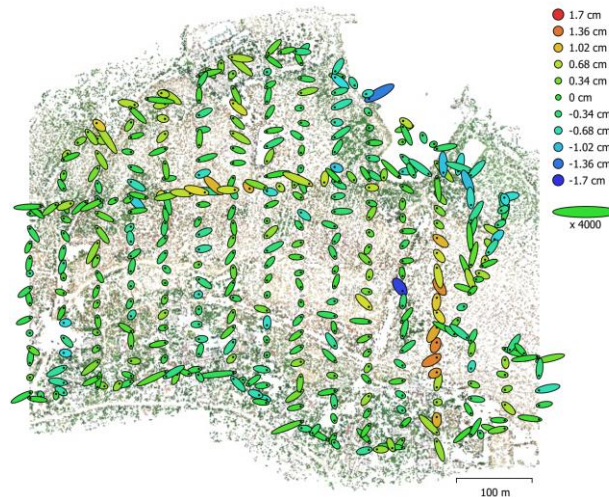
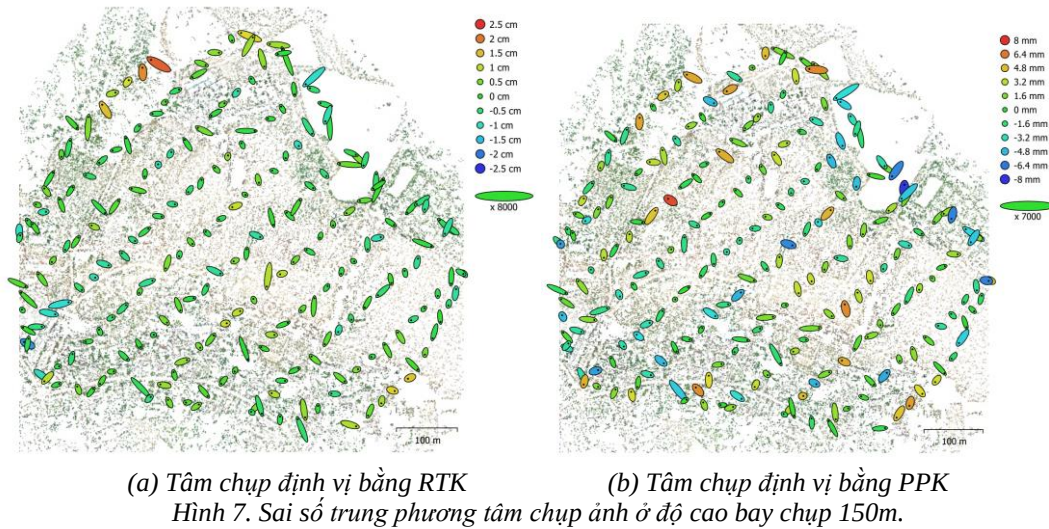
Thông số	Máy bay số 1 (H=150m)	Máy bay số 2 (H=100m)
Định vị RTK với trạm Cors	Kết nối khó khăn, không ổn định, không cho kết quả.	Kết nối khó khăn, không ổn định, không cho kết quả.
Định vị RTK với trạm cơ sở đồng bộ D-RTK2	$\overline{RMSE}_X = 0.010m$; $\overline{RMSE}_Y = 0.010m$; $\overline{RMSE}_Z = 0.020m$ Lời giải Fixed 220; Lời giải Float 0;	Không sử dụng
Định vị PPK với trạm cơ sở South	$\overline{RMSE}_X = 0.002m$; $\overline{RMSE}_Y = 0.003m$; $\overline{RMSE}_Z = 0.007m$ Lời giải Fixed 3668; Lời giải Float 1;	$\overline{RMSE}_X = 0.002m$; $\overline{RMSE}_Y = 0.003m$; $\overline{RMSE}_Z = 0.007m$ Lời giải Fixed 5073; Lời giải Float 2;
Sai số giữa tâm chụp định vị theo RTK và PPK	$RMSE_{(RTK-PPK)_X} = 0.030m$ $RMSE_{(RTK-PPK)_Y} = 0.033m$ $RMSE_{(RTK-PPK)_Z} = 0.008m$	Không đánh giá
Liên kết bình sai khối ảnh	$\overline{RMSE}_X = 0.001m$; $\overline{RMSE}_Y = 0.002m$; sử dụng RTK; $\overline{RMSE}_Z = 0.006m$ $\overline{RMSE}_X = 0.002m$; $\overline{RMSE}_Y = 0.002m$; sử dụng PPK; $\overline{RMSE}_Z = 0.003m$	$\overline{RMSE}_X = 0.003m$; $\overline{RMSE}_Y = 0.002m$; sử dụng PPK; $\overline{RMSE}_Z = 0.004m$



Hình 6. Tâm chụp ảnh của khu thực nghiệm xã Thanh Vân.

Nhận thấy rằng: khi định vị RTK với trạm Cors không chủ động trong bay chụp dẫn đến không đạt được thành quả (ngoài các nhược điểm khi phân tích ở trên); Định vị RTK với trạm cơ sở đồng bộ của hãng D-RTK2 trong khu vực không lớn, thông thoáng thì khá ổn định cho kết quả tốt; Định vị tâm chụp bằng PPK cho kết quả độ chính xác rất tốt ở cả 2 máy bay. Tuy nhiên độ chính xác định vị bằng xử lý sau PPK tốt hơn khoảng 1.5 đến 2 lần so với RTK ở máy bay số 1 với độ lệch tâm định vị trung bình khoảng 5cm về mặt bằng, 1cm về độ cao (lưu ý phải quy về cùng hệ quy chiếu). Liên kết khối ảnh bằng phần mềm Agisoft Metashape của cả 3 dữ liệu điều đạt tốt cho thành lập bản đồ tỷ lệ lớn, nhưng nhận thấy rằng sử dụng tâm

chụp bằng PPK cho kết quả tốt hơn về độ cao. Độ phân tán sai số trung phương vị trí tâm chụp sau bình sai khối ảnh được trình bày trong Hình 7 và Hình 8.



4. Kết luận

Định vị tâm chụp cho công nghệ đo ảnh không người lái UAV đem lại lợi ích rất lớn vì độ chính xác cao, không phải bố trí các điểm khống chế ảnh mặt đất (chỉ cần số lượng rất ít điểm kiểm tra) cho nên tiết kiệm thời gian và công sức ở thực địa. Kết quả phân tích ưu điểm, nhược điểm của 3 phương pháp định vị gồm định vị RTK với trạm Cors, định vị RTK với trạm cơ sở đồng bộ D-RTK2 và định vị động xử lý sau PPK cùng với phân tích về độ chính xác đạt được thì tùy tình hình thực tiễn mà chọn phương pháp nào cho tốt. Trong điều kiện nước ta hiện nay các hệ thống trạm Cors chưa được phổ quát, dịch vụ chưa được sử dụng rộng rãi cùng với tần suất thu/phát tín hiệu chỉ là 1Hz kèm độ trễ nên chưa đáp ứng được cho định vị tâm chụp cho UAV. Định vị tâm chụp bằng phương pháp đo động tức thời RTK với trạm cơ sở đồng bộ D-RTK2 trong khu vực không lớn ở vùng thực nghiệm, điều kiện thông thoáng giữa trạm điều khiển và thiết bị bay cho kết quả tốt, đáp ứng được yêu cầu thành lập bản đồ tỷ lệ lớn, tuy thao tác tại thực địa mất nhiều thời gian hơn nhưng nhận được thành quả tâm chụp độ chính xác cao gắn luôn trong từng tấm ảnh chụp giúp cho quá trình xử lý trong phòng được đơn giản hơn. Phương pháp định vị động xử lý sau PPK tâm chụp cho kết quả độ chính xác tốt hơn cả, số liệu an toàn, không phụ thuộc vào sự kết nối thông suốt trong quá trình bay, tuy quá trình xử lý trong phòng để ra sản phẩm tâm chụp khá dài dòng, phức tạp, nếu số lượng ca bay nhiều, số lượng ảnh lớn thì có thể dẫn đến sai sót. Tuy nhiên để có tính an toàn và chủ động cao có thể kết hợp cả 2 phương pháp RTK với trạm cơ sở của hãng D-RTK2 và định vị xử lý sau PPK với trạm cơ sở của hãng thứ 3. Việc xây dựng quy trình công nghệ chặt chẽ ở hình 5 giúp cho người dùng nắm

được và linh hoạt chủ động trong sử dụng biện pháp định vị tâm chụp phù hợp với điều kiện thiết bị, con người của cơ sở sản xuất.

Tài liệu tham khảo

- 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.
- Barry Rabkin, 2020. *GCPs v. PPK/RTK: Which is Best to Receive Fast and Accurate Data?* Available at: <https://www.identifiedtech.com/blog/drone-technology/gcps-ppk-rtk-best-receive-fast-accurate-data/>. Accessed 18 July 2020.
- Dji, 2020. Phantom 4 RTK User Manual ver 2.2.
- Escadrone.com, 2020. *Phantom 4 RTK : les 3 modes de fonctionnement en RTK / PPK*. Available at: <https://escadrone.com/fonctionnement-phantom-4-rtk-ppk/>. Accessed 18 July 2020.
- Julián Tomašík, Martin Mokroš, Peter Surový, Alžbeta Grznárová and Ján Merganič, 2019. UAV RTK/PPK Method - An Optimal Solution for Mapping Inaccessible Forested Areas?. *Remote Sens.* 2019, 11, 721; doi:10.3390/rs11060721.
- Michael Blake, 2020. *GCPs vs RTK vs PPK: When to Use What and Why*. Available at: <https://waypoint.sensefly.com/gcps-rtk-ppk-when-what-why/>. Accessed 18 July 2020.
- Sally French, 2019. *New data proves what we already knew: the dji 2019 market share is giant*. Available at: <http://thedronegirl.com/2019/10/20/>. Accessed 18 July 2020.
- Tomoji Takasu and support, 2013. *RTKLIB ver. 2.4.2 Manual*.
- 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.
- Wingtra, 2020. *What's the difference between PPK and RTK drones, and which one is better?* Available at: <https://wingtra.com/ppk-drones-vs-rtk-drones/>. Accessed 18 July 2020.

ABSTRACT

Analyzing to choice of the drone's precise positioning center image point positions for large-scale topographic mapping

Tran Trung Anh¹, Quach Manh Tuan²

¹ Hanoi University of Mining and Geology, Vietnam

² Northern QT Construction and Trade Joint Stock Company, Vietnam

Nowadays, the use of drones using precise GNSS position of images center is becoming more popular in large-scale topographic mapping. This paper introduces to minimize progressively eliminate the ground control point, increasing both technical productivity and working time. The research paper analyzes 3 methods: real-time kinematic (RTK) with Cors, RTK with synchronous base station of D-RTK2 and post-processing kinematic (PPK) to applied in practice for flexibility and compliance. The case study is the DJI Phantom 4 RTK drone in Thanh Van commune, Vinh Yen city, Vinh Phuc province, Vietnam. Using the method of studying the characteristics of the positioning system on the device, the spatial condition of the object to be drawn, the ability to secure the flying data and to choose the appropriate GNSS positioning method. The result of the study is a technological workflow of analyzing input data to select suitable and secure images center position of UAV solutions for the large-scale topographic mapping.

Keywords: photogrammetry, RTK, PPK, UAV, drone, mapping.

Xác định số lượng điểm khống chế ảnh cần thiết khi thành lập bản đồ địa hình tỷ lệ lớn mô phỏng thiên bằng công nghệ bay không người lái có tích hợp định vị GNSS động

Lê Văn Cảnh ^{1,*}, Cao Xuân Cường ¹, Lê Thị Thu Hà ¹, Nguyễn Ngọc Anh ²

¹ Trường Đại học Mỏ - Địa chất, Việt Nam

² Công ty Công nghệ Sao Vega, Việt Nam

TÓM TẮT

Mục đích của nghiên cứu này là xác định được số lượng điểm khống chế ảnh mặt đất (GCP) tối ưu khi đo vẽ thành lập bản đồ địa hình tỷ lệ lớn cho mô phỏng thiên bằng máy bay không người lái có tích hợp thiết bị định vị vệ tinh (UAV/RTK). Để đạt mục đích này, ngày 21 tháng 5 năm 2020, khu vực địa hình diện tích 70 ha tại mỏ than Đèo Nai đã được chụp ảnh bằng máy bay DJI Phantom 4 RTK ở độ cao 100 m, 50 điểm đã được thành lập để nắm ảnh và đánh giá độ chính xác mô hình số bề mặt (DSM). Các DSM được thành lập và đánh giá độ chính xác tương ứng với các trường hợp: sử dụng ảnh UAV/RTK mà không có thêm bất cứ điểm GCP nào, sử dụng ảnh UAV/RTK kết hợp với 1, 2, 3, 4 và 5 điểm GCP. Kết quả cho thấy DSM được thành lập với UAV/RTK không sử dụng điểm GCP cho sai số trung phương mặt bằng là 6.8 cm và độ cao là 34.3 cm, do đó không đáp ứng được yêu cầu về độ chính xác. Tuy nhiên, khi kết hợp với 1 điểm GCP thì sai số về độ cao của DSM đã được cải thiện 79% và 86% nếu có 2 điểm GCP. Nếu sử dụng 3, 4 và 5 điểm GCP thì độ chính xác được cải thiện hơn nhưng không đáng kể so với sử dụng 2 điểm GCP. Do vậy, sử dụng ảnh UAV/RTK kết hợp với 02 điểm khống chế ảnh mặt đất cho DSM đáp ứng yêu cầu độ chính xác thành lập bản đồ địa hình tỷ lệ lớn cho các mô phỏng thiên.

Từ khóa: UAV/RTK; DSM; GCP; mô phỏng thiên; bản đồ địa hình.

1. Đặt vấn đề

Trong những năm gần đây, thiết bị bay không người lái (UAV) được ứng dụng rộng rãi trong nhiều lĩnh vực như khảo sát dịch chuyển và biến dạng bề mặt đỉnh núi lửa (Derrien, Villeneuve et al. 2015), khảo sát địa chất, đánh giá nhanh các thảm họa trượt lở đất (Dugonjić Jovančević, Peranić et al. 2016, Tziavou, Pytharouli et al. 2017, Rossi, Tanteri et al. 2018). Đây cũng là giải pháp hữu hiệu trong khảo sát và thành lập bản đồ địa hình (Carrivick, Smith et al. 2016, Wiacek and Pyka 2019) đặc biệt là cho khu vực có địa hình phức tạp như các mô phỏng thiên khai thác quặng hoặc khai thác than (Sayab, Aerden et al. 2018, Nguyen Quoc Long, Bui Xuan Nam et al. 2019, Le Van Canh, Cao Xuan Cuong et al. 2020, Nguyễn Quốc Long and Lê Văn Cảnh 2020). Khi áp dụng công nghệ UAV, việc sử dụng các điểm khống chế ảnh mặt đất (GCPs) luôn rất cần thiết để định vị khối ảnh về hệ tọa độ địa phương và đảm bảo độ chính xác của mô hình số bề mặt (DSM) (Taddia, Stecchi et al. 2020), tuy nhiên, đó cũng là công việc thực địa tốn nhiều thời gian và công sức, tạo nên nhược điểm lớn nhất cho công nghệ này (Forlani, Dall'Asta et al. 2018). Điều này càng trở lên rõ ràng đối với một số địa hình phức tạp như các địa hình núi lửa, khu vực trượt lở, hoặc đo đạc ở các vùng sâu xa (Tomaščík, Mokros et al. 2019) nơi mà việc thành lập điểm GCP rất khó khăn, thậm chí không thể thực hiện được.

Gần đây, máy bay không người lái có tích hợp thiết bị định vị vệ tinh GNSS đã được biết đến như một giải pháp hữu ích để giảm thiểu việc sử dụng các điểm GCPs (Helliguy 2020). Với thiết bị định vị vệ tinh GNSS cho phép đo định vị theo thời gian thực (RTK) đạt độ chính xác cỡ cm, có thể thay thế GCPs (Zhang, Aldana Jague et al. 2019) nên được gọi là UAV/RTK. Việc đánh giá độ chính xác DSM được thành lập từ thiết bị này đã được thực hiện trong nhiều nghiên cứu gần đây. Tác giả Fazeli và cộng sự đã thành lập 12 điểm khống chế và 20 điểm kiểm tra trên một khu vực thực nghiệm thành lập DSM bằng công nghệ UAV/RTK (Fazeli, Samadzadegan et al. 2016) kết quả cho thấy độ chính xác DSM đạt mức đề xi mét.

* Tác giả liên hệ

Email: levancanh@humg.edu.vn

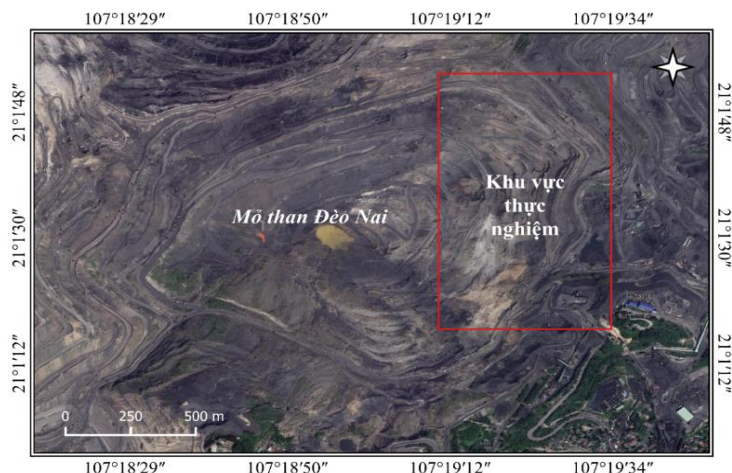
Nghiên cứu của tác giả Ekaso và cộng sự cũng cho kết luận tương tự khi đánh giá độ chính xác mô hình thành lập được từ ảnh bay chụp bởi máy bay Matric pro có tích hợp RTK (Ekaso, Nex et al. 2020). Cả hai nghiên cứu này đã cho thấy rằng độ chính xác DSM

không cao do tồn tại độ trễ tín hiệu giữa thời điểm chụp của máy ảnh và thời điểm đo RTK trên mặt đất. Tuy nhiên, nhược điểm này đã nhanh chóng được khắc phục khi máy bay UAV/RTK thế hệ mới như DJI Phantom 4 RTK (P4K) ra đời, do sự đồng bộ giữa hệ thống chụp ảnh với module RTK dẫn tới độ trễ chỉ ở mức mm (DJI 2020). Khảo sát khả năng sử dụng P4K thành lập bản đồ địa hình vùng ven bờ biển, tác giả Taddia và cộng sự đã khẳng định ứng dụng P4K cho phép đo đạc đạt độ chính xác đến cm (Taddia, Stecchi et al. 2020).

Các điểm GCPs có cần thiết hay không khi sử dụng UAV/RTK đã được trả lời trong các nghiên cứu (Forlani, Dall'Asta et al. 2018, Štroner, Urban et al. 2020), các tác giả này đã tiến hành bay chụp ảnh UAV với 3 trường hợp: chỉ sử dụng điểm khống chế ảnh, chỉ sử dụng UAV/RTK và kết hợp cả hai, sau đó so sánh độ chính xác các mô hình DSMs thành lập được. Kết quả cả hai nghiên cứu đều kết luận rằng sử dụng UAV/RTK và UAV/RTK kết hợp với 01 điểm khống chế ảnh mặt đất cho mô hình DSMs có độ chính xác cao hơn khi chỉ sử dụng GCPs. Tuy nhiên, các nghiên cứu nêu trên đa số được thực hiện ở khu vực địa hình khá bằng phẳng và chưa có nghiên cứu nào áp dụng cho địa hình phức tạp như ở các mỏ lộ thiên. Do vậy, cần có nghiên cứu để đánh giá khả năng ứng dụng UAV/RTK trong công tác thành lập bản đồ địa hình mỏ lộ thiên, trong đó, việc xác định được số lượng mốc khống chế ảnh tối ưu là một khâu quan trọng, để có thể đưa phương pháp này vào thực tế sản xuất đạt hiệu quả cao.

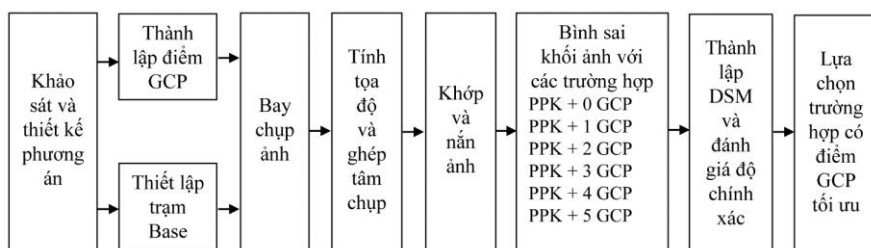
2. Khu vực nghiên cứu

Khu vực thực nghiệm có vị trí nằm tại bờ khai trường phía đông của mỏ than Đèo Nai, Cẩm Phả, Quảng Ninh. Khu vực đo vẽ có địa hình tầng bậc đặc trưng cho mỏ khai thác than lộ thiên tại bể than Quảng Ninh, độ sâu khai thác và góc dốc sườn tầng lớn, diện tích khoảng 70ha, chênh cao địa hình từ điểm thấp nhất (đáy moong) tới điểm cao nhất (bờ mỏ) vào khoảng 300 m (Hình 1). Khu vực nghiên cứu không có lớp phủ nên mô hình DSM thành lập được cũng chính là mô hình DEM (Nguyễn Quốc Long and Lê Văn Cảnh 2020).



Hình 1. Vị trí khu vực thực nghiệm tại mỏ Đèo Nai.

3. Đo đạc thực nghiệm



Hình Quy trình xác định số lượng điểm khống chế ảnh cần thiết

3.1. Thiết bị sử dụng

Máy bay không người lái P4K đã được sử dụng để bay chụp ảnh địa hình mỏ. Tâm ảnh được định vị theo phương thức đo động thời gian thực (GNSS/PPK) sử dụng máy GNSS Comnav T300 làm trạm cơ sở mặt đất (Base). Máy toàn đạc điện tử Topcon ES105 được sử dụng để đo nối tọa độ đến các điểm khống chế ảnh mặt đất và các điểm kiểm tra.

Bảng 1. Thiết bị sử dụng

Thiết bị			
	DJI Phantom 4 RTK	GNSS Comnav T300	Topcon ES 105
Thông số kỹ thuật chính	- Máy ảnh: 20mb/pixel - Định vị tâm ảnh: GNSS động - Độ phân giải ảnh 2.74cm/pixel ở chiều cao bay 100m	- Máy đo GNSS 2 tần số - Độ chính xác: mặt bằng 10mm+ 0.5 ppm; độ cao 20mm+ 0.5 ppm	- Độ chính xác đo góc: $\pm 5''$ - Độ chính xác đo chiều dài: 2 mm + 2 ppm

3.2. Bay chụp UAV thu nhận ảnh

Kế hoạch bay chụp được thiết kế bay trước khi ra thực địa, đảm bảo các tiêu chí an toàn và đáp ứng yêu cầu độ chính xác. Độ cao bay chụp được thiết kế ở mức 100 m so với mặt đất và cho độ phân giải ảnh 2.74 cm/pix. Vị trí cất và hạ cánh của máy bay có độ cao trung bình xét trên toàn khu đo để đảm bảo an toàn cho máy bay và cho độ phân giải ảnh tốt nhất ở các vị trí có độ sâu lớn. Độ phủ dọc và phủ ngang của các bức ảnh liên kế là 75 %, tốc độ bay trung bình của máy bay 7 m/s. Tổng số ca bay cho toàn khu vực là 4 ca, tổng số ảnh chụp được là 892 ảnh. Tâm chụp ảnh được định vị theo phương thức đo động xử lý sau GNSS/PPK với trạm base mặt đất được đặt vào mốc giải tích 1 của mỏ.



Hình 3. Một số hình ảnh đo đạc thực địa tại mỏ Đèo Nai.

3.3. Thành lập mô hình số độ cao DSM và đánh giá độ chính xác mô hình

3.3.1. Phương pháp

Tọa độ tâm chụp của ảnh được đo theo phương thức GNSS/PPK, sau khi bay chụp tâm ảnh được xử lý trên phần mềm RTKlib 2.4.3 và Aerotas P4RTK PPK Adjustments V1.0. Các tấm ảnh được ghép lại tâm chính xác và xử lý trên phần mềm Agisoft Metashape Professional.

Mô hình số bề mặt của khu vực nghiên cứu được xây dựng với 6 trường hợp như sau: chỉ dùng ảnh bay chụp UAV/RTK (PPK); kết hợp ảnh bay chụp UAV/RTK với các điểm khống chế ảnh với số lượng tăng dần (từ 1 tới 5) tương ứng với PPK + 1 GCP; PPK + 2 GCP; PPK + 3 GCP; PPK + 4 GCP và PPK + 5 GCP.

Để có cơ sở kiểm tra độ chính xác mô hình DSM thành lập được từ ảnh bay chụp UAV, trên khu vực thực nghiệm thành lập 50 điểm khống chế ảnh mặt đất, các điểm này được đánh dấu bằng các tiêu khống chế ảnh, được in màu vàng - đen trên giấy bạt (có độ phản xạ tốt) kích thước 60 x 60 cm. Trước khi sử dụng

các điểm GCP đã được kiểm tra về độ chính xác, trong đó 4 điểm GCP không đảm bảo độ chính xác đã được loại bỏ, 46 điểm GCP còn lại đã dùng để nền ảnh và đánh giá độ chính xác các DSM.

3.3.2. Đánh giá độ chính xác

Để đánh giá độ chính xác mô hình DSM thành lập được, sử dụng sai số trung phương (RMSE), tính toán cho sai số tọa độ X, Y, Z, XY và XYZ với các công thức tính toán như sau:

$$RMSE_x = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_{DSM} - X_{GCP_i})^2}{n}} \quad (1)$$

$$RMSE_y = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (Y_{DSM} - Y_{GCP_i})^2}{n}} \quad (2)$$

$$RMSE_z = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (Z_{DSM} - Z_{GCP_i})^2}{n}} \quad (3)$$

$$RMSE_{XYZ} = \sqrt{RMSE_x^2 + RMSE_y^2 + RMSE_z^2} \quad (4)$$

Trong đó: RMSE - sai số trung phương; n tổng số điểm kiểm tra; X_{GCP_i} và X_{DSM} , Y_{GCP_i} và Y_{DSM} , Z_{GCP_i} và Z_{DSM} - thành phần tọa độ tương ứng theo hướng trục X, Y, Z của điểm khống chế ảnh và điểm tương ứng trên mô hình DSM.

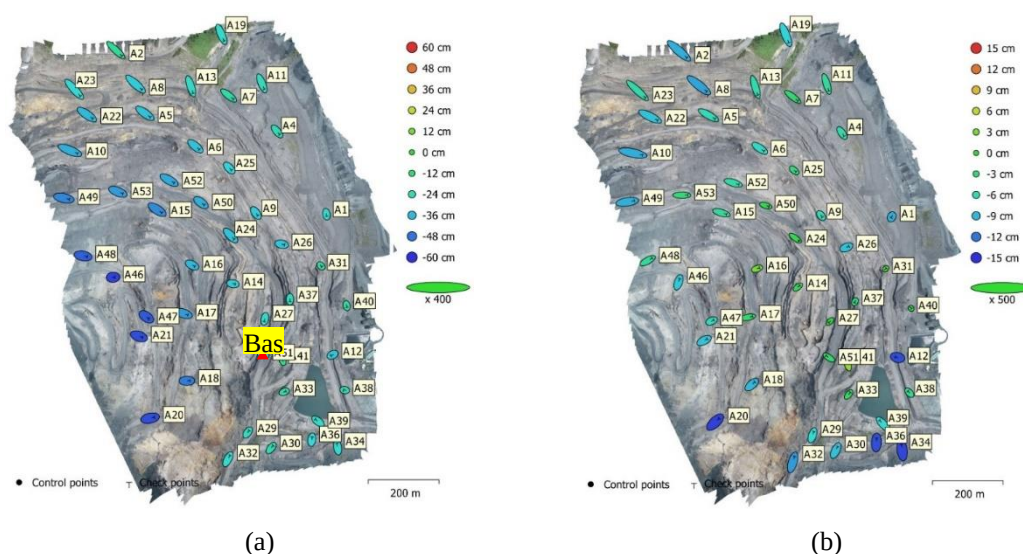
4. Kết quả và thảo luận

Kết quả được thể hiện trong Bảng 2, ta có thể thấy rằng trường hợp chỉ sử dụng PPK cho sai số trung phương vị trí điểm (mặt bằng) là 6.8 cm, sai số độ cao là 34.3 cm. Khi sử dụng thêm 01 điểm khống chế ảnh (PPK +1 GCP), sai số mặt bằng các điểm trên mô hình thay đổi không lớn, nhưng độ chính xác về độ cao của mô hình được cải thiện đáng kể (79%). So với trường hợp sử dụng 01 GCP, trường hợp PPK + 2 GCP cho sai số trung phương cả về mặt bằng và độ cao nhỏ hơn 8%, sai số này được cải thiện thêm 3% khi sử dụng 3 điểm GCP, sử dụng 4, hoặc 5 GCP đều có độ chính xác DSM được cải thiện nhưng không đáng kể (khoảng 0.5%). Như vậy, xét đến sai số trung phương của cả mô hình (Bảng 1) thì chỉ cần sử dụng 01 điểm GCP đã cho độ chính xác mô hình đến cm.

Bảng 2. Sai số trung phương X, Y, Z, XY và XYZ của các điểm kiểm tra

Trường hợp	Sai số trung phương (cm)				
	RMSE _x	RMSE _y	RMSE _z	RMSE _{xy}	RMSE _{xyz}
PPK	5.1	4.5	34.3	6.8	35.0
PPK+1GCP	4.7	4.2	7.3	6.3	9.7
PPK+2GCP	3.7	2.5	4.7	4.5	6.5
PPK+3GCP	4.0	2.3	3.7	4.6	5.9
PPK+4GCP	3.4	2.0	3.8	3.9	5.5
PPK+5GCP	2.9	2.0	3.6	3.5	5.0

Nếu việc đánh giá độ chính xác DSM được thực hiện dựa trên sai số vị trí điểm yếu nhất trên mô hình. Hình 4a cho thấy khi không sử dụng điểm khống chế ảnh, sai số lớn nhất của mô hình tập trung tại các vị trí có độ sâu lớn và ở khu vực xa trạm base (khoảng cách từ base tới điểm GCP xa nhất là 1.5 km). Khi sử dụng 01 điểm khống chế ảnh (Hình 4b), phân bố sai số trên mô hình có sự thay đổi rõ rệt, khu vực gần điểm khống chế ảnh sẽ có sai số nhỏ hơn và càng xa điểm này độ chính xác mô hình càng giảm.



Hình 4. Vị trí các điểm khống chế ảnh và elip sai số.
a. Trường hợp PPK; b. Trường hợp PPK + 1 GCP

Bảng 3 thể hiện sai số vị trí điểm lớn nhất trên mô hình DSM của cả 6 trường hợp. Qua đó có thể thấy rằng sai số vị trí mặt bằng của DSM thậm chí tăng lên khi tăng số lượng điểm khống chế ảnh. Trái ngược với điều đó, sai số độ cao của các điểm trên mô hình lại giảm xuống khi số lượng các điểm khống chế ảnh tăng lên. Cụ thể, khi sử dụng 01 GCP sai số lớn nhất về độ cao vẫn ở mức -14.2 cm, tuy nhiên, khi sử dụng 2 điểm GCP sai số này chỉ còn -5.9 cm. Khi lần lượt sử dụng 3, 4 và 5 điểm GCP, sai số về độ cao được cải thiện chưa đến 1.5 cm so với sử dụng 2 GCP.

Bảng 3. Các điểm kiểm tra có sai số lớn nhất

Phương pháp	Sai số (cm)				
	dX	dY	dZ	dXY	dXYZ
PPK	6.3	1.4	-54.7	6.4	55.1
PPK+1GCP	4.6	4.3	-14.2	6.3	15.6
PPK+2GCP	7.6	-3.1	-5.9	8.2	10.1
PPK+3GCP	7.8	-3.9	-5.2	8.7	10.1
PPK+4GCP	6.6	-3.1	-4.5	7.3	8.6
PPK+5GCP	6.2	-2.9	-4.9	6.8	8.4

5. Kết luận

Trong nghiên cứu này, với mục tiêu xác định được số lượng điểm khống chế ảnh mặt đất cần thiết khi thành lập bản đồ địa hình tỷ lệ lớn cho các mô lộ thiên bằng công nghệ UAV/RTK. Máy bay DJI Phantom4 RTK đã được sử dụng để bay chụp địa hình mô lộ thiên, điểm GCP được thành lập và đo nối tọa độ bằng máy toàn đạc điện tử. Đánh giá độ chính xác DSM ở các trường hợp khác nhau cho thấy:

Mô hình số bề mặt được thành lập từ ảnh bay chụp bằng thiết bị bay không người lái có tích hợp GNSS/RTK có tọa độ mặt bằng đạt độ chính xác thành lập bản đồ địa hình tỷ lệ lớn mô lộ thiên theo qui phạm (Bộ Công Thương 2015), tuy nhiên, độ cao có sai số lớn và không đáp ứng được yêu cầu.

Cần thiết phải sử dụng các điểm khống chế ảnh mặt đất để cải thiện độ chính xác DSM, sử dụng 01 điểm cho độ chính xác đề xi mét, sử dụng từ 2 điểm khống chế ảnh trở lên cho sai số xăng ti mét. Sử dụng UAV/RTK kết hợp với 02 điểm GCP cho DSM đảm bảo độ chính xác thành lập bản đồ địa hình tỷ lệ lớn cho mô lộ thiên theo qui phạm trắc địa mô.

Lời cảm ơn

Bài báo này là sản phẩm nghiên cứu của đề tài mã số T20 - 06, nhóm nghiên cứu xin chân thành cảm ơn sự hỗ trợ kinh phí từ trường Đại học Mỏ - Địa chất, cảm ơn Công ty than Đèo Nai đã phối hợp và tạo điều kiện cho nhóm nghiên cứu trong quá trình đo đạc thực nghiệm.

Tài liệu tham khảo

- Bộ Công Thương (2015). Tiêu chuẩn Việt Nam ngành Trắc Địa Mỏ. Hà Nội, Viện tiêu chuẩn quốc gia Việt Nam.
- Carrivick, J., M. Smith and D. Quincey (2016). Structure from Motion in the Geosciences (index): 195-197.
- Derrien, A., N. Villeneuve, A. Peltier and F. Beauducel (2015). "Retrieving 65 years of volcano summit deformation from multi-temporal Structure-from-Motion: the case of Piton de la Fournaise (La Réunion Island)." *Geophysical Research Letters* **42**.
- DJI. (2020). "Phantom 4 RTK Visionary Intelligence, <https://www.dji.com/phantom-4-rtk>."
- Dugonjić Jovančević, S., J. Peranić, I. Ružić and Ž. Arbanas (2016). "Analysis of a historical landslide in the Rječina River Valley, Croatia." *Geoenvironmental Disasters* **3**(1): 26.
- Ekaso, D., F. Nex and N. Kerle (2020). "Accuracy assessment of real-time kinematics (RTK) measurements on unmanned aerial vehicles (UAV) for direct geo-referencing." *Geo-spatial Information Science*: 1-17.
- Fazeli, H., F. Samadzadegan and F. Dadrass Javan (2016). "Evaluating the potential of RTK-UAV for automatic point cloud generation in 3D rapid mapping." *ISPRS - International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences* **XLII-B6**: 221-226.
- Forlani, G., E. Dall'Asta, F. Diotri, U. M. d. Cella, R. Roncella and M. Santise (2018). "Quality assessment of DSMs produced from UAV flights georeferenced with on-board RTK positioning." *Remote Sensing* **10**(2): 311.
- Helliguy. (2020). "<https://www.heliguy.com/blog/2019/01/24/is-rtk-the-future-of-drone-mapping/>."
- Le Van Canh, Cao Xuan Cuong, Le Hong Viet and Dinh Tien (2020). "Volume computation of quarries in Vietnam based on Unmanned Aerial Vehicle (UAV) data." *Mining and earth sciences* **61**(1): 21-30.
- Nguyen Quoc Long, Bui Xuan Nam, Cao Xuan Cuong and Le Van Canh (2019). "An approach of mapping quarries in Vietnam using low-cost Unmanned Aerial Vehicles." *International Journal of Sustainable Development* **11**(2):199-210.
- Nguyễn Quốc Long and Lê Văn Cảnh (2020). "Khả năng ứng dụng thiết bị bay không người lái (UAV) kinh phí thấp để đo vẽ kiểm kê trữ lượng khoáng sản mô lộ thiên." *Công nghiệp mỏ* **02**: 79-85.
- Rossi, G., L. Tanteri, V. Tofani, P. Vannocci, S. Moretti and N. Casagli (2018). "Multitemporal UAV surveys for landslide mapping and characterization." *Landslides* **15**(5): 1045-1052.
- Sayab, M., D. Aerden, M. Paananen and P. Saarela (2018). "Virtual Structural Analysis of Jokisivu Open Pit Using 'Structure-from-Motion' Unmanned Aerial Vehicles (UAV) Photogrammetry: Implications for Structurally-Controlled Gold Deposits in Southwest Finland." *Remote Sensing* **10**: 1296.
- Štroner, M., R. Urban, T. Reindl, J. Seidl and J. Brouček (2020). "Evaluation of the Georeferencing Accuracy of a Photogrammetric Model Using a Quadrocopter with Onboard GNSS RTK." *Sensors* **20**: 2318.
- Taddia, Y., F. Stecchi and A. Pellegrinelli (2020). "Coastal Mapping using DJI Phantom 4 RTK in Post-Processing Kinematic Mode." *Drones* **4**: 9.
- Tomaščík, J., M. Mokros, P. Surovy, A. Grznárová and J. Merganič (2019). "UAV RTK/PPK Method - An Optimal Solution for Mapping Inaccessible Forested Areas?" *Remote Sensing* **11**: 721.
- Tziavou, O., S. Pytharouli and J. Souter (2017). "Unmanned Aerial Vehicle (UAV) based mapping in engineering geological surveys: Considerations for optimum results." *Engineering Geology* **232**.
- Wiącek, P. and K. Pyka (2019). "THE TEST FIELD FOR UAV ACCURACY ASSESSMENTS." *ISPRS - International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences* **XLII-1/W2**: 67-73.
- Zhang, H., E. Aldana Jague, F. Clapuyt, F. Wilken, V. Vanacker and K. Oost (2019). "Evaluating the potential of post-processing kinematic (PPK) georeferencing for UAV-based structure- from-motion (SfM) photogrammetry and surface change detection." *Earth Surface Dynamics* **7**.

ABSTRACT

Determination of the number of ground control points required when creating large scale terrain mapping of open-pit mines using Unmanned Aerial Vehicles with integrated kinematic GNSS

Le Van Canh ¹, Cao Xuan Cuong ¹, Le Thi Thu Ha ¹, Nguyen Ngoc Anh ²

¹ *Hanoi University of Mining and Geology, Vietnam*

² *VegaStar Technology Company, Vietnam*

The objective of this study is to determine the optimal number of ground control points (GCPs) when measuring and creating a large scale topographic map for open - pit mines by an Unmanned aerial vehicles with a RTK onboard (UAV / RTK). To achieve this goal, on the 21st of May 2020, a 70-hectare area of Deo Nai coal mine was photographed by UAV Phantom4 RTK aircraft at an altitude of 100m and 50 GCPs have been established to capture the image and evaluate the accuracy of the digital surface model (DSM). The DSMs were established and assessed for accuracy in the following cases: using UAV / RTK images without GCPs and using UAV / RTK images in combination with 1, 2, 3, 4 and 5 GCPs. The results show that the horizontal and vertical accuracy of DSM given by PPK only were 6.8 and 34.3 cm, respectively. However, when adding one GCP, the vertical accuracy was improved 79% and 86% with two GCPs. In addition, combination with 3, 4 and 5 GCPs, the error was improved but not significantly compared with 2 GCPs. Therefore, using UAV / RTK images in combination with 2 GCPs for DSM meets the accuracy requirements for creating large scale topographic maps of Open - pit mines.

Keywords: UAV/RTK; DSM; GCP; Open - pit mine; terrain mapping.

Ứng dụng công nghệ UAV (Flycam) trong ước tính chiều cao cây hệ sinh thái rừng ngập mặn tỉnh Sóc Trăng

Nguyễn Kiều Diễm*, Võ Quốc Tuấn
Trường Đại học Cần Thơ, Việt Nam

TÓM TẮT

Rừng ngập mặn là một trong những nguồn tài nguyên vô cùng quý giá, có vai trò to lớn đối với sự sống của con người. Nghiên cứu về chiều cao cây là vấn đề quan trọng trong việc đánh giá trữ lượng Cacbon, khối lượng gỗ một cách hiệu quả. Unmanned Aerial Vehicle (UAV) thường được gọi là Flycam, là dạng máy bay không người lái hiện nay đang được phát triển và ứng dụng trong quản lý và giám sát tài nguyên thiên nhiên. Nghiên cứu ứng dụng ảnh nguồn chụp từ UAV Phantom 4 nhằm ước tính chiều cao cây rừng ngập mặn vùng ven biển tỉnh Sóc Trăng. Đề tài sử dụng phương pháp xử lý ảnh trên Agisoft PhotoScan - phần mềm thiết kế ảnh 3D để xây dựng mô hình số bề mặt (Digital Surface Model - DSM) mô tả độ cao của khu vực nghiên cứu và ảnh ghép trực giao Orthomosaic với cái nhìn tổng thể khu vực nghiên cứu. Đồng thời kết hợp phương pháp xử lý số liệu đo đạc thực địa để xác định được chiều cao cây rừng thực tế. Kết quả nghiên cứu đã thành lập được bản đồ phân bố chiều cao cây rừng ngập mặn ven biển tỉnh Sóc Trăng chia theo 3 tiểu khu vực với tổng 871 ảnh chụp bằng Flycam. Ngoài ra, việc so sánh giữa phương pháp giải đoán ảnh và phương pháp đo đạc thực tế với tương quan toàn khu vực là 91% chứng tỏ đề tài mang tính hiệu quả cao có thể ứng dụng cho các nghiên cứu tiếp theo, đặc biệt trong công tác quản lý hiệu quả nguồn tài nguyên rừng.

Từ khóa: Flycam, rừng ngập mặn, Sóc Trăng.

1. Đặt vấn đề

Rừng ngập mặn là một trong những hệ sinh thái quan trọng và có năng suất cao nhất trên thế giới, nơi nuôi dưỡng, cư ngụ và cung cấp thức ăn cho nhiều loài động vật dưới nước và trên cạn, có giá trị kinh tế cao ở vùng ven biển. Song song đó, chiều cao cây chính là chỉ số quan trọng trong quản lý rừng. Tuy nhiên các phương pháp đo chiều cao truyền thống rất mất thời gian và chi phí thực hiện trên diện rộng. Những năm gần đây, UAV (Flycam) - máy bay không người lái là công nghệ đang được phát triển và ứng dụng trong theo dõi sự sinh trưởng của cây rừng, đo đạc chiều cao cây, quản lý nông lâm nghiệp (Theja et al., 2013; Nguyễn Duy Khánh và ctv, 2014; Dempewolf et al, 2017). UAV được trang bị hệ thống định vị toàn cầu (GPS), camera với độ phân giải cao lên đến 4,8 cm/pixel (Phantom 4), các kỹ thuật đo quán tính và cảm biến khác cho phép thực hiện các tự động bay theo thiết lập đường bay, dễ dàng theo dõi thu thập dữ liệu, cung cấp việc lập bản đồ một cách có hệ thống, nhanh chóng có hiệu quả và tiết kiệm thời gian. Sóc Trăng là một trong những tỉnh ven biển của Đồng bằng sông Cửu Long (ĐBSCL) với hệ thống rừng ngập mặn chiếm diện tích đáng kể. Vì vậy, nghiên cứu được thực hiện nhằm áp dụng ảnh chụp từ công nghệ UAV trong xây dựng bản đồ chiều cao cây rừng ngập mặn khu vực ven biển xã Vĩnh Hải, thị xã Vĩnh Châu, tỉnh Sóc Trăng.

2. Cơ sở lý thuyết và phương pháp nghiên cứu

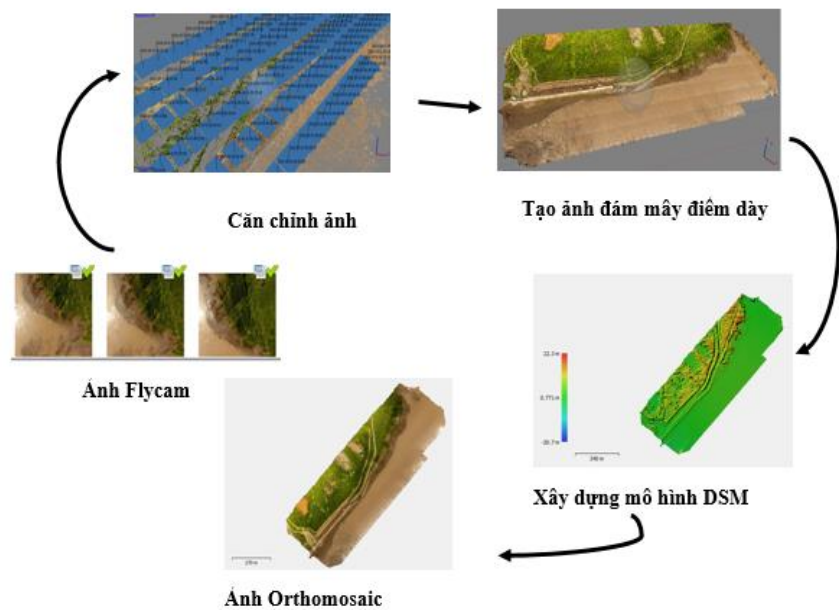
2.1. Phương pháp thu thập dữ liệu ảnh

Ảnh chụp khu vực nghiên cứu thuộc xã Vĩnh Hải, thị xã Vĩnh Châu, tỉnh Sóc Trăng được thực hiện vào ngày 31/10/2016 bằng thiết bị UAV DJI Phantom 4 với độ cao bay chụp 200 m trên tổng diện tích gần 18 ha gồm 871 ảnh chia làm 3 khu vực với lần lượt là khu vực 1: 268 ảnh, khu vực 2: 262 ảnh và khu vực 3 là 341 ảnh. Ảnh được trích từ tổ chức hợp tác phát triển Đức (GIZ) của chương trình “Mô hình đồng quản lý rừng ngập mặn ven biển” xã Vĩnh Hải, thị xã Vĩnh Châu, tỉnh Sóc Trăng. Chương trình được sự phối hợp

* Tác giả liên hệ
Email: nkdiem@ctu.edu.vn

của tổ chức GIZ cùng với UBND tỉnh Sóc Trăng, Sở Nông Nghiệp và Phát triển nông thôn tỉnh Sóc Trăng thực hiện.

2.2. Phương pháp xử lý ảnh trên Agisoft PhotoScan



Hình 1: Quy trình xử lý ảnh trên phần mềm Agisoft PhotoScan.

Ảnh chụp bằng Flycam được xử lý trên phần mềm Agisoft PhotoScan Professional phiên bản 1.4.3 (Hình 1). Dữ liệu ảnh được đưa vào phần mềm và tiến hành quá trình xử lý ảnh cho lần lượt 3 khu vực với các công đoạn chính thể hiện trong Bảng 1.

Bảng 1: Quá trình xử lý ảnh trên phần mềm Agisoft PhotoScan

Các bước xử lý ảnh	Yếu tố hiệu chỉnh	Giá trị sử dụng
Căn chỉnh ảnh	Độ chính xác Giới hạn số lượng điểm ảnh tối đa Giới hạn số lượng điểm ảnh liên kết Tham số biến dạng	Cao 40.000 4.000 Bật
Tối ưu hóa căn chỉnh ảnh	Các thông số chuẩn có sẵn thể hiện trong hộp thoại về độ dày tiêu cự, hệ số nghiêng, tham số méo xuyên tâm	f, cx, cy, k1, k2, k3, p1, p2
Tạo đám mây điểm dày	Chất lượng ảnh Thiết lập chiều sâu	Trung bình Trung bình
Xây dựng mô hình DSM (mô hình số bề mặt)	Hệ tọa độ Dữ liệu nguồn	WGS 84 (EPSG: 4326) Ảnh đám mây điểm dày vừa được tạo
Xây dựng ảnh Orthomosaic	Dữ liệu nguồn	Mô hình DSM vừa được tạo

2.3. Phương pháp đo đạc thực địa

Tiến hành tiếp cận với các cây rừng ngập mặn thuộc vùng nghiên cứu để thực hiện đo đạc chiều cao cây thực tế. Các phép đo được thực hiện bằng máy đo chiều cao cây Terrinox 1200 cùng với định vị tọa độ điểm mẫu trên điện thoại. Phần mềm định vị tọa độ Handy GPS với tích hợp bản đồ và hiển thị vị trí tại điểm quan sát được sử dụng trong quá trình thực địa sao cho việc xác định tọa độ các điểm mẫu với sai số hiển thị trong khoảng ± 5 m. Cách chọn cây phụ thuộc vào địa hình và khu vực nghiên cứu, cần chọn các điểm sao cho bao quát cả khu vực nghiên cứu, tuy nhiên ở những nơi rậm rạp nên chọn những cây ở phía ngoài sao cho việc nhìn thấy gốc và đỉnh sinh trưởng được rõ ràng để đảm bảo khoảng cách, độ chính xác điểm mẫu cao hơn.

2.4. Phương pháp xử lý số liệu trên QGIS

Số liệu đo đạc được tổng hợp trên Excel và chuyển đổi về đúng dạng *.csv, tiến hành nhập vào phần mềm QGIS. Trước đó, mô hình độ cao bề mặt DSM của khu vực đã được xây dựng bằng phần mềm Agisoft PhotoScan. Sử dụng công cụ “Point sampling tool” để lấy được độ cao giả định các điểm trên ảnh DSM ứng với các điểm mẫu đo được trong quá trình thực địa.

Hiệu chỉnh ảnh DSM chứa độ cao giả định về độ cao thực tế so với bề mặt đất (độ cao ước tính của nghiên cứu) bằng công cụ Raster Calculator trên QGIS cho từng khu vực.

Thiết lập công thức tính trong hộp thoại Raster Calculator:

“Ảnh DSM” + độ cao thực tế - độ cao giả định

Kết quả công thức là mô hình chứa độ cao ước tính của khu vực nghiên cứu. Trong đó, độ cao thực tế và độ cao giả định được tính bằng giá trị trung bình độ cao từng khu vực.

3. Kết quả và thảo luận

3.1. Kết quả xử lý ảnh trên phần mềm Agisoft PhotoScan

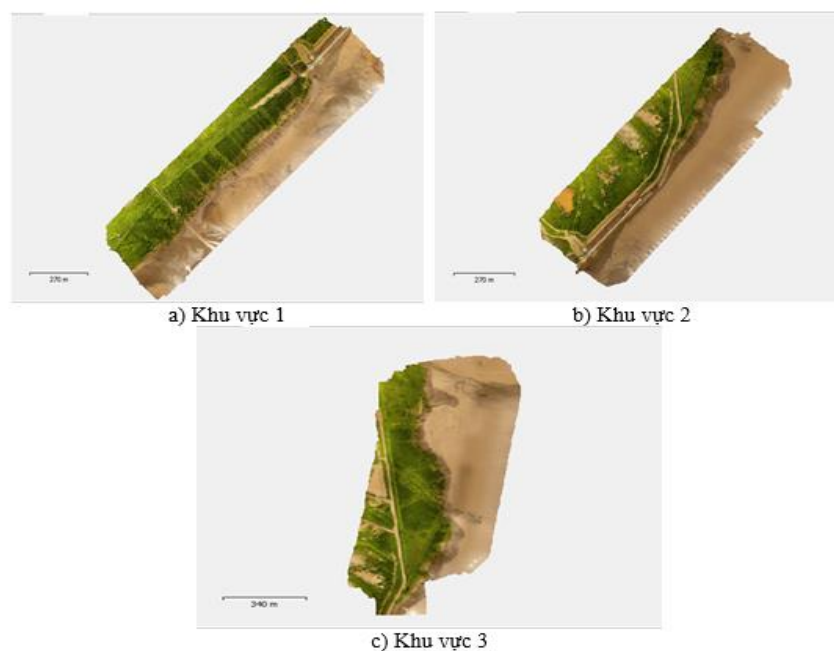
3.1.1. Kết quả tạo ảnh DSM

Ảnh DSM được xây dựng dựa trên dữ liệu ảnh đám mây điểm dày (dense cloud). Kết quả ảnh DSM được xây dựng chứa thông tin độ cao giả định của từng khu vực (Bảng 2). Đó chính là giá trị được dùng kết hợp với độ cao thực tế trong quá trình thực địa nhằm xây dựng bản đồ chiều cao cây.

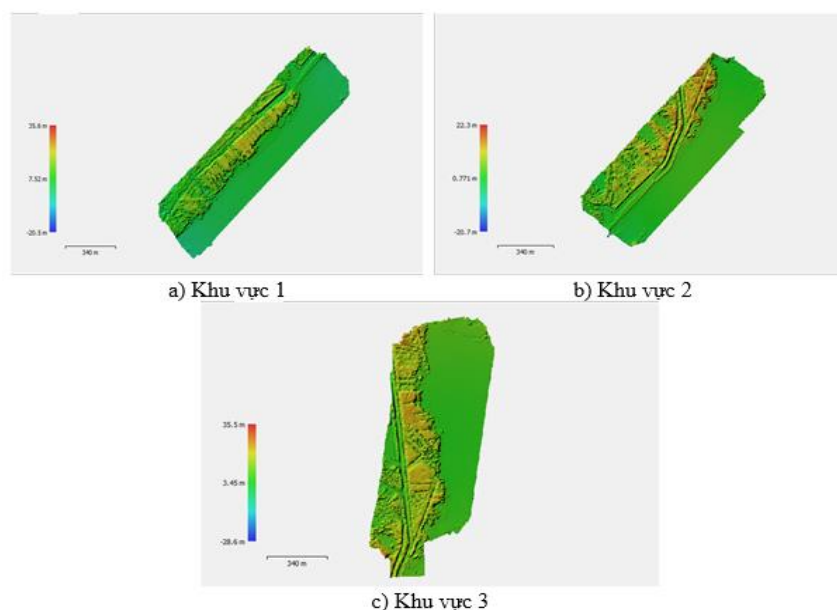
Bảng 2. Thông tin về ảnh DSM chia theo 3 khu vực

Khu vực	Độ cao Min (m)	Độ cao Max (m)	Độ phân giải	Kích cỡ pixel
1	0,73	20,27	9369 x 9384	19,1 cm / pixel
2	0,08	14,28	7561 x 8003	19,1 cm / pixel
3	4,75	21,42	5519 x 9502	18,8 cm / pixel

Độ cao từ thấp đến cao được thể hiện từ tone màu lạnh chuyển dần sang tone màu nóng và được mô tả bằng thang đo ở góc trái (Hình 2). Độ cao càng cao thì tone màu nóng càng rõ nét và ngược lại. Tuy nhiên, độ cao ở vị trí biên của từng khu vực có sai số do quá trình bay chụp và hoạt động trên không của Flycam không thuận lợi ở các vị trí góc, dẫn đến các pixel ở những điểm đó bị lỗi gây sai số trong quá trình xử lý trên phần mềm Agisoft PhotoScan.



