

BỘ TÀI NGUYÊN VÀ MÔI TRƯỜNG
TRƯỜNG ĐẠI HỌC TÀI NGUYÊN VÀ MÔI TRƯỜNG HÀ NỘI

Giải pháp

**KẾT NỐI VÀ CHIA SẺ
HỆ THỐNG CƠ SỞ DỮ LIỆU
PHỤC VỤ CÔNG TÁC ĐÀO TẠO, QUẢN LÝ
LĨNH VỰC TÀI NGUYÊN, MÔI TRƯỜNG**



NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC TỰ NHIÊN VÀ CÔNG NGHỆ

TRƯỜNG ĐẠI HỌC TÀI NGUYÊN VÀ MÔI TRƯỜNG HÀ NỘI

KỶ YẾU

HỘI THẢO KHOA HỌC QUỐC GIA

**GIẢI PHÁP KẾT NỐI
VÀ CHIA SẺ HỆ THỐNG CƠ SỞ DỮ LIỆU
PHỤC VỤ CÔNG TÁC ĐÀO TẠO, QUẢN LÝ
LĨNH VỰC TÀI NGUYÊN MÔI TRƯỜNG**

HÀ NỘI - 2021

BAN TỔ CHỨC

1. **PGS.TS. Hoàng Anh Huy** - Chủ tịch Hội đồng Trường, Trưởng ban
2. **PGS.TS. Lê Thị Trinh** - Phó Hiệu trưởng, Phó Trưởng ban
3. **TS. Nguyễn Bá Dũng** - Trưởng phòng Khoa học công nghệ và Hợp tác quốc tế, Ủy viên
4. **PGS.TS. Nguyễn Thị Hồng Hạnh** - Phó Trưởng khoa Môi trường, Ủy viên
5. **TS. Nguyễn Hoàn** - Trưởng khoa Kinh tế Tài nguyên và Môi trường, Ủy viên
6. **TS. Trần Xuân Biên** - Phó Giám đốc Phân hiệu Trường tại Thanh Hóa, Ủy viên

BAN KHOA HỌC

1. **PGS.TS. Lê Thị Trinh** - Phó Hiệu trưởng, Trưởng ban
2. **TS. Nguyễn Thị Hải Yến** - Phó Trưởng khoa Quản lý Đất đai, Phó Trưởng ban
3. **ThS. Vũ Lê Dũng** - Phòng Khoa học công nghệ và Hợp tác quốc tế, Thư ký
4. **PGS.TS. Phạm Quý Nhân** - Khoa Tài nguyên nước, Ủy viên
5. **PGS.TS. Phạm Thị Mai Thảo** - Khoa Môi trường, Ủy viên
6. **TS. Nguyễn Hồng Lâm** - Trưởng khoa Khoa học Biển và Hải đảo, Ủy viên
7. **TS. Thái Thị Thanh Minh** - Trưởng bộ môn Biến đổi khí hậu và Phát triển bền vững
8. **TS. Lê Anh Trung** - Phó Giám đốc Phân hiệu Trường tại Thanh Hóa, Ủy viên
9. **TS. Trương Vân Anh** - Trưởng khoa Khí tượng Thủy văn, Ủy viên

BAN THƯ KÝ

1. **ThS. Vũ Thị Thủy Ngân** - Phó Trưởng phòng Khoa học công nghệ và Hợp tác quốc tế, Trưởng ban
2. **TS. Trần Minh Nguyệt** - Phó Trưởng khoa Kinh tế Tài nguyên và Môi trường, Phó Trưởng ban
3. **TS. Lê Thị Thùy Dung** - Phó Trưởng khoa Lý luận Chính trị, Ủy viên
4. **ThS. Nguyễn Thị Hồng Hương** - Giám đốc Trung tâm Thư viện và Công nghệ thông tin, Ủy viên
5. **ThS. Nguyễn Đức Mạnh** - Phòng Khoa học công nghệ và Hợp tác quốc tế, Ủy viên
6. **CN. Trần Thu Hiền** - Ban Truyền thông và Tư vấn tuyển sinh, Ủy viên