Hình 2: Kết quả tạo ảnh DSM chia theo 3 khu vực



Hình 3: Kết quả tạo ảnh Orthomosaic chia theo 3 tiểu khu vực.

3.1.2. Kết quả xây dựng ảnh Orthomosaic

Ảnh Orthomosaic là ảnh ghép trực giao được xây dựng dựa trên bề mặt của mô hình DSM. Được ghép từ nhiều tấm ảnh chụp bằng Flycam với độ phân giải cao nên ảnh Orthomosaic thể hiện cái nhìn tổng quan các vật thể như mặt nước, đất trống, công trình xây dựng trên đất,... đặc biệt là các đặc điểm phân bố cây rừng - đặc trưng chính trong nghiên cứu. Kết quả ảnh được ghép có độ phân giải cao (Hình 3), tương đương 4,8 cm/pixel trong khi các ảnh vệ tinh viễn thám thu nhận được độ phân giải cao nhất chỉ trong khoảng 10 - 30 m. Vì vậy giúp cho việc nhận biết các sự vật, đặc điểm trong ảnh là rất tốt.

3.2. Kết quả đo đạc chiều cao cây thực địa

Tổng hợp số liệu đo đạc thực địa, có 83 điểm mẫu tương ứng với 83 cây ở các vị trí khác nhau phân bố đều cho cả khu vực được thu thập. Đối tượng được lấy gồm Mắm và Đước là 2 loài phổ biến nhất ở khu vực nghiên cứu. Phần lớn Mắm được hình thành tự nhiên, phân bố dọc theo sát bờ biển và rải rác ở các khu đất cao đều là Mắm tái sinh. Ngược lại, Đước phân bố dọc bên trong đường đê thành khu vực nhất định với quy mô rộng. Hầu hết Đước có chiều cao cao hơn Mắm (Bảng 3) và tập trung thành vùng riêng biệt.

Bảng 3: Số lượng mẫu cây khảo sát phân theo loài và chiều cao

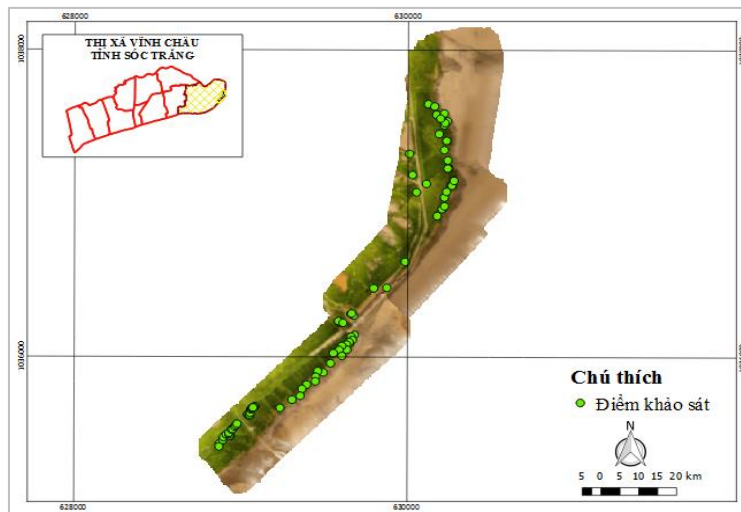
Tên loài	Số lượng (cây)	Chiều cao trung bình (m)		
		<5	5-10	>10
Mắm	24	3	11	10
Đước	59	0	15	44

Kết quả vị trí khảo sát phân bố trên toàn khu vực nghiên cứu được thể hiện ở Hình 4.

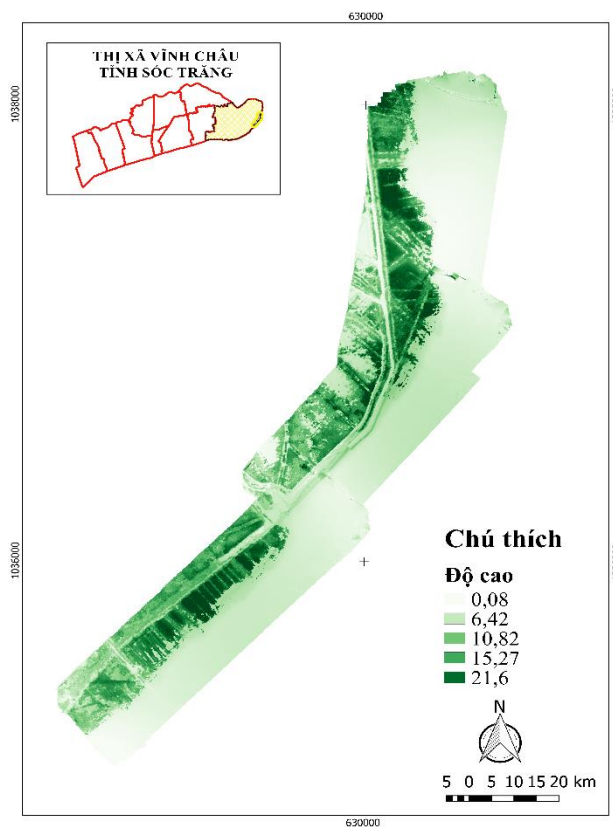
3.3. Kết quả thành lập bản đồ chiều cao cây

Bản đồ chiều cao cây được tạo ra từ ảnh đơn kênh thể hiện chỉ số độ cao của thực vật, đất và nước. Độ cao được xác định theo thang đo đậm nhạt. Ở những nơi màu sắc càng nhạt thì cao độ càng thấp, ngược lại khu vực có màu sắc càng đậm thì cao độ càng cao.

Nếu chỉ xét các tone màu tối, độ cao thay đổi từ đậm ít đến đậm nhiều tương ứng với chiều cao cây từ thấp đến cao. Các tone màu sáng thể hiện cho chỉ số đất, các con mương và biển.



Hình 4: Sơ đồ vị trí các điểm đo đạc thực địa.

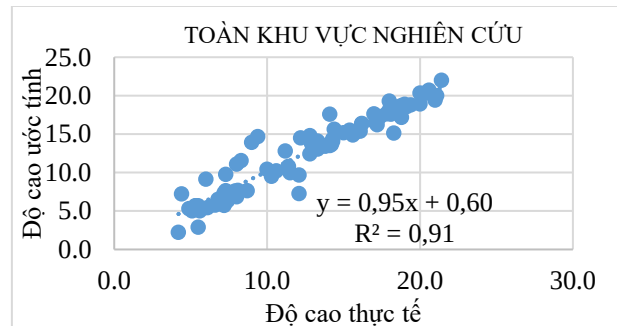


Hình 5: Bản đồ chiều cao cây toàn khu vực nghiên cứu.

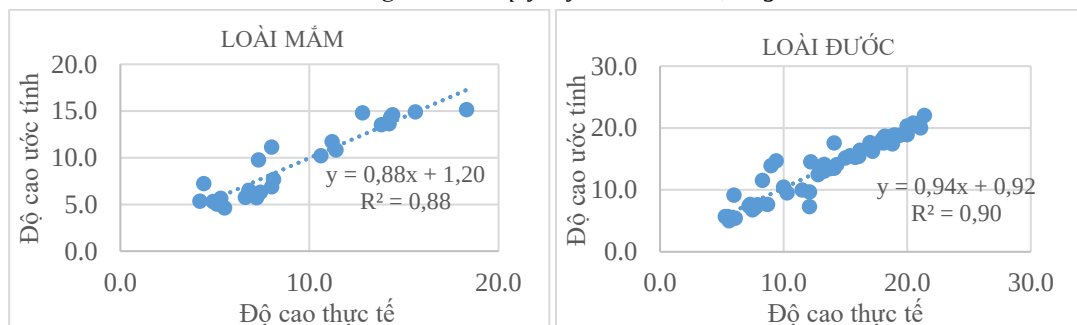
Dựa vào kết quả xây dựng bản đồ chiều cao cây Hình 5 cho thấy, đa số các cây có độ cao trên 10 m phân bố chủ yếu ở khu vực 1 và khu vực 3 của vùng. Đặc biệt ở những vùng rừng tiếp giáp với bờ biển mật độ cây cao trên 15 m tập trung khá lớn do đặc tính sinh trưởng của Đước và Mắm thích hợp với loại đất phù sa ngập mặn hoặc đất ngập khi triều cao. Vì vậy tạo cơ hội cho sự phát triển ở những vùng này tốt hơn so với các vùng còn lại. Khu vực 2 tập trung hầu hết các cây có chiều cao trung bình đang phát triển vì đây là vùng rừng đang trong giai đoạn tái tạo và nhân rộng. Ở khu vực này cây có chiều cao trong khoảng từ 5 - 10 m chiếm đa số và xen kẽ một số nơi tập trung cây mới hình thành, phát triển với chiều cao dưới 5 m.

3.4. Kết quả so sánh độ cao cây thực tế và độ cao ước tính bằng mô hình

Tổng cộng có 83 điểm khảo sát với độ cao được lấy so sánh để tính độ chính xác của phương pháp, mỗi điểm gồm 1 cặp kết quả độ cao thực tế khi đo đạc và độ cao ước tính từ kết quả của mô hình độ cao xử lý trên ảnh. So sánh được áp dụng phân theo khu vực nghiên cứu và phân theo loài nghiên cứu (Hình 6, 7).



Hình 6: Phương trình hồi quy tuyến tính khu vực nghiên cứu



Hình 7: Phương trình hồi quy tuyến tính xét trên loài Mắm và Đước

Dựa vào biểu đồ cho thấy, hệ số xác định R^2 xét trên khu vực nghiên cứu và trên loài Mắm, Đước lần lượt là 0,91; 0,88; 0,90. Kết quả kiểm tra cho thấy có sự tương quan chặt giữa độ cao thực tế vào độ cao ước tính được giải đoán từ ảnh Flycam. Do đó, nghiên cứu ước tính chiều cao cây rừng ngập mặn bằng công nghệ Flycam là có ý nghĩa và có thể áp dụng.

4. Kết luận

Kết quả nghiên cứu cho thấy nghiên cứu mang tính chất khả quan với hệ số xác định $R^2 = 0,91$ khu vực rừng ngập mặn ven biển xã Vĩnh Hải, thị xã Vĩnh Châu, tỉnh Sóc Trăng. Kết quả cho thấy bản đồ chiều cao cây ở khu vực nghiên cứu phân bố trong khoảng từ 0,08 - 21,6 m. Trong đó, mật độ cây trưởng thành có chiều cao trên 10 m phân bố chủ yếu ở khu vực 1 và khu vực 3, khu vực 2 chiếm đa số chiều cao cây trung bình đang trong giai đoạn phát triển.

Ứng dụng ảnh chụp từ UAV Phantom 4 có độ phân giải cao (4,8 cm/ pixel) đã xây dựng được bản đồ phân bố chiều cao cây rừng ngập mặn tỉnh Sóc Trăng cho hiệu quả đã được kiểm chứng. Nghiên cứu có thể áp dụng ước tính tại các khu vực khác với quy mô rộng hơn.

Tài liệu tham khảo

- Nguyễn Duy Khánh, Lê Văn Tươi, Lương Vinh Quốc Danh, Trương Phong Tuyên (2014). Thiết kế máy bay điều khiển từ xa cho phép chụp không ảnh phục vụ sản xuất nông - lâm nghiệp. Kỹ yếu hội thảo ứng dụng GIS toàn quốc năm 2014. *NXB Đại học Cần Thơ*.
- Sở Tài nguyên và Môi trường tỉnh Sóc Trăng (2012). Báo cáo tổng hợp quy hoạch sử dụng đất bãi bồi ven biển tỉnh Sóc Trăng giai đoạn 2010 - 2020, định hướng đến năm 2030.
- Dempewolf, J., Nagol, J., Hein, S., Thiel, C., and Zimmermann, R. (2017). Measurement of Within-Season Tree Height Growth in a Mixed Forest Stand Using UAV Imagery. *Forests*, 8(7).
- Theja, B. R., and Satyanarayana Gupta, M. (2013). Design and Fluid Flow Analysis of Unmanned Aerial Vehicle (UAV). *International Journal of Science and Research (IJSR)* ISSN (Online Index Copernicus Value Impact Factor, 14611(11), 2319-7064.

ABSTRACT

Estimating of the height of mangrove forest in Soc Trang province using UAV (Unmanned Aerial Vehicle)

Nguyen Kieu Diem, Vo Quoc Tuan
Can Tho University, Vietnam

Mangrove forest is one of the most precious resources that play an important role in the community. Research on the height of the trees is vital to effectively analyze Carbon and wood stocks. Unmanned Aerial Vehicle - UAV (Flycam) or Drone is being developed and applied for the management of natural resources. In this study, the UAV images from Phantom 4 were used to estimate the height of the mangrove forest. The study used image processing method in Agisoft PhotoScan, a software that creates 3D images to build DSM - Digital Surface Model which describes the study areas and also creates Orthomosaic images for the overview study areas. Besides, the field measurement method was combined to provide the real height of trees. The results were successful in establishing the height distribution map of mangroves along the seaside of Soc Trang Province divided by three subregions with a total of 871 images taken from Flycam. Besides, we also compared the image processing method and the field measurement method to achieve a high correlation coefficient result in 91% over study areas. It demonstrated effective research and can apply this method for the other study in the future, especially in the management of forest resources.

Keywords: Flycam, mangrove forest, Soc Trang province.

Đánh giá quá trình mở rộng đô thị tại thành phố Hồ Chí Minh giai đoạn 1998-2020 bằng dữ liệu ảnh vệ tinh đa thời gian Landsat

Lê Thị Thu Hà,*
Trường Đại học Mở - Địa chất, Việt Nam

TÓM TẮT

Đô thị hóa là quá trình tất yếu diễn ra trong nhiều thế kỷ ở các nước tư bản phát triển và đang xảy ra mạnh mẽ ở các nước đang phát triển trong đó có Việt Nam. Nghiên cứu này tập trung đánh giá quá trình mở rộng đô thị ở khu vực đô thị Thành phố Hồ Chí Minh từ năm 1998 đến 2020 dựa trên chuỗi dữ liệu ảnh vệ tinh đa thời gian Landsat. Ba ảnh vệ tinh Landsat, bao gồm 2 dữ liệu viễn thám Landsat 5 TM và 1 ảnh Landsat 8 OLI, đã được sử dụng để xây dựng bộ quy tắc (rule set) theo phương pháp phân loại theo hướng đối tượng nhằm đánh giá chính xác sự suy giảm của lớp phủ thực vật và đất trống chuyển thành khu vực đất xây dựng, sự mở rộng không gian đô thị trong giai đoạn 1998-2020 với sự tích hợp của GIS. Độ chính xác (hệ số Kappa) các kết quả phân loại hiện trạng lớp phủ đô thị khu vực nghiên cứu trong 3 năm 1998, 2008 và 2020 đạt được lần lượt là 78,54 %, 79, 02% và 86,87 %. Các kết quả của nghiên cứu này chỉ ra rằng diện tích đất xây dựng trong khu vực 19 quận của thành phố Hồ Chí Minh đã có sự gia tăng đáng kể từ 125,281 km² đến 267,222 km², tăng hơn gấp hai lần trong 22 năm. Việc mở rộng không gian đô thị này chủ yếu làm mất đất sản xuất nông nghiệp của các quận nằm ở phía Bắc và phía Tây của thành phố. Các kết quả nghiên cứu đã thể hiện chi tiết các thông tin sự chuyển đổi một số loại hình lớp phủ đô thị trên không gian theo các giai đoạn thời gian cụ thể sẽ là các thông tin hữu ích hỗ trợ các nhà quản lý nắm bắt được các thông tin tổng thể về tình hình sử dụng đất của khu vực để từ đó ra các quyết sách phát triển kinh tế - xã hội hợp lý cho thành phố Hồ Chí Minh.

Từ khóa: mở rộng đô thị, dữ liệu ảnh vệ tinh đa thời gian Landsat, thành phố Hồ Chí Minh.

1. Đặt vấn đề

Đô thị hóa là một biểu hiện không gian quan trọng của quá trình phát triển xã hội loài người (Hannes Taubenböck, 2018). Đô thị hóa là sự mở rộng không gian của đô thị, tính theo tỉ lệ phần trăm giữa số dân đô thị hay diện tích đô thị trên tổng số dân hay diện tích của một vùng hay khu vực. Nó cũng có thể tính theo tỉ lệ gia tăng của hai yếu tố đó theo thời gian. Đô thị hóa làm ảnh hưởng sâu sắc tới quá trình chuyển dịch cơ cấu kinh tế, đến số lượng, chất lượng dân số đô thị (Jan Haas, 2013). Quá trình này còn làm thay đổi nhu cầu sử dụng đất đô thị và ảnh hưởng đến sự phát triển kinh tế xã hội của vùng và quốc gia (Dipak R. Samal & Shirish S. Gedam, 2015). Như vậy quá trình đô thị hóa gắn liền với việc chuyển đổi mục đích sử dụng các loại đất khác sang mục đích sử dụng đất gắn liền với sự gia tăng dân số và kinh tế, là một loại hình sử dụng đất và thay đổi lớp phủ chính trong lịch sử loài người. Trong khi đó, bề mặt không thấm là kết quả trực tiếp của quá trình đô thị hóa, bề mặt không thấm được coi như một đặc tính của khu vực đô thị, và cũng được coi là một chỉ số môi trường đô thị (Arnold Jr và nnk, 1996). Bề mặt không thấm có thể được định nghĩa cho bất cứ vật chất ngăn chặn sự ngấm nước vào trong đất. Chúng bao gồm đường xá và mái nhà được xác định là xuất hiện phổ biến, ngoài ra các khu vực đi bộ, bãi đỗ xe, sân bay, quảng trường, các phiến đá lớn cũng được coi là bề mặt không thấm. Trong xu thế hiện nay tại các đô thị lớn, bề mặt không thấm ngày càng gia tăng, điều đó phản ánh trực tiếp quá trình mở rộng các khu đô thị, xác định sự mở rộng đô thị và cũng đóng vai trò đóng một vai trò quan trọng trong kế hoạch, qui hoạch phát triển đô thị và quản lý môi trường (Trần Thị Vân và nnk, 2011a,b).

Những tiến bộ gần đây trong viễn thám vệ tinh mang lại cơ hội giám sát hiệu quả về chi phí đối với sự thay đổi đô thị và tác động của nó đối với các hệ thống kỹ thuật xã hội phức tạp của đô thị và cho phép các bên liên quan đưa ra quyết định sáng suốt nhằm giảm tác động tiêu cực đến môi trường (Yong Fan và nnk, 2017). Dữ liệu cảm biến từ xa là nguồn thông tin quan trọng và mạnh mẽ về hình thái và sự thay đổi của

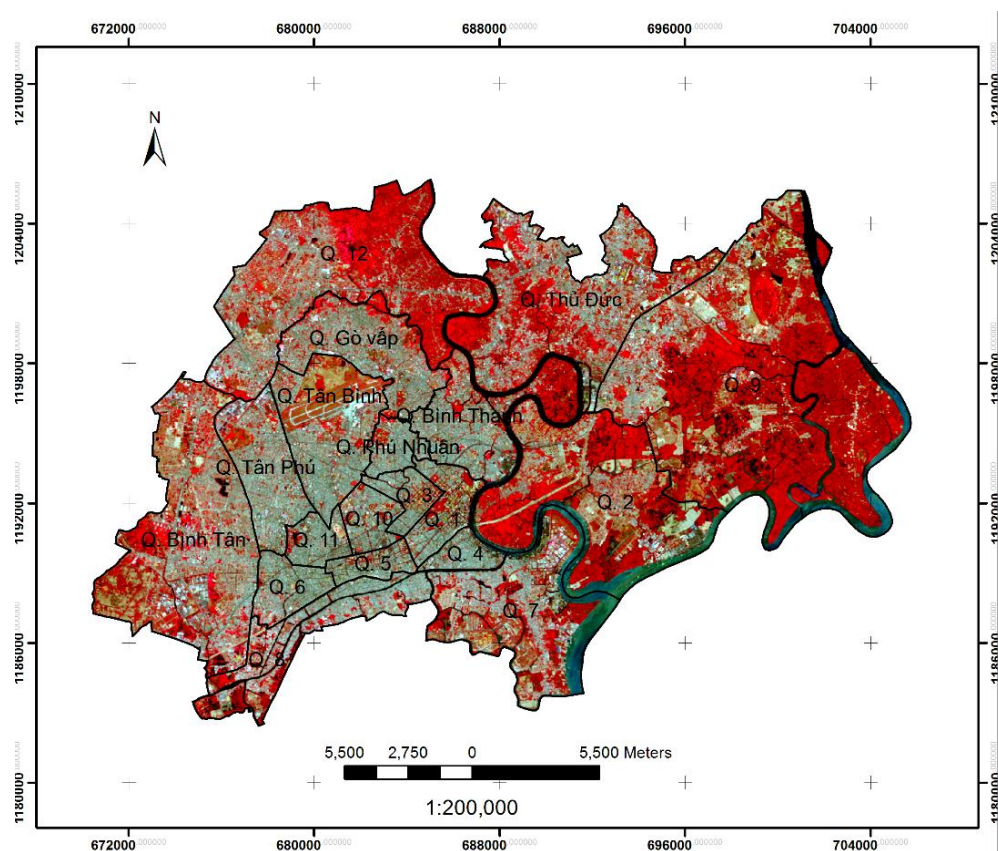
* Tác giả liên hệ
Email: lethithuha@hmg.edu.vn

đô thị theo thời gian (Dipak R. Samal & Shirish S. Gedam, 2015). Chi phí thấp và tính sẵn có của dữ liệu đã tạo điều kiện thuận lợi cho các nhà nghiên cứu hoàn thành các mục tiêu nghiên cứu và đã thúc đẩy sự tham gia của cộng đồng với khoa học viễn thám trong nghiên cứu các vấn đề liên quan đến đô thị. Ảnh viễn thám chứa một lượng lớn thông tin về các đặc trưng không gian và thời gian liên tục, cho phép phân tích mô phỏng theo chu kỳ về mở rộng đô thị ở các quy mô khác nhau. Điều này có thể được thực hiện thông qua rất nhiều nghiên cứu đã sử dụng các ảnh viễn thám có độ phân giải khác nhau như ảnh được cung cấp bởi dữ liệu vệ tinh Landsat (Trần Thị Vân và nnk, 2011), dữ liệu vệ tinh SPOT (Nguyễn An Thịnh và nnk, 2017), và dữ liệu vệ tinh Worldview-2 (Moh Moh Lin Khin, 2015).

Mục tiêu của nghiên cứu này là phân tích những thay đổi về lớp phủ đô thị, đặc biệt là sự phát triển của các khu vực đô thị về tốc độ, quy mô và các tác động dẫn đến môi trường tự nhiên bằng cách sử dụng hình ảnh vệ tinh đa thời gian với các khái niệm về cảnh quan đô thị. Khu vực nghiên cứu là các quận của thành phố Hồ Chí Minh, nơi đã được đẩy nhanh về sự tập trung dân cư với mật độ dân cao. Các phân tích dựa trên phân loại hình ảnh vệ tinh quang học (Landsat TM và Landsat OLI) trong hơn hai thập kỷ qua.

2. Cơ sở lý thuyết và phương pháp nghiên cứu

2.1. Tổng quan khu vực nghiên cứu



Hình 1: Khu vực nghiên cứu.

Thành phố Hồ Chí Minh là đô thị lớn nhất nước ta, một trung tâm chính trị, kinh tế, văn hóa và khoa học kỹ thuật quan trọng của cả nước. Lãnh thổ của thành phố trải dài theo hướng tây bắc – đông nam và nằm trong khoảng từ $10^{\circ}22'13''$ đến $11^{\circ}22'17''$ vĩ độ Bắc và từ $106^{\circ}01'2''$ đến $107^{\circ}1'10''$ kinh độ Đông. Điểm cực bắc của thành phố là xã Phú Mỹ Hưng (huyện Củ Chi), điểm cực nam ở xã Long Hòa (huyện Cần Giờ), điểm cực tây tại xã Thái Mỹ (huyện Củ Chi) và điểm cực đông là xã Thanh An (huyện Cần Giờ).

Về mặt kinh tế, Thành phố Hồ Chí Minh nằm trong vùng kinh tế trọng điểm phía Nam, đồng thời cũng là một đỉnh của tam giác tăng trưởng kinh tế trong vùng. Điều đó có ý nghĩa đặc biệt đối với việc phát triển kinh tế của thành phố. Thành phố là đầu mối giao thông vào loại lớn nhất nước ta với sự có mặt của các tuyến giao thông huyết mạch như đường ô tô, đường sắt, đường biển, đường sông và đường hàng không. Do đó, việc giao lưu với các vùng trong nước và các nước trong khu vực cũng như trên thế giới rất thuận

lợi. Như vậy, vị trí địa lý của Thành phố Hồ Chí Minh là một thế mạnh, góp phần mở rộng giao lưu liên kết ở trong và ngoài nước, giúp kinh tế của thành phố nhanh chóng hội nhập vào thị trường khu vực và thế giới.

2.2. Dữ liệu nghiên cứu

Dữ liệu viễn thám dùng trong đề tài này gồm 3 ảnh vệ tinh Landsat, cụ thể 02 ảnh Landsat 5 TM thời điểm thu nhận ảnh năm 1998 và 2008, 01 ảnh Landsat 8 OLI thời điểm thu nhận ảnh năm 2020 (bảng 1). Ảnh vệ tinh được cung cấp bởi trang web <https://glovis.usgs.gov>. Cả 03 ảnh vệ tinh Landsat được lựa chọn với tiêu chí cùng mùa, vào ngày không mây để tránh ảnh hưởng của thời tiết đến kết quả phân loại từ dữ liệu ảnh vệ tinh. Bên cạnh đó, sản phẩm ảnh vệ tinh đã được xử lý ở mức 2 có nghĩa là sản phẩm này đã được cải chỉnh biến dạng do chênh cao địa hình, đã được hiệu chỉnh các thông số khí quyển trong quá trình thu nhận ảnh để có được sản phẩm phổ phản xạ bề mặt đất.

Bảng 1: Thông tin dữ liệu ảnh vệ tinh của đề tài.

TT	Tên ảnh	Ngày thu nhận ảnh	Kênh ảnh sử dụng cho mục đích nghiên cứu đề tài		Độ phân giải không gian
1	Landsat 5 TM	15/03/1998	Chiết xuất thông tin lớp phủ bề mặt	Band 1,2,3,4,5 và 7	30 m
2	Landsat 5 TM	25/03/2008	Chiết xuất thông tin lớp phủ bề mặt	Band 1,2,3,4,5 và 7	30 m
3	Landsat 8 OLI	26/03/2020	Chiết xuất thông tin lớp phủ bề mặt	Band 1,2,3,4,5,6,7 và 9	30 m

2.3. Phương pháp nghiên cứu

2.3.1. Ứng dụng phương pháp phân loại định hướng đối tượng (Object-oriented classification) trong chiết xuất thông tin lớp phủ đô thị từ ảnh vệ tinh

Phân loại định hướng đối tượng được đề xuất và được ứng dụng trong các nghiên cứu từ những năm 1970 với những ưu thế rõ rệt hơn so với phương pháp phân loại dựa trên pixel-based (Bauer T and Steinnocher, 2001). Những ưu thế của phương pháp này thể hiện ở việc khi xác định các đối tượng trên ảnh, phương pháp này không chỉ dựa trên thông tin giá trị và đặc tính quang phổ như phương pháp phân loại dựa trên pixel, mà còn dựa trên nhiều thông số của đối tượng như: hình dạng, kích thước, độ chặt, độ mịn và thông tin ngữ cảnh với các đối tượng hình ảnh liền kề (Liu Yongxue và nnk., 2006). Nhiều nghiên cứu chỉ ra rằng phương pháp phân loại định hướng đối tượng cho độ chính xác kết quả phân loại cao hơn so với các phương pháp phân loại dựa trên điểm ảnh (Bauer T and Steinnocher, 2001; Gao Yan và nnk, 2006).

Nghiên cứu này đã sử dụng bộ chỉ số (NMDWI, SAVI và NBI), đây là bộ chỉ số cho phép khai thác các tính năng cảnh quan nhằm nâng cao khả năng nhận biết các đối tượng lớp phủ đô thị trên ảnh vệ tinh một cách nhanh chóng, chính xác và hiệu quả (Trương Thị Hòa Bình, 2002). Phương pháp phân loại theo hướng đối tượng với bộ phần mềm eCognition Developer 8.7 được áp dụng bằng cách sử dụng các bộ chỉ chuẩn dựa trên việc khảo sát các ngưỡng giá trị của từng chỉ số đặc trưng. Quá trình phân loại ảnh theo phương pháp định hướng đối tượng được tiến hành trên ba bước cơ bản: 1. Phân mảnh ảnh và xem các đặc trưng của đối tượng ảnh, 2. Thiết lập bộ quy tắc và tiến hành phân loại, 3. Đánh giá độ chính xác kết quả phân loại từ ảnh.

Trong đó, ngưỡng giá trị của chỉ số SAVI (Soil Adjusted Vegetation Index) được sử dụng nhằm xác định được quy tắc cho lớp thực vật trong đô thị, ngưỡng giá trị chỉ số NMDWI (Modified Normalized Difference Water Index) được sử dụng nhằm xác định được quy tắc cho lớp nước mặt trong khu vực lân cận nhà ở đô thị, và chỉ số NBI (New Built-up Index) được sử dụng nhằm xác định được quy tắc cho lớp bề mặt không thấm trong khu vực nghiên cứu. Các chỉ số được xác định cụ thể như trong các công thức (1), (2) và (3) ở dưới đây:

- SAVI (Soil Adjusted Vegetation Index) = $((NIR - Red) / (NIR + Red + L)) * (1 + L)$ (1)
- + Với các ảnh vệ tinh Landsat 4-7, chỉ số SAVI = $((Band\ 4 - Band\ 3) / (Band\ 4 + Band\ 3 + 0.5)) * (1.5)$
- + Với ảnh vệ tinh Landsat 8 OLI, chỉ số SAVI = $((Band\ 5 - Band\ 4) / (Band\ 5 + Band\ 4 + 0.5)) * (1.5)$
- NMDWI (Modified Normalized Difference Water Index) = $(Green - SWIR1) / (Green + SWIR1)$ (2)
- + Với các ảnh vệ tinh Landsat 4-7, chỉ số NMDWI = $(Band\ 2 - Band\ 5) / (Band\ 2 + Band\ 5)$
- + Với ảnh vệ tinh Landsat 8 OLI, chỉ số NMDWI = $(Band\ 3 - Band\ 6) / (Band\ 3 + Band\ 6)$
- NBI (New Built-up Index) = $(SWIR1 * Red) / NIR$ (3)
- + Với các ảnh vệ tinh Landsat 4-7, chỉ số NBI = $((Band\ 5 * Band\ 3) / Band\ 4)$
- + Với ảnh vệ tinh Landsat 8 OLI, chỉ số NBI = $((Band\ 6 * Band\ 4) / Band\ 5)$

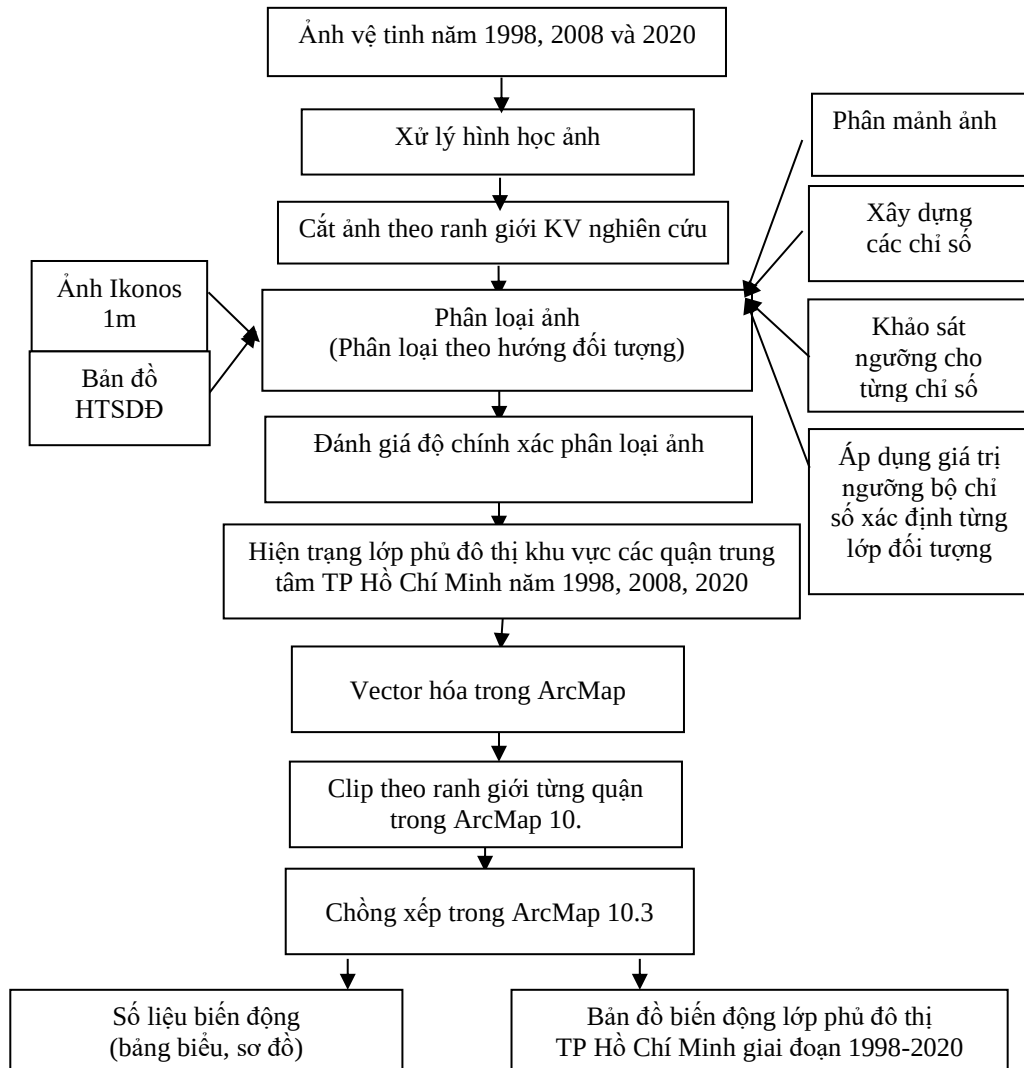
Trong đó: NIR - Near Infrared giá trị bức xạ của bước sóng hồng ngoại gần của ảnh vệ tinh; RED - giá trị bức xạ của bước sóng đỏ của ảnh vệ tinh; L - tham số đặc trưng cho độ phát xạ của đất hay hệ số điều

chính nền tán, Giá trị của L nằm trong khoảng từ -1 đến 1, tùy thuộc vào mật độ thực vật xanh có trong khu vực; Green - giá trị bức xạ của bước sóng xanh lá cây của ảnh vệ tinh; SWIR1 - Short-wave Infrared giá trị bức xạ của bước sóng ngắn cận hồng ngoại của ảnh vệ tinh.

2.3.2. Phương pháp GIS

Công cụ Clip theo ranh giới của từng quận trung tâm thuộc thành phố Hồ Chí Minh và thuật toán Intersect trong công cụ chồng xếp Overlay trong ArcMap 10.3 được sử dụng trong nghiên cứu này nhằm xác định sự biến động không gian giữa các loại hình lớp phủ đô thị, đặc biệt sự chuyển đổi từ các loại hình lớp phủ đô thị (thực vật, mặt nước, đất trống) thành khu vực bề mặt không thấm.

2.3.4. Quy trình nghiên cứu



Hình 2: Quy trình xác định biến động lớp phủ khu vực nghiên cứu.

3. Kết quả, phân tích kết quả, thảo luận

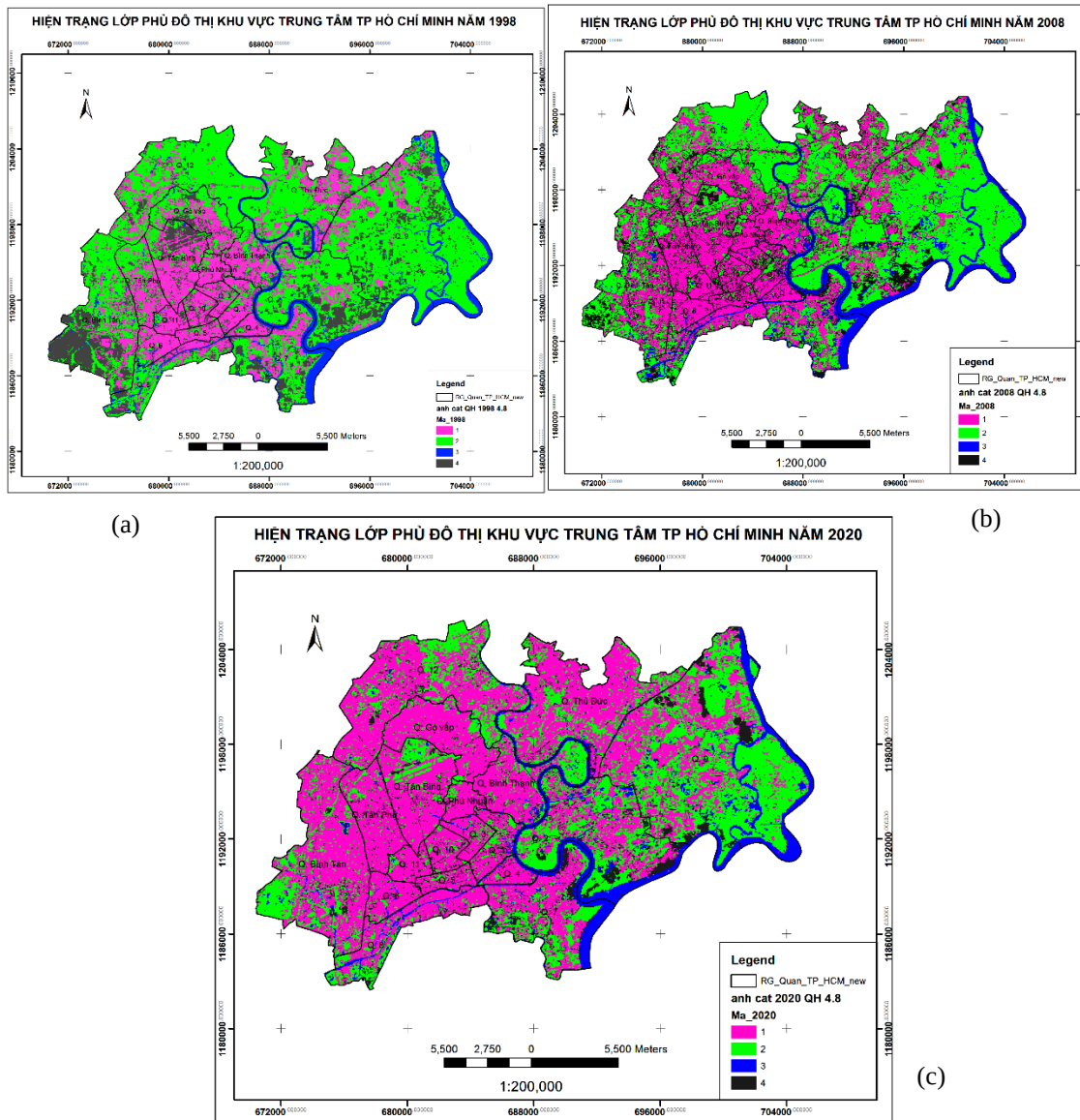
3.1. Đánh giá độ chính xác kết quả phân loại

Độ chính xác kết quả hiện trạng lớp phủ đô thị được chiết xuất từ ảnh vệ tinh Landsat 5 TM và Landsat 8 OLI được đánh giá qua phương pháp kết hợp khảo sát trực tiếp trên ảnh vệ tinh có độ phân giải không gian cao và số liệu thống kê từ các bản đồ số sử dụng đất năm 2000 và 2010.

Kết quả phân loại của từng năm được lấy ngẫu nhiên, các vùng phân bố trên toàn khu vực nghiên cứu tương ứng với 80 vùng là lớp phủ bề mặt không thấm và 200 vùng cho 3 loại lớp phủ còn lại. Các vùng này sau đó sẽ được chồng xếp lên dữ liệu ảnh vệ tinh độ phân giải cao năm 2020 và bản đồ hiện trạng sử dụng

đất năm 2000 và 2010 để tính thống kê về mức độ trùng khớp. Hệ số Kappa được tính theo công thức của Congalton (Congalton R.G, 1991), độ chính xác phân loại hiện trạng lớp phủ của năm 1998, 2008 và 2020 lần lượt là 78,54 %, 79, 02% và 86,87 %. Với độ chính xác đạt được các kết quả phân loại của nghiên cứu này, chúng ta nhận thấy các kết quả hoàn toàn đáp ứng để thực hiện các bước chồng xếp tính toán biến động tiếp theo trong quy trình được thể hiện trên hình 3.

3.2. Phân tích biến động diện tích lớp phủ đô thị khu vực trung tâm TP Hồ Chí Minh năm 1998, 2008, 2020



Hình 3: Hiện trạng lớp phủ đô thị khu vực trung tâm TP Hồ Chí Minh năm 1998 (a), 2008 (b), 2020 (c)
Trong đó: 1 - Bề mặt không thấm; 2 - Thực vật; 3 - Mặt nước; 4 - Đất trống.

Các bản đồ phân bố không gian lớp phủ đô thị (Hình 4a, b, c) cho thấy trong vòng 22 năm từ năm 1998 đến năm 2020, các quận trung tâm TPHCM mở rộng và phát triển đất đô thị mạnh theo hướng lan tỏa từ khu vực trung tâm và tập trung ở khu vực phía Bắc, Đông Bắc, Tây Bắc và phía Tây, Tây Nam của thành phố. Số liệu trong bảng 2 cho thấy, diện tích đất đô thị khu vực 19 quận trung tâm TP Hồ Chí Minh tính đến năm 2020 chiếm tỷ lệ 54.02%, hơn một nửa diện tích toàn khu vực là nhà ở, đường xá giao thông,... khu vực bê tông hóa.

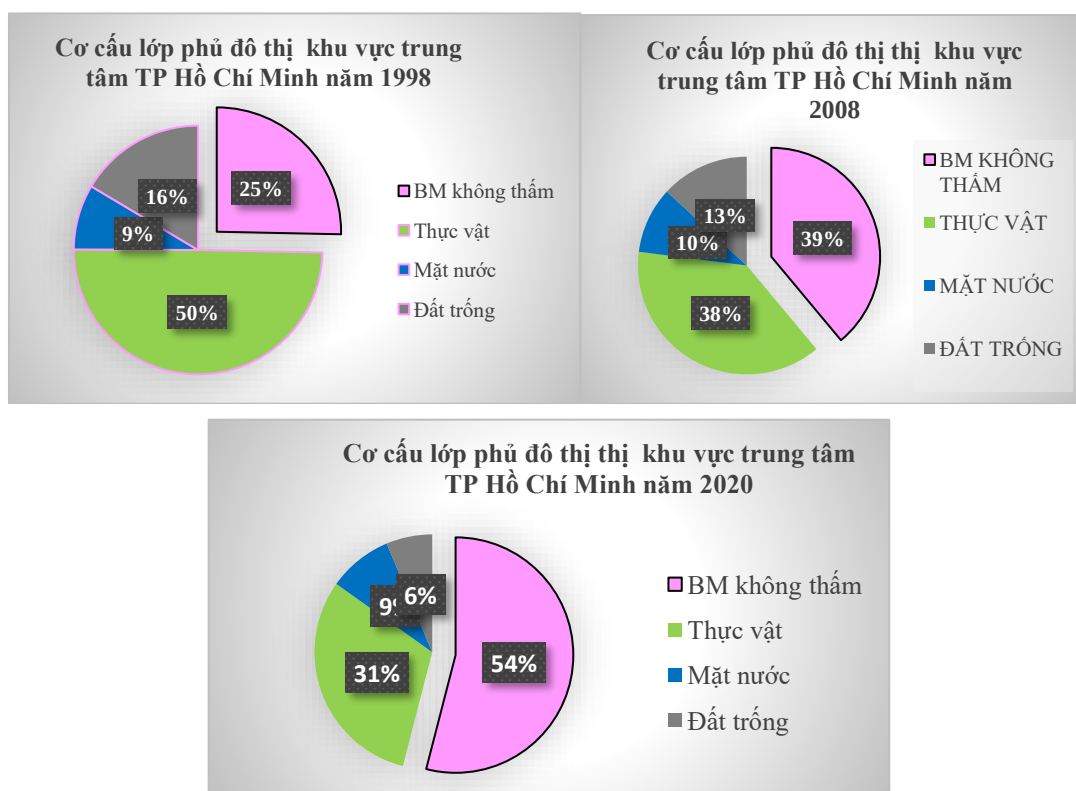
Tốc độ tăng trưởng diện tích không gian đô thị theo thời gian như trên bảng 3 với các giai đoạn tăng trưởng khác nhau theo chu kỳ của ảnh vệ tinh quan sát. Trong đó giai đoạn 1998-2008 có tốc độ tăng trưởng là + 673,12 ha/năm, chứng tỏ giai đoạn này có sự bùng nổ đô thị hoá đáng kể về mặt tăng trưởng diện tích

đất xây dựng trong vòng 10 năm. Bảng 3 cũng cho thấy giai đoạn 2008-2020 có tốc độ tăng trưởng là + 620,575 ha/năm trong vòng 12 năm cuối của giai đoạn 1998-2020. Nhận xét chung về tốc độ tăng trưởng thì khá đồng đều trong khu vực nghiên cứu.

Theo tính toán thống kê cho từng năm trong khu vực nghiên cứu từ kết quả phân loại ảnh từ bảng 2, hình 5 và hình 6, tháng 3 năm 1998 diện tích bề mặt lớp phủ không thấm mới chỉ chiếm 25.33 %, tương ứng với diện tích là 12.528,1 ha, tuy nhiên sau đúng 22 năm, đến tháng 3 năm 2020 diện tích lớp phủ này đã tăng lên gần 54%, tăng trên 200% trong hơn 20 năm. Cũng từ bảng 2 và hình 5, chúng ta thấy có sự sụt giảm đáng kể của loại hình lớp phủ thực vật, giảm từ gần 50% xuống 31% trong toàn bộ giai đoạn nghiên cứu. Loại hình lớp phủ đất trống cũng suy giảm đáng kể, giảm 9% tương ứng với giảm hơn 5000 ha trong toàn giai đoạn.

Bảng 2: Diện tích, cơ cấu lớp phủ đô thị khu vực trung tâm TP Hồ Chí Minh năm 1998, 2008 và 2020.

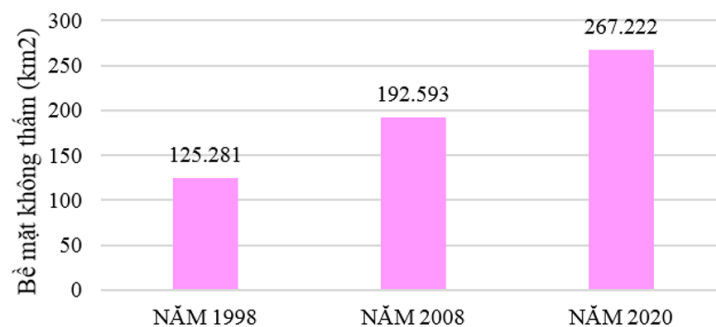
TT		BM không thấm		Thực vật		Mặt nước		Đất trống		Tổng	
		Diện tích (km ²)	Cơ cấu (%)	Diện tích (km ²)	Cơ cấu (%)	Diện tích (km ²)	Cơ cấu (%)	Diện tích (km ²)	Cơ cấu (%)	Diện tích (km ²)	Cơ cấu (%)
1	NĂM 1998	125,281	25,33	246,104	49,75	41,883	8,48	81,368	16,45	494,636	100
2	NĂM 2008	192,593	38,94	188,379	38,08	48,736	9,85	64,928	13,13	494,636	100
3	NĂM 2020	267,222	54,02	152,427	30,82	43,744	8,84	31,243	6,32	494,636	100



Hình 4: Diễn biến thay đổi cơ cấu lớp phủ đô thị khu vực trung tâm TP Hồ Chí Minh trong các năm 1998, 2008, 2020.

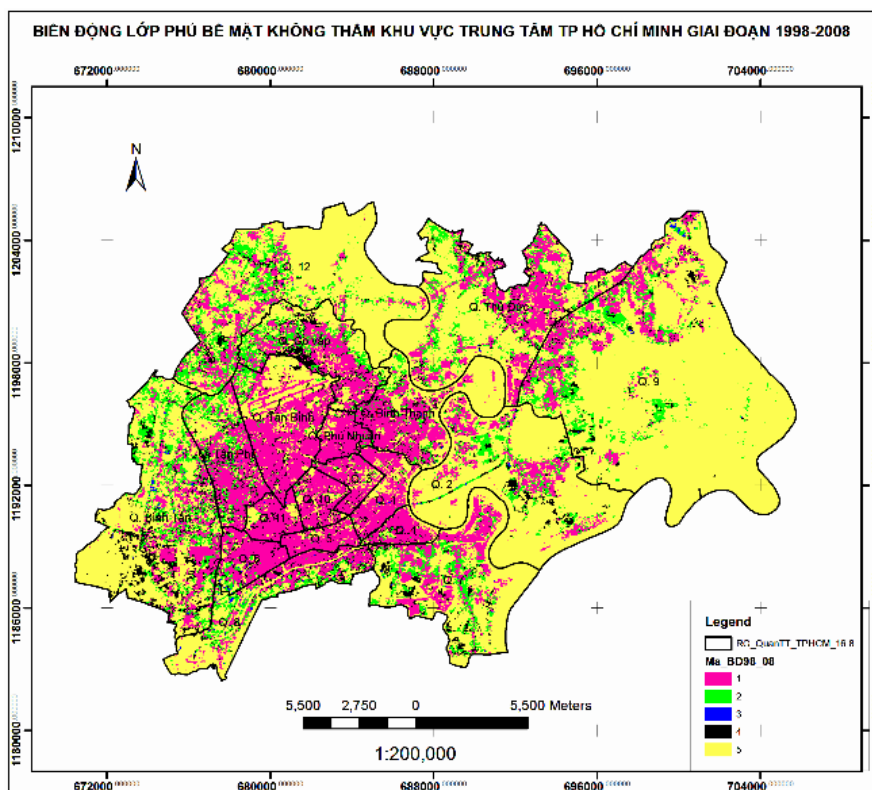
Bảng 3. Tốc độ tăng diện tích lớp phủ bề mặt không thấm mỗi năm theo chu kỳ của năm có ảnh viễn thám

TT	Giai đoạn	Số năm	Diện tích tăng (km ²)	Diện tích tăng trung bình mỗi năm (km ²)
1	1998-2008	10	+ 67,312	+ 6,731
2	2008-2020	12	+ 74,469	+ 6,208
3	1998-2020	22	+ 141,941	+ 6,452



Hình 5: Sự gia tăng diện tích bề mặt không thấm trung tâm TP Hồ Chí Minh giai đoạn 1998-2020.

Xét về phân bố không gian trên Hình 4, Hình 7 và Hình 8, chúng ta thấy rằng năm 1998 đất đô thị tập trung trong khu vực lõi trung tâm, tập trung phần lớn tại các quận 1, quận 3, quận 4, quận 5, quận 6, quận Phú Nhuận, quận Tân Bình và quận Tân Phú. Sau 10 năm phát triển kinh tế - xã hội và mở rộng đô thị, các quận có đất xây dựng chiếm phần lớn được lan tỏa dần từ khu vực lõi trung tâm kể trên ra các quận 7, quận 8, quận Gò Vấp, quận Thủ Đức và quận Bình Tân.

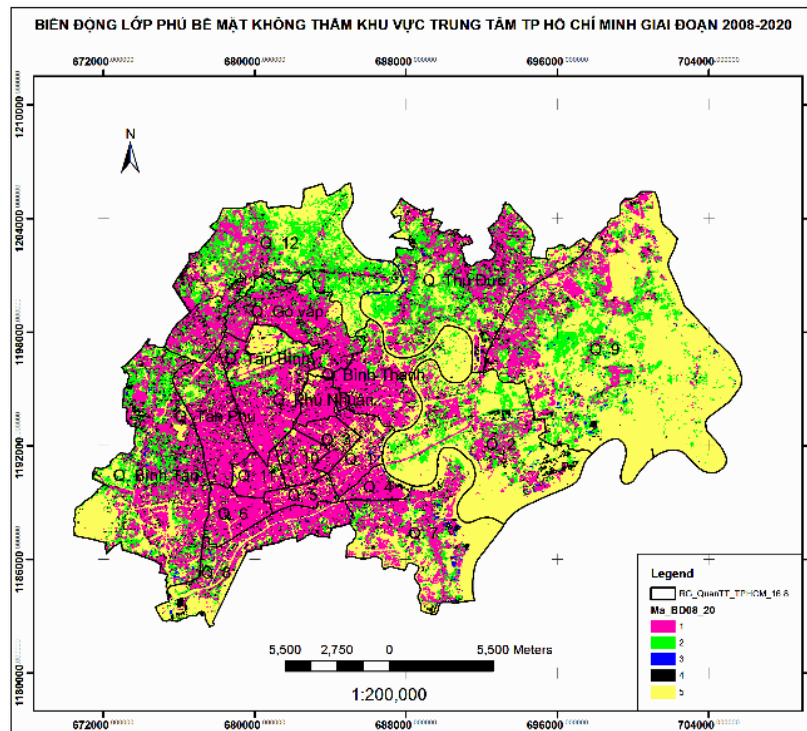


Hình 6: Quá trình mở rộng đô thị khu vực trung tâm TP Hồ Chí Minh giai đoạn 1998-2008.

Quá trình mở rộng đô thị khu vực nghiên cứu chủ yếu diễn ra ở các quận nằm phía Bắc, phía Tây và phía Nam của khu vực nghiên cứu. Trong khi đó năm 2020, chúng ta có thể thấy quá trình đô thị hóa đã xảy ra toàn diện, mạnh mẽ tại các quận còn lại, bao gồm: quận 2, quận 12, quận 9, quá trình này diễn ra chủ yếu tại khu vực phía Đông và phía Bắc của khu vực nghiên cứu.

Xu hướng tập trung dân cư ở các quận nội thành trung tâm (8 quận) đang giảm dần. Ngược lại, song hành với quá trình đô thị hóa TPHCM là quá trình phân bố lại dân cư với những dòng dịch chuyển dân cư từ các quận nội thành ra các quận mới với số dân tăng nhanh ở các quận nội thành mới (5 quận) và các quận mới phát triển (6 quận). Điều này đòi hỏi phải tập trung đầu tư quy hoạch tài nguyên, hạ tầng cơ sở cho các quận mới và vùng ven ngoại thành, hình thành các đô thị mới, xây dựng các công trình hạ tầng kỹ thuật đô thị thu hút dân cư. Trong một tương lai không xa, những khu vực này có một tác động rất lớn đến phát triển đô thị của thành phố Hồ Chí Minh.

Trong đó: 1- khu vực đô thị cũ năm 1998; 2- khu vực đô thị năm 2008 được chuyển đổi từ lớp phủ thực vật; 3- khu vực đô thị năm 2008 được chuyển đổi từ lớp phủ mặt nước; 4- khu vực đô thị năm 2008 được chuyển đổi từ lớp phủ đất trống; 5- các loại đất khác



Hình 7: Quá trình mở rộng đô thị khu vực trung tâm TP Hồ Chí Minh giai đoạn 2008-2020.

Trong đó: 1- khu vực đô thị cũ năm 2008; 2- khu vực đô thị năm 2020 được chuyển đổi từ lớp phủ thực vật; 3- khu vực đô thị năm 2020 được chuyển đổi từ lớp phủ mặt nước; 4- khu vực đô thị năm 2020 được chuyển đổi từ lớp phủ đất trống; 5- các loại đất khác.

4. Kết luận

Mở rộng đô thị liên quan trực tiếp đến việc chuyển đổi mục đích sử dụng đất và các loại hình lớp phủ đô thị. Quá trình đô thị hóa nhanh luôn gây ra nhiều vấn đề về môi trường và sinh thái, các kết quả của nghiên cứu đã chỉ rõ sự mở rộng không gian đô thị khu vực các quận trung tâm thành phố và sự chuyển đổi của lớp phủ đô thị, đặc biệt lớp phủ thực vật sang đất xây dựng tại khu vực trung tâm thành phố Hồ Chí Minh trong 22 năm gần đây. Nghiên cứu này cũng đã cho thấy lớp phủ bề mặt không thấm trong khu vực đô thị là một chìa khoá để nhận dạng sự hiện hữu của đô thị trong một khu vực. Công nghệ viễn thám kết hợp các công cụ phân tích GIS giúp nhận dạng nhanh chóng và chính xác sự hiện diện của đối tượng lớp đất xây dựng đô thị và thành lập bản đồ phân bố không gian lớp phủ đô thị giúp cho việc xử lý và phân tích dữ liệu nhanh chóng cả về mặt định tính và định lượng.

Phương pháp phân loại theo hướng đối tượng luôn là phương pháp được các chuyên gia viễn thám đánh giá cao về tính chính xác, ưu việt hơn với các phương pháp phân loại khác nhờ kết hợp với kiến thức chuyên gia trong quá trình phân loại. Kết quả chiết xuất lớp phủ đô thị cho cả ba năm đạt độ chính xác khá cao. Đồng thời phương pháp cũng đã đánh giá được diễn biến quá trình đô thị hoá ở TPHCM về mặt không gian và thời gian từ năm 1998 đến năm 2020 nhờ vào nguồn dữ liệu ảnh lịch sử mà thực tế không có phương pháp nào có thể thực hiện được. Sự phát triển đô thị nhanh chóng ở khu vực các quận trung tâm ở thành phố Hồ Chí Minh đã khiến ảnh hưởng nhiều đến cảnh quan môi trường và hệ sinh thái của đô thị. Kết quả của nghiên cứu này sẽ là cơ sở hữu ích để các nhà quản lý chính sách, quản lý tài nguyên môi trường có được tầm nhìn vĩ mô, tổng quát để từ đó đưa ra các chiến lược phát triển bền vững và cải thiện cuộc sống đô thị, đồng thời cũng giúp ích cho việc xem xét tác động của quá trình đô thị hoá lên sự thay đổi các quá trình nhiệt của đô thị trong xu thế biến đổi khí hậu toàn cầu với cách tiếp cận của công nghệ viễn thám hiện đại.

Lời cảm ơn

Tập thể tác giả xin chân thành cảm ơn sự hỗ trợ của đề tài “Ứng dụng công nghệ viễn thám và GIS nghiên cứu hiện tượng đảo nhiệt đô thị khu vực thành phố Hồ Chí Minh”, mã số T19-44.

Danh mục tài liệu tham khảo

- Arnold Jr, C.L. and Gibbons, C.J., 1996. Impervious surface coverage: the emergence of a key environmental indicator. *Journal of the American Planning Association*, 62(2), 243-258
- Bauer T, Steinnöcher (2001), "Per-parcel land use classification in urban areas applying a rule-based technique"
- Congalton R.G, 1991. A review of assessing the accuracy of classifications of remotely sensed data, *Remote Sensing and Environment*, Vol. 37, pp.35-46.
- Dipak R. Samal & Shirish S. Gedam, 2015. Monitoring land use changes associated with urbanization: An object-based image analysis approach. *European Journal of Remote Sensing*, 48:1, 85-99, DOI: 10.5721.
- Gao Yan, Maathuis, Zhang Xiangmin, Vandijk (2006). Comparison of pixel-based and object-oriented image classification approaches-a case study in a coal fire area, Wuda, Inner Mongolia, China. *International Journal of Remote Sensing*, 27 (18), 4039-4055.
- Hannes Taubenböck, 2018. *Remote Sensing for the Analysis of Global Urbanization*. Habilitation Thesis, Department of Geography and Geology, Julius-Maximilians University Würzburg, page 4.
- <https://www.usgs.gov>, 2020. Landsat Surface Reflectance-Derived Spectral Indices, SAVI.
- Jan Haas, 2013. *Remote Sensing of Urbanization and Environmental Impacts*. Licentiate Thesis, Geoinformatics Division Department of Urban Planning and Environment Royal Institute of Technology (KTH) SE-10044 Stockholm, Sweden, page 26.
- Liu Yongxue, Li Manchun, Mao Liang, Xu Feifei, Huang Shuo, 2006. Review of Remotely Sensed Imagery Classification Patterns Based on Object-oriented Image Analysis. *Chinese Geographical Science*, 16 (3), 282–288.
- Manzoor Hussain and Iram Imityaz, 2018. Urbanization concepts, dimensions and factors. *International Journal of Recent Scientific Research*, Vol. 9, Issue, 1(I), pp. 23513-23523, January, 2018. DOI: 10.24327/IJRSR.
- Moh Lin Khin, Ahmed Shaker, Darko Josimovic, Wai Yeung Yan, 2015. The use of WorldView-2 satellite imagery to model urban drainagesystem with Low Impact Development (LID) techniques. *Geocarto International* 31(1):92-108.
- Trần Thị Vân, Hoàng Thái Lan, Lê Văn Trung, 2011a. Nghiên cứu thay đổi nhiệt độ bề mặt đô thị dưới tác động của quá trình đô thị hóa ở Thành Phố Hồ Chí Minh bằng phương pháp viễn thám. *Tạp chí Các Khoa học về Trái Đất* 9-2011, 33(3), 347-359.
- Trần Thị Vân, 2011. Ứng dụng viễn thám và gis giám sát đô thị hóa Thành phố Hồ Chí Minh thể hiện qua các mặt không thám. *Tạp chí Phát triển KH&CN*, tập 14, số M1 – 2011, 65-77.
- Trương Thị Hòa Bình, 2002. *Nghiên cứu ứng dụng chỉ số thực vật để thành lập bản đồ phân bố một số loại rừng bằng công nghệ viễn thám*. Luận án tiến sỹ chuyên ngành điều tra-quy hoạch rừng. Viện Khoa học Lâm nghiệp Việt Nam
- USGS, 2017. Landsat mission, <https://landsat.usgs.gov/landsat-8>.
- Yong Fan, Xi Zhu, Zongyi He, Shengdi Zhang, Junbo Gao, Feiyan Chen, Xiaolin Peng, and Junli Li, 2017. Urban Expansion Assessment in Huaihe River Basin, China, from 1998 to 2013 Using Remote Sensing Data. *Journal of Sensors*, 10 pages, <https://doi.org/10.1155/2017/9281201>.

ABSTRACT

Detection urban expansion in Ho Chi Minh city using multi-temporal Landsat imagery from 1998 to 2020

Ha Thu Thi Le

Hanoi University of Mining and Geology, Vietnam

Urbanisation rates are uneven and are much faster in developing countries, including Vietnam. The aim of this study is to assessment of urban expansion in the Ho Chi Minh City metropolitan area from 1998 to 2020 based on Landsat multi-temporal satellite image data series. Three Landsat images, including 2 Landsat 5 TM and 1 Landsat 8 OLI, were used to construct the rule-set according to the object-oriented classification method for primary assessment. Determining the decline of vegetation cover and bare land converted to built-up land, urban spatial expansion in the 1998-2020 period with the integration by GIS. The accuracy (Kappa coefficient) of the results of classifying the current urban land cover map in the study area in 1998, 2008 and 2020 is 78.54%, 79, 02% and 86.87%, respectively. The results of this study also indicated that the area of built-up land in the 19-district area of Ho Chi Minh City has increased significantly from 125,281 km² to 267,222 km², more than doubling in 22 years. This urban expansion causes loss of productive agricultural land of districts located in the north and west of the city. Finding data is useful for decision maker to investigate and monitoring the change in land use/ landcover of Ho Chi Minh City.

Keywords: Urban expansion, multi-temporal Landsat imagery, Ho Chi Minh city.

Nghiên cứu ứng dụng SfM xây dựng mô hình 3D từ dữ liệu ảnh chụp UAV

Phạm Văn Hiệp^{1,*}, Bùi Ngọc Quý¹, Dương Anh Quân¹, Nguyễn Hoàng Anh⁵, Nguyễn Danh Đức¹, Lê Thị Nga¹, Trần Trung Kiên², Hoàng Xuân Tứ³, Nguyễn Đại Đồng⁴, Nguyễn Đức Hùng⁶, Nguyễn Văn Mạnh⁶

¹ Trường Đại học Mở - Địa chất, Việt Nam

² Cục tác chiến, Bộ tổng tham mưu, Việt Nam

³ Công ty Cổ phần tư vấn đo đạc địa chính, Việt Nam

⁴ Cục Đo đạc - Bản đồ và thông tin địa lý Việt Nam, Việt Nam

⁵ Trung tâm Khảo sát quy hoạch xây dựng, Viện Quy hoạch Đô thị và Nông thôn quốc gia, Việt Nam

⁶ Sở Tài nguyên và Môi trường tỉnh Thái Bình, Việt Nam

TÓM TẮT

Kỹ thuật SfM (Structure from Motion) áp dụng cho các tấm ảnh không sắp xếp là một kỹ thuật đã được phát triển mạnh mẽ trong những năm gần đây. Các ứng dụng chính của SfM phải kể đến đầu tiên là đối với việc xây dựng các mô hình kiến trúc, vật thể, hình khối.... Với sự phát triển của công nghệ thu nhận hình ảnh và các phương pháp xử lý tiên tiến, SfM không chỉ hỗ trợ việc tái tạo cấu trúc 3 chiều của các kiến trúc, vật thể mà còn được ứng dụng trong các khảo sát ở quy mô lớn trên bề mặt trái đất như khảo sát địa chất, địa mạo, địa hình... ứng dụng trong nhiều ngành khoa học trong đó có khoa học trái đất. Hiện nay, sự phát triển mạnh mẽ của các thiết bị bay chụp không người lái (UAV) đã tạo ra nguồn dữ liệu chụp ảnh bề mặt địa hình ở tỷ lệ lớn khá đa dạng và dễ dàng thu nhận được ở mọi dạng địa hình khác nhau. Các dữ liệu ảnh này có thể được xử lý bằng kỹ thuật SfM để tạo ra hệ thống đám mây điểm và mô hình địa hình. Đề tài được ưu thế của dữ liệu ảnh UAV, việc nghiên cứu ứng dụng SfM vào xử lý và tạo mô hình địa hình 3D từ dữ liệu ảnh UAV càng trở nên có tính cấp thiết. Bài báo giới thiệu kết quả nghiên cứu ứng dụng SfM trong xây dựng mô hình địa hình 3D từ dữ liệu ảnh chụp UAV trên cơ sở phần mềm Visual SfM.

Từ khóa: Máy bay không người lái - UAV, Mô hình 3D, Structure from Motion - SfM.

1. Đặt vấn đề

Các ứng dụng chính của SfM phải kể đến đầu tiên là đối với việc xây dựng các mô hình kiến trúc từ các ảnh chụp không sắp xếp. Ứng dụng này là nền tảng đầu tiên cho các ứng dụng SfM sau này. Từ năm 1979, (S. Ullman, 1979) đã đưa ra những cơ sở khoa học đầu tiên cho SfM. Trong đó nêu rõ, cấu trúc 3 chiều có thể được xác định từ các ảnh chụp 2 chiều mà không cần các thông tin của chiều thứ 3. Ngày nay với sự phát triển của công nghệ máy tính, việc tính toán các cấu trúc có thể lên tới hàng trăm triệu ảnh hỗ trợ đắc lực cho các công tác tái tạo cấu trúc của các vật thể và địa hình. Một trong những ví dụ gần đây là ứng dụng SfM kết hợp với đo Laser mặt đất tái tạo lại mô hình kiến trúc độ chi tiết và chính xác cao được sử dụng trong việc phục hồi lại nhà thờ Đức Bà Paris sau tai nạn ngày 15/04/2019.

SfM không chỉ hỗ trợ việc tái tạo cấu trúc 3 chiều của các kiến trúc, vật thể mà còn được ứng dụng trong các khảo sát ở quy mô lớn trên bề mặt trái đất như khảo sát địa chất, địa mạo, địa hình... ứng dụng trong nhiều ngành khoa học trong đó có khoa học trái đất. Những bước đi đầu tiên được khơi đầu bằng các bức ảnh được chụp từ các camera gắn trên các bóng Helium để dùng trong khảo sát địa chất và khảo cổ (R. Hartley, 2001). Mặc dù vậy, việc khảo sát này chỉ có thể hoàn thành ở quy mô nhỏ do hạn chế về thiết bị. Từ năm 2006, các thiết bị bay không người lái (UAV) thương mại lần lượt được phổ biến và sử dụng SfM từ UAV đã có bước phát triển rất nhanh.

SfM được áp dụng cho các bức ảnh chụp từ thiết bị bay không người lái - Unmanned Aerial Vehicle (UAV) ngày càng phổ biến. Các thiết bị bay không người lái có giá thành ngày càng rẻ, chất lượng hình ảnh ngày càng cao, và đến nay, một số loại thiết bị UAV đã có thể được ứng dụng để thay thế một phần

* Tác giả liên hệ

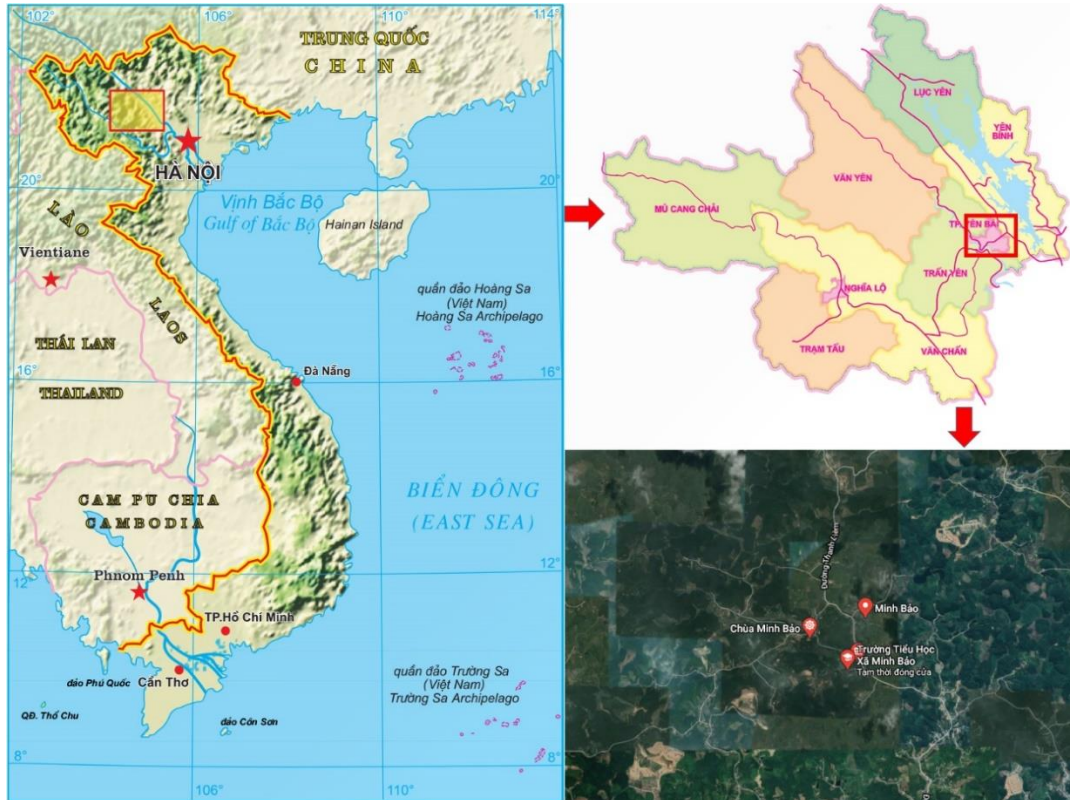
Email: phamvanhiep@hmg.edu.vn

công tác bay chụp ảnh phục vụ cho thành lập bản đồ, điều tra, hiện chỉnh và các công tác có liên quan. Chính vì thế trong phạm vi của chuyên đề này chúng tôi sẽ tập trung vào nghiên cứu cơ sở khoa học của phương pháp tái tạo hình ảnh dựa vào ảnh chụp của các vật chuyển động (Structure from Motion) trong việc đo ảnh chụp từ thiết bị bay không người lái.

2. Phương pháp SfM và dữ liệu xây dựng mô hình 3D

2.1. Dữ liệu nghiên cứu

Khu vực nghiên cứu thuộc phạm vi xã Minh Bảo, TP Yên Bái, Yên Bái (hình 1) là khu vực nhiều đồi núi. Dữ liệu nghiên cứu là khối ảnh chụp khu vực nghiên cứu được bay chụp bằng thiết bị bay không người lái (UAV) Phantom 4 với máy chụp ảnh gồm 175 tấm ảnh.

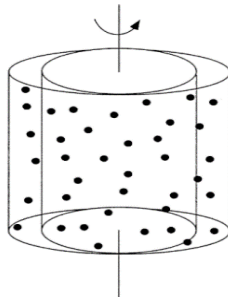


Hình 1. Khu vực nghiên cứu: xã Minh Bảo, TP Yên Bái, Yên Bái

2.2. Phương pháp SfM

Nguyên tắc của SfM

S. Ullman đã đưa ra nền tảng đầu tiên của SfM. Theo đó, SfM được xác định bằng tính toán vị trí 3D bằng các hình ảnh 2D.



Hình Cặp hình trụ miêu tả SfM (C. Caudek and N. Rubin, 2001)

Các tọa độ 3D được lưu lại trong bộ nhớ máy tính và hình chiếu phẳng của các điểm này được tính toán và đưa lên màn hình. Khi các hình trụ này xoay, các tọa độ và hình chiếu được tính toán lại để đưa lên mặt phẳng. Như vậy, mỗi hình ảnh trên màn hình sẽ cho ra một tập điểm giống như ngẫu nhiên xuất hiện. Tuy nhiên, khi góc chiếu thay đổi, các đối tượng dịch chuyển qua màn hình sẽ tạo thành 2 hình trụ trong đó hình dạng và kích thước có thể được xác định. Từ đây, các cấu trúc từ chuyển động (SfM) có thể được tính toán.

def là sự giá trị phân bố của một lượng vô hướng. Lượng vô hướng này được xác định bằng sự biến đổi của trường vận tốc tại vị trí điểm có thể được tính bằng một tập hợp 3 điểm trên một cặp trường nhin.

Phân nhóm trong SfM dựa trên sự phân bố của def

Cho một trường vận tốc 2 chiều $V(x,y)=\{V_x(x,y);V_y(x,y)\}$ ma trận biến đổi Γ được định nghĩa như sau:

$$\begin{bmatrix} \frac{\partial V_x}{\partial x} & \frac{\partial V_x}{\partial y} \\ \frac{\partial V_y}{\partial x} & \frac{\partial V_y}{\partial y} \end{bmatrix} \quad (1)$$

Γ có thể được biến đổi thành tổng của 4 ma trận hằng số theo trọng số bởi biến hệ số vô hướng.

$$\Gamma = \frac{1}{2} \sum_{k=1}^4 C_k M_k \quad (2)$$

Với:

$$\begin{aligned} C_1 &= C_{div} = \frac{\partial V_x}{\partial x} + \frac{\partial V_y}{\partial y} & , & \quad M_1 = M_{div} = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \\ C_2 &= C_{curl} = \frac{\partial V_y}{\partial x} - \frac{\partial V_x}{\partial y} & , & \quad M_2 = M_{curl} = \begin{bmatrix} 0 & -1 \\ 1 & 0 \end{bmatrix} \\ C_3 &= C_{def_1} = \frac{\partial V_x}{\partial x} - \frac{\partial V_y}{\partial y} & , & \quad M_3 = M_{def_1} = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & -1 \end{bmatrix} \\ C_4 &= C_{def_2} = \frac{\partial V_x}{\partial x} + \frac{\partial V_y}{\partial y} & , & \quad M_4 = M_{def_2} = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 0 \end{bmatrix} \end{aligned}$$

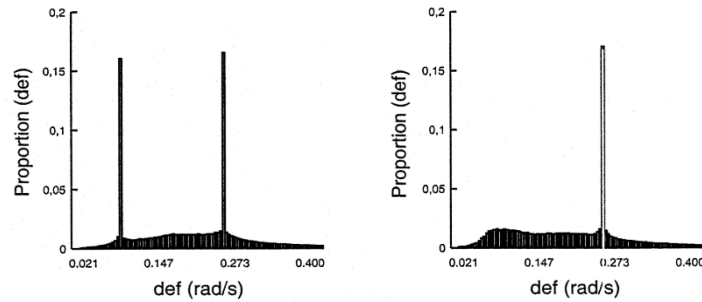
Theo đó

$$def = \sqrt{C_{def_1}^2 + C_{def_2}^2}$$

Và qua một số biến đổi, ta có

$$def = \frac{1}{|\sin \alpha|} \sqrt{\left(\frac{V_1 - V_0}{\rho_1}\right)^2 + \left(\frac{V_2 - V_0}{\rho_2}\right)^2 - 2 \frac{|V_1 - V_0|}{\rho_1} \frac{|V_2 - V_0|}{\rho_2} \cos(\alpha - \alpha_\Delta)}$$

Dưới đây là phân bố của def .



Hình 3. Phân bố của def với 150 điểm được xoay (C. Caudek and N. Rubin, 2001)

Kỹ thuật tìm kiếm cặp ảnh song trùng

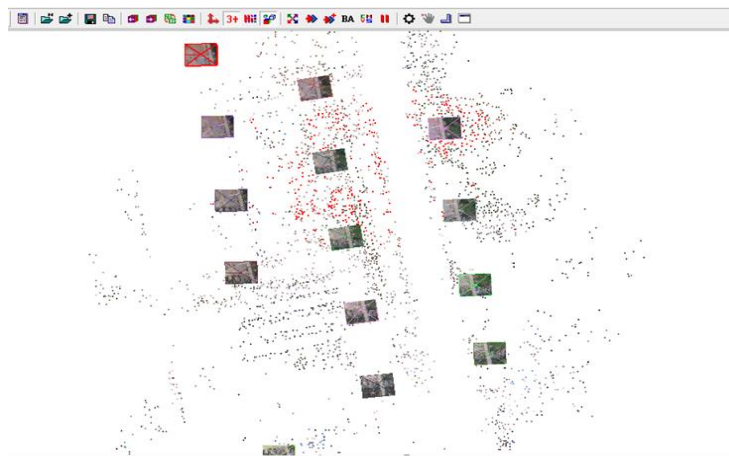
Bước đầu tiên của SfM là việc tìm kiếm các khu vực trùng nhau trên các tấm ảnh $I = \{I_i | i=1 \dots NI\}$ và xác định các phép chiếu hình trong các cặp ảnh. Đầu ra của quá trình này là một tập hợp các cặp ảnh song trùng và phép chiếu hình cho mỗi điểm.

Phân tách các đối tượng

Tại mỗi ảnh I_i , SfM phát hiện một tập $F_i = \{(x_j, f_j) | j=1 \dots NF_j\}$ của các đối tượng tại mỗi vị trí x_j thuộc R biểu diễn bởi tập f_j . Các đối tượng này sẽ có đặc tính hình học và độ xám thích hợp để SfM có thể tìm kiếm trong các hình ảnh. SITF (D. G. Lowe, 2004) và các biến thể của nó (T. Tuytelaars and K. Mikolajczyk, 2007) cũng như các phương thức mới (M. Brown, G. Hua, and S. Winder, 2010) được sử dụng khác là tiêu chuẩn để phân tách các đối tượng.



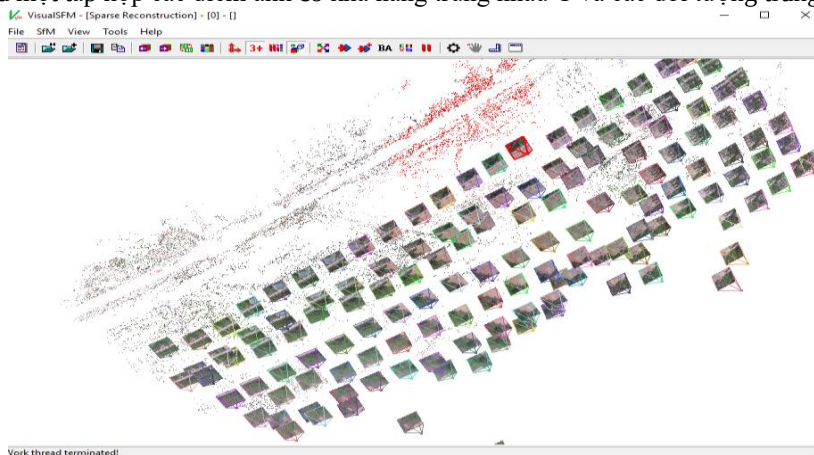
Hình 4. Tìm kiếm các điểm trùng nhau trên các bức ảnh.



Hình 5. Phân tách các đối tượng

Kết hợp các đối tượng

SfM sẽ tiến hành tìm kiếm và kết hợp các đối tượng dựa trên các điểm F_i trong các tấm ảnh. SfM sẽ tìm kiếm trên toàn bộ khu vực ảnh trùng nhau bằng cách tìm kiếm các đối tượng có cấu trúc và độ sáng tương tự cho mỗi tấm ảnh. Công tác này sẽ cực kỳ phức tạp trong việc tính toán và sẽ rất khó có thể thực hiện đối với các tập hợp ảnh lớn. Để thực hiện được công việc này đối với tập hợp ảnh lớn, các nhà khoa học đã đưa ra một số giải thuật để tăng cường hiệu suất kết hợp các đối tượng trên ảnh. Đầu ra của quá trình kết hợp đối tượng này là một tập hợp các điểm ảnh có khả năng trùng nhau C và các đối tượng trùng nhau M .



Hình 6. Kết hợp các đối tượng dựa trên các điểm F_i trong các tấm ảnh

Hiệu chỉnh hình học

Bước thứ 3 trong kỹ thuật tìm kiếm điểm ảnh song trùng là hiệu chỉnh các cặp ảnh trùng nhau C. SfM sẽ hiệu chỉnh hình học các điểm ảnh trong các cặp ảnh trùng nhau bằng các phép chiếu hình. Phụ thuộc và tính chất không gian của từng cặp ảnh, các hiệu chỉnh này sẽ thể hiện mối liên hệ hình học giữa chúng. Các phép chiếu hình đồng nhất được dùng để miêu tả sự biến đổi xoay hoặc dịch chuyển thuần túy. Các phép chiếu đa cực được dùng cho các biến đổi phức tạp thông qua các ma trận chuẩn hóa và đa tiêu cự. Khi các biến đổi này được xây dựng đầy đủ cho các đối tượng trên ảnh, các đối tượng này được coi là đã hiệu chỉnh hình học. Tuy nhiên, việc xác định các phép chiếu này đối với ảnh thường có rất nhiều các nhiễu, do vậy, các chương trình SfM sẽ phải sử dụng đến một số thuật toán như RANSAC hoặc GRIC hoặc QDEGSAC để xử lý loại bỏ các nhiễu. Sau khi đã chạy hiệu chỉnh hình học, SfM cung cấp một đồ thị cảnh (scene graph) với ảnh là các điểm và các cặp ảnh được coi như các cạnh.

Trong số các thuật toán trên RANSAC được ứng dụng nhiều nhất. RANSAC được ứng dụng để ước tính quan hệ T với n tham số trên dữ liệu $\{p\}$. Theo đó, nó sẽ chia $\{p\}$ thành các giá trị trong và ngoài. Nó sẽ lựa chọn một tập m các đối tượng từ $\{p\}$ và tính toán một ứng viên quan hệ Tc từ tập ngẫu nhiên này. Số lượng nhỏ nhất $m = (n/r)$ của các đối tượng dùng để tính toán quan hệ phụ thuộc vào số lượng các hạn chế r được cung cấp bởi mỗi đối tượng và số lượng n các tham số của quan hệ T.

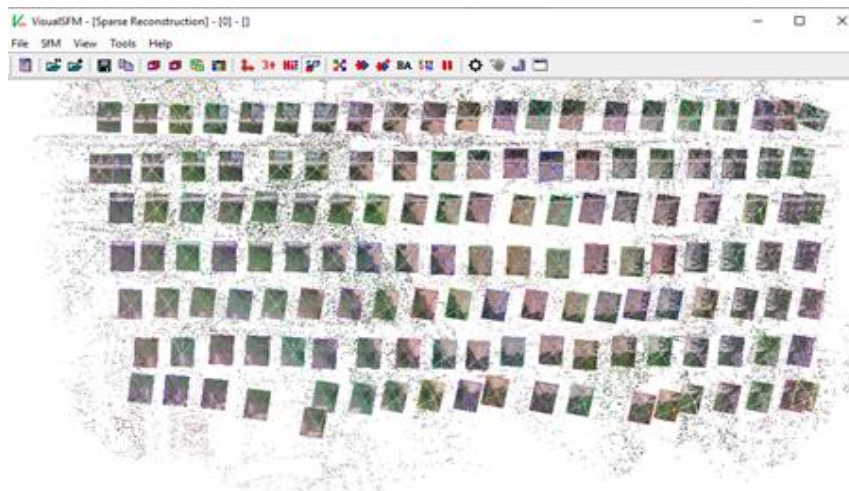
Để tăng tốc độ tính toán, RANSAC thường sử dụng ước tính tuyến tính cho quan hệ T. Đối với một ước tính tuyến tính, chúng ta có một hàm nội tại tuyến tính fin như sau:

$$f_{in}(t, w) = \|A_w t\| \text{ với } w \in \{p\}$$

trong đó, vector đơn vị t biểu diễn cho quan hệ T và A_w là ma trận chứa các dữ liệu từ tập w. Ma trận A_w có r hàng độc lập bởi mỗi tập w chứa r các giới hạn hằng số độc lập. Một đối tượng nằm trong có quan hệ là một điểm dữ liệu w với $f_{in}(t, w) < ct$. Nói chung, một hệ thống các hàm số tuyến tính được xác định từ các hàm nội f_{in} và dữ liệu $\{p\}$:

$$\underbrace{A_w}_A t = 0 \text{ với } w \in \{p\}$$

trong đó ma trận A thuộc R của tất cả các ma trận A_w thuộc R xác định bởi w thuộc $\{p\}$. Từ đó, các hàng của ma trận dữ liệu A chứa các kiểm tuyến tính bởi các hàm tuyến tính f_{in} . Quan hệ t là xác định như một tập N của ma trận dữ liệu A. Theo đó, ma trận dữ liệu sẽ có một mức rA của mỗi n để thu nhận một giải thuật. Như vậy, chiều rn của không gian trống sẽ có ít nhất một A. Đối với các dữ liệu không có nhiễu, mức rA được giảm xuống rd < n là một số nhỏ hơn các hạn chế độc lập được cung cấp bởi dữ liệu và tập quan hệ Tc trở nên không chắc chắn. Theo đó, quan hệ Tc là thành viên của một không gian con N với rn chiều có thể được biểu diễn bằng ma trận N thuộc R.



Hình 7. Hiệu chỉnh hình học các tấm ảnh

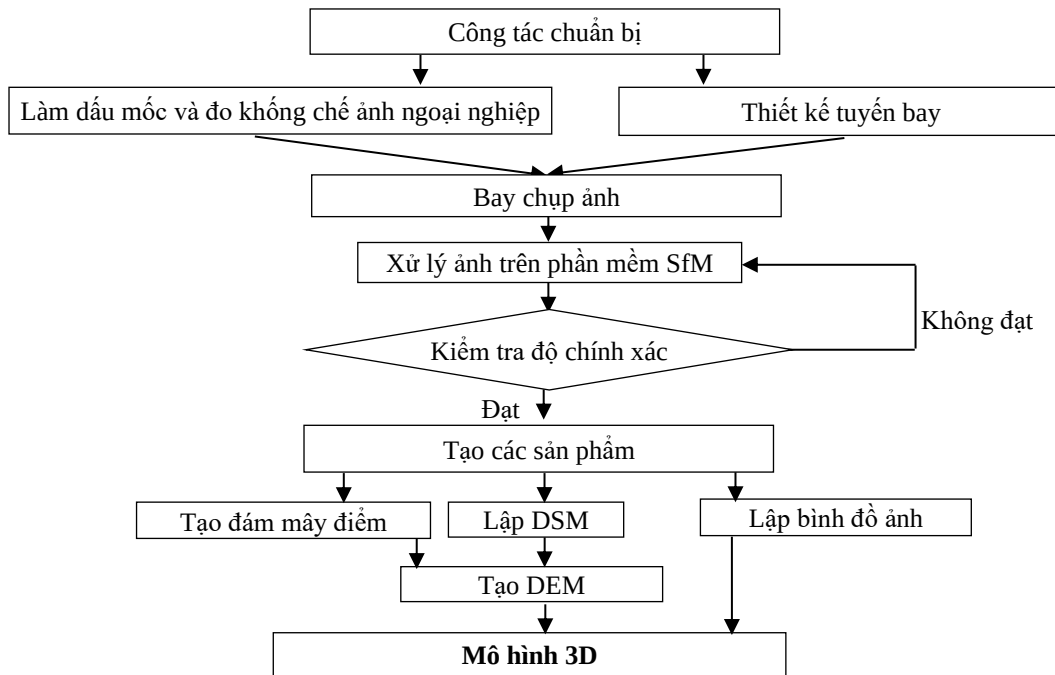
Sau khi tính toán Tc, RANSAC áp dụng nó cho toàn bộ dữ liệu $\{p\}$ và phân nhóm bởi ngưỡng trong $\{inc\}$ và ngoài $\{outc\}$. Việc lấy mẫu ngẫu nhiên được lặp lại cho đến khi đầy đủ số lượng mẫu để đánh giá. Số lượng mẫu yêu cầu S được xác định phù hợp bởi áp dụng phân số $\epsilon = (|\{inc\}|/|\{p\}|)$ và xác suất η . Nhìn chung RANSAC sẽ dừng lấy mẫu khi số lượng mẫu S được xác định như sau:

$$S = \frac{\log(1 - n)}{\log(1 - \epsilon^m)}$$

Trong đó Sm là số lượng các đối tượng trong lấy mẫu. Sau khi có được Tc tốt nhất, Tc này được xác định là TRANSAC phù hợp nhất với dữ liệu.

3. Thực nghiệm xây dựng mô hình 3D từ ảnh UAV

3.1. Quy trình xử lý ảnh UAV từ phần mềm SfM (hình 8)

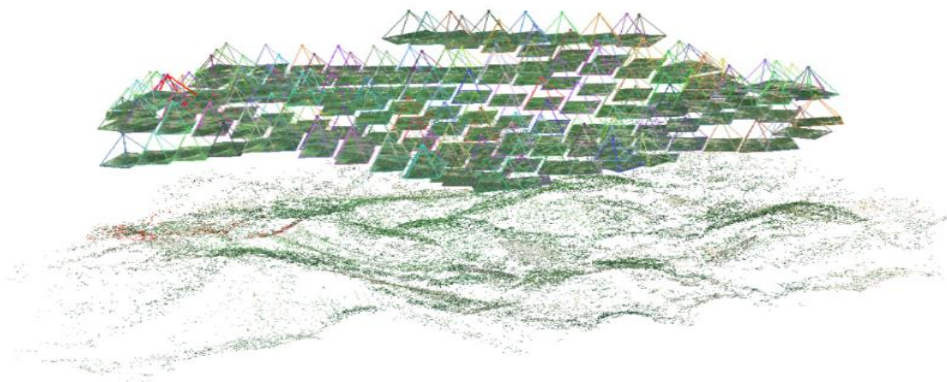


Hình 8. Quy trình xây dựng mô hình 3D trên phần mềm SfM

3.2. Các sản phẩm xử lý ảnh UAV từ phần mềm SfM

Trên cơ sở nghiên cứu cơ sở lý thuyết và bản chất của SfM chúng tôi đã tiến hành bay chụp và thực nghiệm xây dựng mô hình 3D từ dữ liệu ảnh UAV cho khu vực Xã Minh Bảo, Thành phố Yên Bái. Kết quả của thực nghiệm mô hình 3D từ ảnh UAV bao gồm các sản phẩm:

3.2.1 Đám mây điểm cơ sở - Spare Point cloud

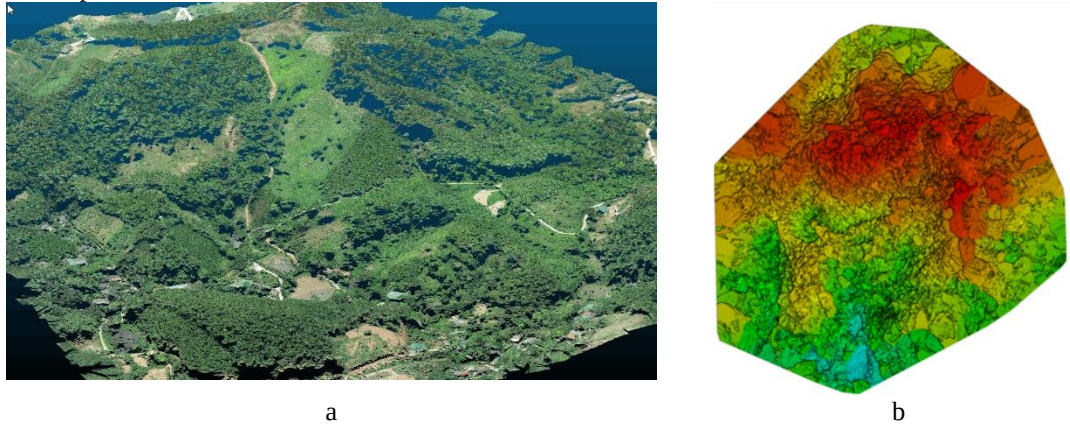


Hình 9. Đám mây điểm cơ sở

Đám mây điểm - point cloud là sản phẩm chính của quá trình xử lý ảnh UAV bằng thuật toán SfM (hình 9). Sản phẩm này là một tập hợp các điểm có đầy đủ tọa độ x, y, z. Tập hợp các điểm này là khung cơ sở cho các thuật toán xử lý tiếp theo như tăng dày mật độ đám mây điểm hoặc tạo mô hình DSM, DEM.

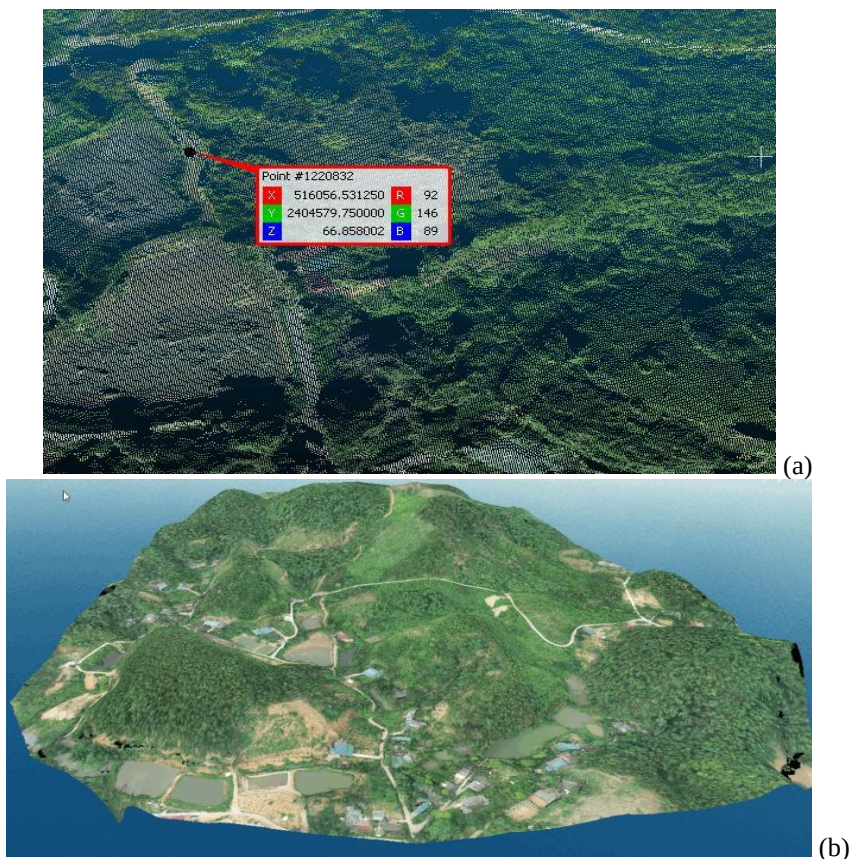
3.2.2. Đám mây điểm được tăng dày và mô hình 3D của bề mặt địa hình:

Đám mây điểm ban đầu được tăng dày bởi thuật toán tăng dày cho ra một point cloud có chất lượng cao hơn, độ phủ tốt hơn và chi tiết hơn.



Hình 10. Đám mây điểm được tăng dày (a) và mô hình số bề mặt (b)

Trên cơ sở kết quả xây dựng DSM, tiến hành chồng gộp với bình đồ ảnh ta sẽ thu được mô hình 3D của khu vực thực nghiệm (hình 11)



Hình 11. Thuộc tính của điểm trong đám mây điểm tăng dày (a) và Mô hình 3D của khu vực thực nghiệm (b).

Mô hình 3D của khu vực bay chụp đảm bảo mức độ chi tiết rất tốt, khả năng miêu tả địa hình, địa vật chuẩn xác, có khả năng ứng dụng trong mô phỏng bề mặt địa hình và xây dựng bản đồ địa hình cho khu vực thực nghiệm.

4. Kết luận

Trên cơ sở các nghiên cứu lý thuyết và thực nghiệm, nhóm tác giả đã xây dựng được mô hình 3D thực nghiệm cho khu vực xã Minh Bảo, thành phố Yên Bái. Kết quả mô hình cho thấy việc ứng dụng thuật toán SfM trong việc xử lý ảnh chụp từ UAV để xây dựng mô hình 3D là hoàn toàn khả thi. Việc xây dựng mô hình 3D bề mặt cho thấy tiềm năng to lớn trong việc ứng dụng vào sản xuất bản đồ với độ chính xác cao, ứng dụng trong xây dựng, quy hoạch và trong quân sự. Đặc biệt là trong công tác mô phỏng địa hình phục vụ các mục đích An Ninh - Quốc phòng, quy hoạch,...

Lời cảm ơn

Để hoàn thiện bài báo, nhóm tác giả đã nhận được sự hỗ trợ từ Trường Đại học Mở - Địa chất thông qua đề tài nghiên cứu khoa học cấp cơ sở, mã số T20-09.

Tài liệu tham khảo

- S. Ullman, "The interpretation of structure from motion,," Proc. R. Soc. Lond. B. Biol. Sci., vol. 203, no. 1153, pp. 405-426, 1979.
- R. Hartley, Multiple View Geometry in Computer Vision Second Edition. 2001.
- C. Caudek and N. Rubin, "Segmentation in structure from motion: Modeling and psychophysics," Vision Res., vol. 41, no. 21, pp. 2715-2732, 2001
- D. G. Lowe, "Distinctive Image Features from Scale-Invariant Keypoints," Int. J. Comput. Vis., pp. 1-28, 2004.
- T. Tuytelaars and K. Mikolajczyk, "Local Invariant Feature Detectors: A Survey," Found. Trends® Comput. Graph. Vis., vol. 3, no. 3, pp. 177-280, 2007.
- M. Brown, G. Hua, and S. Winder, "Discriminative Learning of Local Image Descriptors," pp. 1-14, 2010.

ABSTRACT

Application of SfM in 3D modeling from UAV images

Hiep Van Pham ¹, Quy Ngoc Bui ¹, Nguyen Hoang Anh ⁵, Quan Anh Duong ¹, Duc Danh Nguyen ¹, Nga Le Thi ¹, Kien Trung Tran ², Tu Hoang Xuan ³, Dong Dai Nguyen ⁴, Nguyen Duc Hung ⁶, Nguyen Van Manh ⁶

¹ Hanoi University of Mining and Geology, Vietnam

² Department of Operations, General Staff of the Vietnam People's Army, Vietnam

³ Land survey consultant joint stock company, Vietnam

⁴ Department of Surveying and Map Vietnam, Vietnam

⁵ Center for Surveying & Construction planning, National Institute of Urban and Rural Planning, Vietnam

⁶ Thai Binh Province Department of Natural and Environment, Vietnam

Structure from Motion (SfM) applied to unorganized images is a technique that has been strongly developed in recent years. The main applications of SfM must mention firstly for the construction of architectural models, objects, cubes,... With the development of image acquisition technology and advanced processing methods, SfM not only supports the reconstruction of three-dimensional structures of structures and objects, but also applies to large-scale surveys of the earth's surface such as geological, geomorphological and topographic surveys and other fields of earth science. Currently, the strong development of drones (UAVs) has created a large variety of terrain surface photography data which are easily obtained in all other terrain types. These image data can be processed by SfM technology to create point cloud systems and topographic models. To take advantage of UAV image data, the study of SfM application in processing and creating 3D terrain models from UAV image data is even more urgent. The article introduces research of applying SfM in building 3D terrain model from UAV image data by Visual SfM software.

Keywords: Unmanned Aerial Vehicle - UAV, 3D model, Structure from Motion-SfM.

Nghiên cứu tình trạng hạn nông nghiệp dựa trên chỉ số hạn từ ảnh viễn thám Landsat 8 trên nền tảng Google Earth Engine

Phạm Thị Thanh Hòa^{1,*}, Vũ Ngọc Quang²

¹ Trường Đại học Mỏ - Địa chất, Việt Nam

² Trường Đại học Công nghệ Giao thông vận tải, Việt Nam

TÓM TẮT

Nghiên cứu trình bày kết quả ban đầu khi sử dụng các chỉ số như chỉ số thực vật NDVI (Normalized Difference Vegetation Index), chỉ số nhiệt độ bề mặt LST (Land Surface Temperature) được tính toán từ dữ liệu ảnh viễn thám Landsat 8 và nền tảng điện toán đám mây Google Earth Engine, từ đó tính chỉ số hạn hán VHI (Vegetation Health Index - chỉ số sức khỏe thực vật) nhằm đánh giá tình trạng hạn nông nghiệp xảy ra tại huyện Tây Hòa, tỉnh Phú Yên, Việt Nam. Kết quả nghiên cứu chỉ ra rằng những vùng xảy ra hạn hán tương ứng với vùng có nhiệt độ bề mặt LST tăng cao và giảm giá trị NDVI. Đồng thời, dựa trên thang phân loại mức độ hạn theo chỉ số VHI, nghiên cứu đã chỉ ra rằng các xã trong huyện đều bị ảnh hưởng bởi hạn hán, trong đó nơi có diện tích hạn lớn thuộc xã Sơn Thành Đông, Sơn Thành Tây, Hòa Mỹ Đông, Hòa Bình 1, Hòa Bình 2, Hòa Phong trong các tháng mùa khô năm 2019.

Từ khóa: Hạn hán; Tây Hòa; Landsat 8; Chỉ số hạn; Google Earth Engine

1. Đặt vấn đề

Hạn hán được định nghĩa là một hiện tượng khí hậu định kỳ trên đất liền đặc trưng bởi thâm hụt nước trong khoảng thời gian từ vài tháng đến nhiều năm. Theo (Wilhite và Glantz, 1985), hạn hán được chia thành bốn loại là hạn hán khí tượng, hạn hán thủy văn, hạn hán nông nghiệp và hạn hán kinh tế xã hội. Trong đó, hạn nông nghiệp xảy ra khi độ ẩm của đất đối với cây trồng đã giảm xuống mức độ ảnh hưởng xấu đến năng suất cây trồng và lợi nhuận của ngành nông nghiệp (Mannocchi, 2004). Đây là một quá trình khí hậu định kỳ xảy ra với các đặc điểm không gian và thời gian bất thường trên một khu vực rộng lớn và trong khoảng thời gian kéo dài.

Ở Việt Nam, hạn hán được xem là một trong những hiện tượng thiên tai gây thiệt hại lớn đến môi trường, kinh tế - xã hội, cuộc sống của con người và tác động xấu đến các lĩnh vực nông nghiệp. Trong những năm gần đây, tình trạng hạn hán ở Việt Nam xuất hiện với tần suất và thời gian kéo dài tăng lên, mức độ hạn khắc nghiệt hơn, phạm vi hạn cũng mở rộng hơn (Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn, 2014; Tổng Cục Khí tượng Thủy văn, 2019). Do đó việc đánh giá tình trạng hạn hán và dự báo cũng như đưa ra các giải pháp khắc phục là vấn đề hết sức quan trọng và được nhiều Bộ, Ban, Ngành và các nhà khoa học quan tâm. Vì vậy, nhiều phương pháp đã được đưa ra để nghiên cứu về lĩnh vực này. Trong đó, chỉ số hạn hán là biện pháp định lượng đặc trưng mức độ hạn hán bằng cách đồng hóa dữ liệu từ một hoặc nhiều biến số như lượng mưa và lượng bốc hơi thành một giá trị hạn duy nhất. Tuy nhiên, dữ liệu khí tượng như nhiệt độ, lượng mưa, độ ẩm để tính toán các chỉ số hạn này không phải lúc nào cũng có sẵn do sự hạn chế về số lượng cũng như sự phân bố không đồng đều của các trạm quan trắc. Mặt khác, phương pháp được đánh giá mang tính hiệu quả hơn được đưa ra trong giám sát hạn hán là sử dụng dữ liệu viễn thám - nguồn cung cấp thông tin về bề mặt Trái đất ở các kênh phổ khác nhau và có độ phủ trùm lớn, tính cập nhật cao. Với phương pháp này, các nhà khoa học đã tận dụng ưu thế của dữ liệu viễn thám, đặc biệt là những dữ liệu ảnh được cung cấp miễn phí trên Internet, để theo dõi hiện tượng hạn hán trong những năm qua. Từ nguồn dữ liệu này, nhiều chỉ số hạn được đề xuất và đã thử nghiệm thành công. Có thể kể đến là các nghiên cứu sử dụng ảnh nhiệt MODIS, NOAA/AVHRR (Huỳnh Thị Thu Hương và nnk, 2012) hoặc dữ liệu Landsat (Trịnh Lê Hùng và Đào Khánh Hoài, 2015) trong theo dõi nhiệt độ bề mặt và tình hình khô hạn với chỉ số TVDI (Temperature - Vegetation Dryness Index) được tính toán dựa trên sự tương quan của hai chỉ số là NDVI

* Tác giả liên hệ

Email: phamthithanhhoa@humg.edu.vn

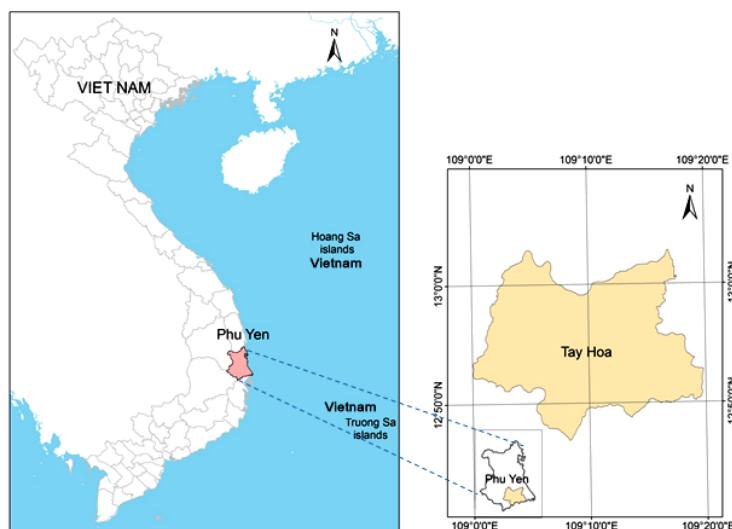
(Normalized Difference Vegetation Index - Chỉ số thực vật) và LST (Land Surface Temperature - Nhiệt độ bề mặt). NDVI cho phép xác định trạng thái thực vật (độ che phủ và sức khỏe thực vật) (Lê Thị Thu Hiền, 2013), cùng với nhiệt độ bề mặt đất LST - được tính toán từ các dải hồng ngoại nhiệt TIR (thermal infrared), cung cấp một thước đo trực tiếp về nhiệt độ bề mặt và ước tính gián tiếp về độ ẩm (Trần Hùng, 2007, Trịnh Lê Hùng, 2014). Như vậy, về cơ bản, với các nghiên cứu đã thực hiện, các chỉ số hạn được tính dựa trên hai chỉ số là LST và NDVI. Trong đó, VHI (Vegetation Health Index) đã chứng minh khả năng lớn hơn và sự phù hợp tốt hơn trong việc theo dõi hạn hán (Bento và nnk, 2018) dựa trên mối tương quan giữa hai chỉ số trên trong đánh giá hạn nông nghiệp. Tuy nhiên, các nghiên cứu trong nước vẫn chỉ tập trung vào việc sử dụng các dữ liệu ảnh có sẵn trong việc tính toán các chỉ số hạn với các phần mềm xử lý ảnh được cài đặt trên máy vi tính (laptop) như Envi, ERDAS IMAGINE, ArcGIS hoặc phần mềm lập trình và phải tải dữ liệu ảnh viễn thám về máy tính, gây bất tiện trong việc lưu trữ những dữ liệu ảnh với dung lượng lớn.

Khi Google Earth Engine (GEE) xuất hiện đã hỗ trợ cho các nhà khoa học trong nước giám sát và quản lý tài nguyên môi trường, với những ưu điểm về lưu trữ dữ liệu ảnh và các thao tác xử lý bằng lập trình ngôn ngữ JavaScript. Tuy nhiên ở Việt Nam, việc ứng dụng GEE vẫn còn khá mới mẻ. Những ứng dụng được khai thác ban đầu trên nền tảng GEE trong nước có thể kể tới là nghiên cứu biến động rừng (Nguyễn Trọng Nhân và Vũ Xuân Cường, 2018), biến động đường bờ sông (Vũ Hữu Long và nnk, 2019), giám sát lũ lụt (Vũ Hữu Long và nnk, 2018; Võ Quốc Tuấn và nnk, 2018). Tuy nhiên, để đánh giá hạn hán, hiện chưa có nghiên cứu nào trong nước cụ thể hóa việc sử dụng ngôn ngữ lập trình JavaScript sẵn có trên nền tảng GEE. Do đó đây là một hướng mới trong nghiên cứu hạn hán hiện nay ở trong nước.

Trên cơ sở đó, nghiên cứu trình bày kết quả ban đầu khi sử dụng các chỉ số như chỉ số thực vật NDVI (Normalized Difference Vegetation Index), nhiệt độ bề mặt LST (Land Surface Temperature) được tính toán từ dữ liệu ảnh viễn thám Landsat 8 và nền tảng điện toán đám mây Google Earth Engine, từ đó tính chỉ số hạn VHI (Vegetation Health Index - chỉ số sức khỏe thực vật) nhằm đánh giá tình trạng hạn nông nghiệp xảy ra tại huyện Tây Hòa, tỉnh Phú Yên, Việt Nam trong các tháng mùa khô năm 2019.

2. Cơ sở lý thuyết và phương pháp nghiên cứu

2.1. Giới thiệu khu vực nghiên cứu



Hình 1. Khu vực nghiên cứu.

Khu vực nghiên cứu tại huyện Tây Hòa, nằm phía Tây Nam của Tỉnh Phú Yên, có tọa độ: 12°45'07" đến 12°45'15" vĩ độ Bắc, 109°15'13" đến 109°15'29" kinh độ Đông. Khí hậu khu vực phân chia thành 2 mùa rõ rệt: mùa mưa từ tháng 9 đến tháng 12 và mùa nắng từ tháng 1 đến tháng 8. Tây Hòa là huyện thuần nông, chuyên trồng lúa và các cây nông nghiệp nhưng thường xuyên xảy ra hạn hán do sự phân bố lượng mưa không đều, nhiệt độ cao và thiếu nước sinh hoạt, đặc biệt trong các tháng mùa khô, khiến cho cây trồng không thể phát triển. (Việt Nam)

Những năm gần đây, thời tiết ngày càng diễn biến khó lường và không theo quy luật, khiến tình hình hạn hán ở huyện Tây Hòa cũng trở nên phức tạp. Đặc biệt, theo Sở Nông nghiệp và Phát triển nông thôn tỉnh Phú Yên, mùa khô năm 2019 là đợt hạn hán nghiêm trọng được ghi nhận. Hạn hán nghiêm trọng kéo dài và thời tiết nắng nóng khắc nghiệt đã làm khô hàng trăm ha hoa màu và rừng. Ở xã Hòa Thịnh, vào vụ

thu đông, sản xuất 867 ha lúa, thiếu khoảng 730 ha nước tưới. Không chỉ vậy, xã này còn có 1220 / 3890 hộ thiếu nước, chiếm gần 90% số hộ gia đình thiếu nước toàn huyện. Những xã khác cũng không thể canh tác nông nghiệp do khan hiếm nước (Báo Nông nghiệp Việt Nam điện tử, 2019).

2.2. Giới thiệu Google Earth Engine (GEE) và dữ liệu ảnh sử dụng

Google Earth Engine

Google Earth Engine (GEE) là một nền tảng điện toán đám mây được thiết kế để lưu trữ và xử lý bộ dữ liệu khổng lồ ảnh viễn thám (ở quy mô petabyte) để phân tích và đưa ra quyết định cuối cùng (Kumar, 2019). GEE làm việc thông qua Giao Diện Trực tuyến của Ứng dụng JavaScript (API) được gọi là Code Editor. Trên giao diện này, người dùng có thể viết và chạy các tập lệnh/script để chia sẻ và lặp lại các quy trình phân tích cũng như xử lý dữ liệu không gian địa lý.

Dữ liệu ảnh sử dụng

Vệ tinh Landsat 8 được phóng thành công lên quỹ đạo vào đầu năm 2013 đã cung cấp nguồn dữ liệu ảnh phong phú phục vụ nhiều mục đích nghiên cứu. Dữ liệu Landsat có sẵn trong Google Earth Engine ở các mức độ cấp 1,2: ảnh thô, ảnh hiệu chỉnh ở đỉnh khí quyển TOA (top of atmosphere), ảnh phản xạ bề mặt SR (surface reflectance).

Nghiên cứu thực hiện với dữ liệu ảnh Landsat 8 trên nền tảng Google Earth Engine phủ trùm khu vực huyện Tây Hòa - Phú Yên trong mùa khô năm 2019 (thực hiện từ tháng 4 đến tháng 7). Mã ảnh Landsat 8 trong nghiên cứu này có tên “LANDSAT/LC08/C01/T1_TOA”, tức là ảnh đã được hiệu chỉnh phản xạ tại đỉnh khí quyển (Chander và nnk, 2009). Tập dữ liệu ảnh của khu vực nghiên cứu được thể hiện trong hình 2, với tổ hợp màu phân tích thực vật (nông nghiệp).



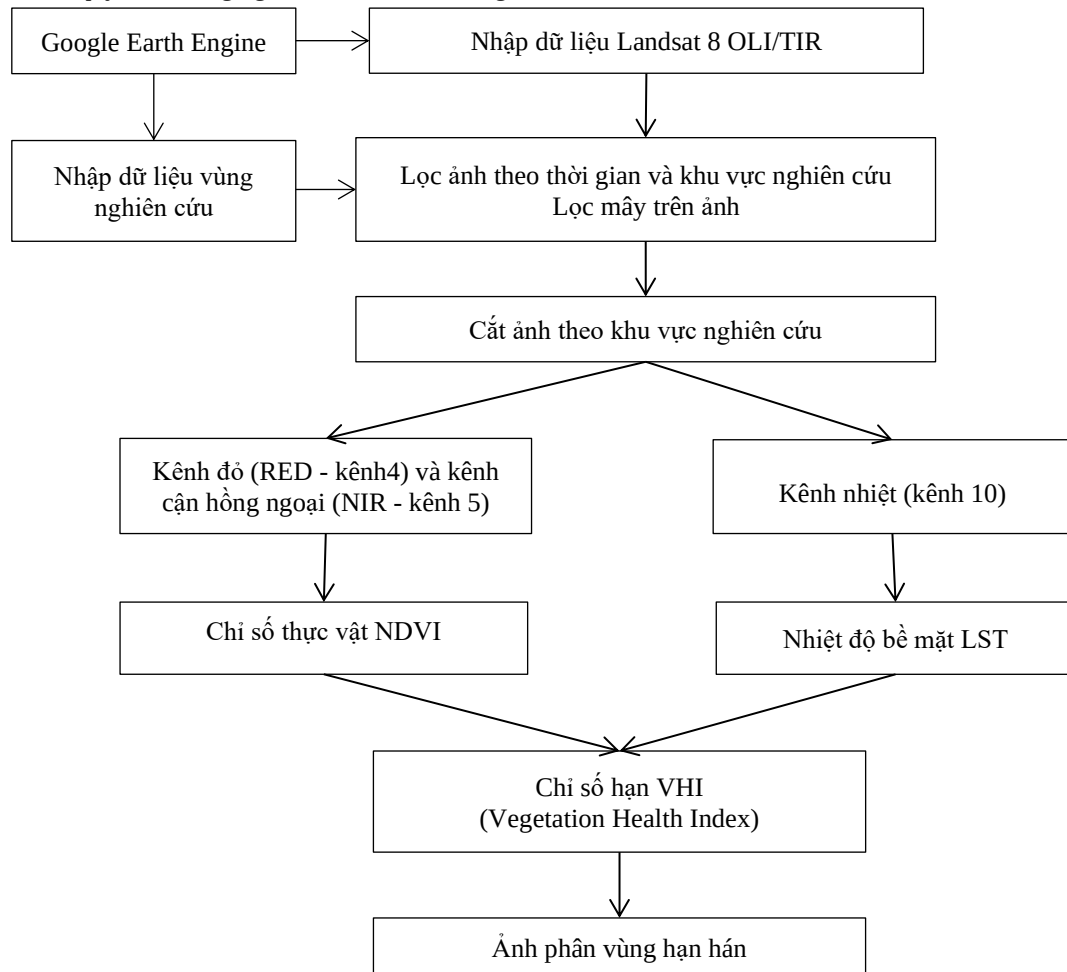
Hình Tập dữ liệu ảnh khu vực nghiên cứu. (Ảnh tổ hợp màu R-G-B là B6-B5-B4 tương ứng với kênh 6, kênh 5, kênh 4 của Landsat 8).

2.3. Phương pháp nghiên cứu

Nghiên cứu sử dụng các thuật toán trên Google Earth Engine để tính chỉ số thực vật NDVI (Normalized Difference Vegetation Index), nhiệt độ bề mặt LST (Land Surface Temperature), chỉ số sức khỏe thực vật VHI (Vegetation Health Index), nhằm đánh giá tình trạng hạn nông nghiệp xảy ra tại huyện Tây Hòa, tỉnh Phú Yên, Việt Nam. Trong đó, chỉ số NDVI tính dựa trên kênh đỏ (kênh 4) và kênh cận hồng ngoại NIR (kênh 5), chỉ số LST dựa trên kênh nhiệt của Landsat 8, các kênh này đều được đưa về độ phân giải 30m trên Google Earth Engine. Đối với ảnh Landsat 8 có 2 kênh phổ cung cấp thông tin xác định nhiệt độ là

kênh 10 và kênh 11, tuy nhiên sau ngày 6 tháng 1 năm 2014, theo các khuyến nghị của USGS (United States Geological Survey) không sử dụng kênh 11 do hiệu chỉnh không đảm bảo, vì vậy chỉ có kênh 10 được đưa vào thuật toán (thông tin trên trang web <https://www.usgs.gov/>)

Sơ đồ quy trình công nghệ được thể hiện trong Hình 3.



Hình 3. Sơ đồ quy trình thực hiện

Với sơ đồ trên, các chỉ số được tính toán với các công thức như sau:

- Tính NDVI (Normalized difference vegetation index) - chỉ số khác biệt thực vật, được xác định dựa trên sự phản xạ khác nhau của thực vật thể hiện giữa kênh đỏ (Red) và kênh phổ cận hồng ngoại NIR (near infrared).

Công thức tính chỉ số thực vật NDVI với ảnh Landsat 8:

$$NDVI = \frac{NIR-RED}{NIR+RED} = \frac{Kênh5-Kênh4}{Kênh5+Kênh4} \quad (1)$$

Giá trị này nằm trong khoảng [-1;1] thể hiện được tình trạng sức khỏe của thực vật cũng như cung cấp thông tin về mật độ che phủ, tình trạng sinh trưởng.... Nếu NDVI càng lớn đối với những vùng có độ che phủ thực vật cao và dày, ngược lại NDVI càng nhỏ thì mức độ che phủ thực vật càng thưa thớt.

- Tính nhiệt độ bề mặt: được xác định theo công thức:

$$LST = \frac{T_B}{1 + \left(\frac{\lambda \cdot T_B}{\rho}\right) \cdot \ln LSE} - 273 \quad (^{\circ}C) \quad (2)$$

Trong đó:

LST - nhiệt độ bề mặt (Land Surface Temperature); T_B - giá trị nhiệt độ bức xạ hay nhiệt độ sáng. Nhiệt độ độ sáng TOA (Top of Atmosphere Brightness Temperature) cho các kênh hồng ngoại nhiệt (TIR) của Landsat được cung cấp bởi Cơ quan Khảo sát Địa chất Hoa Kỳ (USGS) và hoàn toàn có sẵn để sử dụng trong GEE cho Landsat 8.; λ - giá trị bước sóng trung tâm của dải sóng hồng ngoại nhiệt; Đối với ảnh Landsat 8, kênh nhiệt (kênh 10) lấy giá trị bước sóng là 10,8 μm ; $\rho = 14380$. Giá trị $\rho = h \cdot c / \lambda$ với h là hằng

số Plank ($6,626 \cdot 10^{-34} \text{ Js}$), s là hằng số Boltzmann ($1,38 \cdot 10^{-23} \frac{\text{J}}{\text{K}}$); c là vận tốc ánh sáng ($3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$); LSE - độ phát xạ bề mặt, được tính toán dựa vào hợp phần thực vật P_v (proportion of vegetation) theo công thức (3) (Sobrino và nnk, 2004), phù hợp với ảnh Landsat 8, với giá trị 0,004 là độ lệch chuẩn của 49 quang phổ đất, và 0,986 được xem là mức trung bình của độ phát xạ đất (0,97) và độ phát xạ thực vật (0,99).

$$\text{LSE} = 0,004P_v + 0,986 \quad (3) \quad \text{với} \quad P_v = \left(\frac{\text{NDVI} - \text{NDVI}_{\min}}{\text{NDVI}_{\max} - \text{NDVI}_{\min}} \right)^2 \quad (4)$$

- Tính chỉ số hạn VHI (Vegetation Health Index - chỉ số sức khỏe thực vật)

$$\text{VHI} = a \times \text{VCI} + (1-a)\text{TCI} \quad (5)$$

Trong đó

VCI là chỉ số điều kiện thực vật (Vegetation Condition Index) được tính theo công thức:

$$\text{VCI} = 100 \times \frac{\text{NDVI} - \text{NDVI}_{\min}}{\text{NDVI}_{\max} - \text{NDVI}_{\min}} \quad (6)$$

TCI là chỉ số điều kiện nhiệt độ (Temperature Condition Index), được tính theo công thức:

$$\text{TCI} = 100 \times \frac{\text{LST}_{\max} - \text{LST}}{\text{LST}_{\max} - \text{LST}_{\min}} \quad (7)$$

Với NDVI max, NDVI min là giá trị tối đa và tối thiểu của NDVI; LST max, LST min là giá trị tối đa và tối thiểu của LST.

a là hệ số cho thấy sự khác biệt về trọng số giữa VCI và TCI. Trong trường hợp không xác định được các điều kiện môi trường, lấy $a=0,5$.

- Kết quả hạn hán: mức độ hạn có thể được phân loại từ hạn khắc nghiệt đến không bị hạn hán theo các giá trị VHI (xem Bảng 1)

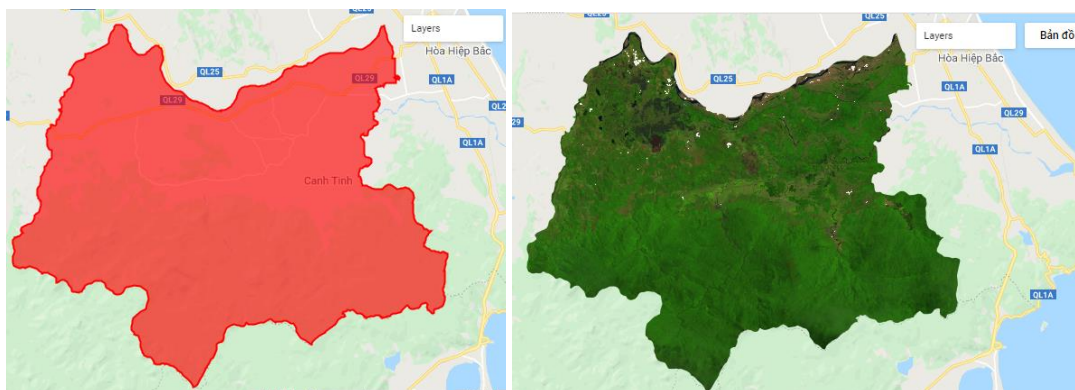
Bảng 1: Phân loại mức độ nghiêm trọng của hạn hán theo giá trị VHI (Kogan, 1995)

TT	Giá Trị VHI	Mức độ hạn hán
1	0-10	Hạn hán khắc nghiệt
2	10-20	Hạn hán nghiêm trọng
3	20-30	Hạn hán vừa
4	30-40	Hạn hán nhẹ
5	>40	Không hạn hán

3. Kết quả và thảo luận

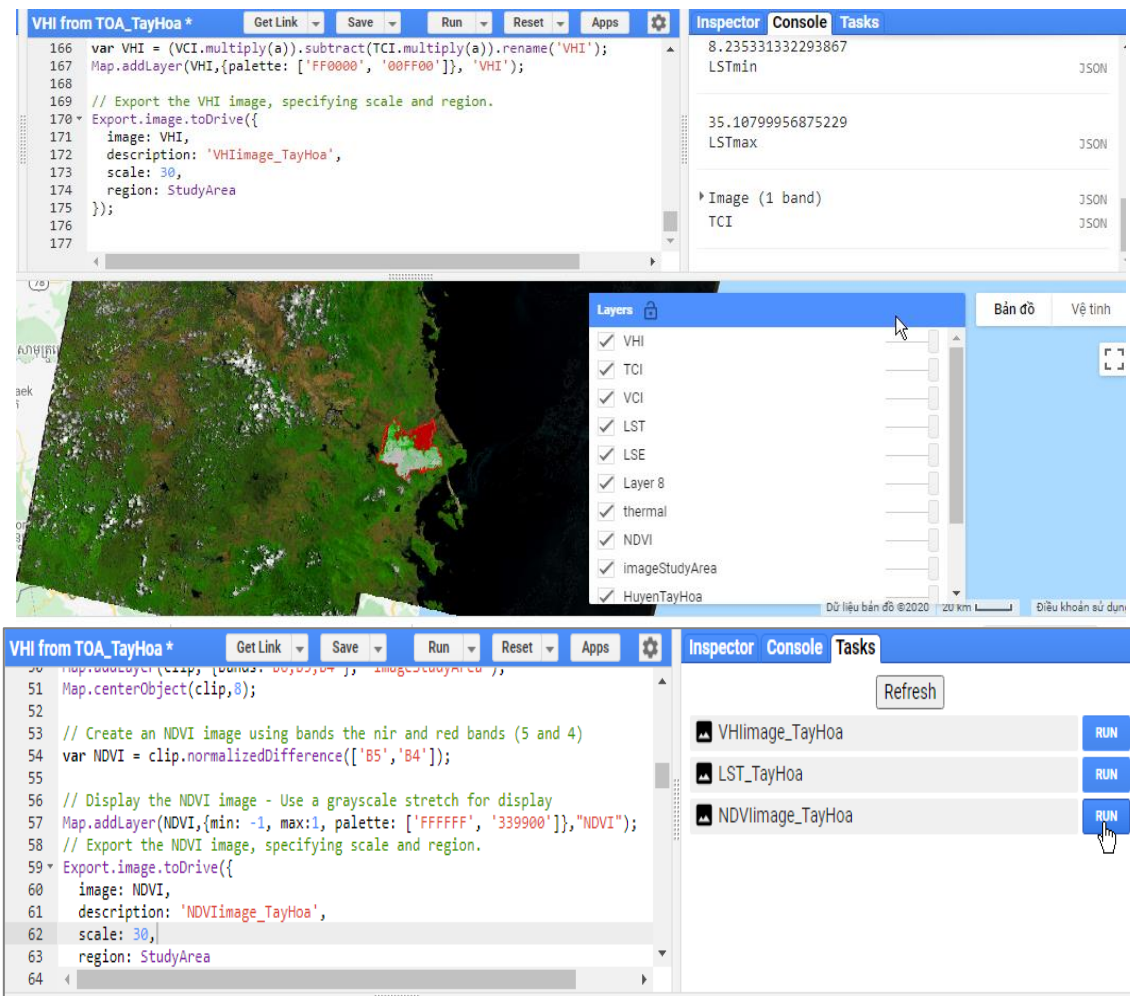
Hiện trạng hạn hán trong các tháng mùa khô năm 2019 tại huyện Tây Hòa, Phú Yên

Nghiên cứu thực hiện trong thời gian từ tháng 4 đến tháng 7 năm 2019. Dữ liệu khu vực nghiên cứu và ảnh đã cắt theo ranh giới được thể hiện trong hình 4. Các câu lệnh, các hàm tính toán được thực hiện trên Code Editor của Google Earth Engine (Hình 5).



Hình 4. Dữ liệu vector và ảnh Landsat 8 cắt theo khu vực huyện Tây Hòa trên GEE

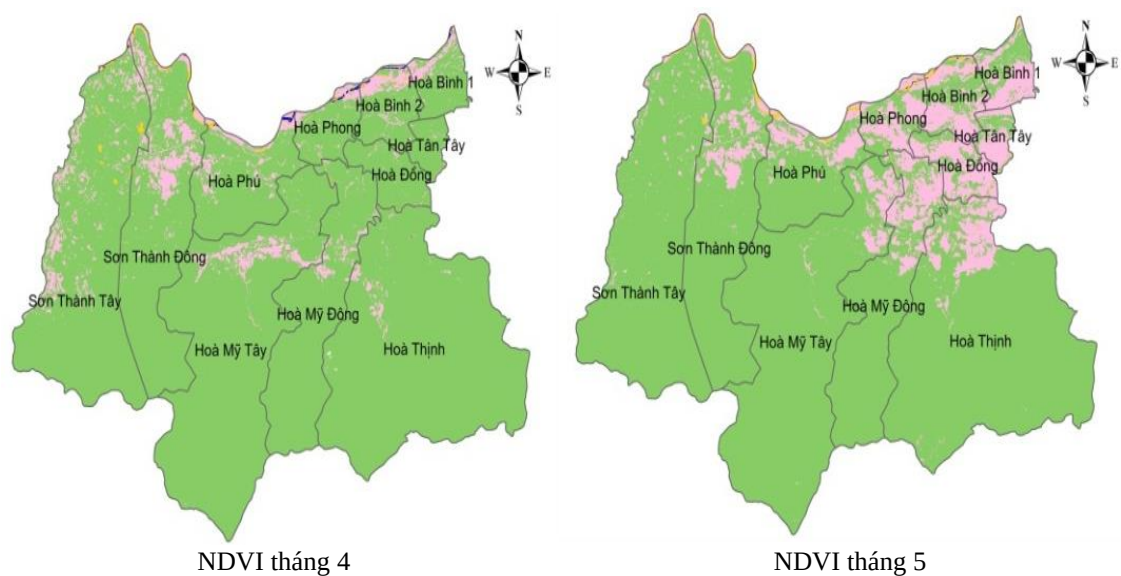
Các kết quả ảnh sẽ được hiện ở mục **Layer** trên giao diện của GEE; các giá trị được hiển thị trong mục **Console** (hình 5), trong đó giá trị NDVI thỏa mãn nằm trong khoảng $[-1;1]$, giá trị nhiệt độ LST không mang giá trị âm hoặc bất thường. Kết quả xuất ra là các file ảnh bên mục **Tasks**.



Hình 5. Kết quả chạy tập lệnh trên GEE

Dữ liệu ảnh tải về với dung lượng vài chục Megabyte, được lưu trữ trên Driver cá nhân. Bao gồm:

Kết quả NDVI





NDVI tháng 6



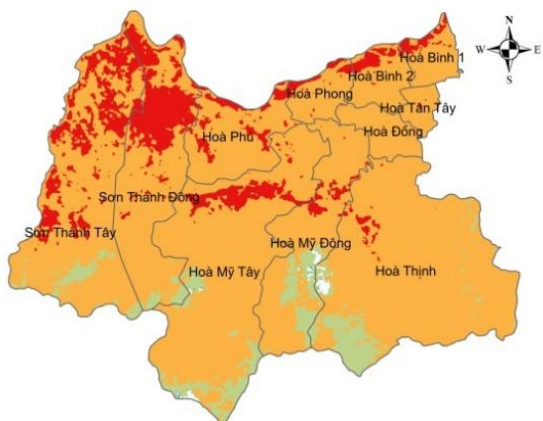
NDVI tháng 7

■ Rất thấp
 ■ Thấp
 ■ Trung bình
 ■ Cao

Hình 6. Kết quả NDVI từ tháng 4 đến tháng 7

Kết quả LST

LST tháng 4

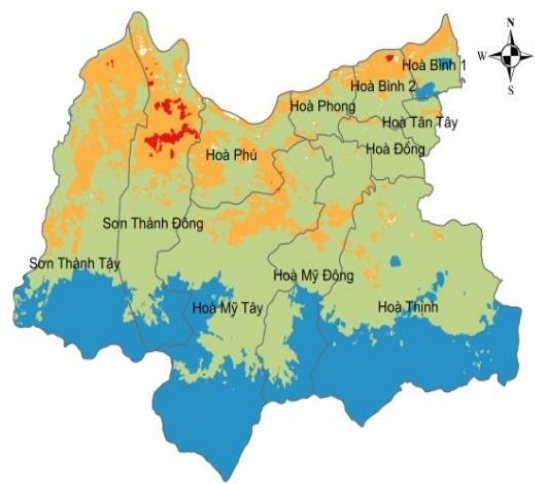
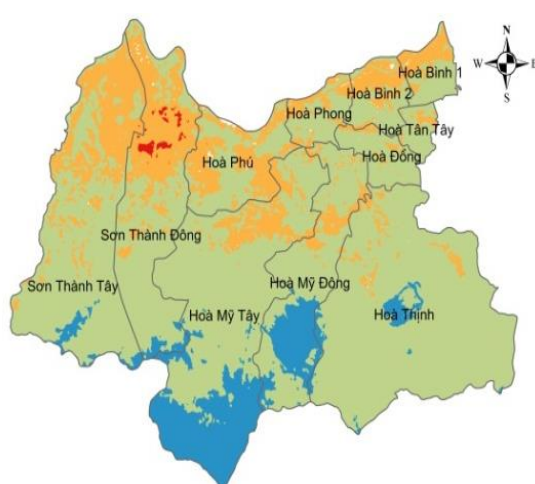


LST tháng 6

LST tháng 5



LST tháng 7

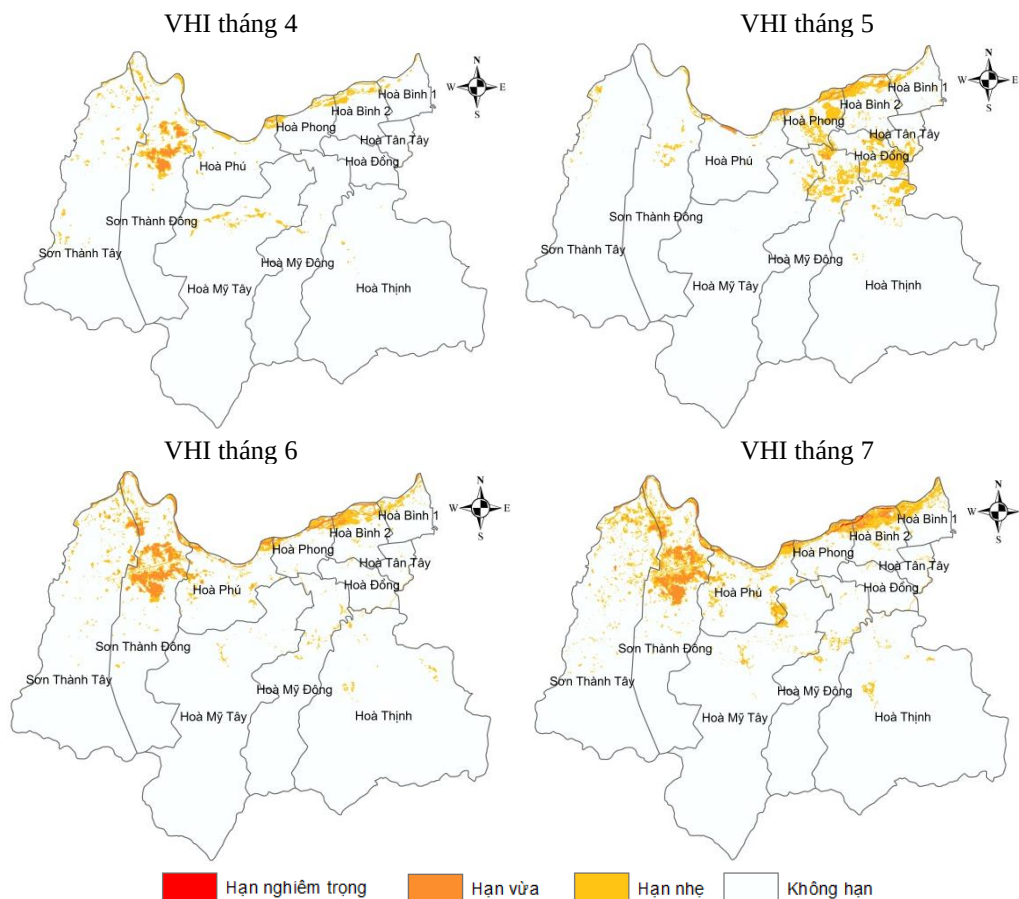


■ <20
 ■ 20 - 25
 ■ 25 - 30
 ■ >30

Hình 7. Kết quả LST từ tháng 4 đến tháng 7

Giá trị hàng tháng của NDVI và LST trong mùa khô cho cái nhìn toàn diện về phạm vi của các giá trị và sự thay đổi của cả NDVI và LST. Thông thường, các giá trị của NDVI nằm trong khoảng từ -1 đến +1, giá trị NDVI càng cao thì thảm thực vật càng khỏe mạnh và các giá trị thấp hơn đại diện cho thảm thực vật bị suy giảm và các giá trị âm đại diện cho mặt nước, hoặc nơi có độ ẩm cao tương ứng. Giá trị nhiệt độ trong khu vực chủ yếu là lớn hơn 20°C, đặc biệt trong tháng 4, nhiệt độ bề mặt chủ yếu lớn hơn 25°C, ghi nhận nhiệt độ cao nhất trên 42°C. So sánh giữa hình 6 và hình 7, có thể nhận thấy rằng với những khu vực có nhiệt độ cao, thực vật có xu hướng giảm. Nhìn chung, tình trạng khô hạn thường xảy ra tại nơi có giá trị LST cao và NDVI thấp. Để thể hiện tốt nhất điều kiện hạn, cả hai chỉ số cần được kết hợp để sau đó có thể hiển thị theo không gian như Hình 8.

Kết quả VHI



Hình 8. Kết quả VHI từ tháng 4 đến tháng 7

Chỉ số VHI đối chiếu tổng thể sức khỏe của thảm thực vật, đánh giá tình trạng khô hạn của thảm thực vật do nhiệt độ gây ra, do đó thích hợp để chỉ ra mức độ hạn hán của nông nghiệp. Sự phân bố không gian hạn trong giai đoạn mùa khô năm 2019 được thể hiện qua các ảnh giá trị hạn VHI ở hình 8 với bốn mức độ. Cùng với sự phân chia giá trị theo bảng 1, nhận thấy rằng hạn hán xảy ra trên toàn huyện với các mức độ và diện tích khác nhau: chủ yếu ở các xã Sơn Thành Đông, Sơn Thành Tây, Hòa Mỹ Đông, Hòa Bình 1, Hòa Bình 2, Hòa Phong. Tổng diện tích hạn chiếm khoảng 17-20% diện tích toàn huyện, trong đó chủ yếu là diện tích bị hạn vừa và hạn nhẹ. Phân tích những nơi xảy ra hạn đều thấy tập trung ở phía Bắc của huyện Tây Hòa - nơi đất sử dụng chủ yếu trồng cây nông nghiệp, tương ứng với vùng có nhiệt độ bề mặt cao từ 25-30°C (Hình 7) và giá trị NDVI ở mức thấp hoặc trung bình (Hình 6).

Như vậy, kết quả hạn hán trong thời gian từ tháng 4 đến tháng 7 năm 2019 cung cấp thông tin ban đầu làm cơ sở quan trọng trong đánh giá tình trạng hạn tại huyện Tây Hòa, Phú Yên. Tuy nhiên, cần phải tính đến các thông số khí tượng bổ sung như lượng mưa, độ ẩm... để từ đó đưa ra các kết luận cụ thể hơn về mức độ hạn hán tại khu vực nghiên cứu.

4. Kết luận

Trong nghiên cứu này, dữ liệu ảnh vệ tinh Landsat 8 và các thuật toán trên nền tảng điện toán đám mây Google Earth Engine được sử dụng để tính toán chỉ số NDVI, LST và VHI, từ đó đưa ra nhanh chóng kết quả về hiện tượng hạn nông nghiệp ở khu vực huyện Tây Hòa, tỉnh Phú Yên trong giai đoạn tháng 4 đến tháng 7 năm 2019. Nghiên cứu cũng khẳng định ưu điểm của nền tảng Google Earth Engine là công cụ tiện dụng và nhanh chóng để tiếp cận các dữ liệu vệ tinh liên quan và thực hiện phân tích ảnh viễn thám một cách hiệu quả, có thể lọc các kết quả theo không gian (vùng nghiên cứu) và theo thời gian, đặc biệt có thể thay thế việc tải lượng dữ liệu ảnh dung lượng lớn (có thể lên tới vài hoặc vài chục Gigabyte) và việc xử lý một khối lượng lớn dữ liệu trên các phần mềm chuyên ngành.

Lời cảm ơn

Các tác giả xin cảm ơn Trường Đại học Mở - Địa chất đã gửi lời mời tham dự Hội nghị Toàn quốc Khoa học Trái đất và Tài nguyên với Phát triển bền vững (ERSD).

Tài liệu tham khảo

- Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn, 2014. Báo cáo tình hình hạn hán, xâm nhập mặn khu vực Trung bộ, Nam bộ và Tây nguyên, Số: 1073/BNN-TCTL
- Báo Nông nghiệp Việt Nam điện tử, 2019. <https://nongnghiep.vn/phu-yen-han-han-khoc-liet-mot-xa-thieu-nuoc-nghiem-trong-d247764.html>
- Bento, V., Gouveia, C., Dacamara, C., Trigo, I, 2018. A climatological assessment of drought impact on vegetation health index. *Agricultural and Forest Meteorology* 259, 286-295 (2018)
- Chander, G., Markham, B.L. và Helder, D.L., 2009. Summary of current radiometric calibration coefficients for Landsat MSS, TM, ETM+, and EO-1 ALI sensors. *Remote Sensing of Environment*, 113(5): 893-903.
- Lê Thị Thu Hiền, 2013. Áp dụng chỉ số thực vật (NDVI) của ảnh Landsat đánh giá hoang mạc hóa tỉnh Bình Thuận. *Tạp chí Các Khoa học về Trái đất*, số 35(4), tr357-363.
- Huỳnh Thị Thu Hương, Trương Chí Quang, Trần Thanh Dân, 2012. Ứng dụng ảnh MODIS theo dõi sự thay đổi nhiệt độ bề mặt đất và tình hình khô hạn vùng đồng bằng sông Cửu Long. *Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ*, 24a, tr49-59.
- Trịnh Lê Hùng, 2014. Ứng dụng dữ liệu viễn thám hồng ngoại nhiệt LANDSAT nghiên cứu độ ẩm đất trên cơ sở chỉ số khô hạn nhiệt độ thực vật. *Tạp chí Các khoa học về Trái Đất*, 36(3), tr.262 - 270.
- Trịnh Lê Hùng, Đào Khánh Hoài, 2015. Ứng dụng viễn thám đánh giá nguy cơ hạn hán khu vực huyện Bắc Bình, tỉnh Bình Thuận. *Tạp chí Khoa học ĐHSP TPHCM*, số 5(70), tr128-139.
- Trần Hùng, 2007. Sử dụng tư liệu MODIS theo dõi độ ẩm đất/thực vật bề mặt: Thử nghiệm với chỉ số mức độ khô hạn nhiệt độ - thực vật (TDVI). *Tạp chí Viễn thám và Địa tin học*, Số 2 - 4/2007, tr. 38-45.
- Kogan, F. N, 1995. Application of Vegetation Index and Brightness Temperature for Drought Detection. *Natural Hazards: Monitoring and Assessment Using Remote Sensing Technique* 15 (11): 91-100
- Kumar, L.; Mutanga, O, 2019. Google Earth Engine Applications Since Inception: Usage, Trends, and Potential. *Remote Sens*, 10, 1509
- Vũ Hữu Long, Nguyễn Vũ Giang, Phạm Việt Hòa, Nguyễn Thanh Hùng, 2018. Ứng dụng công nghệ điện toán đám mây Google Earth Engine trong nghiên cứu lũ lụt tại Đồng Tháp, hạ lưu sông Mê Công. *Tạp chí Khoa học và công nghệ thủy lợi* số 43 - 2018, tr 1-11.
- Vũ Hữu Long, Nguyễn Vũ Giang, Trịnh Phi Hoàng, Phạm Việt Hòa, 2019, Ứng dụng công nghệ xử lý ảnh viễn thám trên nền tảng điện toán đám mây (GEE) trong theo dõi biến động đường bờ sông - thí điểm tại sông Cửu Long. *Tạp chí Khoa học Trường Đại học Sư phạm Thành phố Hồ Chí Minh*, Tập 16, Số 6 (2019): 38-49.
- Mannocchi, F., Francesca, T. and Vergni, L., 2004. Agricultural drought: Indices, definition and analysis. *LAHS-AISH Publication*: 246-254
- Nguyễn Trọng Nhân, Vũ Xuân Cường, 2018. Sử dụng Google Earth Engine trong giám sát biến động diện tích rừng tỉnh Lâm Đồng giai đoạn 2010-2016. *Hội nghị Khoa học Công nghệ lần thứ 4 - SEMREGG 2018*, tr254-265.
- Sobrino, J. A., J. C. Jiménez-Muñoz, and L. Paolini, 2004. Land Surface Temperature Retrieval from LANDSAT TM 5. *Remote Sensing of Environment* 90 (4): 434-440. doi:10.1016/j.rse.2004.02.003
- Tổng Cục Khí tượng Thủy văn - Bộ Tài nguyên và Môi trường, 2019. Báo cáo về tình hình hạn hán, xâm nhập mặn tại Trung Bộ năm 2019, nguy cơ hạn hán, thiếu nước ở Đồng bằng sông Cửu Long mùa khô năm 2019-2020, Số: 933/BC-TCKTTV ngày 25/7/2019.

Võ Quốc Tuấn, Đặng Hoàng Khải, Huỳnh Thị Kim Nhân và Nguyễn Thiên Hoa, 2018, Phát triển thuật toán giám sát lũ lụt vùng đồng bằng sông Cửu Long dựa vào nền tảng Google Earth Engine. *Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ*, 54(9A): 29-36.

Wilhite, D. A., & Glantz, M. H., 1985. Understanding the drought phenomenon: The role of definitions. *Water International* 10, 111-120.

ABSTRACT

Study of agricultural drought based on drought index from Landsat 8 image on Google Earth Engine platform

Pham Thi Thanh Hoa ¹, Vu Ngoc Quang ²

¹ Hanoi University of Mining and Geology, Vietnam

² University of Transport Technology, Vietnam

The study presents the preliminary results using indices such as the Normalized Difference Vegetation Index (NDVI), LST (Land Surface Temperature), Vegetation Health Index (VHI) calculated from Landsat 8 image data and a cloud-based platform - Google Earth Engine to assess agricultural drought in Tay Hoa district, Phu Yen province, Vietnam. The study results showed that the drought-affected areas corresponds to areas with high surface temperature and low or moderate NDVI values. At the same time, based on the VHI value, the study showed that all communes in the district are affected by drought condition, in which Son Thanh Dong, Son Thanh Tay, Hoa My Dong, Hoa Binh 1, Hoa Binh 2, Hoa Phong had a large drought area in the dry season months of 2019.

Keywords: Drought; Tay Hoa; Landsat 8; Drought index; Google Earth Engine.

Ứng dụng ảnh viễn thám theo dõi trữ lượng rừng ngập mặn tại Mũi Cà Mau

Nguyễn Tấn Lợi^{1,*}, Huỳnh Nhật Phi², Võ Quốc Tuấn¹

¹ Khoa Môi trường và Tài nguyên Thiên nhiên, Trường Đại học Cần Thơ, Việt Nam

² Sinh viên ngành Lâm sinh, Trường Đại học Cần Thơ, Việt Nam

TÓM TẮT

Rừng ngập mặn giữ vai trò đặc biệt quan trọng đối với đời sống con người, góp phần bảo vệ môi trường, điều hoà khí hậu và cung cấp các dịch vụ hệ sinh thái cho con người. Tuy nhiên, rừng ngập mặn đang bị suy giảm do tác động của xói lở bờ biển cũng như sự chuyển đổi sử dụng đất. Vì thế, để phục vụ công tác điều tra và kiểm kê rừng, thì việc ước lượng trữ lượng rừng nhanh chóng và chính xác là rất quan trọng. Mục tiêu của nghiên cứu này là sử dụng ảnh vệ tinh Sentinel-2 để ước tính trữ lượng rừng tại Vườn Quốc gia Mũi Cà Mau từ năm 2016 đến 2019. Nghiên cứu sử dụng phương pháp phân loại dựa trên đối tượng (Object-based approach), thông qua chỉ số khác biệt thực vật (NDVI), kết hợp với số liệu khảo sát thực địa về hiện trạng và trữ lượng rừng tại khu vực nghiên cứu, đã phân loại được 2 nhóm đối tượng rừng: rừng dày ($NDVI \geq 0,7$; với trữ lượng > 100 m³); rừng trung bình ($0,35 \leq NDVI < 0,7$; với trữ lượng 50-100 m³). Kết quả nghiên cứu cho thấy năm 2019 rừng dày có diện tích là 7.217,7 ha, với trữ lượng là 1.105.029,9 m³, còn đối với rừng trung bình có diện tích là 1.955,94 ha, với trữ lượng là 164.103,4 m³. Trong giai đoạn 2016-2019, trữ lượng rừng dày có xu hướng tăng 151.806,3 m³, rừng trung bình có xu hướng giảm -35.738,9 m³. Độ chính xác toàn cục của kết quả phân loại đạt hơn 90%. Dựa trên kết quả nghiên cứu này, chúng tôi kết luận rằng dữ liệu ảnh Sentinel-2 rất hữu ích để ước tính trữ lượng rừng ở Vườn Quốc gia Mũi Cà Mau.

Từ khóa: Mũi Cà Mau; Sentinel-2; trữ lượng rừng; viễn thám

1. Đặt vấn đề

Vườn Quốc gia Mũi Cà Mau là một trong hệ sinh thái rừng ngập mặn đặc trưng của rừng ven biển Việt Nam. Giữ vai trò đặc biệt quan trọng, không chỉ cung cấp nguyên liệu như gỗ, củi, lâm sản ngoài gỗ cho một số ngành sản xuất (Vũ Tấn Phương, 2012). Mà quan trọng hơn, là các lợi ích của rừng trong việc duy trì và bảo vệ môi trường, bảo vệ bờ biển, bờ sông, điều hoà khí hậu, hạn chế xói lở, hạn chế sự xâm mặn, nước biển dâng (Dương Viết Tình và Nguyễn Trung Thành, 2012). Để khai thác hiệu quả các giá trị hệ sinh thái rừng mang lại, trước hết cần có được những nhìn nhận chính xác về trữ lượng rừng (average reserves hoặc average biomass), để đưa ra các chiến lược khai thác hiệu quả và bền vững. Tuy nhiên, công tác quản lý và đánh giá trữ lượng rừng ngập mặn vùng ven biển nước ta còn nhiều hạn chế, đã làm suy giảm đáng kể diện tích và chất lượng rừng ngập mặn (Đình Thanh Giang, 2016). Vì vậy, để quản lý rừng và khai thác rừng một cách hiệu quả cần phải có những đánh giá chính xác trữ lượng rừng. Ngày nay, với sự phát triển mạnh mẽ của khoa học, kỹ thuật và sự ra đời của các ảnh vệ tinh. Công nghệ viễn thám (GIS) đã hỗ trợ con người rất nhiều trong việc nghiên cứu những thay đổi các loại tài nguyên, đặc biệt là hiện trạng và trữ lượng rừng ngập mặn. Thông qua đó, con người có thể tìm hiểu và đề xuất các biện pháp quản lý và khai thác hiệu quả tài nguyên rừng mà không cần tiếp xúc trực tiếp (Nguyễn Hải Hòa và Nguyễn Văn Quốc, 2017).

Ở thời điểm hiện tại có nhiều vệ tinh cung cấp ảnh có độ phân giải không gian, phân giải phổ, số lượng kênh phổ và chu kỳ bay chụp khác nhau. Từ các ảnh đa phổ (multispectral sensors) cho tới ảnh siêu phổ (hyperspectral). Cùng với độ phân giải không gian cao, từ dưới 1 m cho đến vài Km, chu kỳ bay chụp từ hàng ngày tới hàng tuần, giúp cho việc xác định trữ lượng rừng nhanh và thuận tiện hơn (Trịnh Lê Hùng, 2016). Hiện nay, với sự có mặt của vệ tinh Sentinel-2 đã mang đến sự cải tiến mới trong ngành viễn thám, với độ phân giải không gian là 10 m, có chu kỳ lặp 5 ngày và dữ liệu hoàn toàn miễn phí, giúp cho việc ứng

* Tác giả liên hệ

Email: ngtloi@ctu.edu.vn

dùng ảnh Sentinel-2 cho công tác nghiên cứu thành lập bản đồ trữ lượng rừng đạt hiệu quả tối ưu. Nghiên cứu ứng dụng phương pháp phân loại dựa trên đối tượng, sử dụng chỉ số khác biệt thực vật để phân loại hiện trạng các đối tượng rừng, từ đó thống kê được trữ lượng rừng tại khu vực nghiên cứu. Cho thấy việc ứng dụng ảnh vệ tinh Sentinel-2 trong đánh giá sự thay đổi trữ lượng rừng là thật sự hiệu quả.

2. Cơ sở lý thuyết và phương pháp nghiên cứu

2.1. Phương pháp thu thập số liệu

Dữ liệu ảnh viễn thám dùng để xây dựng bản đồ trữ lượng rừng trong đề tài nghiên cứu này là ảnh vệ tinh Sentinel-2 chụp khu vực VQG Mũi Cà Mau. Ảnh được cung cấp bởi U.S Geological Survey (USGS) tải miễn phí tại website <https://glovis.usgs.gov>. Thông tin về dữ liệu ảnh viễn thám được trình bày chi tiết ở Bảng 1.

Dữ liệu ảnh Sentinel-2 có 13 kênh riêng lẻ, trong đó có 4 kênh có độ phân giải không gian là 10m: Kênh xanh lục (Blue), kênh xanh dương (Green), kênh đỏ (Red), kênh cận hồng ngoại (NIR), cũng chính là các kênh được sử dụng trong nghiên cứu. Để thực hiện phân loại, ảnh cần phải qua giai đoạn tiền xử lý ảnh gồm 2 bước chính: gộp kênh ảnh và cắt ảnh theo khu vực nghiên cứu.

Bảng 1: Thông tin dữ liệu ảnh vệ tinh Sentinel-2 dùng trong nghiên cứu

STT	Mã ảnh	Ngày chụp	Hệ tọa độ	Độ phân giải (m)
1	S2A_..._A004405_T48PVQ_...	31/12/2016	WGS 84	10
2	S2A_..._T48PVQ_20171217...	17/12/2017	WGS 84	10
3	S2A_..._T48PVQ_20180215_...	15/02/2018	WGS 84	10
4	S2A_..._T48PVQ_20190121_...	21/01/2019	WGS 84	10

2.2. Phương pháp phân loại ảnh trên phần mềm eCognition

Phân loại ảnh bằng phương pháp phân loại định hướng trên đối tượng sử dụng phần mềm eCognition Developer 64, gồm 2 bước chính là phân đoạn ảnh và phân loại ảnh:

Bước 1: Phân đoạn ảnh (Segmentation) là quá trình chia nhỏ hình ảnh thành các phần nhỏ (segment) thông qua thuật toán gộp các điểm ảnh lân cận có mức độ đồng nhất về đặc điểm phổ và về phân bố không gian mà mắt người có thể nhận biết được (Willhauck và Schneider, 2000). Trong nghiên cứu này, các thông số phân mảnh được lựa chọn theo phương pháp thử sai như sau: tham số theo tỷ lệ (Scale parameter) là 30; hình dạng (Shape) là 0,1 và độ chặt (Compactness) là 0,5.

Bước 2: Thông qua kết thống kê chỉ số NDVI tại 60 điểm khảo sát được trình bày trong Bảng 2, nghiên cứu tìm ra được khoảng giá trị có độ chính xác cao nhất, để phân loại rừng thành 3 loại: rừng dày, rừng trung bình và không rừng. Đề tài chủ yếu nghiên cứu về hiện trạng và trữ lượng rừng qua 4 năm 2016-2019. Từ đó, đánh giá sự thay đổi diện tích và trữ lượng rừng.

Bảng 2: Thống kê chỉ số NDVI tại 60 điểm khảo sát

Đối tượng rừng	Số điểm khảo sát	Khoảng giá trị NDVI	Số điểm đúng với khoảng giá trị/ số điểm khảo sát	NDVI trung bình	Quy tắc phân loại
Rừng dày	19	0,7 - 1	16/19	0,77	$NDVI \geq 0,7$
Rừng trung bình	27	0,35 - 0,7	26/27	0,53	$0,35 \leq NDVI < 0,7$
Không rừng	14	-1 - 0,35	13/14	0,24	$NDVI < 0,35$

2.3. Phương pháp khảo sát thực địa

Tiến hành khảo sát ngẫu nhiên tại 170 điểm trong khu vực nghiên cứu được thể hiện trong Hình 1. Tại mỗi điểm khảo sát ghi nhận hiện trạng rừng: trung bình hoặc rừng dày, trong đó 60 điểm dùng để đánh giá tương qua hiện trạng rừng và giá trị NDVI và 110 điểm còn lại dùng để đánh giá độ chính xác. Ngoài ra, tiến hành đo đạc ngẫu nhiên 14 ô tiêu chuẩn, mỗi ô diện tích 100 m², vị trí các ô tiêu chuẩn được xác định theo tọa độ địa lý tại tâm ô bằng ứng dụng “GPS Status” trên điện thoại thông minh.

Trong mỗi ô tiêu chuẩn, tiến hành điều tra tầng cây cao theo các chỉ tiêu đường kính tại vị trí 1,3 m ($D_{1,3}$) và chiều cao vút ngọn (H_{vn}) của toàn bộ số cây trong ô tiêu chuẩn có đường kính trên 6 m. $D_{1,3}$ được xác định theo chu vi ($C_{1,3}$) tại vị trí 1,3 m, chu vi được đo bằng thước vải có vạch chia đến mm và H_{vn} được xác định bằng thước đo chiều cao cây.

Trữ lượng rừng được xác định dựa vào kết quả điều tra ô tiêu chuẩn:

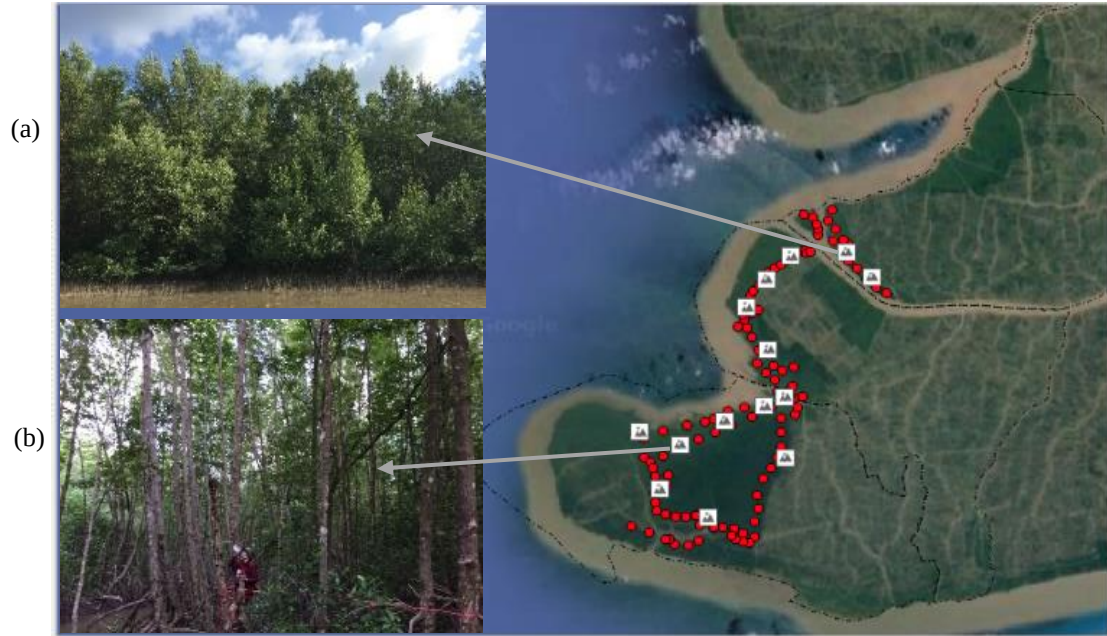
$$M=G.H.F$$

(1)

Trong đó: M là trữ lượng, tính bằng m³/ha; G là tổng tiết diện ngang bình quân, tính bằng m²:

$$G = \pi * (D_{1,3}/2)^2 * N \quad (2)$$

(Trong đó: $D_{1,3} = C_{1,3}/\pi$ là đường kính bình quân tính bằng m/cây; N là mật độ, cây/ha; H là chiều cao trung bình của các cây trong ô tiêu chuẩn, tính bằng m; và F là hình số ($F = 0,45$ theo hướng dẫn thống kê diện tích rừng toàn quốc).



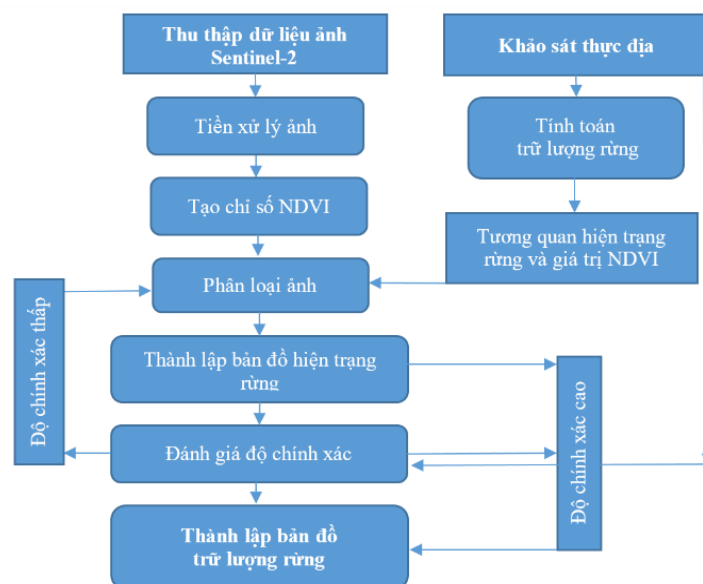
Hình 1. Ảnh khảo sát được thể hiện trên nền tảng Google Satellite;
a. Rừng trung bình ven biển; b. Rừng dày khu vực trung tâm

2.4. Phương pháp đánh giá độ chính xác

Lập bảng ma trận sai số của phân loại trên cơ sở so sánh giá trị sai số của lớp phân loại với giá trị của lớp đó được kiểm tra ngoài thực địa (Nguyễn Ngọc Thạch, 2005). Sử dụng chỉ số Kappa (K) nhằm thống kê, kiểm tra và đánh giá sự phù hợp giữa những nguồn dữ liệu khác nhau hoặc chỉ áp dụng các thuật toán khác nhau. Công thức được xác định (Cohen, 1960):

$$K = (T - E) / (1 - E) \quad (3)$$

trong đó: T: Phần trăm tương đồng thực tế (độ chính xác toàn cục); E: Phần trăm tương đồng mong đợi.



Hình 2: Lưu đồ phương pháp thực hiện

3. Kết quả và thảo luận

3.1. Kết quả khảo sát thực địa

Kết quả đo đạc thực địa được trình bày trong Bảng 3 cho thấy trữ lượng bình quân rừng dày ở mức khá cao là 153,1 m³/ha, còn đối với trữ lượng bình quân của rừng trung bình tương đối thấp chỉ 83,9 m³/ha. Kết quả nghiên cứu cũng cho thấy rằng rừng dày có chiều cao trung bình 13,8 m, còn đối với rừng trung bình có chiều cao trung bình 9,2 m, tuy nhiên tiết diện ngang bình quân của rừng dày lớn hơn nhiều so với tiết diện ngang bình quân rừng trung bình, chính vì thế có sự khác nhau lớn về trữ lượng bình quân ở rừng dày và rừng trung bình.

Bảng 3: Kết quả kiểm kê trữ lượng trung bình các loại rừng

STT	Trạng thái	D _{1,3bq} (cm)	G _{bq} (m ²)	H _{vnbq} (m)	Trữ lượng bình quân (m ³ /ha)
1	Rừng dày	10,2	34,7	13,8	153,1
2	Rừng trung bình	9,8	20,7	9,2	83,9

Trong đó: D_{1,3bq} (cm): đường kính ngang ngực (1,3m); G_{bq} (m²): diện tích tiết diện ngang của cây tại D_{1,3m}

3.2. Kết quả đánh giá độ chính xác

Nghiên cứu tiến hành tính toán độ chính xác giữa dữ liệu hiện trạng trên ảnh phân loại năm 2019, được trình bày trong Bảng 4 cho thấy rừng dày có kết quả chính xác cao nhất với giải đoán là 61 điểm và 4 điểm sai lệch, còn lại là hiện trạng rừng trung bình có số điểm chính xác là 38 điểm và 7 điểm không khớp với kết quả giải đoán. Độ chính xác toàn cục đạt 90% và hệ số Kappa là 0,8.

Nguyên nhân sai số kết quả phân loại do các nhóm đối tượng rừng trung bình tại một số khu vực ven biển đang trong quá trình phát triển tươi tốt. Vì thế, giá trị NDVI của các đối tượng này gia tăng đột ngột, làm sai lệch kết quả phân loại.

Bảng 4: Bảng ma trận sai số kết quả giải đoán

Kết quả giải đoán				ĐCX (%)
Thực địa		Rừng dày	Rừng trung bình	
	Rừng dày	61	4	93,8%
	Rừng trung bình	7	38	84,4%
ĐTC (%)		89,7%	90,5%	90,0%
Hệ số KAPPA				0,80

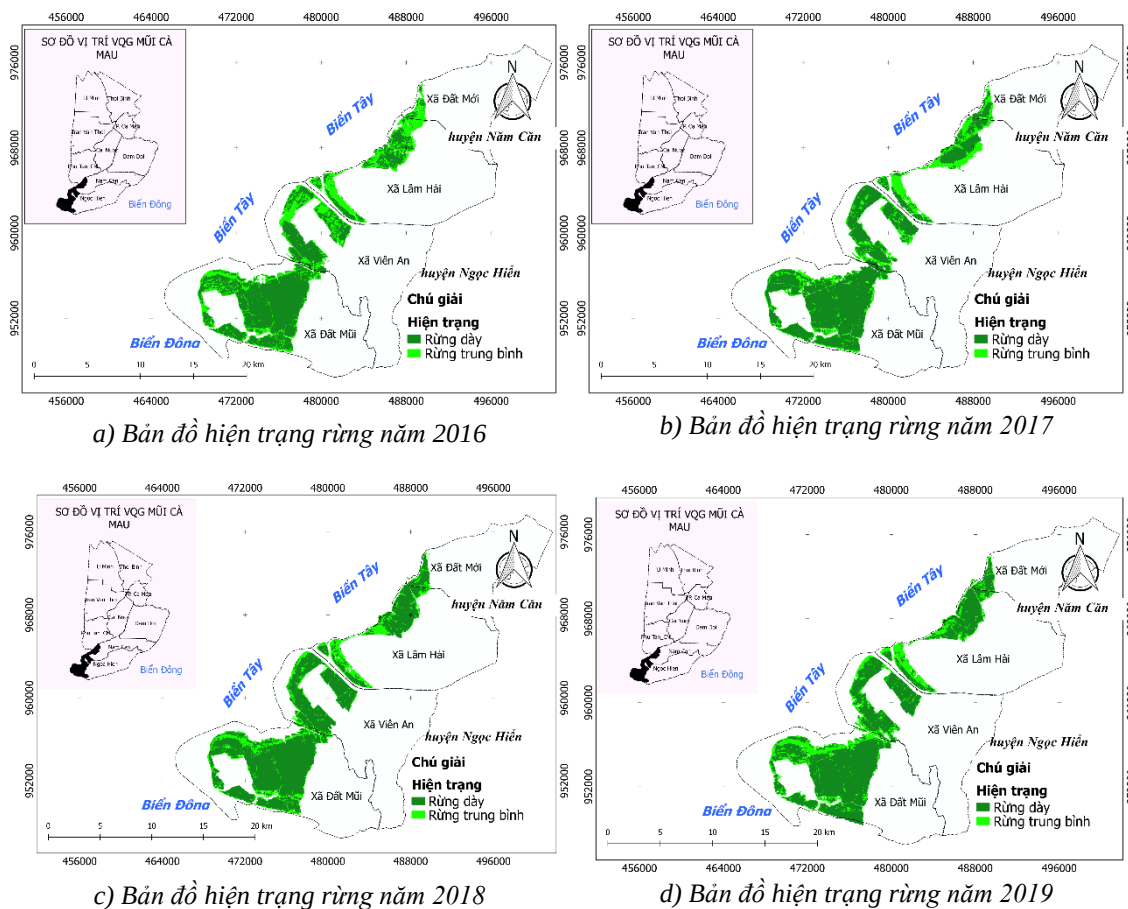
3.3. Sự thay đổi hiện trạng rừng ngập mặn tại VQG Mũi Cà Mau trong giai đoạn từ năm 2016-2019.

Kết quả nghiên cứu trình bày trong bản đồ Hình 3, biểu đồ Hình 4 cho thấy diện tích đất rừng tại thời điểm năm 2019 cao hơn nhiều so với các năm trước đó. Diện tích rừng của VQG Mũi Cà Mau năm 2019 là 9.173,64 ha, chiếm hơn 60,1% diện tích tự nhiên, trong đó diện tích rừng dày là 7.217,7 ha, diện tích rừng thưa là 1.955,94 ha.

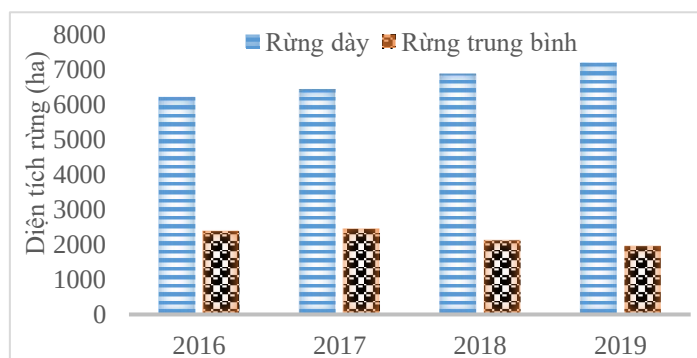
Kết quả nghiên cứu trình bày trong Hình 3 cho thấy diện tích rừng biến động theo xu hướng tăng dần về diện tích. Tuy nhiên, trong mỗi loại hiện trạng rừng có sự thay đổi khác nhau, cụ thể là rừng dày thì tăng đều qua các năm (từ 6226,15 ha năm 2016 lên 7.217,7 ha năm 2019), còn rừng trung bình thì có xu hướng giảm (từ 2.381,91 ha năm 2016 xuống 1.955,94 ha năm 2019).

3.4. Sự thay đổi trữ lượng rừng Vườn Quốc gia Mũi Cà Mau giai đoạn 2016-2018

Kết quả chồng lấp các bản đồ hiện trạng trữ lượng rừng trong giai đoạn từ năm 2016-2019 được trình bày trong Hình 5 cho thấy, trữ lượng rừng có xu hướng tăng (314.965 m³), trong đó xã Lâm Hải và Viên An có trữ lượng tăng lớn nhất với 109.987 m³ và 91.509 m³. Trữ lượng rừng tăng từ 0 m³ lên $\approx$ 84 m³ tập trung ở ven biển các xã Đất Mũi và Lâm Hải, do nơi đây thuộc khu vực bồi tụ của biển Tây nên diện tích rừng ngày càng được mở rộng (Nguyễn Thị Hồng Diệp và nnk, 2019); trữ lượng rừng tăng từ $\approx$ 84 m³ lên $\approx$ 153 m³ tập trung chủ yếu tại các vùng lõi thuộc các xã Lâm Hải và Viên An do rừng được bảo vệ và phục hồi bởi lớp rừng trung bình phía ngoài.



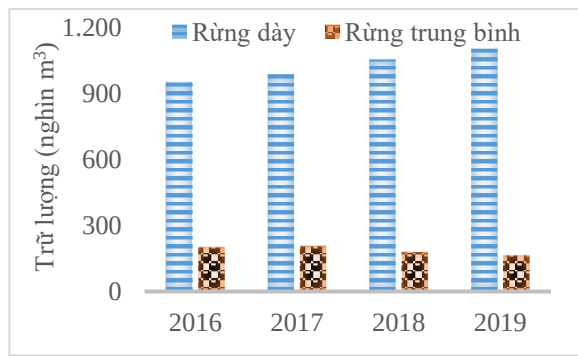
Hình 3. Bản đồ biểu đồ hiện trạng rừng giai đoạn 2016-2019



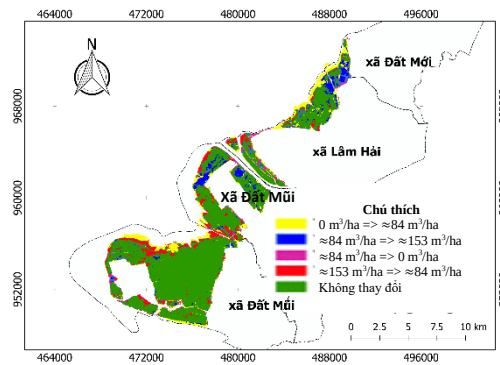
Hình 4. Biểu đồ biểu đồ thay đổi hiện trạng rừng giai đoạn 2016-2019

Tuy nhiên, kết quả nghiên cứu được trình bày trong Hình 5 cũng cho thấy, trữ lượng rừng tại một số nơi có xu hướng đang giảm dần như tại xã Đất Mũi giảm 72.644 m^3 rừng, xã Viên An giảm 49.268 m^3 , trong đó nhiều nhất là ở ven biển xã Viên An giảm 23.292 m^3 rừng trung bình, cận ven biển xã Đất Mũi giảm 61.1123 m^3 rừng dày xuống rừng trung bình. Nhưng nhìn chung, trữ lượng rừng tăng vẫn lớn hơn nhiều so với trữ lượng rừng giảm xuống, với hiệu số tăng và giảm là 154.850 m^3 , qua đó có thể thấy hệ sinh thái rừng ngập mặn tại VQG Mũi Cà Mau đang dần được phục hồi giúp duy trì sự đa dạng sinh học của vùng, bảo vệ môi trường biển, chống sạt lở, xói mòn bờ biển.

Qua đó cho thấy các biện pháp trồng và bảo vệ hệ sinh thái rừng ngập mặn đang mang lại nhiều hiệu quả, vì vậy cần tiếp tục thực hiện các biện pháp chăm sóc và bảo vệ rừng, đặc biệt là khu vực rừng trung bình ven biển dễ bị tổn thương. Bên cạnh đó, cần tăng cường các giải pháp bảo vệ khu vực rừng đang bị ảnh hưởng bởi xói mòn và sạt lở bờ biển.



a) Biểu đồ thay đổi trữ lượng rừng



b) Bản đồ thay đổi trữ lượng rừng

Hình 5. Biểu đồ (a) và bản đồ (b) thay đổi trữ lượng rừng VQG Mũi Cà Mau giai đoạn 2016-2019

Kết luận

Trữ lượng rừng tại VQG Mũi Cà Mau có xu hướng tăng trong giai đoạn từ năm 2016-2019, trong đó trữ lượng rừng tăng từ $\approx 84 \text{ m}^3/\text{ha}$ lên $\approx 153 \text{ m}^3/\text{ha}$ chiếm tỷ lệ cao nhất (146.133 m^3 , chiếm $\approx 95\%$), tập trung nhiều tại xã Lâm Hải và Viên An.

Dữ liệu ảnh viễn thám Sentinel-2 đã phản ánh chính xác sự phân bố các trạng thái rừng trên khu vực VQG Mũi Cà Mau. Độ chính xác toàn cục và hệ số Kappa của kết quả phân loại hiện trạng rừng khu vực nghiên cứu năm 2019 là 90% và 0,8. Thông qua kết quả nghiên cứu giúp chúng ta nhận thấy rằng việc ứng dụng nguồn dữ liệu ảnh Sentinel-2 kết hợp với công nghệ viễn thám mang lại nhiều hiệu quả trong công tác ước tính trữ lượng rừng tại VQG Mũi Cà Mau.

Lời cảm ơn

Đề tài này được tài trợ bởi Dự án Nâng cấp Trường Đại học Cần Thơ VN14-P6 bằng nguồn vốn vay ODA từ chính phủ Nhật Bản.

Tài liệu tham khảo

- Cohen, J., 1960. A Coefficient of Agreement for Nominal Scales. *Educational and Psychological Measurement*, 20(1), 37-46
- Đình Thanh Giang, 2016. *Nghiên cứu đặc điểm đất ngập mặn vùng ven biển Quảng Ninh và hải phòng làm cơ sở đề xuất các giải pháp khôi phục hệ sinh thái rừng ngập mặn*. Tóm tắt Luận án Tiến sĩ Lâm Nghiệp, Hà Nội, 27 trang.
- Dương Viết Tình, Nguyễn Trung Thành, 2012. Rừng ngập mặn tại cửa sông gianh Tỉnh Quảng Bình và giải pháp phát triển bền vững đất ngập nước. *Tạp Chí Đại Học Huế*, 75A(6), 187-195.
- Nguyễn Hải Hòa, Nguyễn Văn Quốc, 2017. Sử dụng ảnh viễn thám Landsat và GIS xây dựng bản đồ biến động diện tích rừng tại vùng đệm vườn quốc gia Xuân Sơn. *Tạp Chí Khoa Học và Công Nghệ Lâm Nghiệp - Quản Lý Tài Nguyên Rừng và Môi Trường*, 03, 46-56.
- Nguyễn Ngọc Thạch, 2005. *Cơ sở viễn thám*. Nhà xuất bản Khoa học - Kỹ thuật Hà Nội, Hà Nội, 207 trang.
- Nguyễn Thị Hồng Điệp, Phan Nhựt Trường, Phan Kiều Diễm, Phan Hải Dương, 2019. Đánh giá quá trình bồi tụ và xói lở ven biển tại các tỉnh khu vực Tây Nam Sông Hậu Đồng bằng Sông Cửu Long bằng công nghệ viễn thám. *Tạp Chí Khoa Học Đất*, 57, 62-67.
- Trịnh Lê Hùng, 2016. Kết hợp ảnh vệ tinh Landsat 8 và Sentinel 2 trong nâng cao độ phân giải không gian nhiệt độ bề mặt. *Tạp Chí Khoa Học Đại Học Quốc Gia Hà Nội - Các Khoa Học Trái Đất và Môi Trường*, 34(4), 54-63.
- Vũ Tấn Phương, 2012. Kết Quả Nghiên Cứu Về Định Giá Rừng Ở Việt Nam. *Kết quả nghiên cứu khoa học và công nghệ giai đoạn 2006-2010*, Viện khoa học Lâm nghiệp Việt Nam, trang 529-538.
- Willhauck, G., Schneider, T., 2000. Comparison of oriented classification techniques and standard image analysis for the use of change detection between SPOT multispectral satellite images and aerial photos. *Proceedings of XIX ISPRS ...*, XXXIII, 214-221.

ABSTRACT

Application of remote sensing image to monitoring forest reserves at Mui Ca Mau

Nguyen Tan Loi ¹, Huynh Nhut Phi ², Vo Quoc Tuan ¹

¹ *College of Environment and Natural Resources, Can Tho University, Vietnam*

² *Silviculture Student, College of Environment and Natural Resource, Can Tho University, Vietnam*

Mangrove forest plays an important role in human life, contributing to environmental protection, climate regulation and providing ecosystem services for people. However, mangroves are being degraded due to the effects of coastal erosion as well as land use conversion. So, in order to serve the forest inventory and investigation, a quick and accurate estimate of stand volume is very important. The objective of this study is to use Sentinel-2 data to estimate the forest stand volume in Ca Mau National Park from 2016 to 2019. The study uses Object-based classification approach, based on the Normalized difference vegetation index (NDVI), combined with inventory data on forest status and stand volume in the study area, two forest classes were classified: dense forest ($NDVI \geq 0.7$; with stand volume $> 100 \text{ m}^3$) and medium forest ($0.35 \leq NDVI < 0.7$; with stand volume $50\text{-}100 \text{ m}^3$). The results showed that in 2019, dense forest has an area of 7,217.7 hectares, with a stand volume of 1,105,029.9 m^3 , and the medium forest with an area of 1,955.94 hectares, with stand volume of 164,103.4 m^3 . In the period 2016-2019, the volume of dense forest has increased 151,806.3 m^3 while medium forest has decreased -35,738.9 m^3 . The total accuracy of the classification results is over 90%. Based on the results of this study, we conclude that Sentinel-2 data are useful to estimate forest volume in Ca Mau national park.

Keywords: Mui Ca Mau, forest reserves, remote sensing, Sentinel-2.

Ứng dụng hệ thống thông tin địa lý (GIS) xây dựng bản đồ thoái hóa đất nông nghiệp tỉnh Hậu Giang

Trần Xuân Miên*, Nguyễn Thế Công, Phạm Thị Kim Thoa, Nguyễn Thị Dung
Trường Đại học Mở - Địa chất, Việt Nam

TÓM TẮT

Thoái hóa đất đã và đang gây biến đổi chất lượng đất, các hậu quả môi trường tại hầu hết các nước trên thế giới cũng như tại Việt Nam. Xây dựng bản đồ thoái hóa đất là một trong những bước quan trọng và là cơ sở để tổng hợp, đánh giá mức độ thoái hóa đất. Bài báo này giới thiệu quy trình và kết quả xây dựng bản đồ thoái hóa đất nông nghiệp tỉnh Hậu Giang bằng cách ứng dụng hệ thống thông tin địa lý (GIS). Các bản đồ thoái hóa thành phần được xây dựng gồm: (1) bản đồ đất bị suy giảm độ phì, (2) bản đồ đất bị phèn hóa và (3) bản đồ đất bị mặn hóa. Trên cơ sở chồng xếp các bản đồ thoái hóa thành phần, sử dụng phương pháp phân tích đa chỉ tiêu (MCE), trọng số của các nhân tố phèn hóa, suy giảm độ phì và mặn hóa lần lượt có giá trị là 0,6370; 0,2583; 0,1047 và chỉ số nhất quán (CR) là 0,036. Kết quả thống kê từ bản đồ thoái hóa đất tổng hợp cho biết có 136.340,16 ha (chiếm tỷ lệ 96,67%) diện tích đất nông nghiệp có biểu hiện thoái hóa. Trong đó, diện tích bị thoái hóa ở mức nhẹ là 47.349,18 ha (33,57%), ở mức trung bình là 57.502,51 ha (40,77%), ở mức nặng là 31.488,47 ha (22,33%); chỉ còn lại 4.695,99 ha (3,33%) đất chưa có biểu hiện thoái hóa.

Từ khóa: thoái hóa đất; bản đồ thoái hóa đất; GIS.

1. Giới thiệu chung

Thoái hóa đất đang diễn ra ngày càng nghiêm trọng, ảnh hưởng đến 1/3 diện tích đất, đe dọa an ninh lương thực, gây đói nghèo cho hơn 1 tỷ người dân của hơn 110 nước trên thế giới (Tổng cục Quản lý đất đai, 2012). Eswaran và cộng sự (2001) cho rằng thoái hóa đất vẫn sẽ là một vấn đề quan trọng mang tính toàn cầu cho thế kỷ XXI. Tại Việt Nam, hiện có khoảng hơn 2 triệu ha đất đang sử dụng bị thoái hóa nặng (Phạm Đức Thi, 2013) và đang có xu hướng gia tăng cả về quy mô và mức độ thoái hóa. Chỉ tính riêng khu vực đồng bằng sông Cửu Long, dự báo diện tích đất thoái hóa nặng sẽ tăng thêm 66 nghìn ha so với hiện trạng (Tổng cục Quản lý đất đai, 2012).

Tại nhiều nước trên thế giới, công tác điều tra đánh giá thoái hóa đất đã được thực hiện theo định kỳ và được quan tâm từ lâu. Tuy nhiên, ở nước ta công tác này mới chỉ được quan tâm trong thời gian gần đây theo yêu cầu của Bộ Tài nguyên và Môi trường (2012) nhằm thực hiện định kỳ nhiệm vụ điều tra, đánh giá đất đai. Phương pháp xây dựng bản đồ thoái hóa đất phổ biến nhất đang được áp dụng cả trên thế giới và ở Việt Nam là ứng dụng hệ thống thông tin địa lý - GIS kết hợp với phương pháp phân tích đa chỉ tiêu (MCE) (Trung tâm Địa tin học - Đại học Thái nguyên, 2016; Nguyễn Quốc Hậu và nnk, 2017; Nguyễn Xuân Hải và nnk, 2017).

Từ thực tiễn trên, chúng tôi tiến hành nghiên cứu ứng dụng hệ thống thông tin địa lý (GIS) xây dựng bản đồ thoái hóa đất nông nghiệp tỉnh Hậu Giang, với mục đích giúp cho các nhà quản lý nắm rõ quy mô và mức độ về mặt không gian thoái hóa đất nông nghiệp của tỉnh Hậu Giang, từ đó có những chính sách hợp lý để cải tạo và phục hồi đất nông nghiệp bị thoái hóa, góp phần sử dụng bền vững quỹ đất nông nghiệp của tỉnh trong tương lai.

* Tác giả liên hệ

Email: tranxuanmien@humg.edu.vn

2. Đối tượng và phương pháp nghiên cứu

2.1. Dữ liệu và đối tượng nghiên cứu

(1) dữ liệu không gian và phi không gian của các loại hình thoái hóa đất nông nghiệp tại tỉnh Hậu Giang (gồm 3 loại thoái hóa chính là: suy giảm độ phì, mặn hóa và phèn hóa trường đất); (2) phần mềm ArcGIS 10.1;

2.2. Các phương pháp nghiên cứu được sử dụng:

- *Phương pháp kế thừa và thu thập dữ liệu*: Để xây dựng bản đồ thoái hóa đất đòi hỏi dữ liệu điều tra trực tiếp và dữ liệu thứ cấp. Bản đồ nền sử dụng là bản đồ hiện trạng sử dụng đất năm 2015, các dữ liệu điều tra trực tiếp để xây dựng bản đồ nhiễm mặn, nhiễm phèn. Đối với bản đồ suy giảm độ phì nhiều cần dữ liệu ít nhất ở hai thời điểm điều tra. Tại nghiên cứu này sử dụng số liệu điều tra đất năm 2003, kết hợp điều tra đất năm 2017 để đánh giá xu hướng biến đổi độ phì nhiêu đất trong giai đoạn 2003-2017. Các dữ liệu trên được thu thập và kế thừa từ dự án Điều tra đánh giá thoái hóa đất kỳ đầu tỉnh Hậu Giang (Sở Tài nguyên và Môi trường tỉnh Hậu Giang, 2017).

- *Phương pháp đánh giá đa chỉ tiêu (MCE)*: Phương pháp này được sử dụng để xây dựng bản đồ đất bị suy giảm độ phì và bản đồ thoái hóa đất tổng hợp, với các ma trận so sánh cặp đôi để phân cấp, tính trọng số của các yếu tố trong việc xây dựng bản đồ suy giảm độ phì, bản đồ thoái hóa đất.

Công thức MCE được dựng chung có dạng như sau: $S_i = \sum X_i W_i$ với $i = 1...3$, Trong đó: S_i là điểm tổng hợp có trọng số của tất cả các chỉ tiêu thành phần; X_i là các chỉ tiêu thành phần; W_i là trọng số của thành phần i . W_i được tính theo phương pháp của Saaty (1980) từ các ma trận so sánh cặp.

Ma trận so sánh cặp là bảng số liệu kết quả đánh giá so sánh về tầm quan trọng hay đóng góp của từng chỉ tiêu thành phần tổng hợp từ chuyên gia. Chỉ số nhất quán (CR) được tính toán để giảm thiểu mức chủ quan của chuyên gia cũng như tăng mức độ tin cậy của kết quả tính toán trọng số chỉ tiêu. CR có giá trị dưới 0,1 được coi là chấp nhận được (Eastman và nnk, 1995).

- *Phương pháp nội suy*: được sử dụng để xây dựng bản đồ đất bị mặn hóa và bản đồ đất bị phèn hóa trên cơ sở nội suy nghịch đảo khoảng cách IDW (trong ArcGIS 10.1) các chỉ tiêu tổng số muối tan và chỉ tiêu lưu huỳnh tổng số từ kết quả phân tích của 117 mẫu đất kế thừa từ dự án Điều tra đánh giá thoái hóa đất kỳ đầu tỉnh Hậu Giang (Sở Tài nguyên và Môi trường tỉnh Hậu Giang, 2017). Phân cấp mức độ mặn hóa và phèn hóa (tại Bảng 1) theo quy định của Bộ Tài nguyên và Môi trường (2012).

Bảng 1. Phân mức đánh giá đất bị mặn hóa, phèn hóa.

Loại hình thoái hóa	Khoảng biến động (TSMT%)	Phân mức	Ký hiệu
Mặn hóa	< 0,25	Không mặn hóa	Mh _N
	≥ 0,25-0,5	Mặn hóa nhẹ	Mh ₁
	≥ 0,5-0,75	Mặn hóa trung bình	Mh ₂
	≥ 0,75	Mặn hóa nặng	Mh ₃
Phèn hóa	Khoảng biến động (SO_4^{2-} %)	Phân mức	Ký hiệu
	< 0,06	Không phèn hóa	Ph _N
	≥ 0,06-0,16	Phèn hóa nhẹ	Ph ₁
	≥ 0,16-0,24	Phèn hóa trung bình	Ph ₂
	≥ 0,24	Phèn hóa nặng	Ph ₃

Phương pháp xây dựng bản đồ thoái hóa đất tổng hợp: được thành lập bằng phương pháp chồng xếp bản đồ suy giảm độ phì, bản đồ mặn hóa, bản đồ phèn hóa trên phần mềm ArcGIS 10.1 (Hình 1).

Mức độ thoái hóa được phân theo 4 cấp (không thoái hóa, thoái hóa nhẹ, thoái hóa trung bình và thoái hóa nặng). Các ngưỡng thoái hóa được gán điểm từ 0 đến 100 theo nguyên tắc điểm thấp biểu hiện thoái hóa nặng hơn và điểm càng cao thì thoái hóa càng nhẹ hơn. Cụ thể, T_N (75-100) là mức không thoái hóa, T₁ (50-75) là mức thoái hóa nhẹ, T₂ (25-50) mức thoái hóa trung bình và T₃ (0-25) là mức thoái hóa nặng.

3. Kết quả và thảo luận

3.1. Hiện trạng sử dụng đất nông nghiệp tỉnh Hậu Giang

Tỉnh Hậu Giang là một trong số 13 tỉnh của ĐBSCL, với tổng diện tích tự nhiên hơn 162.170,67 ha, trong đó diện tích đất nông nghiệp là 141.262,45 ha, chiếm 87,11% (đất phi nông nghiệp chiếm 12,87% và đất chưa sử dụng chiếm 0,02%). Hiện trạng sử dụng đất nông nghiệp cụ thể tại Bảng 2.

Bảng 2. Hiện trạng sử dụng đất nông nghiệp năm 2017 tỉnh Hậu Giang. (ĐVT: ha)

Đơn vị hành chính	Diện tích tự nhiên	Diện tích Đất nông nghiệp	Trong đó:						
			Đất trồng lúa	Đất trồng cây hàng năm khác	Đất trồng cây lâu năm	Đất rừng đặc dụng	Đất rừng sản xuất	Đất nuôi trồng thủy sản	Đất nông nghiệp khác
TP. Vị Thanh	11.886,35	9.140,01	3.881,26	2.096,74	3.144,83			17,18	
TX. Ngã Bảy	7.807,09	6.568,01	1.088,16	940,04	4.448,99			90,82	
TX. Long Mỹ	14.929,30	13.138,68	10.304,47	152,38	2.580,05	0	0	101,78	0
H. Châu Thành A	16.062,99	13.881,44	8.925,66	269,29	4.651,28			35,21	
H. Châu Thành	14.089,82	11.242,33	230,99	3,22	10.948,64			59,48	
H. Phụng Hiệp	48.450,95	43.831,59	19.321,49	9.586,19	10.444,68	2.731,48	1.436,14	310,64	0,97
H. Vị Thủy	22.936,82	20.538,22	17.379,84	148,79	2.763,5		144,92	80,04	21,13
H. Long Mỹ	26.007,35	22.922,17	18.023,68	807,73	3.910,68			180,08	
Tổng	162.170,67	141.262,45	79.155,55	14.004,38	42.892,65	2.731,48	1.581,06	875,23	22,1

3.2. Xây dựng các bản đồ thoái hóa đất thành phần

(1) Xây dựng bản đồ đất bị suy giảm độ phì:

Trên cơ sở bản đồ đất tỉnh Cần Thơ (cũ) được xây dựng năm 2003 và bản đồ độ phì hiện tại (năm 2017) của tỉnh Hậu Giang, các chỉ tiêu được lựa chọn để đánh giá và phân cấp suy giảm độ phì (giai đoạn 2003 - 2017) bao gồm: (1) độ chua của đất (pH_{KCl}), (2) chất hữu cơ tổng số (OM %), (3) nitơ tổng số (N%), (4) photpho tổng số (P_2O_5 %), (5) kali tổng số (K_2O %). Sử dụng các công cụ của phần mềm ArcGIS 10.1 để chuẩn hóa và xác định khoảng biến động (giá trị Δ) các chỉ tiêu suy giảm thành phần.

Để xây dựng bản đồ suy giảm độ phì nhiêu (Hình 2) cần lập ma trận so sánh cặp đôi và xác định trọng số cho các chỉ tiêu suy giảm độ phì nhiêu thành phần. Áp dụng mô đun WEIGHT của phần mềm IDRISI để xác định trọng số của từng chỉ tiêu và chỉ số nhất quán (CR) tương ứng. Kết quả tại Bảng 3 cho thấy chỉ tiêu suy giảm độ chua có ảnh hưởng lớn nhất đến suy giảm độ phì nhiêu với trọng số là 0,5280, tiếp đến là chỉ tiêu suy giảm chất hữu cơ tổng số (0,2615), nitơ tổng số (0,1290),... Chỉ số nhất quán CR=0,05 (nhỏ hơn 0,1) cho thấy đảm bảo tính hợp lý. Kết quả tổng hợp diện tích đất nông nghiệp bị suy giảm độ phì theo các mức độ suy giảm tại Bảng 4.

(2) Xây dựng bản đồ đất bị mặn hóa và phèn hóa:

Từ số liệu phân tích chỉ tiêu tổng số muối tan và chỉ tiêu lưu huỳnh tổng số của 117 mẫu phân tích (Sở Tài nguyên và Môi trường tỉnh Hậu Giang, 2017), bản đồ đất bị mặn hóa (Hình 3) và bản đồ đất bị phèn hóa (Hình 4) của tỉnh Hậu Giang được xây dựng dựa trên phương pháp nội suy nghịch đảo khoảng cách (IDW) trong phần mềm ArcGIS. 10.1. Thống kê diện tích đất bị mặn hóa và phèn hóa theo các mức độ khác nhau tại Bảng 5.

3.1. Xây dựng bản đồ thoái hóa đất tổng hợp

(1) Xây dựng ma trận so sánh cặp đôi và xác định trọng số

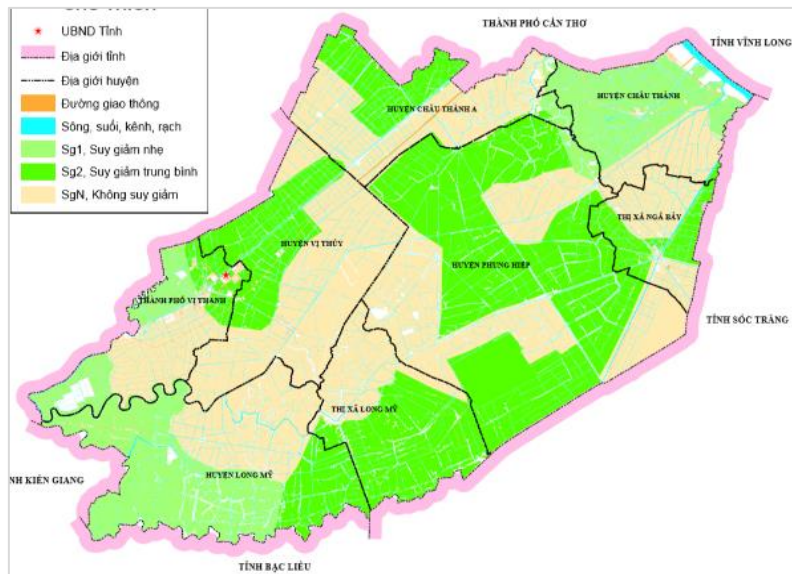
Sử dụng phương pháp đánh giá đa chỉ tiêu (MCE) để xác định trọng số của các nhân tố đất bị suy giảm độ phì; đất bị mặn hóa và đất bị phèn hóa. Kết quả xác định trọng số của nhân tố phèn hóa, nhân tố suy giảm độ phì và mặn hóa (tại Bảng 6) có giá trị lần lượt là 0,6370; 0,2583; 0,1047. Chỉ số nhất quán là CR = 0,0367 (CR < 0,1 nên các giá trị của ma trận được chấp nhận và thỏa mãn điều kiện).

Bảng 3. Ma trận so sánh cặp tính trọng các chỉ tiêu suy giảm độ phì.

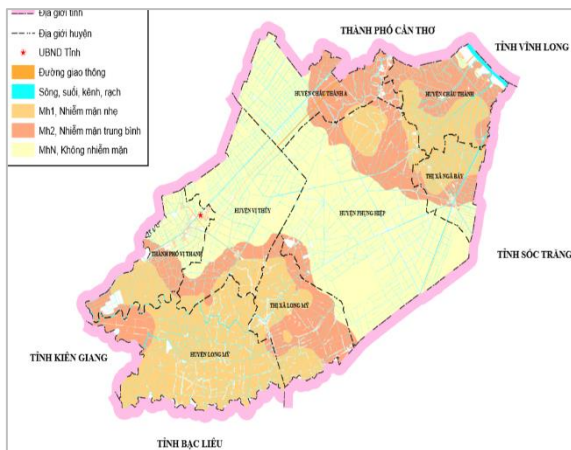
Chỉ tiêu	pH	OM	N	P_2O_5	K_2O	Trọng số
pH	1	3	5	7	9	0,5280
OM	1/3	1	3	5	7	0,2615
N	1/5	1/3	1	3	5	0,1290
P_2O_5	1/7	1/5	1/3	1	3	0,0634
K_2O	1/9	1/7	1/5	1/3	1	0,0333
	CR	0,0500			Tổng	1,0000

Bảng 4. Thống kê diện tích đất suy giảm độ phì.

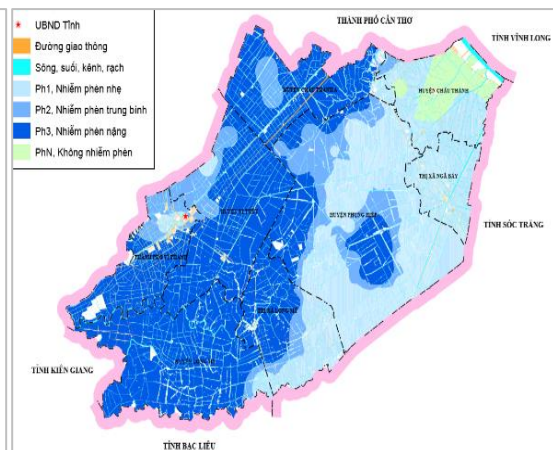
Mức độ suy giảm	Ký hiệu	Diện tích (ha)	Tỷ lệ (%)
Không suy giảm	Sg_N	60.652,45	43,00
Suy giảm nhẹ	Sg_1	24.147,63	17,12
Suy giảm trung bình	Sg_2	56.236,07	39,87
Suy giảm nặng	Sg_3	0,00	0,00
Tổng		141.036,15	100,00



Hình 2: Bản đồ đất bị suy giảm độ phì tỉnh Hậu Giang.



Hình 3: Bản đồ đất bị mặn hóa tỉnh Hậu Giang.



Hình 4: Bản đồ đất bị phèn hóa tỉnh Hậu Giang.

Bảng 5. Thống kê diện tích đất bị mặn hóa và phèn hóa.

Mức độ mặn hóa	Ký hiệu	Diện tích (ha)	Tỷ lệ (%)	Mức độ phèn hóa	Ký hiệu	Diện tích (ha)	Tỷ lệ (%)
Không mặn	Mh _N	62.377,84	44,23	Không nhiễm phèn	Ph _N	4.697,34	3,33
Mặn nhẹ	Mh ₁	43.422,02	30,79	Nhiễm phèn nhẹ	Ph ₁	44.454,68	31,52
Mặn trung bình	Mh ₂	35.236,29	24,98	Nhiễm phèn trung bình	Ph ₂	17.887,57	12,68
				Nhiễm phèn nặng	Ph ₃	73.996,56	52,47
Tổng		141.036,15	100,00	Tổng		141.036,15	100,00

Bảng 6. Ma trận so sánh cặp tính trọng số các chỉ tiêu thoái hóa tổng hợp.

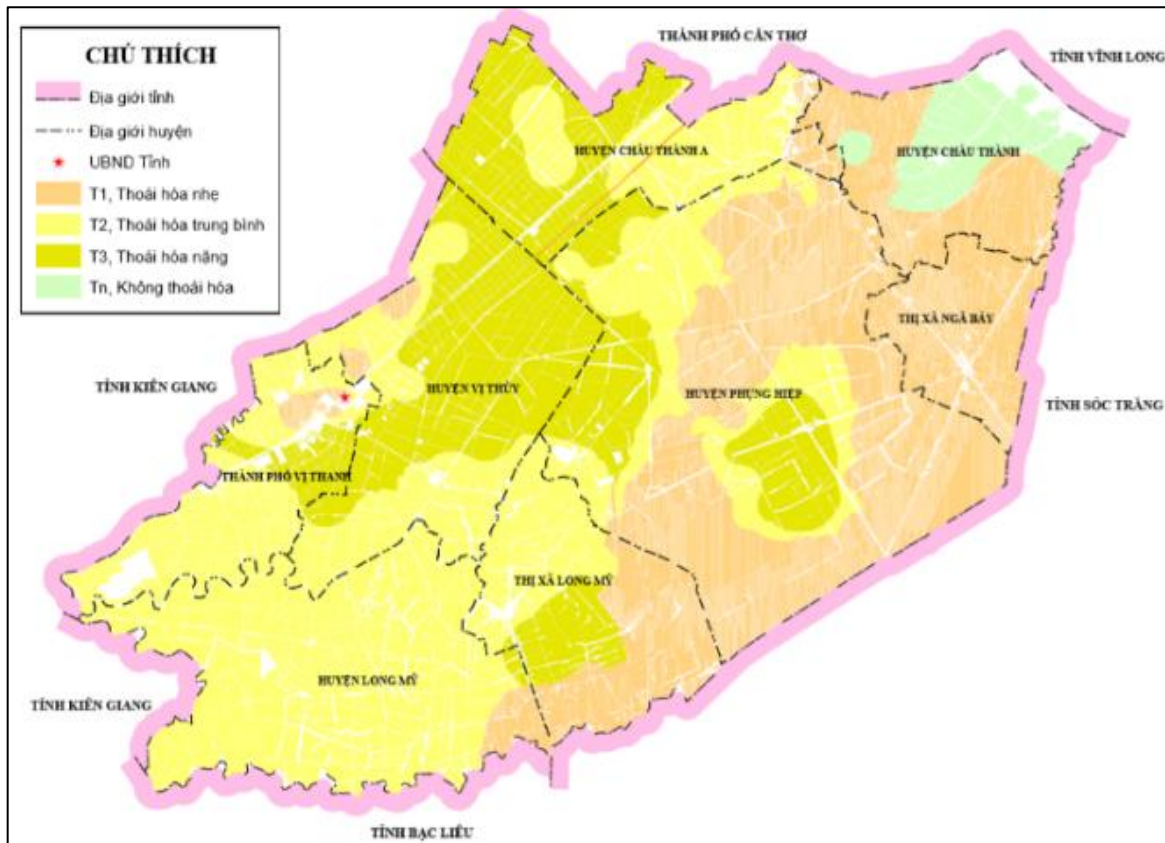
Chỉ tiêu	Phèn hóa	Suy giảm độ phì	Mặn hóa	Trọng số
Phèn hóa	1	3	5	0,6370
Suy giảm độ phì	1/3	1	3	0,2583
Mặn hóa	1/5	1/3	1	0,1047
	CR:	0,0367	Tổng:	1,0000

(2) Xây dựng bản đồ thoái hóa đất vùng nghiên cứu

Với dữ liệu đầu vào tại vùng nghiên cứu và các trọng số đã xác định được ở bước trên, tiến hành gán giá trị thoái hóa S_i đến từng khoanh đất, kết hợp với thang chia phân cấp trong Thông tư số 14/2012/TT-BTNMT, sử dụng công cụ Raster Calculator trong ArcGIS để chồng xếp các bản đồ thoái hóa thành phần. Kết quả xây dựng bản đồ thoái hóa đất tổng hợp của tỉnh Hậu Giang tại Hình 5.

Kết quả thống kê quy mô diện tích và mức độ thoái hóa ở Bảng 7 và Bảng 8 cho thấy hầu hết đất nông nghiệp tại tỉnh Hậu Giang đã có biểu hiện thoái hóa với các mức độ khác nhau, diện tích đất không bị thoái hóa chỉ chiếm tỷ lệ nhỏ (3,33%, tập trung ở huyện Châu Thành). Tổng diện tích đất nông nghiệp tỉnh Hậu Giang bị thoái hóa là 136.340,16 ha (tương đương 96,67% tổng diện tích đất nông nghiệp). Phân cấp theo mức độ thoái hóa, đất bị thoái hóa nhẹ chiếm 33,57% (tập trung ở các huyện Phụng Hiệp, Châu Thành, thị xã Ngã Bảy), thoái hóa trung bình chiếm 40,77% (Long Mỹ, Phụng Hiệp, thành phố Vị Thanh), thoái hóa nặng chiếm 22,33% (Vị Thủy, Châu Thành A, Phụng Hiệp, thị xã Long Mỹ).

Thống kê mức độ thoái hóa theo loại hình sử dụng đất tại Bảng 8 cho thấy đất chuyên trồng lúa chủ yếu bị thoái hóa ở mức trung bình (chiếm 48,54%) và mức thoái hóa nặng (30,45%). Đất trồng cây hàng năm chủ yếu thoái hóa ở mức nhẹ (59,08%) và thoái hóa trung bình (29,49%). Đất trồng cây lâu năm chủ yếu thoái hóa ở mức nhẹ (44,94%) và mức trung bình (32,22%). Đất rừng thoái hóa nhẹ chiếm đa số (81,88%). Đất thủy sản chủ yếu bị thoái hóa ở mức nhẹ (48,68%) và ở mức trung bình (34,46%).



Hình 5: Bản đồ thoái hóa tổng hợp đất nông nghiệp tỉnh Hậu Giang.

Bảng 7. Thống kê diện tích đất theo mức độ thoái hóa tổng hợp.

Mức độ thoái hóa	Ký hiệu	Diện tích (ha)	Tỷ lệ (%)
Không thoái hóa	T _N	4.695,99	3,33
Thoái hóa nhẹ	T ₁	47.349,18	33,57
Thoái hóa trung bình	T ₂	57.502,51	40,77
Thoái hóa nặng	T ₃	31.488,47	22,33
Tổng		141.036,15	100,00

Bảng 8. Thống kê diện tích đất nông nghiệp bị thoái hóa tại Hậu Giang.

Chỉ tiêu	Không thoái hóa		Thoái hóa nhẹ		Thoái hóa trung bình		Thoái hóa nặng		Diện tích điều tra (ha)
	Diện tích (ha)	Tỷ lệ (%)	Diện tích (ha)	Tỷ lệ (%)	Diện tích (ha)	Tỷ lệ (%)	Diện tích (ha)	Tỷ lệ (%)	
Toàn tỉnh	4695,99	3,33	47349,18	33,57	57502,51	40,77	31488,47	22,33	141036,15
Theo đơn vị hành chính									
H.Châu Thành	4675,71	41,61	6562,02	58,39					11237,73
H.Châu Thành A	20,28	0,15	678,51	4,95	5839,81	42,62	7163,71	52,28	13702,31
H.Long Mỹ			982,03	4,29	21767,59	94,99	165,13	0,72	22914,75
H.Phụng Hiệp			25695,94	58,69	10319,84	23,57	7767,53	17,74	43783,30
TP.Vị Thanh			444,01	4,84	7129,24	77,67	1605,86	17,49	9179,11
TX.Long Mỹ			5828,93	44,44	4863,65	37,08	2424,45	18,48	13117,03
TX.Ngã Bảy			6568,93	100,0					6568,93
H.Vị Thủy			588,81	2,87	7582,37	36,93	12361,79	60,20	20532,98
Theo loại hình sử dụng đất									
Đất trồng lúa	122,13	0,15	16981,77	20,86	39519,06	48,54	24791,57	30,45	81414,52
Đất trồng cây hàng năm	2,42	0,02	8167,54	59,08	4076,51	29,49	1578,32	11,42	13824,79
Đất trồng cây lâu năm	4550,81	11,17	18313,63	44,94	13131,89	32,22	4756,78	11,67	40753,11
Đất rừng			3531,33	81,88	522,81	12,12	258,84	6,00	4312,98
Đất thủy sản	20,53	2,81	355,73	48,68	251,80	34,46	102,70	14,05	730,75

4. Kết luận

Ứng dụng công nghệ GIS nói chung, ArcGIS nói riêng để xây dựng bản đồ thoái hóa đất cấp tỉnh là hoàn toàn phù hợp và đáp ứng được các yêu cầu của Bộ Tài nguyên và Môi trường theo quy định tại Thông tư số 14/2012/TT-BTNMT.

Kết quả xây dựng bản đồ thoái hóa đất nông nghiệp tỉnh Hậu Giang từ các bản đồ thoái hóa thành phần (suy giảm độ phì, nhiễm mặn và nhiễm phèn) cho thấy hầu hết diện tích đã có biểu hiện thoái hóa (với 136.340,16 ha, chiếm 96,67% diện tích đất nông nghiệp của tỉnh), diện tích đất không bị thoái hóa chỉ chiếm tỷ lệ nhỏ (3,33%, tập trung ở huyện Châu Thành). Về quy mô và phân bố không gian đất bị thoái hóa: (1) mức độ thoái hóa nhẹ chiếm 33,57% (tập trung ở các huyện Phụng Hiệp, Châu Thành, thị xã Ngã Bảy), (2) mức trung bình chiếm 40,77% (tập trung tại các huyện Long Mỹ, Phụng Hiệp, thành phố Vị Thanh), (3) mức thoái hóa nặng chiếm 22,33% (tập trung tại các huyện Vị Thủy, Châu Thành A, Phụng Hiệp, thị xã Long Mỹ). Nguyên nhân gây thoái hóa đất tại tỉnh Hậu Giang chủ yếu là do đất bị phèn hóa, đất bị suy giảm độ phì và mặn hóa môi trường đất.

Tài liệu tham khảo

- Bộ Tài nguyên và Môi trường, 2012. Thông tư số 14/2012/TT-BTNMT ngày 26/11/2012 của Bộ Tài nguyên và Môi trường quy định kỹ thuật điều tra thoái hóa đất.
- Eastman, R. J., Jin, W., Kyem, P. A. and Toledano, J., 1995. Raster procedure for multi criteria/multi-objective decisions. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 61, 539 - 547.
- Eswaran, H., Lal, R. and Reich, P.F., 2001. Land degradation: an overview. In: Bridges, E.M., I.D. Hannam, L.R. Oldeman, F.W.T. Pening de Vries, S.J. Scherr, and S. Sompatpanit (eds.). Responses to Land Degradation. Proc. 2nd. *International Conference on Land Degradation and Desertification*, Khon Kaen, Thailand. Oxford Press, New Delhi, India.
- Nguyễn Quốc Hậu, Võ Quang Minh, Lê Văn Khoa, Phạm Thanh Vũ và Võ Thanh Phong, 2017. Ứng dụng GIS đánh giá sự suy giảm độ phì nhiêu đất trên địa bàn tỉnh Vĩnh Long. *Hội thảo ứng dụng GIS toàn quốc 2017*. Trang: 551-559.
- Nguyễn Xuân Hải, Phạm Anh Hùng, Trần Thị Hồng, Lê Sỹ Chung, Phan Bá Học, Nguyễn Thị Bích Nguyệt, 2017. Ứng dụng hệ thống thông tin địa lý (GIS) xây dựng bản đồ thoái hóa đất lưu vực sông Đà đoạn qua ba tỉnh Lai Châu, Điện Biên, Sơn La. *Tạp chí Khoa học ĐHQGHN: Các Khoa học Trái đất và Môi trường*, Tập 33, Số 1S (2017) 185-195.
- Phạm Đức Thi, 2013. Hoang mạc hóa ở Việt Nam và biến đổi khí hậu. Truy cập tại website: <http://www.vacne.org.vn/hoan-mac-hoa-o-viet-nam-va-bien-doi-khi-hau/210239.html>.
- Saaty, L.T, 1980. The Analytic Hierarchy Process, New York, *McGraw-Hill International*.

Sở Tài nguyên và Môi trường tỉnh Hậu Giang, 2017. Báo cáo thuyết minh tổng hợp kết quả điều tra, đánh giá thoái hóa đất kỳ đầu tỉnh Hậu Giang.

Tổng cục Quản lý đất đai, 2012. Báo cáo tổng hợp kết quả dự án điều tra, đánh giá thoái hóa đất vùng đồng bằng sông Cửu Long phục vụ quản lý sử dụng đất bền vững.

Trung tâm Địa tin học - Đại học Thái nguyên, 2016. Ứng dụng phương pháp đa tiêu chí MCE và công nghệ viễn thám GIS để xác định độ phì và giá trị suy giảm độ phì của đất tỉnh Lạng Sơn năm 2015.

ABSTRACT

Application of Geography Information Systems (GIS) building Soil degradation map in Hau Giang Province

Mien Tran Xuan, Cong Nguyen The, Thoa Pham Thi Kim, Dung Nguyen Thi
Hanoi University of Mining and Geology, Vietnam

Soil degradation has been declining soil quality and environmental impacts in many countries over the world as well as Vietnam; therefore, soil degradation assessment is extremely essential for minimizing this issue. This paper is to conduct land degradation assessment in Hau Giang Province. Soil degradation assessment methods of Ministry of Natural Resources and Environment (Decree 14/2012/TT-BTNMT) are employed to conduct the assessment. The results show that only 3,3% of the total agricultural area is not degraded. The areas with low, average and high soil degradation levels cover 33.57%, 40.77% and 22.23% of the total agricultural survey area, respectively. Major soil degradation types in Hau Giang province are soil fertility decline, salinity, acid sulfate affected soils.

Keywords: soil degradation map, soil degradation, GIS.

Ứng dụng Indoor Mobile Mapping trong thu thập, phân tích và quản lý dữ liệu địa lý

Lê Thị Nga, Bùi Ngọc Quý, Dương Anh Quân*
Trường Đại học Mở - Địa chất, Việt Nam

TÓM TẮT

Một trong những xu hướng ứng dụng thông tin địa lý là phát triển và mở rộng từ không gian bên ngoài đến không gian bên trong các tòa nhà bằng cách kết hợp với công nghệ thông tin và thiết bị di động. Hiện nay thông tin không gian trong nhà đang được sử dụng ở rất nhiều doanh nghiệp trên thế giới, điển hình như “Google indoor maps” và bản đồ google được cung cấp thông qua điện thoại thông minh. Bài báo này phân tích ứng dụng indoor mobile mapping trong thu thập, phân tích và quản lý dữ liệu cho các đối tượng như sân bay, trường học, bệnh viện hoặc trung tâm thương mại. Trong nghiên cứu này, tác giả sử dụng ứng dụng mobile mapping (inmapz) để cập nhật, tìm kiếm thông tin cũng như chỉ dẫn đường đi dựa trên dữ liệu không gian nội bộ một công trình như sân bay, trung tâm thương mại, trường học hay bệnh viện, từ đó đưa ra đánh giá về khả năng ứng dụng của công nghệ GIS di động trong thu thập, phân tích và quản lý dữ liệu người dùng. Phần mềm inmapz được sử dụng để chuẩn bị dữ liệu, tích hợp và phân tích dữ liệu không gian kèm theo đó là thông tin thuộc tính của từng đối tượng. Nghiên cứu này cho thấy các ứng dụng mobile mapping cung cấp một giải pháp chính xác về quản lý, cập nhật, sử dụng và phân tích dữ liệu không gian trong các tòa nhà hay khu vực nội bộ.

Từ khóa: mobile mapping, GIS, bản đồ, dữ liệu không gian, chỉ đường.

1. Đặt vấn đề

Bản đồ đã trở thành một công cụ quen thuộc với con người, cùng với sự phát triển của các thiết bị di động thông minh thì bản đồ cũng được phát triển đa dạng và trở nên rất hữu ích. Bản đồ được sử dụng để làm công cụ dẫn đường đến việc sử dụng như ngôn ngữ hình ảnh để truyền đạt thông tin không gian, phân tích không gian làm tăng giá trị và ý nghĩa của thông tin theo hướng tiếp cận mới. Con người dành phần lớn thời gian trong nhà (khoảng 80%) từ đó thông tin không gian cũng được xây dựng từ ngoài trời đến trong nhà và đưa vào ứng dụng trên các thiết bị thông minh, vận hành dựa trên thông tin địa lý (Choi Yunsoo và cộng sự, 2016). Google indoor map đã thu thập được hơn 1000 bản đồ các tầng trong nhà cho sân bay, trung tâm thương mại ở Mỹ và Nhật Bản (Chen Quiu và Matt W. Mutka, 2016). Trong khi đó, hệ thống cơ sở dữ liệu của inmapz đã có hơn 3000 bản đồ “Inmapz” trên thế giới cho trường học, sân bay ..., tại Việt Nam các sân bay quốc tế lớn như Nội Bài, Tân Sơn Nhất, Vân Đồn; các trường đại học lớn như Đại học Quốc Gia Hà Nội; trung tâm thương mại lớn như AEON, Vincom cũng đã xây dựng cơ sở dữ liệu không gian bên trong tòa nhà (Inmapz, 2019). Google maps, Apple maps, Bing maps... có thể cung cấp bản đồ đường phố và điều hướng bên ngoài cùng với sự trợ giúp của GPS. Tuy nhiên, điều hướng trong nhà thì chưa thực sự thành công, bản đồ trong nhà được thực hiện bởi google maps không cung cấp giải pháp khả thi và khó có thể mở rộng mà chỉ ứng dụng được cho sân bay, bảo tàng và các địa điểm kinh doanh đã hợp tác với google (Google, 2017a). Theo một quan sát nổi tiếng thì GPS hoạt động kém trong môi trường đô thị nơi có nhiều tòa nhà cao tầng chặn tín hiệu GPS (đặc biệt là trong nhà) (Hossain và Soh, 2015). Tọa độ GPS bên trong tòa nhà không có tín hiệu tốt, nên định dạng tọa độ địa lý được sử dụng là độ thập phân bởi vì con số này dễ dàng xử lý hơn trong tính toán vị trí hiện tại (Andreas Blattner và cộng sự, 2015). Bởi vậy, độ chính xác bản đồ trong nhà phụ thuộc phần lớn vào thiết bị định vị GPS được gắn trong các thiết bị di động thông minh, hơn nữa các ứng dụng này đòi hỏi dữ liệu đầy đủ và chi tiết nên công tác điều tra khảo sát thực địa cần được quan tâm hàng đầu.

* Tác giả liên hệ
Email: duonganhquan@humg.edu.vn

Việc ứng dụng công nghệ kết hợp thông tin địa lý để phát triển các ứng dụng “indoor mobile mapping” đã mang lại hiệu quả trong và ngoài nước, điển hình như trường đại học Quốc gia Hà Nội đã sử dụng bản đồ “inmapz” nhằm tạo điều kiện cho cán bộ, giảng viên và sinh viên trong toàn trường tìm kiếm các địa điểm cũng như cập nhật tin tức (Đại học Quốc Gia Hà Nội, 2017). Inmapz là phần mềm bản đồ trong nhà và phân tích dữ liệu bên trong các tòa nhà và khu vực nội bộ, phần mềm này được tích hợp trên 2 hệ điều hành IOS và Android. Các ứng dụng indoor mobile mapping đang được áp dụng ở rất nhiều các trung tâm thương mại, sân bay, bệnh viện hay trường học đã đạt độ chính xác cao, tính trực quan cao, thông tin luôn được cập nhật mới và hạn chế mất nhiều thời gian cho việc tìm kiếm thông tin.

2. Quy trình sử dụng phần mềm inmapz thành lập bản đồ trong nhà

Trung tâm thương mại, trường học, bệnh viện hay sân bay đều có quy trình thành lập bản đồ trong nhà như nhau, nên trong nghiên cứu này tác giả sẽ giới thiệu chi tiết quy trình thành lập bản đồ inmapz cho trung tâm thương mại AEON Mall Hà Đông. Trung tâm thương mại là nơi để mua sắm, dùng bữa, giải trí, xem phim, gặp gỡ bạn bè và đi chơi. Một số trung tâm thương mại là các tòa nhà lớn với hơn 500 cửa hàng. Du khách có thể dễ dàng bị lạc khó khăn để tìm kiếm một nhà hàng. Bản đồ InMapz giúp người dùng truy cập tìm thấy nơi họ muốn đến và biết cách đến đó nhanh chóng. InMapz có bản đồ cho hơn 500 trung tâm hàng đầu ở Hoa Kỳ và Châu Á (Inmapz, 2019). Ngoài tất cả các tính năng bản đồ tiêu chuẩn, InMapz cung cấp cho trung tâm thương mại và người bán có nhiều cách hơn để quảng bá và thu hút lưu lượng truy cập đến cửa hàng. Mỗi vị trí cửa hàng trên bản đồ là một tương tác. Người dùng bản đồ chạm vào cửa hàng và nhận thêm thông tin về cửa hàng như giờ mở cửa, thông tin liên hệ, địa chỉ trang web.

2.1. Khảo sát thu thập dữ liệu

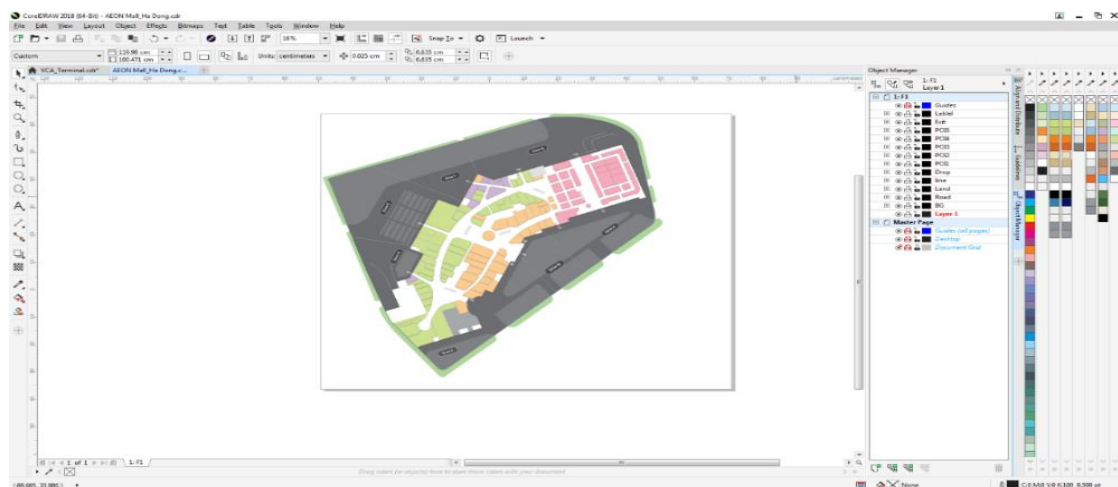
Có 3 phương pháp thu thập dữ liệu thành lập bản đồ inmapz:

- + Phương pháp thu thập dữ liệu chính xác nhất để xây dựng bản đồ inmapz là bản vẽ kiến trúc của từng địa điểm được cung cấp bởi khách hàng;
- + Thu thập dữ liệu bằng cách truy cập vào trang web của trung tâm thương mại, sân bay, trường học hay bệnh viện, trong đó có bản đồ, sơ đồ được nhúng trên trang web có thể sử dụng được mà vẫn đảm bảo độ chính xác;
- + Thu thập dữ liệu thông qua các ứng dụng như: google map, google indoor map, skyteam, Point Inside, VietnamAirline.

Sau khi có bản vẽ kiến trúc chúng ta tiến hành khảo sát thực địa dựa trên bản vẽ hoặc sơ đồ hiện có để cập nhật, bổ sung thêm thông tin cho các đối tượng. Công việc khảo sát này phụ thuộc vào độ chi tiết của dữ liệu hiện có và diện tích khu vực khảo sát để tính đến thời gian và nhân lực hỗ trợ.

2.2. Xử lý dữ liệu

Toàn bộ dữ liệu thu thập được từ quá trình khảo sát chúng ta tiến hành thiết kế nền bản đồ cho đối tượng, mỗi cửa hàng hay phòng ban sẽ được thiết kế sao cho phù hợp với kích thước thực tế của các đối tượng đó, sẽ có màu sắc tượng trưng riêng ví dụ khu thực phẩm và mặt hàng tiêu dùng sẽ có màu hồng, khu thời trang



Hình 1: Nền bản đồ trung tâm thương mại AEON Mall Hà Đông được thiết kế trên phần mềm CorelDraw.

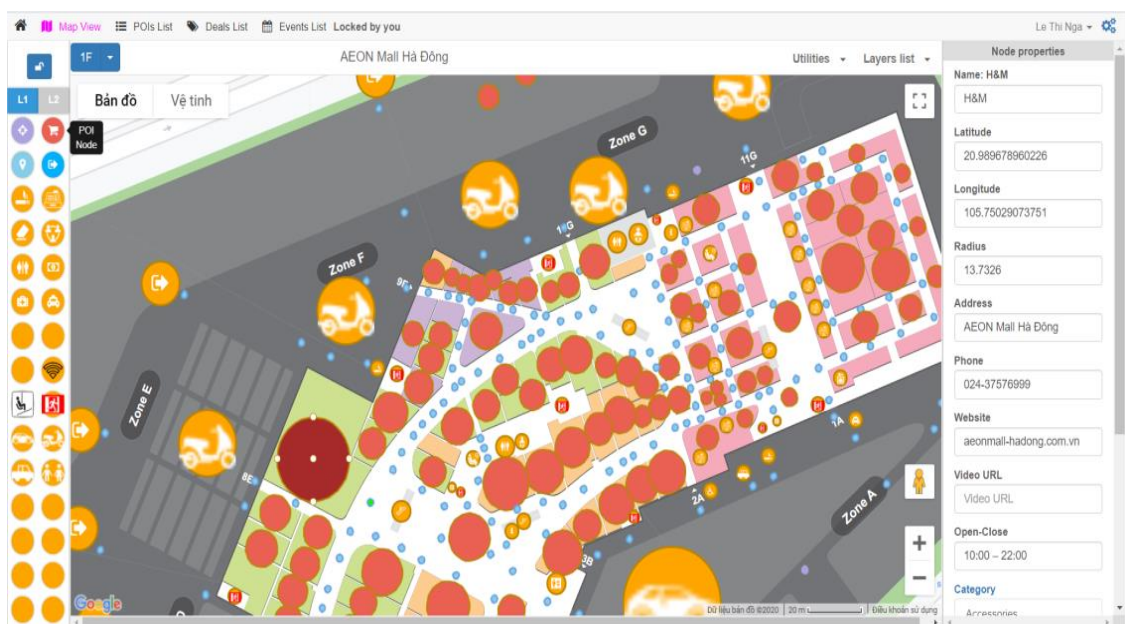
và phụ kiện sẽ có màu xanh, khu ẩm thực sẽ có màu vàng, khu mỹ phẩm và làm đẹp sẽ có màu tím, sự phân biệt bằng màu sắc này giúp cho người dùng có cái nhìn trực quan hơn và dễ dàng tìm kiếm các đối tượng.

Nền bản đồ sẽ được thiết kế trên các phần mềm đồ họa như: Photoshop hoặc CorelDraw và vẽ theo đúng kiến trúc nội bộ bên trong từng tầng. Kết quả này được xử lý chuyển đổi thành các tệp có đuôi .SVG, các tệp này sẽ được đưa vào phần mềm Inmapz để thực hiện bước số hóa bản đồ, các dữ liệu bản đồ sẽ được hiển thị lên trên lớp nền này.

Khi chuyển dữ liệu lên phần mềm Inmapz cần đảm bảo nhập đúng tọa độ 4 góc khung để đảm bảo nền bản đồ trùng khớp với nền của google map.

2.3. Số hóa bản đồ

Để thiết kế nội dung thông tin bên trong tòa nhà sẽ dùng một công cụ có tên là editor (Hình 2), đây cũng là nơi lưu trữ, quản lý và cập nhật dữ liệu.



Hình 2: Công cụ quản lý, xử lý, cập nhật thông tin cho bản đồ trung tâm thương mại AEON mall Hà Đông

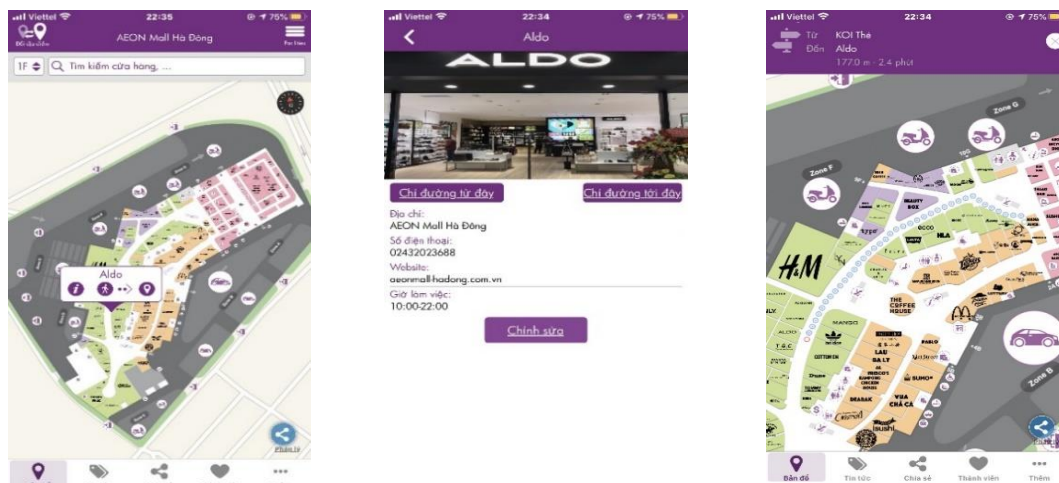
Chúng ta sử dụng thanh công cụ bên trái để thực hiện số hóa các đối tượng bản đồ, và bên phải là nơi thể hiện thông tin cụ thể của từng đối tượng. Sử dụng công cụ điểm quan tâm (POI) màu đỏ để thể hiện các cửa hàng, nhà hàng, phòng ban... còn các đối tượng khác như nhà vệ sinh, các điểm thuê xe, khu vực hút thuốc, cầu thang... sẽ sử dụng ký hiệu riêng có biểu tượng ở thanh công cụ bên trái. Tên, kích thước, số điện thoại, trang web, giờ hoạt động hay hình ảnh của POI, địa vật đặc trưng (landmark) sẽ được cập nhật cụ thể ở thanh công cụ bên phải.

Sau khi đặt được hết POI và landmark cho tầng 1 của trung tâm thương mại sẽ tiến hành nối đường đi cho các đối tượng bằng công cụ “path node” màu xanh da trời, vị trí đặt các điểm này thông thường là ở cửa vào của đối tượng. Thực hiện nối hết các điểm “path node” với nhau và nối các “path node” này vào đúng với POI hoặc landmark, các điểm “path node” cần đặt phù hợp sao cho đường đi thẳng và tránh làm dư thừa dữ liệu sẽ khiến file quá nặng.

Quá trình này thực hiện cho đến khi hết các đối tượng trên bản đồ, chúng ta có thể kiểm tra lại dữ liệu để tránh bỏ sót đối tượng trên bản đồ còn chưa nối vào “path node” bằng công cụ có tên “show invalid POI”. Quy trình số hóa bản đồ được thực hiện tương tự với các tầng và các đối tượng như sân bay, bệnh viện hay trường học.

3. Phân tích, quản lý và cập nhật dữ liệu

Cơ sở dữ liệu bản đồ được lưu trữ và quản lý trên inmapz, bản đồ inmapz phân tích đường đi, tìm đường đi ngắn nhất, ước lượng được thời gian đi đến từng địa điểm giúp người dùng có cái nhìn tổng quan hơn.



Hình 3: Sử dụng phần mềm inmapz để tìm kiếm đường đi và xem thông tin các cửa hàng ở AEON Mall Hà Đông.

Các dữ liệu sau một thời gian dài đều có sự thay đổi ít nhiều hoặc khi có yêu cầu khảo sát lại từ phía đối tác thì sẽ tiến hành điều tra khảo sát thực địa để bổ sung và cập nhật thông tin cho sát với thực tế, do đó các dữ liệu luôn mang tính hiện thời.

Quá trình bổ sung và cập nhật dữ liệu cũng được thực hiện tương tự như phần số hóa bản đồ đã trình bày ở mục 2.3, quá trình cập nhật này có thể là thường xuyên hoặc định kỳ khi trung tâm thương mại, trường học, sân bay hoặc bệnh viện có nhiều thay đổi.

4. Thảo luận

Bản đồ inmapz có thể hiển thị trên nhiều nền tảng: điện thoại di động - máy tính bảng - thiết bị máy tính bảng ipad và Android, các trang web và các trang web nhúng trên nhiều trình duyệt - Chrome, Internet Explorer, Safari, Firefox. Một số hệ thống bản đồ phổ biến hiện nay được liệt kê dưới Bảng 1 (A.K.M. Mahtab Hossain, 2019).

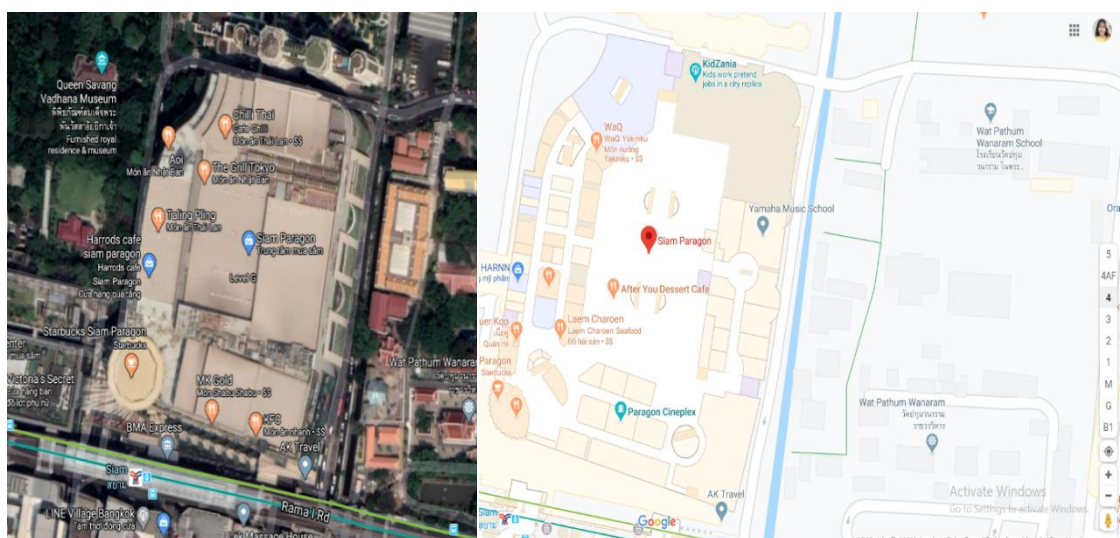
Bảng 1: So sánh một số hệ thống bản đồ web phổ biến hiện nay.

	Nhà cung cấp dữ liệu bản đồ	Môi trường bản đồ	Tín hiệu và cảm biến	Ứng dụng được hỗ trợ
Google Maps	Federal, state, regional, user contributions, and other partners	Indoor and outdoor	Satellite (GPS), Cell-based, Wi-Fi, Tango: Inertial sensors, Camera	Google Earth, BMW, and Tesla navigation
OpenStreetMap	Users, open data	Indoor and outdoor	Satellite (GPS), Wi-Fi, Camera	Foursquare, Craigslist, Wikipedia, World Bank
Apple Maps	TomTom and other partners	Outdoor	Satellite (GPS), Wi-Fi	IOS LBS apps
Bing Maps	HERE, country-specific partners	Outdoor	Satellite (GPS), Cell-based, Wi-Fi	Windows OS LBS apps
Inmapz	Google map, Users	Indoor and Outdoor	Satellite (GPS), Wi-Fi	IOS LBS apps, Android LBS apps

Trong Hình 4 (Google indoor map, 2020) thể hiện bản đồ “indoor” của một trung tâm thương mại Simam Paragon - Thái Lan được xây dựng và phát triển bởi “Google indoor map” nhưng chỉ đơn giản là cung cấp cho người dùng thông tin không gian của các đối tượng trong tòa nhà mà không thể điều hướng được đường đi; hình 5 (Inmapz, 2020) là bản đồ indoor của trung tâm thương mại AEON mall Hà Đông được xây dựng và phát triển bởi Inmapz thể hiện chi tiết và trực quan hơn, bên cạnh đây còn cung cấp thông tin cho từng đối tượng, điều hướng chỉ dẫn đường đi bằng định vị GPS.



Hình 4. “Google indoor map” của trung tâm thương mại SimamParagon.



Hình 5. Bản đồ “Indoor” của trung tâm thương mại AEON mall Hà Đông được xây dựng bởi Inmapz.

5. Kết luận

Nghiên cứu này đã chỉ ra được sự kết hợp giữa dữ liệu thông tin địa lý với ứng dụng indoor mobile mapping cung cấp cho người dùng những tính năng, thuận tiện trong việc tìm kiếm thông tin và điều hướng bên trong tòa nhà. Việc sử dụng inmapz dựa trên cơ sở dữ liệu thông tin địa lý đảm bảo được tính chính xác không gian khi tương tác với các chức năng có trong phần mềm. Từ đó, có thể khẳng định inmapz hỗ trợ trong việc tìm kiếm thông tin, điều hướng đường đi rất hiệu quả và mang lại cái nhìn tốt hơn cho việc quản lý các trung tâm thương mại lớn, bệnh viện, sân bay hay trường học.

Ứng dụng indoor mobile mapping trong quản lý, xây dựng và cập nhật dữ liệu là một yêu cầu cấp thiết cả về ý nghĩa kỹ thuật cũng như thực tế. Kết quả ứng dụng là một trong những cơ sở quan trọng phục vụ nhu cầu của người dùng đối với xu hướng phát triển thông tin không gian trong nhà như hiện nay.

Điều hướng ngoài trời, sử dụng GPS nhưng đối với điều hướng trong nhà GPS không phải là một giải pháp khả thi, bởi vì không phải lúc nào thiết bị di động cũng nhận được tín hiệu GPS, nên cần có các thiết bị khác đi kèm ở khu vực nội bộ bên trong tòa nhà để cải thiện độ chính xác vị trí trong nhà. Cơ sở dữ liệu bản đồ cần được bổ sung liên tục, điều tra khảo sát thường xuyên nhằm nâng cao độ tin cậy, tính thời sự... cho các đối tượng thông tin không gian trong nhà.

Lời cảm ơn

Nghiên cứu này được hoàn thành dựa trên sự tham khảo, học tập kinh nghiệm từ các kết quả nghiên cứu liên quan, các sách, báo chuyên ngành của nhiều tác giả ở các trường Đại học, các tổ chức nghiên cứu khác... Đặc biệt hơn nữa nhóm tác giả gửi lời cảm ơn về sự hợp tác, hỗ trợ và giúp đỡ từ bộ phận kỹ thuật công ty cổ phần HDV Mobisoft.

Tài liệu tham khảo

- AhnSoonmyoung, Sim Miyoungh, Go Jongsik, Kim Kamlaed, Choi Yunsoo*, 2016. Service Plans for Indoor Spatial Information, *International Symposium of Transport Simulation (ISTS'16 Conference)*, P. 180-183.
- A.K.M. Mahtab Hossain, 2019. Crowdsourced indoor mapping, *Department of computing and information systems*, University of Greenwich, London, United Kingdom, P 97-103.
- Andreas Blattner, YavorVasilev, Bettina Harriehausen-Muhlbaue*, 2015. Mobile indoor navigation assistance for mobility impaired people, *International Conference on Applied Human Factors and Ergonomics (AHFE 2015) and the Affiliated Conferences*, P 51-58.
- Chen Qiu *, Matt W. Mutka, 2016. IFrame: Dynamic indoor map construction through automatic mobile sensing, *Department of Computer Science and Engineering, Michigan State University, East Lansing, MI, USA*, P. 1-5.
- Đại học Quốc gia Hà Nội, *Tin tức & Sự kiện*: <http://ulis.vnu.edu.vn/ra-mat-phan-mem-ban-do-so-dai-hoc-quoc-gia-ha-noi/>
- Google, 2017a. Indoor Maps-About-Google Maps. Available from: https://www.google.com/intl/en_uk/maps/about/partners/indoormaps/ (Accessed July 2018).
- Google Indoor Maps, available: <http://www.google.com/maps>.
- Hossain, A.K.M.M., Soh, W.S., 2015. A survey of calibration-free indoor positioning systems. *Comput. Commun.* 66,1-13. <https://doi.org/10.1016/j.comcom.2015.03.001>.
- InMapz, available: <https://inmapz.com/>

ABSTRACT

Indoor mobile mapping application in collecting, analyzing, and managing geographic data

Le Thi Nga, Bui Ngoc Quy, Duong Anh Quan
Hanoi University of Mining and Geology, Vietnam

The application of space geospatial information is showing the tendency to grow and extend from outer space to space inside buildings by combining with information technology and mobile devices. Currently indoor space information is being used in many businesses in the world, typically, such as "Google indoor maps" and Google Maps that are provided via smartphones. This article analyzes the indoor mobile mapping application in collecting, analyzing, and managing data for objects such as airports, schools, hospitals, and commercial centers. In this study, author use mobile mapping application (Inmapz software) to develop, update, search, and navigation base on spatial data in a building such as airport, commercial center, school or hospital, thereby giving assessment about mobile mapping application ability in collecting, analyze and manage user data. Inmapz software is used to prepare data, integrate and analyze the spatial data that is attached to the attribute information of each object. This research shows that mobile mapping application can provides an accurate solution for management, mapping, using and data analysis in buildings or internal areas.

Keywords: GIS, mobile mapping, indoor map, spatial data, navigation.

Xây dựng và chuẩn hóa các cơ sở dữ liệu thành phần phục vụ dự báo nguy cơ cháy rừng

Đoàn Thị Nam Phương^{1,*}, Nguyễn Văn Trung¹, Bùi Tiến Diệu², Nguyễn Văn Sơn³, Trần Thị Trúc Mai⁴, Ngô Thanh Xuân⁵

¹ Trường Đại học Mỏ - Địa chất, Việt Nam

² Trường Đại học Đông Nam Naury, Naury

³ Chi nhánh Văn phòng Đăng ký đất đai quận Ninh Kiều, thành phố Cần Thơ, Việt Nam

⁴ UBND xã Bình Phước Xuân, huyện Chợ Mới, tỉnh An Giang, Việt Nam

⁵ Trung tâm kỹ thuật Tài nguyên & Môi trường tỉnh Vĩnh Long, Việt Nam

TÓM TẮT

Nguy cơ cháy rừng diễn ra thường xuyên hơn trong thời gian gần đây do thời tiết nắng nóng cực đoan kéo dài và do ý thức phòng, chữa cháy của con người. Xây dựng mô hình dự báo nguy cơ cháy rừng sử dụng các dữ liệu địa không gian và công nghệ GIS mang lại hiệu quả cao về tính hiện đại và độ chính xác nhận được. Các loại ảnh vệ tinh (Landsat, Sentinel...), các loại bản đồ địa hình và các phần mềm GIS (Mapinfo, Arcview, ArcGIS...) được sử dụng để xây dựng cơ sở dữ liệu, phân tích tổ hợp, quản lý số liệu. Để nhận được kết quả mô hình có độ tin cậy cao, các cơ sở dữ liệu thành phần sử dụng để xây dựng mô hình cần phải đảm bảo yêu cầu về cấu trúc và độ chính xác đặt ra. Chính vì vậy, bài báo này đề cập đến việc xây dựng và chuẩn hóa các cơ sở dữ liệu thành phần để chạy mô hình dự báo nguy cơ cháy rừng nhằm hỗ trợ công tác quản lý phòng, chữa cháy rừng tại Việt Nam. Các cơ sở dữ liệu cụ thể trong bài báo này là huyện Kỳ Sơn tỉnh Nghệ An bao gồm: độ dốc, độ cao, các yếu tố sử dụng đất, chỉ số thực vật, khoảng cách đường bộ đến khu dân cư, nhiệt độ, tốc độ gió và lượng mưa được thu thập từ nhiều nguồn dữ liệu địa không gian khác nhau và được chuẩn hóa thành một cơ sở dữ liệu dựa vào công nghệ GIS, các điểm cháy (hotpost) cũng được thu thập, kiểm chứng ở thực địa và chuẩn hóa sử dụng để đánh giá độ chính xác của mô hình được xây dựng từ các cơ sở dữ liệu thành phần.

Từ khóa: nguy cơ cháy rừng, GIS, NDVI, cơ sở dữ liệu, chuẩn hóa, DEM

1. Đặt vấn đề

Hệ sinh thái rừng Việt Nam đóng vai trò quan trọng trong việc chống lại những hiện tượng thiên tai cực đoan do biến đổi khí hậu gây ra như: Lũ lụt, sạt lở, hiệu ứng khí nhà kính...; đồng thời là nơi cư trú của các hệ động thực vật và tàng trữ các nguồn gen quý hiếm. Bên cạnh đó, rừng còn là một trong những nguồn tài nguyên có thể tái tạo, đóng góp giá trị to lớn vào nền kinh tế quốc gia, góp phần xóa đói, giảm nghèo và nâng cao chất lượng cuộc sống cho nhân dân. Theo báo cáo của Tổng cục Lâm nghiệp (Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn), 6 tháng đầu năm 2019, cả nước xảy ra 156 vụ cháy rừng với diện tích rừng bị cháy 930 ha, tăng hơn 4 lần so với cùng kỳ năm trước. Thời kỳ cao điểm xảy ra cháy rừng từ ngày 26/6/2019 đến ngày 01/7/2019 trên địa bàn các tỉnh miền Trung, trong đó có 45 vụ cháy gây thiệt hại tới rừng, gồm: Nghệ An, Hà Tĩnh, Quảng Bình, Quảng Trị, Thừa Thiên Huế, Đà Nẵng, Quảng Nam, Quảng Ngãi, Phú Yên.

Vì vậy, nghiên cứu cháy rừng để hiểu rõ nguyên nhân và tìm ra các biện pháp ngăn chặn là một nhiệm vụ cấp thiết. Nhiều cách tiếp cận khác nhau từ các mô hình đơn giản đến phức tạp đã được đề xuất cho đánh giá cháy rừng, chẳng hạn như kiến thức chuyên môn (González, J.R.; Kolehmainen, O.; Pukkala, T. 2007; Jaiswal, R.K.; Mukherjee, S.; Raju, K.D.; Saxena, R. 2002), phương pháp thống kê như hồi quy tuyến tính, bội số hồi quy (Oliveira, S.; Oehler, F.; San-Miguel-Ayanz, J.; Camia, A.; Pereira, J.M.C. 2012), hồi quy logistic (Koutsias, N.; Martínez-Fernández, J.; Allgöwer, B. 2010; Guo, F.; Su, Z.; Wang, G.; Sun, L.; Lin, F.; Liu, A. 2016), hồi quy có trọng số địa lý (Koutsias, N.; Martínez-Fernández, J.; Allgöwer, B. 2010), tỷ lệ tần số (Guo, F.; Su, Z.; Wang, G.; Sun, L.; Lin, F.; Liu, A. 2016), và hàm chứng cứ tin cậy (Pourghasemi,

* Tác giả liên hệ

Email: doanthinamphuong@hmg.edu.vn

H.R. 2015). Phương pháp kiến thức chuyên gia rõ ràng mang tính chủ quan và độ chính xác không cao. Do đó, các phương pháp thống kê được sử dụng rộng rãi khi các mô hình cháy rừng được phát triển dựa trên giả định thống kê rằng mối quan hệ giữa các biến đầu vào và cháy rừng sẽ như vậy trong quá khứ và tương lai (Eastaugh, C.S.; Hasenauer, H. 2014). Tuy nhiên, chế độ chữa cháy rừng rất phức tạp và bị ảnh hưởng bởi không chỉ các yếu tố khí hậu (tức là nhiệt độ, độ ẩm, gió và lượng mưa) mà còn các yếu tố khác như lượng vật liệu (tức là thảm thực vật), đặc điểm cảnh quan và chính sách quản lý; do đó, độ chính xác của các mô hình không phải lúc nào cũng đạt yêu cầu. Do vậy, một số phương pháp tiếp cận máy học đã được đề xuất để đánh giá cháy rừng. Sự phát triển gần đây của máy tính và hệ thống thông tin địa lý (GIS) đã giới thiệu một số kỹ thuật học máy mới, tức là hồi quy logistic hạt nhân và máy vector hỗ trợ. Xây dựng và chuẩn hóa các cơ sở dữ liệu thành phần để chạy mô hình dự báo nguy cơ cháy rừng nhằm hỗ trợ công tác quản lý phòng, chữa cháy rừng được thực hiện bằng ArcGIS@10.4 (ESRI Inc., Redlands, CA, USA) và ENVI@5.2 (Exelis Visual Information Solutions, Boulder, CO, USA). Để xây dựng mô hình dự báo cháy rừng, điều quan trọng là phải xác định được các bản đồ thành phần là nguyên nhân gây ra cháy rừng. Các yếu tố đó là địa hình (độ dốc và khía cạnh), vật liệu (thảm thực vật hoặc NDVI) và các đặc điểm khí hậu (nhiệt độ, gió và lượng mưa) (Massada, A.B.; Syphard, A.D.; Hawbaker, T.J.; Stewart, S.I.; Radeloff, V.C. 2011; González, J.R.; Kolehmainen, O.; Pukkala, T. 2007), những yếu tố này nên được sử dụng để phân tích các hành vi cháy. Địa hình được coi là yếu tố quan trọng ảnh hưởng đến cháy rừng, các đặc tính ảnh hưởng đến sự phân bố của thảm thực vật và khí hậu địa phương như tốc độ gió (Jaiswal, R.K.; Mukherjee, S.; Raju, K.D.; Saxena, R. 2002; Oliveira, S.; Oehler, F.; San-Miguel-Ayanz, J.; Camia, A.; Pereira, J.M.C. 2012; Oliveira, S.; Pereira, J.M.; San-Miguel-Ayanz, J.; Lourenço, L. 2014; Vasilakos, C.; Kalabokidis, K.; Hatzopoulos, J.; Matsinos, I. 2009). Độ dốc và khía cạnh đã được chọn vì đám cháy có thể di chuyển nhanh theo các dốc lên nhưng chậm hơn ở những khu vực có độ dốc đi xuống, ngược lại các khía cạnh có thể ảnh hưởng đến tốc độ gió lan truyền đám cháy (Jaiswal, R.K.; Mukherjee, S.; Raju, K.D.; Saxena, R. 2002).

Mục tiêu chính của bài báo này là xây dựng và chuẩn hóa các bản đồ thành phần phục vụ dự báo cháy rừng khu vực huyện Kỳ Sơn tỉnh Nghệ An. Thu thập bản đồ địa hình quốc gia với tỷ lệ 1:50.000 và bản đồ hiện trạng sử dụng đất quốc gia với tỷ lệ 1:10.000 của khu vực nghiên cứu, số liệu khí tượng thủy văn bao gồm lượng mưa, độ ẩm, nhiệt độ, gió. Bản đồ hiện trạng cháy rừng. Thu thập các thông tin về loại rừng, lịch sử cháy rừng, ảnh vệ tinh Landsat, Sentinel các tháng trong mười năm.

Từ Mô hình số độ cao (DEM) với độ phân giải không gian 20m, thành lập các bản đồ thành phần bao gồm bản đồ độ cao (Elevation), độ dốc (Slop), hướng dốc (Aspect), độ cong (Curvature), mật độ sông suối (Stream density). Bản đồ chỉ số thực vật NDVI được trích xuất từ ảnh vệ tinh Landsat 8 và Sentinel-2. Bản đồ lượng mưa (Rainfall), nhiệt độ (Temperature).

Dữ liệu lượng mưa, gió, độ ẩm, nhiệt độ được trích xuất từ cơ sở dữ liệu Đài khí tượng thủy văn khu vực cần nghiên cứu.

2. Dữ liệu sử dụng và phương pháp nghiên cứu

2.1. Dữ liệu sử dụng

Do sự xuất hiện của cháy rừng bị ảnh hưởng bởi các yếu tố khác nhau với các tương tác phức tạp của chúng. Tuy nhiên, thông thường các yếu tố được lựa chọn liên quan đến địa hình, khí hậu, đất đai và các hoạt động của con người. Chúng tôi đã chọn mười yếu tố ảnh hưởng làm biến giải thích đầu vào trong mô hình cháy rừng trong nghiên cứu này dựa trên đề xuất của các nghiên cứu trước đây trong tài liệu và ý kiến của các chuyên gia. Các yếu tố này bao gồm sử dụng đất, nhiệt độ, mật độ giao thông, mật độ sông suối, lượng mưa, độ cao, chỉ số độ ẩm địa hình (TWI), độ dốc, hướng dốc, độ cong và khía cạnh (Bảng 1)

Bảng 1. Các nguồn dữ liệu được sử dụng để lập bản đồ độ nhạy cảm cháy rừng

Hệ số	Nguồn	Cháy rừng liên quan
Dữ liệu về lịch sử cháy rừng	MODIS (Hình ảnh độ phân giải vừa phải Trạm đo quang phổ) được thành lập từ ngày 1 tháng 2 năm 2007 tại Cục Kiểm lâm, Bộ Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn (Việt Nam)	Mối tương quan giữa các đám cháy lịch sử, vị trí của chúng và động lực, như một chìa khóa cho các đám cháy trong tương lai
Bản đồ hiện trạng sử dụng đất	Bản đồ kết cấu đất tỷ lệ 1: 50.000 của Việt Nam	Loại đất có ảnh hưởng đáng kể đến sự xâm nhập của nước
Mật độ sông	Bản đồ địa hình quốc gia tỷ lệ 1: 50.000	Sự hiện diện của các con sông ở bất kỳ khu vực nào gây ra lũ lụt
Lượng mưa, nhiệt độ	Trạm khí tượng thủy văn	Một trong những yếu tố quan trọng ảnh

		hướng đến cháy rừng
Độ cao	ALOS - DEM PALSAR 30 m	Các khu vực cao độ kết nối dòng nước với các con sông
Chỉ số thực vật NDVI	Ảnh vệ tinh Landsat, Sentinel-2	Phân tích sự xuất hiện của đám cháy
Độ dốc	ALOS - DEM PALSAR 30 m	Nó ảnh hưởng đến tốc độ và lưu lượng nước
Độ cong	ALOS - DEM PALSAR 30 m	Ảnh hưởng đến sự xâm nhập bề mặt.
Hướng dốc	ALOS - DEM PALSAR 30 m	Nó ảnh hưởng đến hướng của dòng chảy và ánh sáng mặt trời

a. Điểm cháy lịch sử

Thu thập các điểm cháy lịch sử từ trạm MODIS, trạm này có khả năng nhận và xử lý dữ liệu từ các vệ tinh TERRA, AQUA, NOAA-15, NOAA-17 và NOAA-18. Cháy rừng đã được phát hiện và xử lý trong hệ thống TeraScan tại trạm thông qua NASA (National Aeronautics và Quản trị Không gian) Thuật toán ATBD-MOD14 cho dữ liệu MODIS (TERRA và AQUA) và Thuật toán NOAA (Cơ quan Quản lý Khí quyển và Đại dương Quốc gia) cho các cảm biến khác. Trong nghiên cứu này, các điểm cháy năm 2016 và 2017 đã được trích xuất. Các đám cháy rừng này đã được kiểm tra trong quá trình thực địa bằng GPS đơn vị và bản đồ địa hình số tỷ lệ 1: 25.000. Tọa độ của những đám cháy rừng này sau đó được nhập vào cơ sở dữ liệu GIS (Hình 9).

b. Bản đồ hiện trạng sử dụng đất

Cháy rừng bị ảnh hưởng bởi nhiệt độ nhưng phụ thuộc vào các yếu tố khác như bề rộng địa hình và các loại hình sử dụng đất (LULC). Các loại được xác định cho khu vực nghiên cứu như đất rừng rậm, đất cây bụi, đất cỏ, rừng ngập mặn đất rừng, đất cỏ ngập mặn, đất rừng trồng, đất canh tác, đất trống, mặt nước, khu đông dân cư. Do đó, các đặc tính của LULC là một trong những yếu tố chính trong dự đoán cháy rừng (Hình 1).

c. Mật độ sông suối

Là một biến số thủy văn, chúng tôi sử dụng mật độ sông để định lượng lượng nước bề mặt và độ ẩm xung quanh trong khu vực nghiên cứu và ảnh hưởng của chúng đến tính nhạy cảm với lửa trên khu vực nghiên cứu. Mật độ sông là tổng chiều dài sông trong lưu vực thoát nước chia cho tổng diện tích của lưu vực thoát nước. Nhìn chung, khu vực có mật độ sông cao hơn có độ nhạy cảm với lửa thấp hơn các lần xuất hiện (Hình 2)

d. Lượng mưa

Bản đồ lượng mưa (Hình 3) được xây dựng dựa trên tổng lượng mưa năm 2018. Những dữ liệu này được cung cấp bởi Trung tâm Quốc gia về Dự báo Khí tượng Thủy văn, Bộ Tài nguyên và Môi trường Việt Nam. Bản đồ lượng mưa được nội suy thông qua trạm đo mưa của khu vực trong phần mềm ArcGIS.

e. Độ cao

Địa hình được coi là yếu tố quan trọng ảnh hưởng đến cháy rừng vì địa hình các đặc tính ảnh hưởng đến sự phân bố của thảm thực vật và khí hậu địa phương như tốc độ gió. Do đó, Mô hình Độ cao Kỹ thuật số (DEM) đã được tạo ra bằng cách sử dụng bản đồ địa hình quốc gia tại tỷ lệ 1: 25.000. Dựa trên DEM, độ dốc, khía cạnh và chỉ số độ ẩm địa hình (TWI) được trích xuất. Độ dốc và khía cạnh đã được chọn vì đám cháy có thể di chuyển nhanh theo các dốc lên nhưng chậm hơn ở những khu vực có độ dốc đi xuống, ngược lại các khía cạnh có thể ảnh hưởng đến tốc độ gió lan truyền đám cháy (Hình 4)

f. Độ dốc

Độ dốc đã được chọn vì đám cháy có thể di chuyển nhanh theo các dốc lên nhưng chậm hơn ở những khu vực có độ dốc đi xuống, ngược lại các khía cạnh có thể ảnh hưởng đến tốc độ gió lan truyền đám cháy (Hình 5).

g. Bản đồ chỉ số thực vật

Lớp phủ đất là một biến số khác mà chúng tôi sử dụng để mô hình hóa sự xuất hiện của đám cháy. Độ che phủ đất là thước đo của rừng, nông nghiệp, đất ngập nước, bề mặt không thấm nước và các loại đất

khác loại trong cảnh quan. Lớp phủ đất thường được sử dụng như một đại diện cho tính dễ cháy của cảnh quan để lập mô hình xác suất cháy

h. Bản đồ mật độ giao thông

Hỏa hoạn có thể được tạo ra bởi các phương tiện di chuyển trên đường, tức là do tai nạn giao thông vì thế, rừng gần đường có khả năng bị cháy cao hơn. Con người là một yếu tố ảnh hưởng đến xác suất đám cháy vì chúng có thể gây ra hỏa hoạn ngẫu nhiên, đặc biệt là gần khu vực đông dân cư. Ngoài ra, tỷ lệ thất nghiệp và điều kiện kinh tế kém có thể dẫn đến việc khai thác tài nguyên trong rừng, và hoạt động có thể gây ra hỏa hoạn ngẫu nhiên. Do đó, khoảng cách đến các con đường và khoảng cách tới các khu vực đông dân cư được sử dụng bằng cách đệm mạng lưới đường và các khu vực đông dân cư thu được từ bản đồ địa hình tỷ lệ 1: 25.000 (Hình 10).

i. Bản đồ nhiệt độ

Các biến liên quan đến khí hậu được lựa chọn để lập mô hình tính nhạy cảm với lửa là chỉ số nhiệt độ và hạn hán hàng năm. Nhiệt độ là một biến quan trọng đối với dự đoán cháy rừng vì ảnh hưởng của nó đến độ ẩm của vật liệu, do đó nó là một thông số quan trọng trong dự báo cháy. (Hình 8).

2.2. Phương pháp nghiên cứu

Từ các bản đồ thành phần dựa trên phương pháp GIS và việc phân tích các nhân tố chịu ảnh hưởng, sẽ xây dựng được bản đồ cảnh báo nguy cơ xảy ra cháy rừng với các mức độ khác nhau từ không có nguy cơ xảy ra đến mức độ nguy cơ xảy ra cao nhất cho các khu vực trên địa bàn nghiên cứu. Từ đó xây dựng cơ sở dữ liệu cho nghiên cứu cháy rừng kết hợp với cuộc khảo sát thực địa với GPS cầm tay đã được thực hiện để kiểm tra và xác nhận kết quả.

Để xây dựng một mô hình dự đoán cháy rừng, điều quan trọng là cần phải xác định được những yếu tố ảnh hưởng cháy rừng. Một chú ý quan trọng nữa là việc lựa chọn những yếu tố ảnh hưởng cháy rừng thay đổi tùy theo các đặc điểm khác nhau các khu vực nghiên cứu và dữ liệu sẵn có. Theo đó, tổng số 11 yếu tố thành phần ảnh hưởng được lựa chọn trong nghiên cứu này gồm sử dụng đất, mật độ sông suối, lượng mưa, nhiệt độ, độ cao, chỉ số độ ẩm địa hình (TWI), độ dốc, hướng dốc, độ cong và khía cạnh), lịch sử cháy rừng (điểm cháy chiết xuất từ trạm MODIS). Các bản đồ thành phần này được xây dựng từ dữ liệu ảnh viễn thám và dữ liệu bản đồ địa hình, lượng mưa thu thập được ở tỉnh và được xây dựng bằng phần mềm ArcGIS.

Bản đồ NDVI (Hình 7) được lập từ ảnh viễn thám thu được từ lưu trữ USGS (có tại <http://earthexplorer.usgs.gov>) đã được sử dụng để tính NDVI bằng cách sử dụng phương trình như sau:

$$NDVI = (NIR - RED) / (NIR + RED) \quad (1)$$

Với ảnh Landsat 8, kênh cận hồng ngoại và kênh đỏ tương ứng là Kênh 5 và Kênh 4.

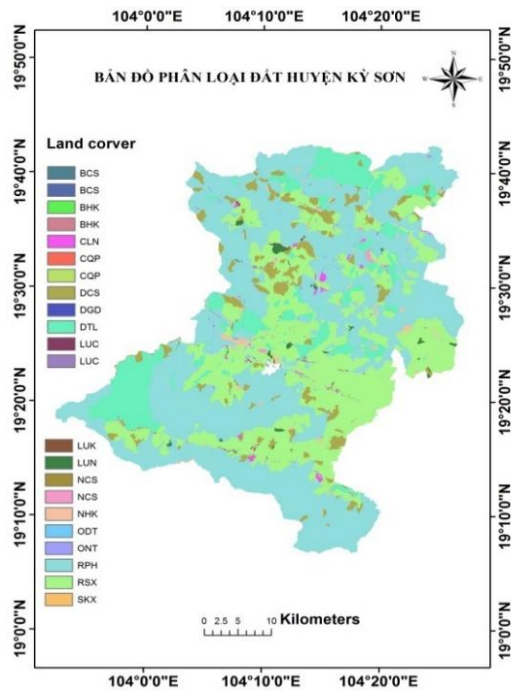
Các bản đồ nhiệt độ, lượng mưa cho huyện Kỳ Sơn (năm 2018) được lập từ số liệu dạng bảng lấy từ Trung tâm khí tượng thủy văn. Từ Bản đồ địa hình tỷ lệ 1: 25 000, xây dựng gói cơ sở dữ liệu theo sơ đồ 1.



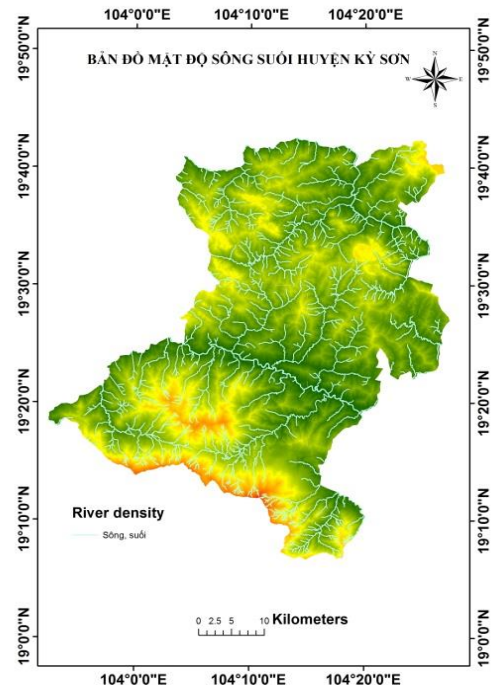
Sơ đồ 1: Quy trình thành lập các Bản đồ thành phần

Các nội dung của bản đồ địa hình được chuẩn hóa về hệ quy chiếu, các thức mô tả bằng các mô hình dữ liệu không gian, chuẩn về nội dung cơ sở dữ liệu. Từ DEM ta được các bản đồ Độ cao, Độ dốc, Hướng dốc, Độ cong, chỉ số độ ẩm địa hình.

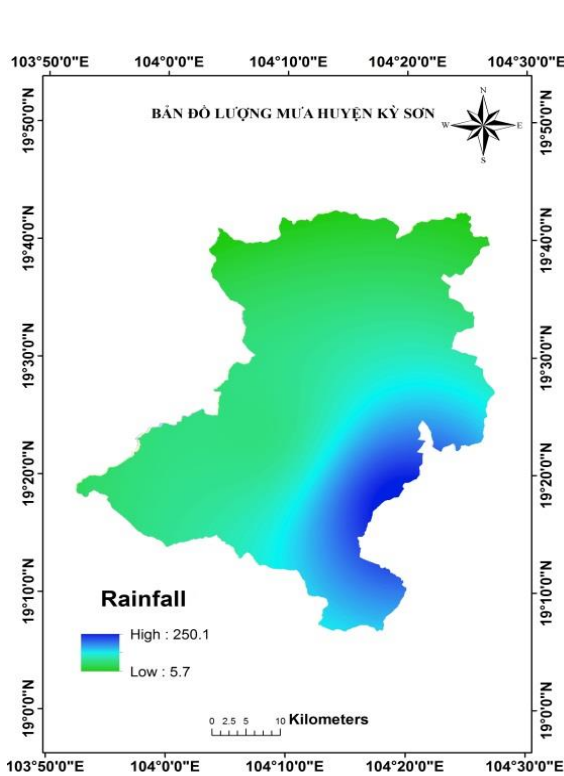
2.3. Các kết quả



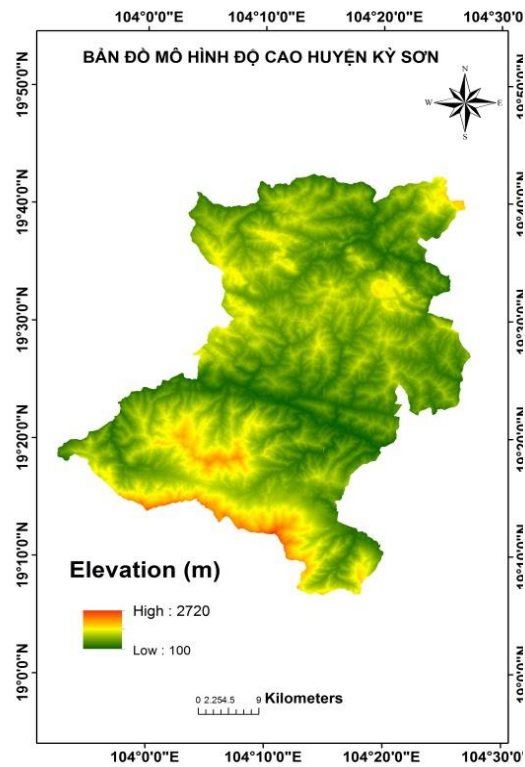
Hình 1 Bản đồ phân loại đất huyện Kỳ Sơn



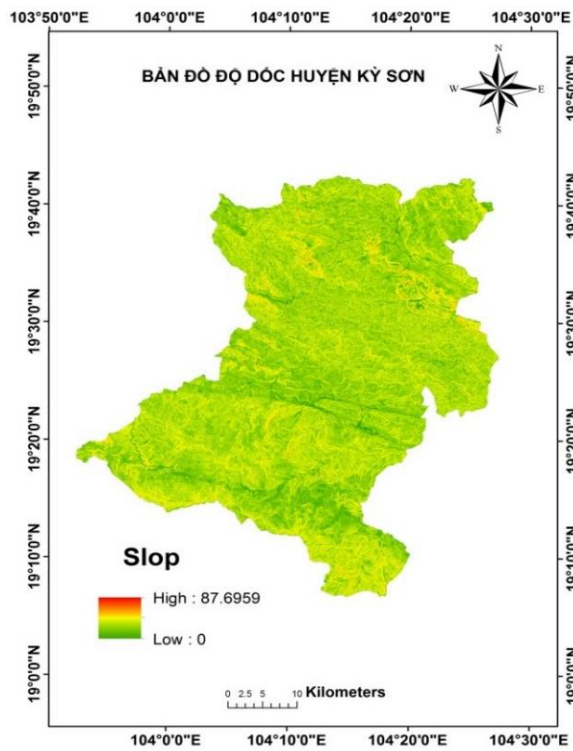
Hình 2 Bản đồ mật độ sông, suối huyện Kỳ Sơn



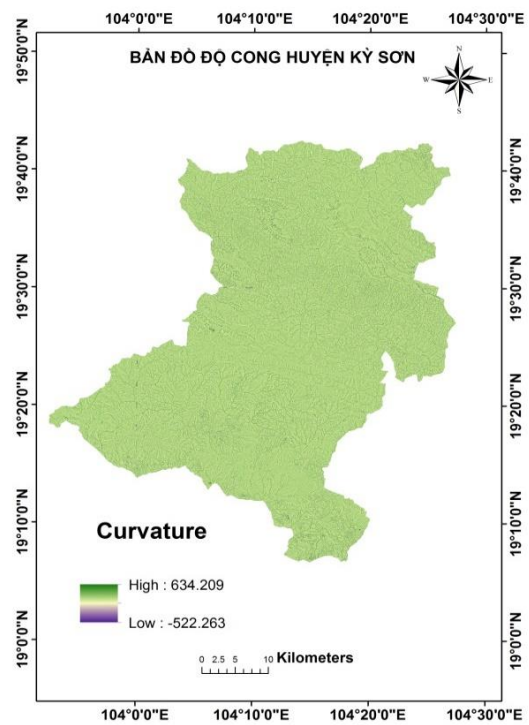
Hình 3. Bản đồ lượng mưa huyện Kỳ Sơn



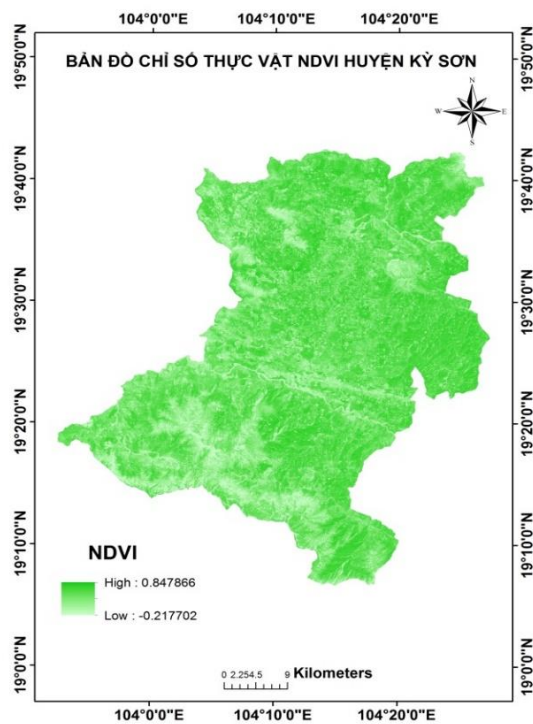
Hình 4. Bản đồ mô hình độ cao huyện Kỳ Sơn



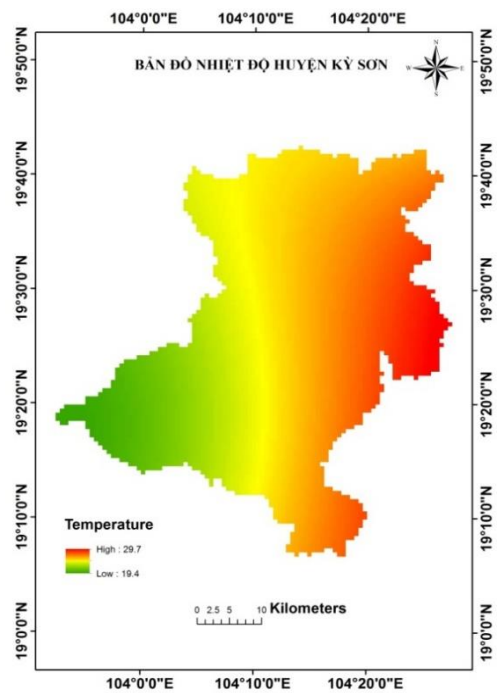
Hình 5. Bản đồ độ dốc huyện Kỳ Sơn



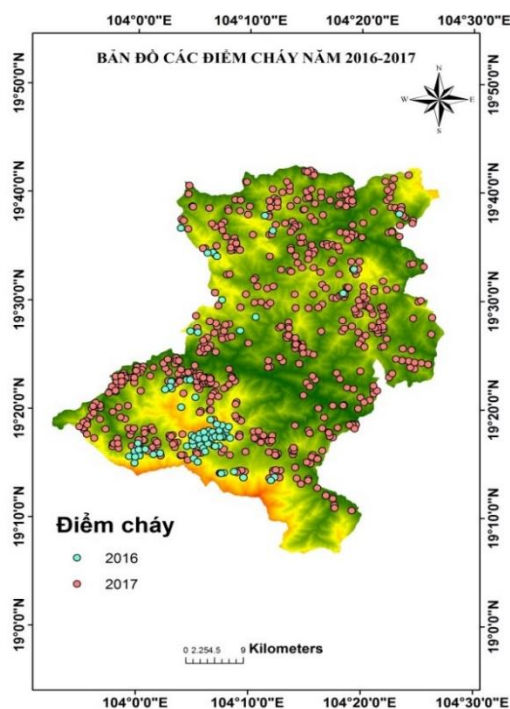
Hình 6. Bản đồ độ cong huyện Kỳ Sơn



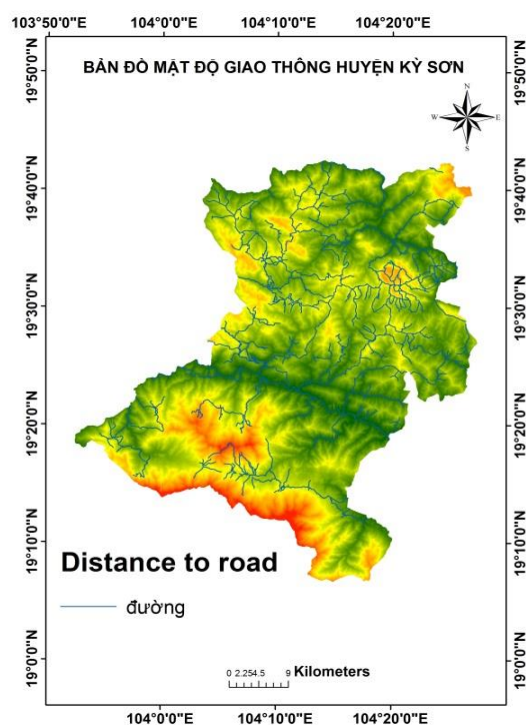
Hình 7. Bản đồ chỉ số thực vật NDVI huyện Kỳ Sơn



Hình 8. Bản đồ nhiệt độ huyện Kỳ Sơn



Hình 9. Bản đồ các điểm cháy năm 2016-2017



Hình 10. Bản đồ mật độ giao thông

3. Thảo luận

Dữ liệu sử dụng từ các bản đồ địa hình, bản đồ các lớp phủ/sử dụng đất, số liệu lượng mưa, nhiệt độ và NDVI tính từ các ảnh vệ tinh thu thập được. Quá trình xử lý dữ liệu từ các dữ liệu thu thập được ra các sản phẩm CSDL thành phần của 11 yếu tố được tiến hành theo qui định về cấu trúc, chuẩn của CSDL các thành phần với độ chính xác đảm bảo các yêu cầu đặt ra. Các CSDL sau xây dựng là yếu tố đầu vào để chạy mô hình dự báo nguy cơ cháy rừng nên phải theo đúng chuẩn qui định. Các kết quả đã được chạy thử kiểm tra và đang chờ các kết quả khảo sát thực địa để đánh giá độ chính xác kết quả mô hình thu được trước khi công bố kết quả dự báo nguy cơ cháy rừng ở huyện Kỳ Sơn, tỉnh Nghệ An.

4. Kết luận

Nghiên cứu này đã đề xuất một khung mới dựa cơ sở dữ liệu GIS phục vụ thành lập bản đồ nguy cơ cháy rừng từ 11 yếu tố thành phần ảnh hưởng được lựa chọn trong nghiên cứu này gồm sử dụng đất, mật độ sông suối, lượng mưa, nhiệt độ, độ cao, chỉ số độ ẩm địa hình (TWI), độ dốc, hướng dốc, độ cong và khía cạnh, lịch sử cháy rừng (điểm cháy chiết xuất từ trạm MODIS). Các bản đồ và CSDL sau khi chuẩn hóa đã được đánh giá đảm bảo độ chính xác để có thể phục vụ việc xây dựng mô hình dự báo nguy cơ cháy rừng.

Tài liệu tham khảo

- Cary, G.J.; Flannigan, M.D.; Keane, R.E.; Bradstock, R.A.; Davies, I.D.; Lenihan, J.M.; Li, C.; Logan, K.A.; Parsons, R.A. 2009. Relative importance of fuel management, ignition management and weather for area burned: Evidence from five landscape-fire-succession models. *Int. J. Wildland Fire*, 18, 147-156.
- Eastaugh, C.S.; Hasenauer, H. 2014. Deriving forest fire ignition risk with biogeochemical process modelling. *Environ. Modell. Softw*, 55: 132-142.
- Guo, F.; Su, Z.; Wang, G.; Sun, L.; Lin, F.; Liu, A. 2016. Wildfire ignition in the forests of southeast china: Identifying drivers and spatial distribution to predict wildfire likelihood. *Appl. Geogr.* 66:12-21.
- González, J.R.; Kolehmainen, O.; Pukkala, T. 2007. Using expert knowledge to model forest stand vulnerability to fire. *Comput. Electron. Agric.* 55: 107-114.

- Jaiswal, R.K.; Mukherjee, S.; Raju, K.D.; Saxena, R. 2002. Forest fire risk zone mapping from satellite imagery and GIS. *Int. J. Appl. Earth Observ. Geoinf*, 4: 1-10.
- Koutsias, N.; Martínez-Fernández, J.; Allgöwer, B. 2010. Do factors causing wildfires vary in space? Evidence from geographically weighted regression. *GISci. Remote Sens*, 47: 221-240.
- Massada, A.B.; Syphard, A.D.; Hawbaker, T.J.; Stewart, S.I.; Radeloff, V.C. 2011. Effects of ignition location models on the burn patterns of simulated wildfires. *Environ. Model. Softw*, 26: 583-592.
- Oliveira, S.; Oehler, F.; San-Miguel-Ayanz, J.; Camia, A.; Pereira, J.M.C. 2012. Modeling spatial patterns of fire occurrence in mediterranean Europe using multiple regression and random forest. *For. Ecol. Manag*, 275: 117-129.
- Oliveira, S.; Pereira, J.M.; San-Miguel-Ayanz, J.; Lourenço, L. 2014. Exploring the spatial patterns of fire density in southern Europe using geographically weighted regression. *Appl. Geogr*, 51: 143-157.
- Pourghasemi, H.R. 2015. GIS-based forest fire susceptibility mapping in Iran: A comparison between evidential belief function and binary logistic regression models. *Scand. J. For. Res*, 31: 80-98.
- Vasilakos, C.; Kalabokidis, K.; Hatzopoulos, J.; Matsinos, I. 2009. Identifying wildland fire ignition factors through sensitivity analysis of a neural network. *Nat. Hazards*, 50: 125-143.

ABSTRACT

Construct and standardize component databases for forest fire risk prediction

Doan Thi Nam Phuong ¹, Nguyen Van Trung ¹, Bui Tien Dieu ², Nguyen Van Son ³, Tran Thi Truc Mai ⁴, Ngo Thanh Xuan ⁵

¹ Hanoi University of Mining and Geology, Vietnam

² University College of Southeast Norway, Norway

³ Branch of Land Registration Office Ninh Kieu District, Can Tho City, Vietnam

⁴ People's Committee of Binh Phuoc Xuan commune, Cho Moi district, An Giang province, Vietnam

⁵ Center for Natural Resources and Environment of Vinh Long province, Vietnam

The risk of forest fire has happened more often in recent times due to prolonged extreme hot weather and human awareness of fire prevention and fighting. Building forest fire risk prediction models using geospatial data and GIS technology brings about high efficiency in modernity and confirmed accuracy. In order to get highly reliable model results, the component databases used to build the model need to ensure the required structure and accuracy. Therefore, this article mentions the development and standardization of component databases to run forest fire risk prediction models to support forest fire prevention and fighting management in Vietnam. The specific databases in this article are Ky Son district, Nghe An province, including: slope, elevation, land-use factors, vegetation index, road distance to residential area, temperature, wind speed and precipitation were collected from various geospatial data sources and standardized into a database based on GIS technology. Hotspots were also collected and verified at field and standardization are used to evaluate the accuracy of the model built from the component databases.

Keywords: Forest fire risk, GIS, NDVI, database, standardization.

Ứng dụng mô hình thủy lực và GIS xây dựng bản đồ hiểm họa ngập lụt khu vực hạ lưu sông Cả

Dương Anh Quân ^{1,*}, Trương Văn Anh ², Bùi Ngọc Quý ¹, Phạm Văn Hiệp ¹, Nguyễn Danh Đức ¹,
Lê Thị Nga ¹, Trần Thị Mai Anh ³, Trương Xuân Quang ²

¹ Trường Đại học Mỏ - Địa chất, Việt Nam

² Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường, Việt Nam

³ Trường Đại học Nông Lâm Thái Nguyên, Việt Nam

TÓM TẮT

Lũ lụt là thiên tai thường gặp nhất tại Việt Nam, đây cũng là một trong những dạng thiên tai gây nhiều thiệt hại về người và tài sản. Các lưu vực sông thuộc các tỉnh miền Trung có thể coi là tâm điểm của lũ lụt, theo thống kê vào năm 2018, lũ lụt tại khu vực này làm 218 người chết và thiệt hại kinh tế khoảng 20 nghìn tỉ đồng. Chính vì vậy, công tác phòng, chống thiên tai tại khu vực này luôn là nhiệm vụ quan trọng của chính quyền và nhân dân tại đây. Trong công tác phòng chống thiên tai, việc lập kế hoạch phòng chống rủi ro thiên tai luôn được đặt lên hàng đầu, trong đó, công tác đánh giá, dự đoán thiên tai nói chung và lũ lụt nói riêng trở nên cực kỳ quan trọng. Việc đánh giá hiểm họa lũ lụt được tiến hành bằng nhiều phương pháp khác nhau như lập mô hình thủy lực, giám sát bằng công nghệ viễn thám, mô hình hóa bằng các hệ thống GIS hoặc giám sát lũ dựa theo các cảm biến thời gian thực... Trong các phương pháp trên, mỗi phương pháp đều có các ưu nhược điểm nhất định, nghiên cứu này đưa ra sự kết hợp giữa việc ứng dụng mô hình thủy lực và kỹ thuật GIS để thành lập các bản đồ hiểm họa lũ phục vụ cho công tác đánh giá rủi ro thiên tai. Vùng nghiên cứu được lựa chọn là hạ lưu sông Cả. Nghiên cứu được tiến hành dựa trên việc lập mô hình thủy lực của khu vực hạ lưu sông Cả trên bộ phần mềm MIKE với 4 kịch bản lũ chính với xác suất 10%, 5%, 2% và 1% tương ứng với chu kỳ lũ 10, 20, 50 và 100 năm. Dựa trên kết quả của mô hình thủy lực, các kịch bản lũ được chuyển thành các bản đồ kịch bản lũ trên GIS và tổng hợp để tạo thành bản đồ hiểm họa lũ. Theo đó, kết quả của nghiên cứu là bản đồ hiểm họa lũ trên khu vực sông Cả với các dữ liệu thống kê. Nghiên cứu cho thấy việc kết hợp mô hình thủy lực và GIS xây dựng bản đồ hiểm họa lũ là rất nhanh chóng, chính xác và dễ ứng dụng trong công tác đánh giá rủi ro thiên tai nói chung và đối với lũ lụt nói riêng.

Từ khóa: đánh giá hiểm họa, lũ lụt, GIS, mô hình thủy lực, MIKE

1. Mở đầu.

Lũ lụt là một trong những dạng thiên tai nguy hiểm nhất xảy ra tại Việt Nam (Trần và nnk, 2015). Đánh giá hiểm họa lũ lụt là một công tác quan trọng, đặc biệt là với các khu vực nằm dưới hạ lưu các sông, ven bờ biển nơi mà dân cư, cơ sở hạ tầng và kinh tế đều có nguy cơ ảnh hưởng do ngập lụt bởi mưa lớn thượng lưu và triều cường. Bước đầu tiên cho mọi nghiên cứu đánh giá về hiểm họa lũ lụt là xác lập các kịch bản lũ lụt. Một trận lũ thiết kế là một trận lũ trên lý thuyết có thể là dựa trên một trong hai phương pháp thiết kế bao gồm: phân tích tần suất lũ (FFA) và phân tích mưa rào-dòng chảy (RRA) (Wright và nnk., 2015). Phương pháp đầu tiên thiết kế trận lũ dựa vào phân tích thống kê các dữ liệu quan trắc dòng chảy. Phương pháp này thường được dùng để xác định dòng chảy tối đa tại một điểm trong mô hình thiết kế lũ. Phương pháp thứ hai thiết kế một trận lũ bằng cách ước tính dòng chảy tràn dựa trên phân tích số liệu quan trắc mưa trên lưu vực, do vậy nó được dùng để xác định mức độ tối đa và chế độ thủy văn của một trận lũ.

Đối với các quốc gia phát triển như Mỹ và các nước châu Âu, phương pháp FFA được sử dụng rộng rãi trong thiết kế lũ với điều kiện hệ thống các trạm quan trắc dòng chảy hết sức dày đặc, bao phủ hoàn toàn các địa điểm trên lưu vực sông (UK Centre for Ecology & Hydrology, 1999; Nathan và Weinmann, 2019;

* Tác giả liên hệ

Email: duonganhquan@humg.edu.vn

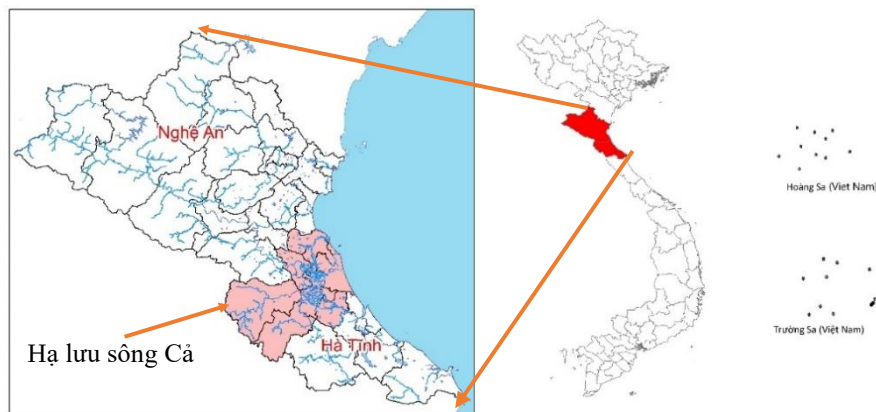
Castellarin, 2010). Tuy nhiên, với các quốc gia đang phát triển như Việt Nam, việc sử dụng FFA có thể đưa đến các sai lệch do dữ liệu quan trắc không đầy đủ về cả độ phủ không gian và thời gian. Trên thực tế, nhiều tác giả đã xác minh được RRA cho kết quả tốt hơn FFA với các lưu vực có ít trạm quan trắc (McKerchar và Macky, 2001; Calver, Stewart và Goodsell, 2009;).

Tại Việt Nam, một số tiêu chuẩn thiết kế kỹ thuật được ban hành trong lĩnh vực thiết kế lũ như TCVN 9845:2013 (Tính toán các đặc trưng dòng chảy lũ) và TCVN 7957:2008 (Mạng lưới và công trình bên ngoài) đều tương đối khó tiếp cận để phân tích hiểm họa lũ trên phạm vi lưu vực sông. Cả hai tiêu chuẩn này đều tương đối khó tiếp cận để phân tích hiểm họa lũ trên phạm vi lưu vực sông. Trên thực tế, việc thiết kế lũ thường được xác định bằng cách sử dụng một sự kiện bão lụt đã xảy ra trong quá khứ để tham khảo và mở rộng với các tần suất thiết kế với chu kỳ lặp lại 10, 20, 50, 100 năm tùy theo mục đích của nghiên cứu. Tuy nhiên, bão là một sự kiện hiếm khi xảy ra lặp lại như nhau tại cùng một địa điểm, theo đó, lượng mưa trên toàn lưu vực chính là nguyên nhân chủ đạo của các trận lũ lớn.

Hiểm họa, theo Ủy ban liên chính phủ về biến đổi khí hậu - IPCC (IPCC, 2001; IPCC 2014), được cấu thành từ cường độ, địa điểm và tần suất. Theo đó, việc xác định hiểm họa lũ cần được xác minh không chỉ cường độ, vị trí lũ mà bao gồm cả tần suất lũ. Việc kết hợp các yếu tố trên để xác định hiểm họa lũ không dễ dàng, nhiều nhà nghiên cứu ứng dụng GIS để kết hợp các yếu tố trên. Bài báo này đưa ra quy trình xác định hiểm họa lũ bằng phương pháp kết hợp giữa mô hình thủy lực và ứng dụng GIS. Quy trình này được thực nghiệm trên lưu vực sông Cả.

2. Khu vực nghiên cứu

Lưu vực sông Cả là một trong những lưu vực lớn nhất tại Bắc Trung Bộ, đây là một lưu vực quốc tế có diện tích là 27,200 km² với độ dài 531 km, trong đó phía lãnh thổ Việt Nam chiếm 17,730 km² (65.2% tổng diện tích lưu vực). Có nguồn gốc từ núi Mường Khut và Mường Lập (1.800 - 2.000 m) tại CHDCND Lào, lưu vực chảy theo hướng tây bắc - đông nam qua ba tỉnh Thanh Hóa, Nghệ An và Hà Tĩnh trước khi chảy ra biển Đông qua cửa sông Cửa Hội. Mùa mưa tại lưu vực sông Cả kéo dài từ tháng 5 đến tháng 10 ở thượng nguồn và từ tháng 8 đến tháng 11 ở hạ lưu. Hàng năm, lưu vực nhận được lượng mưa trung bình 1100 ÷ 2500 mm, tuy nhiên phân bố không đều theo không gian. Ở các khu vực phía đông của dãy núi Bắc Trường Sơn như thượng nguồn sông Hiếu, sông La và sông Giang, lượng mưa trung bình hàng năm có thể lên tới 2000 ÷ 2400 mm.. Tương tự như vậy, dòng chảy hàng năm phân bố không đều theo không gian, dao động từ dưới 20 l/s.km² đến trên 80 l/s.km² ở phía đông của dãy núi Bắc Trường Sơn. Mùa mưa kéo dài từ tháng 5 đến tháng 10 ở thượng nguồn và từ tháng 8 đến tháng 11 ở hạ lưu.



Hình 1. Hạ lưu sông Cả.

3. Dữ liệu và phương pháp

3.1. Dữ liệu

Dữ liệu được sử dụng trong nghiên cứu bao gồm:

Các dữ liệu thống kê về khí tượng, thủy văn tại các trạm quan trắc trong lưu vực sông Cả từ 1987-2017

Dữ liệu địa hình 1:10000 và 1:5000, dữ liệu mặt cắt sông được thu thập từ 2001-2014

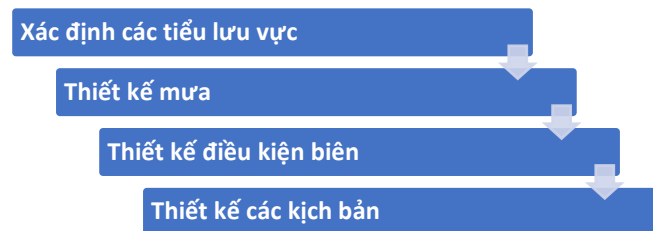
Dữ liệu hiện trạng sử dụng đất năm 2015.

Dữ liệu bản đồ về hạ tầng phòng chống thiên tai: đập, cống, trạm bơm, hệ thống đê, kè... từ dữ liệu của Tổng cục phòng chống thiên tai 2017.

Dữ liệu bản đồ về cơ sở hạ tầng giao thông và các công trình lớn được thu thập từ nguồn open street maps 2017.

3.2. Phương pháp xây dựng mô hình thủy lực

Phương pháp được sử dụng để xây dựng mô hình thủy lực trong đánh giá hiểm họa lũ là ứng dụng phương pháp RRA. Từ các dữ liệu lượng mưa được thu thập dựa trên các trạm đo trong lưu vực, các tính toán tần suất được đưa ra cho các thời đoạn mưa từ 10 phút tới 72 giờ trên các lưu vực con. Quá trình xây dựng mô hình thủy lực được xác định theo minh họa dưới (Hình 2):



Hình 2. Quá trình xây dựng mô hình thủy lực

3.2.1. Xác định các tiểu lưu vực

Để xác định biên trên và biên khu giữa, người ta thường ứng dụng các mô hình mưa rào- dòng chảy để tính dòng chảy vào và các nhập lưu và chi lưu trong các tiểu lưu vực có liên quan. Trong nghiên cứu này, các tiểu lưu vực được xác định dựa trên các tiêu chí sau: (1) Các công trình thủy lợi chính trong hệ thống như các hồ chứa thủy lợi, hồ chứa thủy điện và các nút phân chia; (2) Lưu lượng từ các điểm phân lưu và nhập lưu trên mạng lưới sông; và (3) Diện tích biên nhập lưu của các sông được tính bằng 20% tổng diện tích lưu vực.

Để phân tích lũ, mô hình thủy động lực 1D được thiết lập cho phần dưới của lưu vực từ sau các hồ chứa ra biển. Hơn nữa, dòng chảy nhập lưu từ các lưu vực phụ khác dọc theo mạng lưới sông chính cần được tính toán. Theo tính toán của nghiên cứu, toàn bộ lưu vực sông Cả được chia thành 27 tiểu lưu vực.

3.2.2. Thiết kế mưa

Trong nghiên cứu này, các đường cong IDF được sử dụng để xây dựng các trận mưa thiết kế, trong đó lớp nước mưa được sử dụng thay vì cường độ mưa để dễ dàng hơn trong các giai đoạn sau, tính theo phương trình (1)

$$h = a \times t^n \quad (1)$$

Với h là lớp nước mưa (mm) với thời đoạn mưa t ; a , n là các thông số tính từ chuỗi dữ liệu; và $i = h/t$ là cường độ mưa.

3.2.3 Xác định các điều kiện biên

Khi chạy mô hình thủy lực, các đường quá trình lũ thiết kế đã được sử dụng làm đầu vào (các điều kiện biên trên và biên khu giữa) có thể bị biến đổi do truyền lũ trong sông và các bãi ngập lũ và vùng ngập lụt ven sông, tạo ra các hình dạng giống với các quan trắc thực tế hơn.

Biên dưới sử dụng mực nước triều thực đo tại Cửa Hội. Đối với các trường hợp mô phỏng kịch bản, giá trị mực nước biên tổng hợp liên quan đến mô hình và được xác định là chu kỳ triều cao; trong một số kịch bản, mực nước biên có thể làm gia tăng các giá trị nước dâng do bão được lấy từ các tính toán trước đó. Trong nghiên cứu này, một đường cong tần suất của mực nước biên trong thời kỳ nước dâng do bão được lấy theo tiêu chuẩn Việt Nam TCVN 9901: 2014 đối với công trình thủy lợi - Yêu cầu đối với thiết kế đê biển.

3.2.4. Xây dựng các kịch bản lũ

Các kịch bản được xây dựng trên cơ sở kết hợp giữa các trận mưa lớn thiết kế và các trường hợp mực nước triều như bảng dưới đây

Bảng 1. Các kịch bản trong điều kiện hiện tại

Kịch bản	Chế độ mô phỏng	RP (Tần suất)	Điều kiện biên hạ lưu (mức nước biển*)
1	Dòng chảy không ổn định	100 năm (1%)	20 năm (5%)
2	Dòng chảy không ổn định	50 năm (2%)	20 năm (5%)
3A	Dòng chảy không ổn định	20 năm (5%)	10 năm (10%)
3B	Dòng chảy không ổn định	20 năm (5%)	100 năm (1%)
4A	Dòng chảy không ổn định	10 năm (10%)	10 năm (10%)
4B	Dòng chảy không ổn định	10 năm (10%)	100 năm (1%)

(*): mực nước biển thiết kế được lấy theo TCVN 9901:2014 về thiết kế đê biển.

Sau khi xác định được kịch bản và các thông số, mô hình thủy lực được thực hiện trên bộ phần mềm MIKE. Công việc này bao gồm:

- Thiết lập mô hình 1D trên MIKE 11
- Thiết lập mô hình 2D trên MIKE 21
- Kết hợp mô hình MIKE 11 và MIKE 21 để tạo thành MIKE FLOOD.
- Hiệu chỉnh kiểm định mô hình thủy lực bằng mô hình thủy văn MIKE NAM

3.3. Ứng dụng GIS kết hợp kết quả mô hình thủy lực để xác định hiểm họa lũ.

Sau khi xác lập mô hình thủy lực và chạy thử, hiệu chỉnh, các kịch bản lũ được chuyển từ bộ phần mềm MIKE sang định dạng shp bao gồm các polygon lưới tam giác chứa thông số mức nước ngập lớn nhất. Các polygon này được chuyển thành bản đồ mức nước ngập thông qua quá trình nội suy điểm tam giác. Các kịch bản lũ được kết hợp bằng công cụ phân tích không gian theo phương án kết hợp như trong bảng sau:

Bảng 2. Phân cấp hiểm họa lũ.

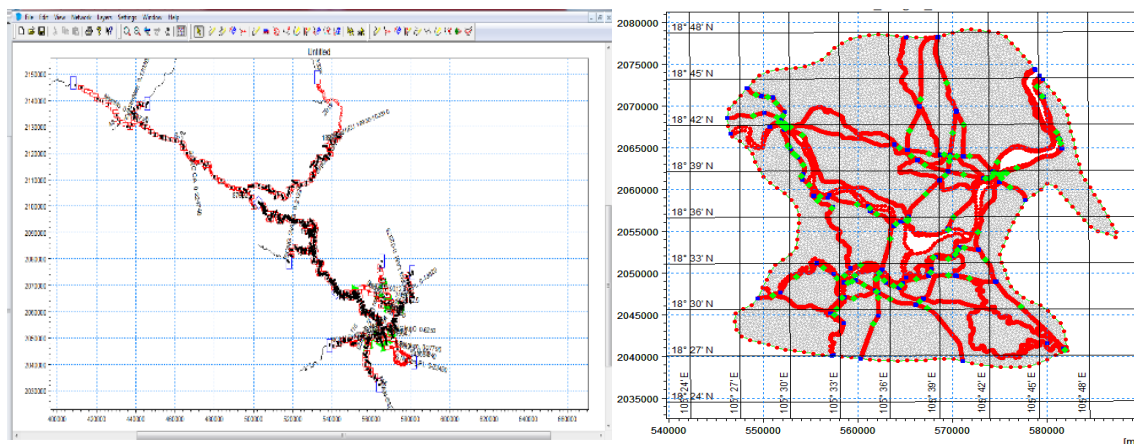
Mức độ hiểm họa	Kịch bản 4A(10%)	Kịch bản 3A(20%, triều thấp)	Giá trị lớn nhất của kịch bản 2, 4B	Giá trị lớn nhất của kịch bản 1, 3B
H0 (Không hiểm họa)	Khu vực không bị lụt			
H1 (Hiểm họa thấp)			0 < Mức ngập < 1m	Khu vực bị lụt
H2 (Hiểm họa trung bình)		0 < Mức ngập < 1m	Mức ngập ≥ 1 m	
H3 (Hiểm họa cao)	0 < Mức ngập < 1m	Mức ngập ≥ 1 m		
H4 (Hiểm họa rất cao)	Mức ngập ≥ 1 m			

Kết quả cuối cùng là bản đồ hiểm họa lũ được phân mức từ mức thấp, trung bình, cao và rất cao.

4. Kết quả và thảo luận.

4.1. Kết quả mô hình thủy lực

Mô hình thủy lực cho ra kết quả bao gồm: mô hình thủy lực và dữ liệu độ sâu ngập. Kết quả mô hình 1D và mô hình 2D: là các mạng lưới thủy lực được xây dựng như hình dưới:



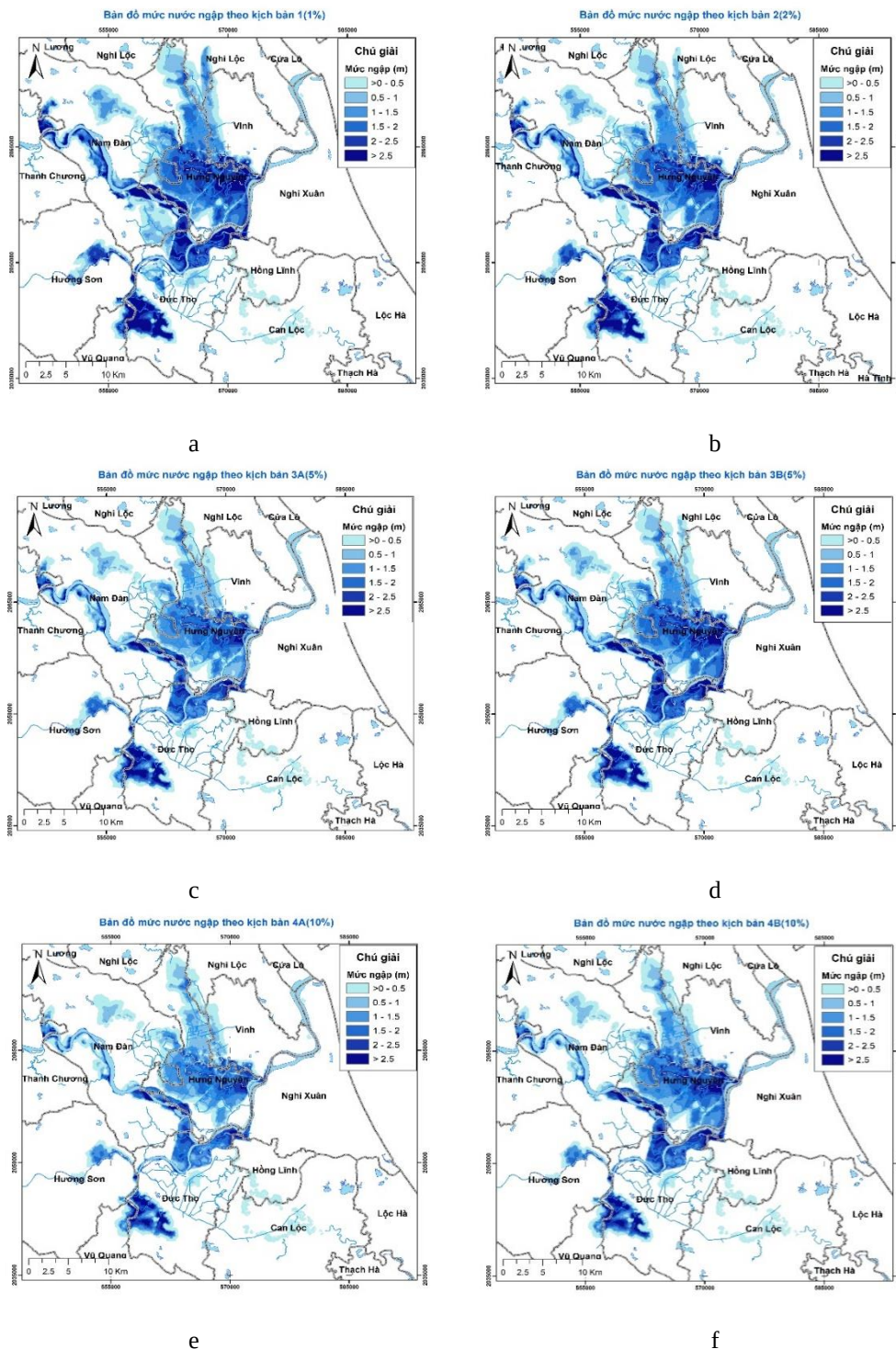
Mạng lưới tính toán mô hình 1D

Mạng lưới tính toán mô hình 2D

Hình 3. Kết quả xây dựng mô hình thủy lực.

Mô hình 1D xây dựng được mạng lưới thủy lực bao gồm 12 con sông và 320 mặt cắt ngang đảm bảo việc xây dựng mô hình chính xác. Mô hình này cũng mô tả hệ thống các công trình thủy lợi lớn cũng như các đường giao thông chính của khu vực nghiên cứu. Mô hình 2D được tính toán chi tiết hơn với khu vực hạ du sông Cả bao gồm đầy đủ các đường giao thông, công và các công trình thủy lợi.

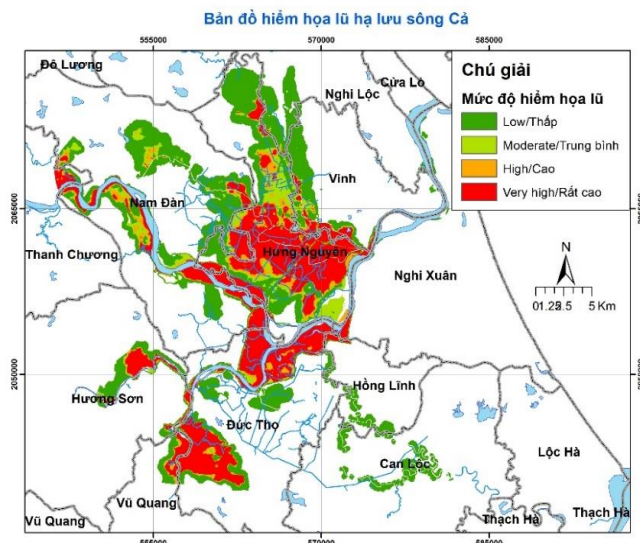
Dữ liệu độ sâu ngập bao gồm mạng lưới các tam giác với thông tin độ sâu ngập lớn nhất bao gồm 6 kịch bản được thành lập cho 2017. Các dữ liệu này được nội suy trong GIS và trình bày dưới dạng các bản đồ độ sâu ngập như sau:



Hình 4. Kết quả các kịch bản lũ từ mô hình thủy lực(a,b,c,d,e,f tương ứng với các kịch bản 1,2,3A,3B, 4A, 4B,) theo dữ liệu năm 2017.

4.2. Bản đồ hiểm họa lũ.

Bản đồ hiểm họa lũ được xây dựng dựa trên các bản đồ dữ liệu mức nước ngập (6 kịch bản) từ mô hình thủy lực kết hợp trong GIS theo bảng phân cấp 3 và được trình bày như hình 5:



Hình 5. Kết quả bản đồ hiểm họa lũ hạ lưu sông Cả thực tế 2017.

Tổng diện tích đất nằm trong khu vực hiểm họa lũ là 35956.86 ha, cụ thể được thống kê theo bảng 3.

Bảng 3: Thống kê diện tích hiểm họa lũ của hạ lưu sông Cả.

Mức hiểm họa	Diện tích (ha)
Rất cao	17367.07
Cao	3332.97
Trung bình	2200.64
Thấp	13056.18

Bản đồ hiểm họa lũ cho thấy khu vực có hiểm họa ngập lụt lớn nhất của hạ lưu sông Cả bao gồm các huyện Đức Thọ, Hồng Lĩnh của Hà Tĩnh và Hưng Nguyên, Nam Đàn của Nghệ An. Kết quả cũng cho thấy hiệu quả của hệ thống đê sông Cả trong việc hạn chế lũ lụt.

5. Kết luận

Kết quả nghiên cứu cho thấy, việc ứng dụng GIS kết hợp với mô hình thủy lực để xây dựng bản đồ hiểm họa lũ mang lại nhiều tiềm năng trong công tác đánh giá thiên tai đặc biệt đối với lũ ở các lưu vực sông. Kết quả này có thể được áp dụng trong các nghiên cứu về lũ lụt tại các lưu vực sông tương tự.

Sự kết hợp của GIS với mô hình thủy lực cho thấy khả năng kết hợp đa ngành của công nghệ GIS. Việc kết hợp GIS một cách rộng rãi với các công cụ, nghiên cứu của các ngành khoa học khác đem lại nhiều hứa hẹn trong tương lai đối với nghiên cứu khoa học trái đất nói chung và GIS nói riêng.

Lời cảm ơn

Bài báo được thực hiện trong khuôn khổ đề tài nghiên cứu khoa học cấp cơ sở mã số T20-11, Đại học Mỏ - Địa chất.

Tài liệu tham khảo

- Castellarin, Attilio. 2010. "EUROPEAN PROCEDURES FOR FLOOD (FloodFreq , COST Action ES0901) FloodFreq - ES0901," no. November: 22-24.
- IPCC. 2001. "Climate Change 2001 : Impacts, Adaptation, and Vulnerability." Cambridge University Press, 1-94. <https://www.ipcc.ch/ipccreports/tar/wg2/pdf/wg2TARchap1.pdf>.
- IPCC. 2014. Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental

- Panel on Climate Change. papers2://publication/uuid/B8BF5043-C873-4AFD-97F9-A630782E590D, 1139-1100.
- Trần, Thục, Neeffes Koos, Thị Thanh Hương Tạ, Văn Thắng Nguyễn, Trọng Nhuận Mai, Quang Trí Lê, Đình Thành Lê, 2015. Báo Cáo Đặc Biệt Của Việt Nam về Quản Lý Rủi Ro Thiên Tai và Hiện Tượng Cực Đoan Nhằm Thúc Đẩy Thích Ứng Với Biến Đổi Khí Hậu. NXB Tài Nguyên - Môi Trường và Bản đồ Việt Nam, 29-60.
- Wright, Daniel B, Fernando Ramirez-cort, Oscar A Ishizawa, and Maria Carolina Rogelis. 2015. "Methods in Flood Hazard and Risk Assessment," World Bank Institute, 1-20.
- UK Centre for Ecology and Hydrology, 1999, Flood Estimation Handbook, London, 1999.
- Nathan, R và Weinmann, E, 2019, Estimation of Very Rare to Extreme Floods, Book 8 in Australian Rainfall and Runoff - A Guide to Flood Estimation, Commonwealth of Australia
- MCKerchar, A., & Macky, G. (2001). Comparison of a regional method for estimating design floods with two methods. *J. Hydrol*, 40, 129-138.
- S.K. Jain, V. S. (2003). Water Resources Systems Planning and Management. *Elsevier*.

ABSTRACT

Intergrated hydraulic model and GIS in flood risk mapping - a case study in downstream of Ca river

Duong Anh Quan ¹, Truong Van Anh ², Bui Ngoc Quy ¹, Pham Van Hiep ¹, Nguyen Danh Duc ¹, Le Thi Nga ¹, Tran Thi Mai Anh ³, Truong Xuan Quang ²

¹Hanoi University of Mining and Geology, Vietnam

²Hanoi University of Nature Resources and Environment, Vietnam

³Thai Nguyen University of Agriculture and Forestry, Vietnam

Flooding is the most common natural disaster in Vietnam, it is also one of most damage disaster, causing many losses of life and property. The river basins of the central provinces can be considered as the intensity area of floods, according to statistics in 2018, floods in this area caused 218 deaths and economic losses of about 20 trillion VND. Therefore, natural disaster prevention and control in this area has always been an important task of the government and people here. In the prevention of natural disasters, disaster risk planning is always at the forefront, in which the assessment and prediction of natural disasters in general and floods in particular become extremely important. Flood hazard assessment is carried out by various methods such as hydraulic modeling, remote sensing monitoring, GIS modeling or flood monitoring based on time sensors. Actually,... In the above methods, each method has certain advantages and disadvantages, this study offers a combination of the application of hydraulic modeling and GIS techniques to create flood hazard maps using for disaster risk assessment. The study area is the downstream of Ca river. The study was conducted based on hydraulic modeling on the MIKE software suite with 4 main flood scenarios with probability of 10%, 5%, 2% and 1% corresponding to the return period of 10,20,50 and 100 years. Based on the results of the hydraulic model, flood scenarios are converted into flood scenario maps on GIS and synthesized to create flood hazard maps. Accordingly, the result of the study is a flood hazard map. Research shows that combining hydraulic model and GIS to create flood hazard map is very quick, accurate and easy to apply in disaster risk assessment in general and for floods in particular.

Keywords: hazard assessment, flood, GIS, hydraulic modeling, MIKE.

Thành lập bản đồ bề mặt không thấm sử dụng dữ liệu ảnh vệ tinh Sentinel-2 ở khu vực thành phố Hồ Chí Minh

Phạm Văn Tùng^{1,*}, Nguyễn Văn Trung², Vũ Xuân Cường¹, Nguyễn Văn Sơn³

¹ Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường thành phố Hồ Chí Minh, Việt Nam

² Trường Đại học Mỏ - Địa chất, Việt Nam

³ Chi nhánh Văn phòng Đăng ký đất đai quận Ninh Kiều, thành phố Cần Thơ, Việt Nam

TÓM TẮT

Thành phố Hồ Chí Minh là đô thị lớn có tốc độ đô thị hóa nhanh ở nước ta. Theo đó, bề mặt không thấm được coi là chìa khóa để xác định quá trình đô thị hóa, sự phát triển bền vững, và phục vụ quy hoạch và quản lý đô thị. Thành lập bản đồ bề mặt không thấm sử dụng ảnh vệ tinh là phương pháp hiệu quả cho phạm vi rộng lớn và đảm bảo độ tin cậy. Trong nghiên cứu này, dữ liệu ảnh Sentinel-2 thu được trong năm 2020 đã được sử dụng để phân loại thành bốn lớp phủ bề mặt bao gồm nước, thực vật, đất trống và bề mặt không thấm sử dụng thuật toán phân loại KNN (fuzzy K-Nearest Neighbors) trên phần mềm eCognition. Nghiên cứu sẽ tập trung vào đánh giá kết quả phân loại các lớp phủ và bề mặt không thấm để khẳng định tính hiệu quả và độ tin cậy của phương pháp thực hiện. Diện tích của bề mặt không thấm năm 2020 là cơ sở để so sánh với các diện tích bề mặt không thấm của các năm trước đó cung cấp được sự mở rộng diện tích bề mặt không thấm trong quá trình đô thị hóa ở thành phố lớn nhất nước ta giúp cho các nhà qui hoạch thành phố đưa ra các chính sách qui hoạch phát triển bền vững đô thị.

Từ khóa: Thành phố Hồ Chí Minh, đô thị hóa, bề mặt không thấm, Sentinel-2, phân loại KNN.

1. Đặt vấn đề

Bề mặt không thấm nước là các vật liệu ngăn cản sự thâm nhập của nước vào đất như hệ thống giao thông, mái nhà, bãi đậu xe, v.v... Bề mặt không thấm là một chỉ số quan trọng sử dụng đánh giá mức độ đô thị hóa và các tác động của các hệ sinh thái (Arnold Jr & Gibbons, 1996; Schueler, 1994). Một số nghiên cứu trước đây cho thấy sự thay đổi diện tích bề mặt không thấm (BMKT) có liên quan đến sự ảnh hưởng đến thủy văn, cấu trúc sinh cảnh, chất lượng nước và đa dạng sinh học của hệ thống thủy sinh (Schueler, 1994).

Trong những năm gần đây có rất nhiều kỹ thuật chiết tách bề mặt không thấm đã được phát triển, từ các phương pháp phân loại theo hướng đối tượng sử dụng các hình ảnh có độ phân giải không gian cao đến kỹ thuật dưới điểm ảnh (Sub-pixel), phân tích mô hình phân tích hỗn hợp phổ (SMA-Spectral Mixture Analyze model family) và mô hình hồi quy sử dụng ảnh có độ phân giải không gian trung bình hoặc thấp. Việc lập bản đồ bề mặt không thấm nước đã được áp dụng ở các quy mô khác nhau từ địa phương, khu vực đến quốc gia hoặc toàn cầu (Lu et al., 2014). Hầu như các nghiên cứu trước đây đã áp dụng thành công cho khu vực thành thị (Lu et al., 2014). Nếu các phương pháp phân loại truyền thống trên mỗi điểm ảnh chẳng hạn như phân loại xác suất cực đại có khả năng phân loại các lớp sử dụng đất / lớp phủ mặt đất (LULC-Land Use/Land Cover), kết quả phân loại nhận được thường có độ chính xác rất thấp đối với các vùng đô thị. Bởi vậy, phương pháp phân loại mềm có chính xác cao hơn được lựa chọn để phục vụ chiết tách bề mặt không thấm cho khu vực nghiên cứu đô thị.

Việc nâng cao độ chính xác phân loại đất đô thị là một vấn đề quan trọng trong các nghiên cứu trước đây về viễn thám (Lu & Weng, 2004). Các phương pháp tiếp cận khác nhau đã được áp dụng, bao gồm cả việc kết hợp dữ liệu địa lý, dữ liệu điều tra dân số và đặc trưng cấu trúc hoặc thông tin phổ của ảnh viễn thám. Ngoài ra để nâng cao độ chính xác của quá trình phân loại ảnh, các kiến thức chuyên gia, phương pháp phân loại mờ và sự kết hợp dữ liệu ảnh đa bộ cảm đã được sử dụng trong các nghiên cứu. Tuy nhiên, việc phân

* Tác giả liên hệ

Email: pvtung@hcmunre.edu.vn

loại đất đô thị vẫn là một khó khăn trong trường hợp các dữ liệu viễn thám có độ phân giải trung bình và thấp do sự lẫn phổ trong một điểm ảnh và lẫn phổ giữa các loại lớp phủ trên mặt đất khác nhau.

Phương pháp phân loại điểm ảnh (Per-pixel) chỉ xử lý thuần túy hình ảnh từng điểm ảnh cụ thể, trong khi đó phương pháp phân loại dưới điểm ảnh xử lý định lượng nhiều lớp đối tượng trong mỗi điểm ảnh đơn. Phương pháp phân loại dưới điểm ảnh tạo ra các ảnh thành phần với các giá trị pixel lấy từ phần nguyên hoặc phần dư của điểm ảnh có chứa thành phần mỗi lớp đối tượng (Quintano et al., 2012). Đối với các điểm ảnh không bị lẫn phổ, phân tích hỗn hợp phổ (SMA) cho đến nay là phương pháp phổ biến nhất trong số các phương pháp phân loại dưới điểm ảnh. Việc phân tích hỗn hợp phổ tuyến tính (LSMA-Linear Spectral Mixture Analysis) và phân tích hỗn hợp phổ đa mẫu (MESMA-Multiple End-member Spectral Mixture Analysis) đã được chứng minh là phương pháp hữu hiệu được sử dụng để chiết xuất thông tin bề mặt không thấm từ các ảnh vệ tinh Landsat. Tuy nhiên, việc lựa chọn các thành phần mẫu đồng nhất phù hợp vẫn là thách thức lớn nhất trong phương pháp LSMA (Lu et al., 2011; Weng & Hu, 2008; Wu & Murray, 2003).

Zadeh (1965) đã giới thiệu khái niệm phân loại mờ để mô tả và định lượng sự không chính xác. Phương pháp phân loại mờ đã thu hút được sự quan tâm ngày càng tăng đối với việc phân loại dưới điểm ảnh, và trong chiết tách thông tin bề mặt không thấm (Cao et al., 2012; Hu & Weng, 2011; Lizarazo, 2010; Tang et al., 2007). Phương pháp phân loại mờ tạo ra kết quả chính xác hơn so với phương pháp LSMA đối với khu vực có mật độ dân cư cao và mật độ dân cư thấp (Tang et al., 2007). Phương pháp phân loại fuzzy-SMA đã được đề xuất trong các nghiên cứu trước đó, trong đó giá trị trung bình mờ và hiệp phương sai mờ được lấy từ các mẫu giám định thông qua phân tích hỗn hợp phổ (SMA), trong khi giá trị các hằng số được sử dụng trong phân loại mờ truyền thống (Tang et al., 2007; Zheng et al., 2014).

Ngoài ra, chỉ số IBI (Index Based Built-up Index) lấy từ ảnh Landsat được tính toán từ chỉ số SAVI (Soil Adjusted Vegetation Index), MNDWI (Modified Normalized Difference Water Index) và NDBI (Normalized Difference Built-up Index) (Lu et al., 2011). Chỉ số bề mặt không thấm ISI (Impervious Surface Index) được tính toán từ 4 kênh phổ của ảnh SPOT-5 (Pairman, 2010). Đây là một vài nghiên cứu tính toán chỉ số đất xây dựng và bề mặt không thấm trực tiếp từ ảnh nhưng độ chính xác phụ thuộc hoàn toàn vào ngưỡng được chọn để chiết tách được bề mặt không thấm. Do vậy phân loại hướng đối tượng KNN với vùng mẫu trực tiếp sẽ khắc phục được sự lựa chọn ngưỡng chưa hợp lý của các phương pháp nêu trên.

Trong nghiên cứu này, dữ liệu ảnh Sentinel-2 được sử dụng để phân loại các lớp phủ đất bao gồm các bề mặt không thấm, thực vật, nước mặt và đất trống bằng thuật toán KNN (fuzzy K-Nearest Neighbors) và tính toán diện tích bề mặt không thấm ở khu vực thành phố Hồ Chí Minh, Việt Nam.

2. Khu vực nghiên cứu và dữ liệu sử dụng

2.1. Khu vực nghiên cứu

Thành phố Hồ Chí Minh nằm ở miền Nam của Việt Nam (10°46' vĩ độ Bắc và 106°42' kinh độ Đông) là trung tâm kinh tế, dịch vụ, du lịch, văn hoá và cảnh quan thiên nhiên. Đây là khu vực nằm bên sông Sài Gòn (Hình 1) với tổng diện tích khoảng 2.096 km² có dân số 8,993 triệu người vào năm 2019. Sự phát triển kinh tế mạnh mẽ đã thúc đẩy việc mở rộng các khu công nghiệp, các khu đô thị, hệ thống giao thông, và cơ sở hạ tầng. Đây là nguyên nhân chính gây ra sự gia tăng bề mặt không thấm ở khu vực này.

2.2. Dữ liệu sử dụng

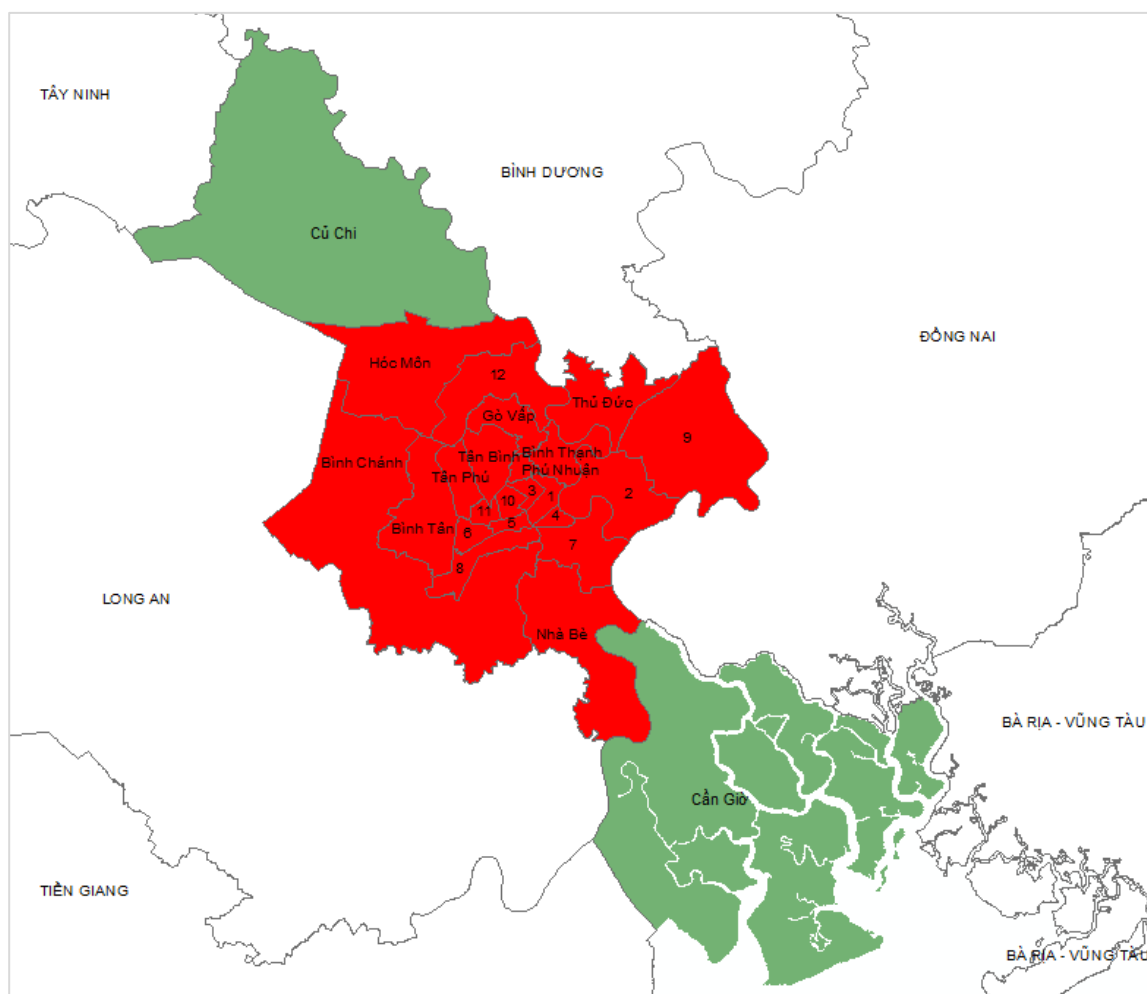
Bản đồ và các ảnh vệ tinh là dữ liệu cần thiết cho nghiên cứu này. Để chuẩn bị các dữ liệu, chúng tôi sử dụng bản đồ hiện trạng sử dụng đất tỷ lệ 1/10000 được thành lập năm 2020 của Tổng cục Quản lý đất đai, Bộ Tài nguyên và Môi trường cung cấp. Các ảnh vệ tinh được sử dụng để chiết xuất bề mặt không thấm là dữ liệu ảnh Sentinel-2. Bảng 1 cho thấy các thông số chi tiết của ảnh vệ tinh đã được sử dụng.

Bảng 2. Thông tin dữ liệu ảnh vệ tinh Sentinel-2 của khu vực nghiên cứu.

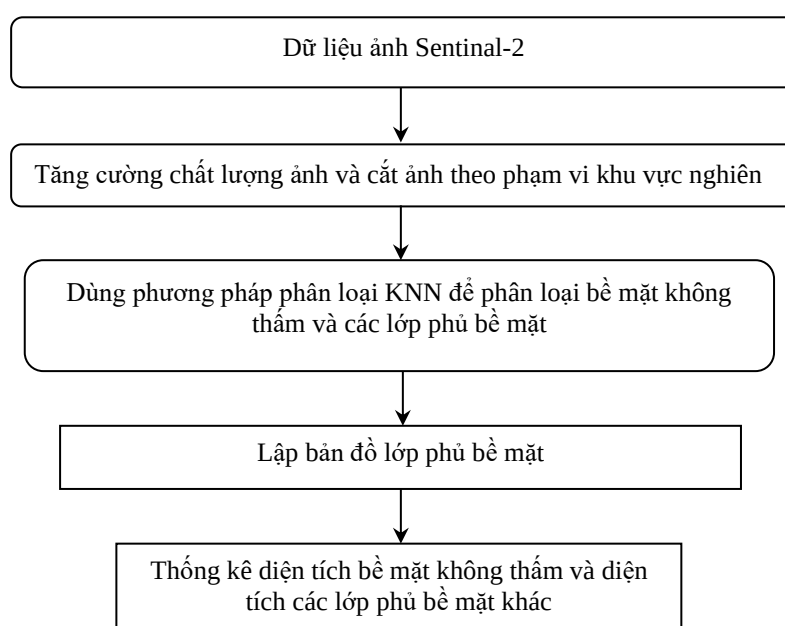
Vệ tinh	Bộ cảm	Ngày chụp	Độ phân giải không gian (m)
Sentinel-2	MSI	22/02/2020	10

3. Phương pháp nghiên cứu

Bốn loại lớp phủ bề mặt được phân loại từ các ảnh vệ tinh Sentinel-2 sử dụng phương pháp phân loại K-Nearest Neighbors (KNN). Kết quả phân loại các ảnh vệ tinh sẽ được sử dụng để thống kê diện tích bề mặt không thấm bằng các công cụ GIS. Toàn bộ quy trình thực nghiệm cho nghiên cứu này được thể hiện trong Hình



Hình 1. Khu vực nghiên cứu - Thành phố Hồ Chí Minh.



Hình Sơ đồ quy trình thực nghiệm thành lập bản đồ bề mặt không thấm.

3.1. Tiền xử lý ảnh

Ảnh Sentinel-2 sử dụng 04 kênh Red (R), Green (G), Blue (B) và Near-Infrared (NIR) có độ phân giải không gian 10m đã được hiệu chỉnh khí quyển và nắn chỉnh về lưới chiếu UTM. Sau đó, chúng được cắt theo ranh giới của khu vực nghiên cứu tại thành phố Hồ Chí Minh (Hình 3). Các tấm ảnh đã được cắt này được nâng cao chất lượng bằng cách kéo giãn độ tương phản và sử dụng các phép lọc không gian để phục vụ cho việc phân loại thành bốn lớp đối tượng.



Hình 3. Ảnh cắt ở khu vực nghiên cứu chụp ngày 22/02/2020.

3.2. Phương pháp phân loại mờ người láng giềng gần nhất

Phương pháp phân loại mờ người láng giềng gần nhất (Fuzzy KNN) là phương pháp phân loại có giám định dùng để phân loại bề mặt không thấm, đây là một phương pháp tốt để phân lớp các lớp đối tượng bề mặt ở cấp độ pixel (Keller et al., 1985). Phân loại KNN có thể thực hiện cả phân loại cứng và mềm. KNN dùng tập hợp con của tất cả các dữ liệu mẫu để xác định một lớp của điểm ảnh hoặc các thành viên của một lớp. Trong phương pháp phân loại mờ KNN tỷ lệ phần trăm của mỗi nhóm trong số k-láng giềng gần nhất được gán cho điểm ảnh như là một mức độ của thành viên đối với nhóm đó. Theo quy tắc phân loại mờ KNN, mức độ thành viên của mẫu kiểm tra x đến lớp c được tính như sau:

$$\mu_i(x) = \frac{\sum_{j=1}^k \mu_{ij} d^2(x - x_j)}{\sum_{j=1}^k d^2(x - x_j)} \quad (1)$$

Trong đó $i=1,2,3,\dots,C$ (số lớp cần phân loại), và $j=1,2,3,\dots,k$ (số láng giềng gần nhất). $\square_{ij}$ là thành viên của mẫu x_j từ tập hợp mẫu đến lớp i , trong số k láng giềng gần nhất của x . Giá trị của k được giới hạn trong lớp dữ liệu mẫu nhỏ nhất (Zhu & Basir, 2005).

Để thu thập các vùng mẫu, chúng tôi sử dụng các chỉ số SI, SAVI, NDWI, và ISI để tham khảo. Trong quá trình chọn mẫu các ngưỡng đối với mỗi chỉ số được đưa ra đối với bề mặt không thấm và các lớp phủ khác. Các điểm ảnh với dải giá trị dữ liệu SI, SAVI, NDWI và ISI nằm trong ngưỡng được phân loại cho mỗi lớp, tương ứng bề mặt không thấm, thảm thực vật, đất trống, nước mặt và đất khác.

3.3. Phương pháp đánh giá kết quả phân loại ảnh

Đánh giá độ chính xác phân loại theo mẫu kiểm chứng. Theo Congalton (1991), số lượng mẫu tốt nhất để kiểm chứng ít nhất là 50 mẫu trên 1 loại lớp sử dụng đất/ lớp phủ mặt đất. Độ chính xác phân loại được đánh giá bằng ma trận sai số và chỉ số thống kê Kappa (κ).

Chỉ số thống kê κ được tính theo công thức (Jensen, 1995):

$$\kappa = \frac{N \sum_{i=1}^r x_{ii} - \sum_{i=1}^r (x_{i+} \cdot x_{+i})}{N^2 - \sum_{i=1}^r (x_{i+} \cdot x_{+i})} \quad (2)$$

Trong đó: N : Tổng số điểm lấy mẫu; r : Số lớp đối tượng phân loại; x_{ii} : Số điểm đúng trong lớp thứ i ; x_{i+} : Tổng số điểm lớp thứ i của mẫu; x_{+i} : Tổng số điểm lớp thứ i sau phân loại.

4. Kết quả nghiên cứu và thảo luận

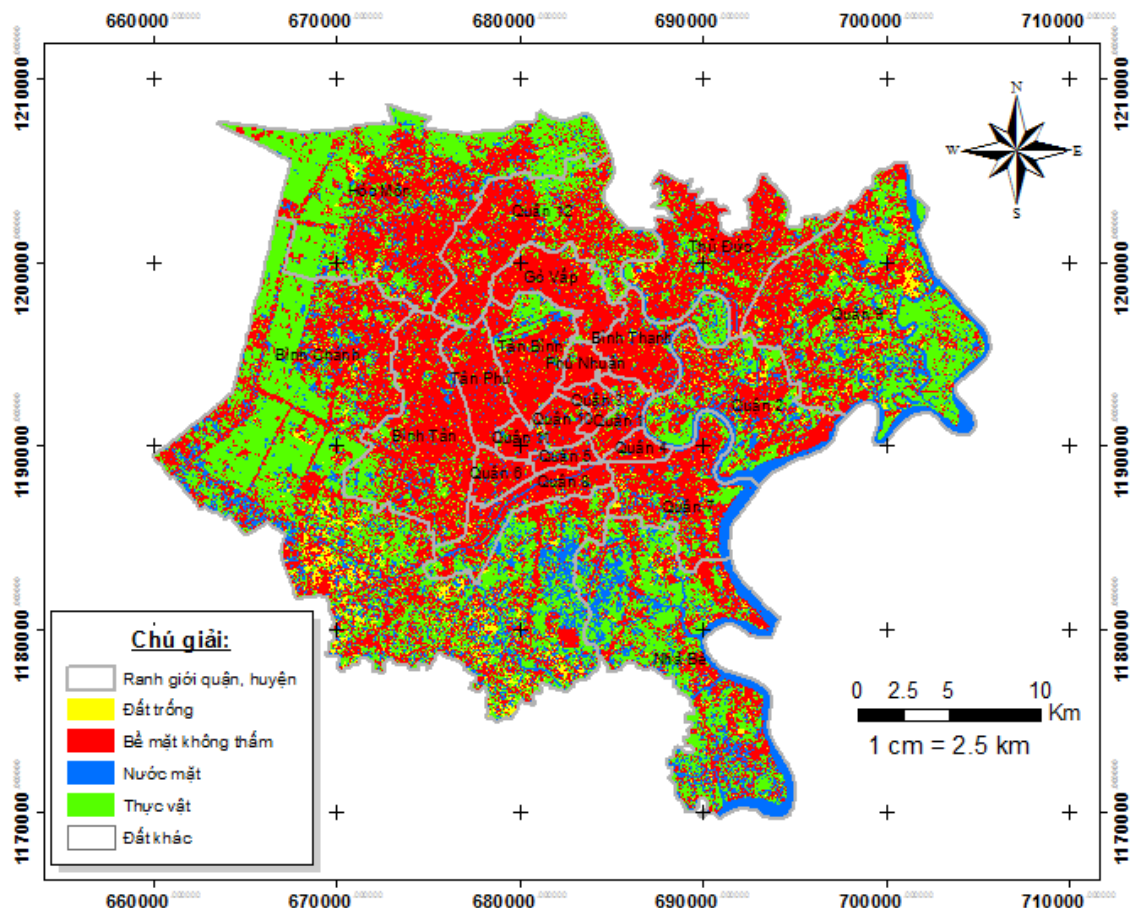
Từ dữ liệu ảnh Sentinel-2 khu vực thành phố Hồ Chí Minh với 04 kênh ảnh RGB và NIR, phương pháp phân loại mờ KNN được sử dụng để phân loại các lớp phủ bề mặt phục vụ cho việc thành lập bản đồ các lớp phủ bề mặt năm 2020 (Hình 4). Theo bản đồ lớp phủ bề mặt này, diện tích nước mặt, thực vật, đất trống và bề mặt không thấm được tính toán bằng công cụ tính diện tích trên phần mềm ArcGIS 10.2, sau đó xuất kết quả sang phần mềm Excel để thống kê diện tích các loại đất trên bản đồ và đưa ra trong Bảng 2. Kết quả này so với kết quả nghiên cứu trước của tác giả (Tùng, Trung et al. 2018) cho thấy tỷ lệ diện tích bề mặt không thấm tăng dần theo từng năm: 24.81% (năm 2002), 37.85% (năm 2009), 41.61% (năm 2016) và 48.10% (năm 2020). Trong khi đó, tỷ lệ diện tích thực vật giảm từ 61,17% xuống 32.43% trong giai đoạn 2002 - 2020.

Bảng 3. Diện tích lớp phủ bề mặt được chiết xuất từ dữ liệu ảnh Sentinel-2

Lớp phủ	Diện tích (Ha)	Chiếm tỷ lệ (%)
Đất trống	3453.06	3.61
Bề mặt không thấm	46012.55	48.10
Nước mặt	15163.72	15.85
Thực vật	31025.36	32.43
Đối tượng khác	4.15	0.004

Để đánh giá độ chính xác kết quả phân loại ảnh, chúng tôi lựa chọn ngẫu nhiên các vùng mẫu trong toàn bộ khu vực nghiên cứu bao gồm 204, 292, 269 và 274 điểm ảnh được lựa chọn để đánh giá kết quả phân loại của bốn lớp phủ bề mặt. Ma trận sai số của kết quả phân loại theo thuật toán KNN nhận được ở Bảng 3.

Trong đó độ chính xác toàn bộ và chỉ số Kappa lần lượt là 86.0% và 0.81 cho kết quả ảnh đã phân loại. Các chỉ số Kappa này được tính toán trong quá trình đánh giá độ chính xác kết quả phân loại dựa vào các vùng mẫu kiểm tra lấy từ bản đồ hiện trạng năm 2020 kết hợp với Google Earth. Theo các kết quả đánh giá này, kết quả phân loại có thể đảm bảo để thành lập bản đồ bề mặt không thấm và lớp phủ bề mặt cũng như dùng để phân tích các biến động của bề mặt không thấm và lớp phủ bề mặt trong các giai đoạn mà ảnh vệ tinh đã cung cấp.



Hình 4. Bản đồ lớp phủ bề mặt và bề mặt không thấm năm 2020.

Bảng 4. Độ chính xác phân loại ảnh.

Các mẫu	Đất trống	Bề mặt không thấm	Nước mặt	Thực vật	Tổng hàng	Độ chính xác sản xuất
Đất trống	185	9	0	5	199	0.93
Bề mặt không thấm	9	242	14	4	269	0.90
Nước mặt	8	32	210	11	261	0.80
Thực vật	2	9	45	254	310	0.82
Tổng cột	204	292	269	274	1039	
Độ chính xác người dùng	0.91	0.83	0.78	0.93		
Độ chính xác toàn bộ	0.86					
Chỉ số Kappa	0.81					

5. Kết luận

Trong nghiên cứu này, ảnh Sentinel-2 thu được trong năm 2020 đã được sử dụng để chiết tách ra các lớp phủ mặt đất bao gồm thực vật, đất trống, nước mặt và bề mặt không thấm. Để thực hiện nhiệm vụ này, phương pháp phân loại KNN được sử dụng để xây dựng bản đồ lớp phủ bề mặt ở khu vực thành phố Hồ Chí Minh. Kết quả cho thấy diện tích bề mặt không thấm là 46012.55 ha (chiếm 48.10%), diện tích thảm thực vật là 31025.36 ha (chiếm 32.43%), diện tích nước mặt là 15163.72 ha (chiếm 15.85%), diện tích đất trống là 3453.06 ha (chiếm 3.61%) và diện tích đất khác là 4.15 ha (chiếm 0.004%).

Độ chính xác phân loại ảnh bằng thuật toán KNN cho độ chính xác khá cao, nhận được bao gồm độ chính xác toàn bộ và chỉ số Kappa là 86%, 0.81 cho ảnh đã phân loại.

So sánh với kết quả nghiên cứu trước của tác giả (Phạm Văn Tùng và nnk, 2018) cho thấy tỷ lệ diện tích bề mặt không thấm tăng dần theo từng năm: 24.81% (năm 2002), 37.85% (năm 2009), 41.61% (năm 2016) và 48.10% (năm 2020). Sự gia tăng này chủ yếu chuyển đổi từ lớp thực vật sang bề mặt không thấm xảy

ra ở các khu vực ven đô thị (vùng gần ranh giới giữa các quận và huyện của thành phố Hồ Chí Minh). Những thay đổi này cho thấy xu hướng chuyển đổi mục đích sử dụng đất do chính sách quy hoạch sử dụng đất trong quá trình đô thị hóa của thành phố Hồ Chí Minh.

Lời cảm ơn

Các tác giả xin cảm ơn Cơ quan hàng không Vũ trụ châu Âu đã cung cấp dữ liệu ảnh Sentinel-2 và Tổng cục đất đai của Bộ Tài nguyên và Môi trường đã cung cấp bản đồ hiện trạng sử dụng đất của khu vực nghiên cứu.

Tài liệu tham khảo

- Bộ Công Thương (2015). Tiêu chuẩn Việt Nam ngành Trắc Địa Mỏ. Hà Nội, Viện tiêu chuẩn quốc gia Việt Nam.
- Carrivick, J., M. Smith and D. Quincey (2016). Structure from Motion in the Geosciences (index): 195-197.
- Derrien, A., N. Villeneuve, A. Peltier and F. Beauducel (2015). "Retrieving 65 years of volcano summit deformation from multi-temporal Structure-from-Motion: the case of Piton de la Fournaise (La Réunion Island)." *Geophysical Research Letters* **42**.
- DJI. (2020). "Phantom 4 RTK Visionary Intelligence, <https://www.dji.com/phantom-4-rtk>."
- Dugonjić Jovančević, S., J. Peranić, I. Ružić and Ž. Arbanas (2016). "Analysis of a historical landslide in the Rječina River Valley, Croatia." *Geoenvironmental Disasters* **3**(1): 26.
- Ekaso, D., F. Nex and N. Kerle (2020). "Accuracy assessment of real-time kinematics (RTK) measurements on unmanned aerial vehicles (UAV) for direct geo-referencing." *Geo-spatial Information Science*: 1-17.
- Fazeli, H., F. Samadzadegan and F. Dadrass Javan (2016). "Evaluating the potential of RTK-UAV for automatic point cloud generation in 3D rapid mapping." *ISPRS - International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences* **XLI-B6**: 221-226.
- Forlani, G., E. Dall'Asta, F. Diotri, U. M. d. Cella, R. Roncella and M. Santise (2018). "Quality assessment of DSMs produced from UAV flights georeferenced with on-board RTK positioning." *Remote Sensing* **10**(2): 311.
- Helliguy. (2020). "<https://www.heliguay.com/blog/2019/01/24/is-rtk-the-future-of-drone-mapping/>."
- Le Van Canh, Cao Xuan Cuong, Le Hong Viet and Dinh Tien (2020). "Volume computation of quarries in Vietnam based on Unmanned Aerial Vehicle (UAV) data." *Mining and earth sciences* **61**(1): 21-30.
- Nguyen Quoc Long, Bui Xuan Nam, Cao Xuan Cuong and Le Van Canh (2019). "An approach of mapping quarries in Vietnam using low-cost Unmanned Aerial Vehicles." *International Journal of Sustainable Development* **11**(2):199-210.
- Nguyễn Quốc Long and Lê Văn Cảnh (2020). "Khả năng ứng dụng thiết bị bay không người lái (UAV) kinh phí thấp để đo vẽ kiểm kê trữ lượng khoáng sản mô lộ thiên." *Công nghiệp mỏ* **02**: 79-85.
- Rossi, G., L. Tanteri, V. Tofani, P. Vannocci, S. Moretti and N. Casagli (2018). "Multitemporal UAV surveys for landslide mapping and characterization." *Landslides* **15**(5): 1045-1052.
- Sayab, M., D. Aerden, M. Paananen and P. Saarela (2018). "Virtual Structural Analysis of Jokisivu Open Pit Using 'Structure-from-Motion' Unmanned Aerial Vehicles (UAV) Photogrammetry: Implications for Structurally-Controlled Gold Deposits in Southwest Finland." *Remote Sensing* **10**: 1296.
- Štroner, M., R. Urban, T. Reindl, J. Seidl and J. Brouček (2020). "Evaluation of the Georeferencing Accuracy of a Photogrammetric Model Using a Quadcopter with Onboard GNSS RTK." *Sensors* **20**: 2318.
- Taddia, Y., F. Stecchi and A. Pellegrinelli (2020). "Coastal Mapping using DJI Phantom 4 RTK in Post-Processing Kinematic Mode." *Drones* **4**: 9.
- Tomaščík, J., M. Mokros, P. Surovy, A. Grznárová and J. Merganič (2019). "UAV RTK/PPK Method - An Optimal Solution for Mapping Inaccessible Forested Areas?" *Remote Sensing* **11**: 721.
- Tùng, P. V., N. V. Trung, N. H. Long and N. Đ. Hùng (2018). "Quan trắc sự mở rộng bề mặt không thấm sử dụng dữ liệu ảnh vệ tinh SPOT-5 và Sentinel-2 ở khu vực thành phố Hồ Chí Minh." *Tạp chí Khoa học Kỹ thuật Mỏ - Địa chất* **59**(2): 69-76.
- Tziavou, O., S. Pytharouli and J. Souter (2017). "Unmanned Aerial Vehicle (UAV) based mapping in engineering geological surveys: Considerations for optimum results." *Engineering Geology* **232**.
- Wiącek, P. and K. Pyka (2019). "THE TEST FIELD FOR UAV ACCURACY ASSESSMENTS." *ISPRS - International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences* **XLII-1/W2**: 67-73.

Zhang, H., E. Aldana Jague, F. Clapuyt, F. Wilken, V. Vanacker and K. Oost (2019). "Evaluating the potential of post-processing kinematic (PPK) georeferencing for UAV-based structure- from-motion (SfM) photogrammetry and surface change detection." *Earth Surface Dynamics* 7.

ABSTRACT

Establishment of the impervious surfaces map using Sentinel-2 data: a case study in Ho Chi Minh City

Pham Van Tung ^{1,*}, Nguyen Van Trung ², Vu Xuan Cuong ¹, Nguyen Van Son ³

¹ *University of Natural Resources and Environment of Ho Chi Minh City, Vietnam*

² *University of Mining and Geology, Vietnam*

³ *Branch of Land Registration Office Ninh Kieu District, Can Tho City, Vietnam*

Ho Chi Minh city is known as a quick urbanization area in Vietnam. Meanwhile, impervious surfaces to be known as the key to identify the urbanization and urban sustainable development as well as planning of natural resources. Using satellite data to create the impervious surfaces map is effective method and assurance of reliability for large areas. In this study, temporal Sentinel-2 data acquired in 2020 were classified for four classes including open water, vegetation, barren and impervious surface area using KNN classifier algorithm by eCognition software. This study evaluates the accuracy of the classification of Land Cover and impervious surfaces. At the same time, it also affirms the effectiveness and reliability of the classification method. Besides, the area of impervious surfaces in 2020 will be compared with the area of impervious surfaces in 2002, 2009 and 2016. From there, we will see an expansion of the impervious surface area during urbanization in Vietnam's largest city. The valuable information on Urban Area Expansion Trends will provide planners with policies on natural resource planning and sustainable development.

Keywords: Ho Chi Minh City, Urbanization, Impervious surface, Sentinel-2, KNN classification.

Xử lý mây và pan-sharpening ảnh Sentinel-2 theo dõi sự phát triển đô thị tại huyện đảo Phú Quốc

Phạm Quốc Việt ^{1*}, Võ Quốc Tuấn ²

¹ Học viên Cao học ngành Quản lý đất đai, Trường Đại học Cần Thơ, Việt Nam

² Khoa Môi trường và Tài nguyên Thiên nhiên, Trường Đại học Cần Thơ, Việt Nam

TÓM TẮT

Hiện nay, với mục tiêu trở thành đặc khu kinh tế, huyện đảo Phú Quốc đang đứng trước nhiều thách thức trong việc quản lý đô thị. Vì vậy, việc sử dụng viễn thám theo dõi sự phát triển đô thị là hết sức cần thiết. Tuy nhiên, các dữ liệu ảnh quang học thường bị mây che phủ, làm ảnh hưởng đến độ chính xác của kết quả giải đoán ảnh. Vì vậy, việc loại bỏ mây sẽ tăng độ chính xác của kết quả giải đoán. Sentinel-2 chỉ cung cấp 4 kênh có độ phân giải 10m, điều này gây khó khăn trong một số nghiên cứu, đặc biệt khi cần tính toán nhiều chỉ số khác nhau. Đồng thời, việc thiếu một kênh Panchromatic gây khó khăn trong việc tạo ra các kênh độ phân giải 10m. Tuy nhiên, một số phương pháp đã được phát triển để tăng độ phân giải của các kênh 20m lên đến 10m. Nghiên cứu tiến hành xử lý mây ảnh Sentinel-2 trên nền tảng Google Earth Engine và Pan-Sharpning các kênh SWIR bằng phương pháp IHS. Sử dụng Raster Calculator để phân loại hiện trạng đô thị, từ đó đánh giá sự phát triển đô thị trong giai đoạn 2015-2019. Kết quả nghiên cứu cho thấy diện tích đô thị tại huyện đảo Phú Quốc trong giai đoạn 2015-2019 đã tăng 616,62 ha (16,51%). Kết quả đánh giá độ chính xác năm 2019 dựa vào các điểm khảo sát ngẫu nhiên trên Google Earth với độ chính xác toàn cục là 90,4% và hệ số Kappa là 0,81 cho thấy việc xử lý mây và Pan-Sharpning ảnh Sentinel-2 trong theo dõi đô thị hóa là rất hiệu quả, làm cơ sở cho các nghiên cứu khác trong thời gian tới.

Từ khóa: Đô thị; Pan-Sharpning; Phú Quốc; Sentinel-2; xử lý mây

Đặt vấn đề

Hơn một nửa dân số đang sống ở các thành phố và các khu dân cư đô thị, nơi khí hậu và môi trường bị ảnh hưởng trầm trọng bởi sự gia tăng các cơ sở hạ tầng và hoạt động đô thị hóa (Foley et al. 2005). Trong những thập kỷ gần đây, đô thị hóa và thay đổi sử dụng đất đã trở thành mối quan tâm hàng đầu (Haase 2009). Huyện đảo Phú Quốc với định hướng trở thành đặc khu kinh tế, đang đứng trước nhiều thách thức trong việc quản lý đô thị. Tốc độ đô thị hóa nhanh tại huyện đảo Phú Quốc đã và đang tạo ra áp lực lớn đối với môi trường, sản xuất nông nghiệp và đời sống dân sinh. Do đó, việc giám sát sự phát triển của đô thị để cung cấp các thông tin hữu ích đến nhà quản lý là việc làm thiết thực hướng đến mục tiêu phát triển đô thị bền vững. Đồng thời việc giám sát được sự mở rộng của không gian đô thị có thể cung cấp các dữ liệu cần thiết cho việc lập kế hoạch cũng như quy hoạch sử dụng đất đai.

Viễn thám được công nhận là một phương tiện hữu ích để theo dõi các thay đổi sử dụng đất nói chung và đô thị hóa nói riêng, nó cung cấp dữ liệu cần thiết để xác định và lập bản đồ các sự thay đổi trong ngắn hạn và dài hạn (Abd EL-kawy et al. 2019). Trước đây, công nghệ viễn thám được sử dụng trong các nghiên cứu về đô thị hóa mang lại hiệu quả tương đối tốt (Ví dụ: Chen et al. 2016; Taubenbk et al. 2009). Tuy nhiên, các dữ liệu ảnh quang học thường bị mây che phủ làm giảm độ chính xác của kết quả giải đoán, do đó việc xử lý mây sẽ phần nào cải thiện được hạn chế này.

Ảnh vệ tinh Sentinel-2 bao gồm 13 kênh, trong đó có 4 kênh có độ phân giải 10m, 6 kênh 20m và 3 kênh 60m. Sentinel-2 không cung cấp một kênh Panchromatic, điều này gây khó khăn trong việc tạo ra một tập hợp các kênh ảnh có độ phân giải cao từ các kênh có độ phân giải thấp. Tuy nhiên, một số phương pháp đã được phát triển để tăng cường độ phân giải của các kênh có độ phân giải thấp (20m) lên đến 10m bằng cách sử dụng các kênh ảnh có độ phân giải cao 10m như một kênh Panchromatic (Ví dụ: Wang et al. 2016; Vaiopoulos and Karantzalos 2016).

* Tác giả liên hệ

Email: vietpham260398@gmail.com

NDBI là chỉ số rất quan trọng trong phân loại hiện trạng đô thị, kênh SWIR là cần thiết cho việc tính toán chỉ số NDBI. Mặt khác, việc tổ hợp màu với các kênh hồng ngoại sóng ngắn (SWIR) cho hình ảnh sắc nét hơn. Tuy nhiên, Sentinel-2 lại cung cấp các kênh SWIR với độ phân giải không gian 20m. Chính vì thế, trong nghiên cứu này, chúng tôi đã tiến hành Pan-Sharpning các kênh SWIR để phục vụ cho việc phân loại hiện trạng đô thị.

Nghiên cứu được thực hiện nhằm đánh giá hiệu quả của kỹ thuật xử lý mây và Pan Shapening trên ảnh vệ tinh Sentinel-2, đồng thời đánh giá sự phát triển của đô thị tại huyện đảo Phú Quốc trong giai đoạn 2015 - 2019.

2. Cơ sở lý thuyết và phương pháp nghiên cứu

2.1. Phương pháp xử lý mây trên nền tảng Google Earth Engine

Google Earth Engine (GEE) là một nền tảng dựa trên đám mây để phân tích khoa học và trực quan hóa các bộ dữ liệu không gian địa lý quy mô Petabyte (Liu et al. 2018). Nền tảng này là nơi người dùng có thể viết và thực thi các tập lệnh để chia sẻ và lặp lại quy trình xử lý và phân tích không gian địa lý để giải quyết nhiều vấn đề xã hội có tác động lớn như phá rừng, hạn hán, thảm họa, dịch bệnh, an ninh lương thực, quản lý nước, giám sát khí hậu và giám sát tài nguyên.

Sentinel-2 cung cấp một kênh QA60 chứa thông tin mặt nạ đám mây, điều này được tận dụng trong nghiên cứu để xử lý mây cho ảnh Sentinel-2. Chúng tôi sử dụng dữ liệu ảnh đa thời gian bao gồm tất cả các ảnh được thu nhận trong một năm (áp dụng cho mỗi năm 2015, 2017, 2019), đầu tiên chúng tôi xóa bỏ các pixel bị mây che phủ thông qua việc sử dụng thông tin mặt nạ đám mây của kênh QA60, sau đó chúng tôi sử dụng thuật toán Median để tính toán trung bình các ảnh trong tập ảnh để thu nhận một tấm ảnh hoàn toàn không bị ảnh hưởng bởi mây.

Ngoài ra nền tảng Google Earth Engine còn hỗ trợ việc giới hạn vùng nghiên cứu thông qua thuật toán *Clip.image* và xuất ảnh sang Google Drive thông qua thuật toán *Export.image.toDrive*.

Đường dẫn đến kịch bản GEE:

<https://code.earthengine.google.com/31481a0f805c3371d445c75a5e7f81>

2.2. Phương pháp Pan-Sharpning (IHS)

Sentinel-2 cung cấp bốn kênh 10m có mối tương quan cao với các kênh 20m. Điều bắt buộc là kênh 8A phải được làm nét bởi kênh 8, trong khi kênh 11 và 12 phải được làm nét bởi kênh 4 thay vì kênh 8 (Kaplan and Avdan 2018). Trong nghiên cứu này chúng tôi đã sử dụng kênh 4 như một kênh Panchromatic để làm nét cho kênh 11 và 12 bằng phương pháp IHS.

IHS là một trong những phương pháp trộn ảnh phổ biến nhất trong các ứng dụng viễn thám. Phép biến đổi IHS là một kỹ thuật trong đó không gian RGB được thay thế trong không gian IHS bằng cường độ (I), màu sắc (H) và mức độ bão hòa (S). Quá trình hợp nhất sử dụng biến đổi IHS này được thực hiện theo ba bước sau. (Kazi et al. 2007)

- 1) Đầu tiên, chuyển đổi không gian RGB thành không gian IHS (biến đổi IHS).
- 2) Giá trị của cường độ $I = (R + G + B) / 3$ được thay bằng giá trị của PAN.
- 3) Biến đổi trở lại không gian RGB ban đầu (biến đổi IHS ngược).

2.3. Tính toán các chỉ số NDBI, NDVI, NDWI

Chỉ số NDVI được xác định dựa trên sự phản xạ khác nhau của thực vật thể hiện giữa kênh phổ thấy được và kênh phổ cận hồng ngoại, dùng để biểu thị mức độ tập trung của thực vật trên mặt đất. Chỉ số NDVI được tính theo công thức:

$$NDVI = \frac{NIR-RED}{NIR+RED} \quad (\text{Tucker 1979}) \quad (1)$$

Trong đó: NIR là phổ phản xạ của kênh hồng ngoại gần, Red là phổ phản xạ của kênh đỏ

Chỉ số NDWI tối đa hóa phản xạ của nước do đó các đối tượng mặt nước được đặc trưng với giá trị dương, thực vật và các đối tượng khác đặc trưng bởi các giá trị nhỏ hơn hoặc bằng 0. Chỉ số NDWI được tính theo công thức:

$$NDWI = \frac{GREEN-NIR}{GREEN+NIR} \quad (\text{Prasomsup et al. 2020}) \quad (2)$$

Trong đó: GREEN là phổ phản xạ của kênh xanh lá, NIR là phổ phản xạ của kênh hồng ngoại gần

Chỉ số khác biệt xây dựng chuẩn hóa (Normalized Difference Build up Index - NDBI) làm nổi bật các khu vực đô thị

$$NDBI = \frac{SWIR-NIR}{SWIR+NIR} \quad (\text{Kuc and Chormański 2019}) \quad (3)$$

Trong đó: SWIR là phổ phản xạ của kênh hồng ngoại sóng ngắn, NIR là phổ phản xạ của kênh hồng ngoại gần

2.4. Phương pháp phân loại hiện trạng đô thị (Raster Calculator)

Raster Calculator cho phép người dùng thực hiện các phép tính trên cơ sở giá trị pixel raster hiện có. Các kênh 2, 3, 4, 8, 11, 12 và các ảnh chỉ số NDBI, NDVI, NDWI đã được sử dụng trong việc phân loại hiện trạng đô thị. Để xác định ngưỡng giá trị NDBI, NDVI, NDWI của đối tượng đô thị chúng tôi đã thu thập 100 điểm đô thị trên Google Earth và xác định sự tương quan giữa chúng với chỉ số NDWI, NDBI, NDWI trên ảnh. Kết quả được thể hiện ở Bảng 1.

Bảng 1: Chỉ số được áp dụng để phân loại hiện trạng đô thị.

Đối tượng	NDBI	NDVI	NDWI
Đô thị	$-0,15 < \text{NDBI} < 0,28$	$0 < \text{NDVI} < 0,26$	$-0,3 < \text{NDWI} < 0$

Thông thường NDBI của đối tượng đô thị mang giá trị dương, do đó có thể thấy sau khi Pan-Sharpning ngưỡng chỉ số NDBI của đối tượng đô thị đã có chút thay đổi.

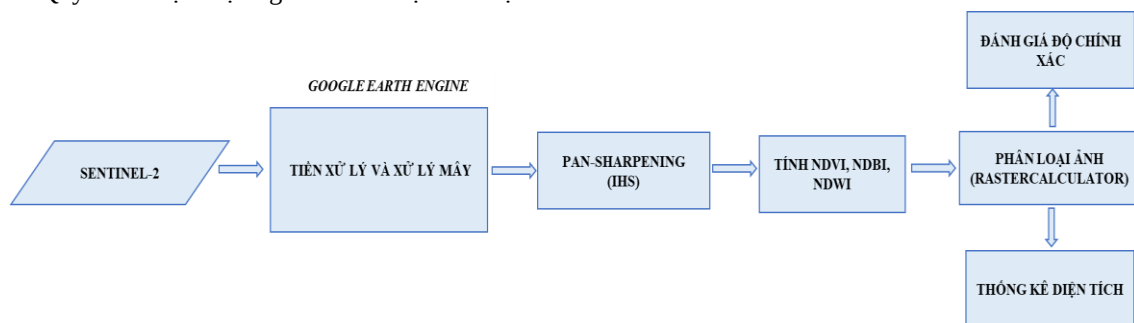
3. Phương pháp đánh giá độ chính xác

Để thực hiện việc đánh giá độ chính xác, chúng tôi đã thu thập 115 điểm trên Google Earth trong đó có 67 điểm là đô thị, 48 điểm là các loại đất khác, việc thu thập các điểm mẫu này là hoàn toàn ngẫu nhiên. Từ kết quả khảo sát đối chiếu với bản đồ đã được giải đoán để đánh giá độ chính xác. Lập ma trận sai số phân loại trên cơ sở so sánh kết quả phân loại với kết quả được khảo sát thực tế (Nguyễn Ngọc Thạch, 2005) và tính toán hệ số Kappa (Cohen, 1960).

$$K = \frac{T-E}{1-E} \quad (\text{Cohen, 1960}) \quad (4)$$

Trong đó: T- Độ chính xác toàn cục cho bởi ma trận sai số; E- Đại lượng thể hiện sự mong muốn phân loại chính xác có thể đoán trước

Quy trình thực hiện nghiên cứu được thể hiện ở Hình 1



Hình 1: Quy trình thực hiện nghiên cứu.

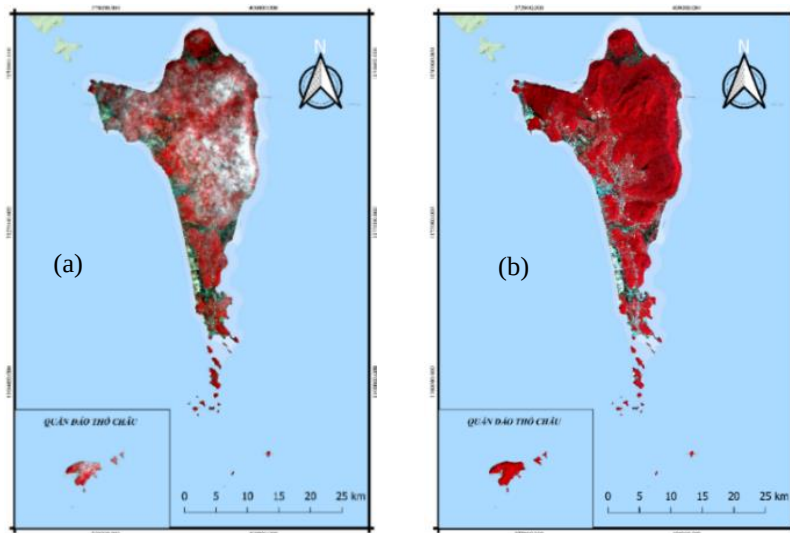
4. Kết quả và thảo luận

4.1. Kết quả xử lý mây

Bộ ảnh được thu thập là tập hợp tất cả các ảnh trong từng năm 2015, 2017 và 2019 tại huyện đảo Phú Quốc, đối với một nước nằm trong vùng nhiệt đới như Việt Nam, việc thu thập được một tấm ảnh không bị ảnh hưởng bởi mây là rất hạn chế. Sự hiện diện của mây làm ảnh hưởng đến kết quả giải đoán, những vị trí bị mây che phủ có tỷ lệ phân loại nhầm rất cao. Việc sử dụng nền tảng GEE giúp chúng tôi xử lý được mây trên ảnh Sentinel-2 thông qua thuật toán Meidan. Kết quả xử lý mây được thể hiện ở Hình

Kết quả xử lý mây cho thấy các pixel bị mây đã hoàn toàn bị loại bỏ giúp khả năng nhận diện và phân loại đối tượng được tốt hơn.

4.2. Kết quả Pan-Sharpning



Hình 2: Kết quả xử lý mây. (a) Trước xử lý; (b) Sau xử lý.

Trong nghiên cứu này, chúng tôi đã thực hiện Pan-Sharpning các kênh 11 và 12 để tính toán các chỉ số NDBI, NDVI và NDWI nhằm hỗ trợ cho việc phân loại, trong đó chỉ số NDBI đóng vai trò quan trọng trong phân loại hiện trạng đô thị. Kết quả Pan-Sharpning được thể hiện ở Hình 3.



Hình 3: Kết quả Pan-Sharpning ảnh Sentinel-2.
(a) Kênh 11 trước Pan-Sharpning; (b) Kênh 11 sau Pan-Sharpning.

Thông qua kỹ thuật Pan-Sharpning, độ phân giải của các kênh SWIR đã được tăng lên 10m bằng với các kênh độ phân giải cao của ảnh Sentinel-2. Các tổ hợp màu của các kênh SWIR có thể nhận diện đối tượng đô thị tốt hơn các tổ hợp màu khác. Mặt khác kỹ thuật Pan-Sharpning cũng cho thấy sự biến dạng về quang phổ trên ảnh đầu ra, sự biến dạng về màu sắc là có so với ảnh gốc ban đầu, điều này là một trở ngại trong việc phân loại ảnh.

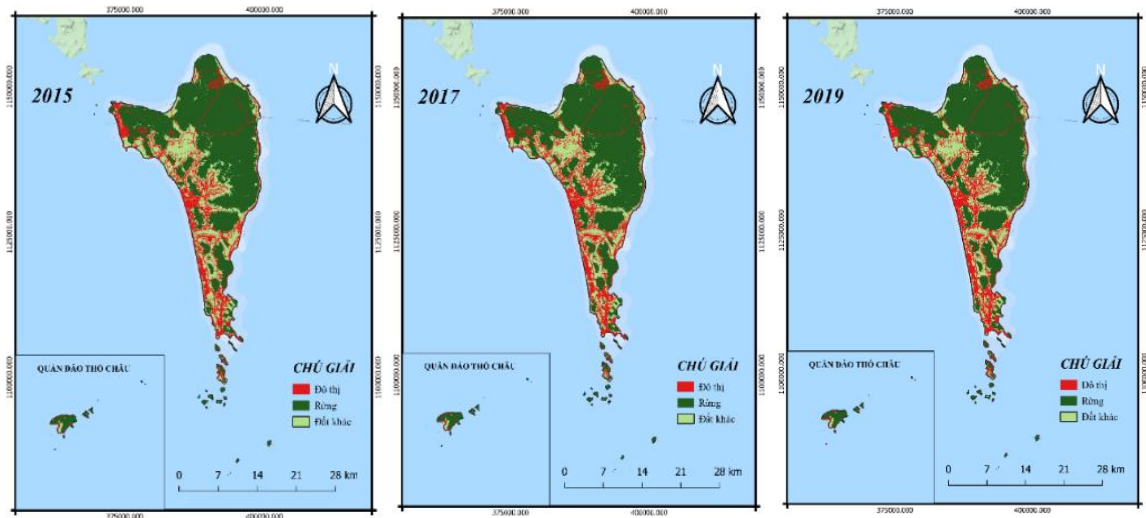
4.3. Kết quả phân loại ảnh

Với việc xây dựng bộ quy tắc từ các chỉ số đã tính được và công cụ Rater Calculator, chúng tôi đã phân loại được hiện trạng đô thị trong các năm 2015, 2017 và 2019.

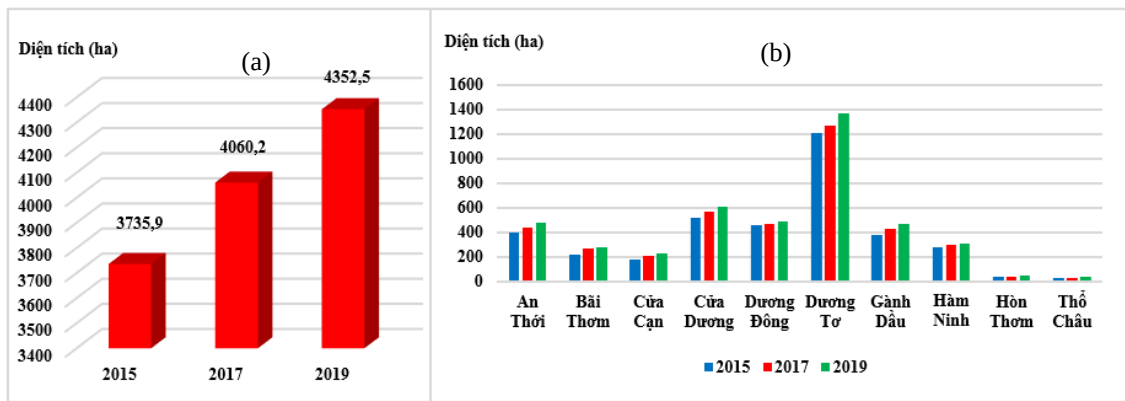
Kết quả phân loại ảnh cho thấy đất đô thị tại huyện đảo Phú Quốc chủ yếu tập trung ở ven biển, nguyên nhân một phần do sự phát triển các khu du lịch biển cũng như bất động sản ven biển một cách ồ ạt. Tốc độ đô thị hóa nhanh với sự gia tăng liên tục diện tích đô thị đã phần nào làm suy giảm diện tích thảm thực vật. Tuy nhiên, diện tích thảm thực vật tại huyện đảo Phú Quốc vẫn rất lớn và chủ yếu là rừng.

Từ kết quả phân loại, chúng tôi đã tính toán được diện tích đô thị tại huyện đảo Phú Quốc.

Hình 5a biểu diễn sự biến động diện tích đô thị của khu vực nghiên cứu theo thời gian. Theo đó, giai đoạn 2015-2017 (tăng 324,3 ha) có xu hướng gia tăng diện tích đô thị mạnh mẽ hơn giai đoạn 2017-2019 (tăng 292,32 ha). Điều này chứng tỏ các cơ quan quản lý đô thị đã có các chính sách để kiểm soát tỷ lệ giữa



Hình 4: Kết quả phân loại hiện trạng đô thị.



Hình 5: Biểu đồ biến động diện tích đô thị tại huyện đảo Phú Quốc giai đoạn 2015-2019.
(a) Tổng diện tích đô thị; (b) Diện tích đô thị tại các xã.

diện tích cây xanh và diện tích xây dựng, qua đó cải thiện phần nào vấn đề về môi trường. Kết quả cũng cho thấy tốc độ đô thị hóa tại huyện đảo Phú Quốc là tương đối nhanh, trong giai đoạn 2015-2019 diện tích đất đô thị đã tăng 616,62 ha (16,51%).

Xét về mặt diện tích, xã Dương Tơ chiếm một diện tích rất lớn (1368,69 ha năm 2019) và có xu hướng tăng liên tục. Xét về mật độ, thị trấn Dương Đông có mật độ đô thị rất cao (38% năm 2019), diện tích có xu hướng tăng nhưng với tốc độ khá chậm so với các xã khác như Dương Tơ, Gành Dầu, Cửa Dương và thị trấn An Thới. Nhìn chung diện tích đô thị tại các xã trên huyện đảo Phú Quốc đều có xu hướng tăng đặc biệt ở các xã như Dương Tơ, Cửa Dương, Gành Dầu và TT. An Thới. Nghiên cứu cũng nhận thấy diện tích lớp phủ thực vật vẫn chiếm một tỷ lệ cao mặc dù chúng đang có xu hướng giảm liên tục và bị thay thế dần bởi các công trình xây dựng.

4.4. Kết quả đánh giá độ chính xác

Dựa vào các điểm khảo sát ngẫu nhiên trên Google Earth chúng tôi đã tiến hành đánh giá độ chính xác của kết quả phân loại năm 2019. Kết quả đánh giá độ chính xác được thể hiện ở Bảng 2.

Bảng 2: Ma trận sai số phân loại

KHẢO SÁT	Giải đoán			
		Đô thị	Đất khác	Độ chính xác
	Đô thị	63	4	94,03%
	Đất khác	7	41	85,42%
	Độ chính xác toàn cục			90,43%
	Hệ số Kappa			0,81

Kết quả với độ chính xác toàn cục 90,4% và hệ số Kappa 0,81 cho thấy kết quả phân loại là rất tốt. Đối tượng đất đô thị chủ yếu bị nhầm lẫn với đối tượng đất trống do hai đối tượng này có ngưỡng các chỉ số (NDBI, NDVI, NDWI) tương đối giống nhau. Mặt khác, sự biến dạng về màu sắc trên ảnh sau khi Pan-Sharpining cũng gây khó khăn trong việc nhận diện các đối tượng.

Nhìn chung, kết quả Pan-Sharpining đã tăng cường độ phân giải của các kênh có độ phân giải thấp, ảnh đầu ra có sự biến dạng về màu sắc so với ảnh gốc. Tuy nhiên, với việc tăng cường được độ phân giải của các kênh có độ phân giải thấp, Pan-Sharpining vẫn là một kỹ thuật quan trọng và được áp dụng nhiều trong khoa học viễn thám. Kết quả phân loại trên ảnh đã xử lý mây và Pan-Sharpining cho kết quả rất tốt với độ chính xác toàn cục là 90,4% và hệ số Kappa là 0,81. Tuy nhiên, việc phân loại đối tượng đô thị vẫn dễ bị nhầm lẫn với đối tượng đất trống do đó việc tích hợp ảnh radar và sử dụng dữ liệu ảnh đa thời gian là cần thiết trong các nghiên cứu sắp tới.

5. Kết luận

Kết quả nghiên cứu cho thấy việc xử lý mây và Pan-Sharpining ảnh Sentinel-2 là rất hiệu quả trong theo dõi diễn biến đô thị hóa. Kết quả phân loại với độ chính xác toàn cục 90,4% và hệ số Kappa là 0,81 đã phân loại được hiện trạng đô thị tại huyện đảo Phú Quốc trong các năm 2015, 2017 và 2019. Nghiên cứu chỉ ra rằng tốc độ đô thị hóa tại huyện đảo Phú Quốc diễn ra khá nhanh, tăng 16,51% trong giai đoạn 2015-2019. Tuy nhiên, để các nghiên cứu sắp tới đạt hiệu quả hơn cần sử dụng dữ liệu ảnh đa thời gian, nghiên cứu sâu hơn các phương pháp Pan-Sharpining cũng như việc tích hợp ảnh radar và ảnh quang học.

Lời cảm ơn

Đề tài này được tài trợ bởi Dự án Nâng cấp Trường Đại học Cần Thơ VN14-P6 bằng nguồn vốn vay ODA từ chính phủ Nhật Bản.

Tài liệu tham khảo

- Abd EL-kawy, Osama Rady, Hassan Ahmed Ismail, Hythem Mohamed Yehia, and Mohamed Abdelrady Allam, 2019. Temporal Detection and Prediction of Agricultural Land Consumption by Urbanization Using Remote Sensing. *Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Science*, 22: 237-46.
- Chen, Wei, Yao Zhang, Weijun Gao, and Dian Zhou, 2016. The Investigation of Urbanization and Urban Heat Island in Beijing Based on Remote Sensing. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 216: 141-50.
- Cohen, J., 1960. A Coefficient of Agreement for Nominal Scales. *Educational and Psychological Measurement*, 20: 37-46.
- Foley, Jonathan A. et al, 2005. Global Consequences of Land Use. *Science*, 309: 570-74.
- Haase, Dagmar, 2009. Effects of Urbanisation on the Water Balance - A Long-Term Trajectory. *Environmental Impact Assessment Review*, 29: 211-19.
- Kazi A. Kalpoma and Jun-ichi Kudoh, 2007. Image Fusion Processing for IKONOS 1-m Color Imagery. *IEEE Transactions On Geoscience And Remote Sensing*, 10: 3075-3086
- Kuc, G., and J. Chormański, 2019. Sentinel-2 Imagery for Mapping and Monitoring Imperviousness in Urban Areas. *International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences - ISPRS Archives*, 42 : 43-47.
- Liu, Xiaoping et al, 2018. High-Resolution Multi-Temporal Mapping of Global Urban Land Using Landsat Images Based on the Google Earth Engine Platform. *Remote Sensing of Environment*, 209: 227-39.
- Nguyễn Ngọc Thạch, 2005. *Cơ sở viễn thám*. Nhà xuất bản Khoa học - Kỹ thuật Hà Nội, Hà Nội, 207 trang.
- Prasomsup, W., P. Piyatadsananon, W. Aunphoklang, and A. Boonrang, 2020. Extraction Technic for Built-up Area Classification in Landsat 8 Imagery. *International Journal of Environmental Science and Development*, 11: 15-20.
- Taubenböck, H. et al, 2009. Urbanization in India - Spatiotemporal Analysis Using Remote Sensing Data. *Computers, Environment and Urban Systems* 33: 179-88.
- Tucker, J., 1979. Red and Photographic Infrared Linear Combinations for Monitoring Vegetation. *Remote Sensing of Environment*, 150: 127-50.
- Vaiopoulos, A. D., and K. Karantzalos, 2016. Pansharpening on the Narrow VNIR and SWIR Spectral Bands of Sentinel-2. *International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences - ISPRS Archives*, 41 : 723-30.
- Wang, Qunming, Wenzhong Shi, Zhongbin Li, and Peter M. Atkinson, 2016. Fusion of Sentinel-2 Images. *Remote Sensing of Environment*, 187: 241-52.

ABSTRACT

Cloud masking and pan-sharpening for Sentinel-2 image in monitoring urban development in Phu Quoc island district

Pham Quoc Viet ¹, Vo Quoc Tuan ²

¹ Master student in land management, Can Tho University, Vietnam

² College of the Environment and Natural Resources, Can Tho University, Vietnam

Currently, with the goal of becoming a special economic zone, Phu Quoc district is facing many challenges in urban management. Therefore, it is necessary to use remote sensing to monitor urban development. However, optical data is often covered by clouds, which affects the accuracy of the image classification results. Therefore, the elimination of clouds will increase the accuracy of the classification results. Sentinel-2 data provides 4 bands with 10m resolution, which makes difficult in some studies, especially when calculating vegetation indexes. At the same time, the lack of a Panchromatic band makes it difficult to create 10m resolution bands from low resolution bands. However, several methods have been developed to increase the resolution of 20m bands up to 10m. This study conducted cloud masking of Sentinel-2 databased on the Google Earth Engine platform and Pan-Sharpening SWIR bands by IHS method. Using Raster Calculator to classify urban area, thereby assessing urban development in the period 2015-2019. The results showed that the urban area in Phu Quoc district during 2015-2019 has increased by 616,62 ha (16,51%). Accuracy assessment is conducted by using random points collected from Google Earth, with total accuracy of 90,4% and a Kappa coefficient of 0,81 showing cloud masking and Pan-Sharpening for Sentinel- 2 data in monitoring urbanization is very effective, as a basis for other studies in the future.

Keywords: Cloud masking; Pan-Sharpening; Phu Quoc; Sentinel-2; urban.

KHOA HỌC TRÁI ĐẤT VÀ TÀI NGUYÊN VỚI PHÁT TRIỂN BỀN VỮNG



ISBN 978-604762277-1



9 786047 622771