MỤC LỤC

1	QUẢN TRIỆT VÀ VẬN DỤNG NGHỊ QUYẾT ĐẠI HỘI XIII CỦA ĐẢNG VỀ BẢO VỆ MÔI TRƯỜNG VÀO THỰC TIỄN Lê Xuân Tú	1
2	KINH NGHIỆM CHUYỂN ĐỔI SỐ ỨNG PHÓ ĐẠI DỊCH COVID-19 CỦA SINGAPORE VÀ GỢI Ý CHO VIỆT NAM Vũ Quang Hải	7
3	TÀI NGUYÊN NƯỚC DƯỚI ĐẤT TẠI QUẦN ĐẢO NAM DU TỈNH KIÊN GIANG VÀ GIẢI PHÁP KHAI THÁC BỀN VỮNG Vũ Ngọc Bình, Nguyễn Thành Công, Bùi Minh Tuấn, Đỗ Mạnh Tuấn, Đào Đức Bằng	17
4	PHÂN TÍCH NGUY CƠ XẢY RA TAI BIẾN TRƯỢT LỞ TẠI KHU VỰC HUYỆN VỊ XUYÊN VÀ TP. HÀ GIANG, TỈNH HÀ GIANG SỬ DỤNG PHƯƠNG PHÁP HỆ SỐ TIN CẬY VÀ MÔ HÌNH THỐNG KÊ BAYES Nguyễn Quốc Phi, Phí Trường Thành, Nguyễn Quang Minh, Vũ Mạnh Tường, Trần Thị Thu, Trần Tùng Lâm	29
5	XÂY DỰNG CƠ SỞ DỮ LIỆU THÔNG TIN VỀ KHÍ NÔNG TRONG NƯỚC VÀ TRẮM TÍCH BIỂN KHU VỰC GÒ CÔNG - VŨNG TÀU Nguyễn Hồng Lâm, Lê Phú Hưng, Vũ Văn Lâm	40
6	ĐỀ XUẤT LƯỢC ĐỒ CHỮ KÝ SỐ DỰA TRÊN HỆ MẬT ĐỊNH DANH Nguyễn Văn Hách	50
7	ỨNG DỤNG KHOA HỌC CỘNG ĐỒNG VÀ ĐIỆN THOẠI THÔNG MINH TRONG THỦY VĂN - TÀI NGUYÊN NƯỚC VÀ THỰC TRẠNG Ở VIỆT NAM Trần Ngọc Huân, Hoàng Thị Nguyệt Minh, Nguyễn Trung Dũng, Jeffrey C. Davids, Konrad Miegel	62
8	ĐÁNH GIÁ HIỆU QUẢ HIỆU CHỈNH TỰ ĐỘNG MÔ HÌNH SWAT BẰNG PHẦN MỀM SWAT - CUP Lê Văn Quân, Thi Văn Lê Khoa	71
9	XÁC ĐỊNH CÁC YẾU TỐ ẢNH HƯỞNG ĐẾN GIÁ ĐẤT Ở ĐÔ THỊ TẠI PHƯỜNG DỊCH VỌNG, QUẬN CẦU GIẤY, THÀNH PHỐ HÀ NỘI Bùi Thị Cẩm Ngọc	83
10	HỆ THỐNG KIỂM SOÁT ĐẦU VÀO TRONG QUẢN LÝ ĐÁNH BẮT THỦY SẢN: KINH NGHIỆM CỦA TRUNG QUỐC VÀ BÀI HỌC CHO VIỆT NAM Hà Thị Thanh Thủy, Đỗ Diệu Linh	91
11	ỨNG DỤNG VIỄN THÁM VÀ GIS ĐÁNH GIÁ BIẾN ĐỔI NHIỆT ĐỘ BỀ MẶT CỦA CÁC LOẠI HÌNH LỚP PHỦ MẶT ĐẤT KHU VỰC TỈNH NAM ĐỊNH Quách Thị Chúc, Nguyễn Thị Thúy Hạnh, Bùi Thị Thúy Đào, Ninh Thị Kim Anh	98
12	PHÁT TRIỂN LÀNG NGHỀ GẮN VỚI BẢO VỆ MÔI TRƯỜNG TẠI TỈNH HÀ NAM Đặng Thị Hiền, Nguyễn Thị Hiền	110

13	NGHIÊN CỨU CHẾ TẠO VIÊN NÉN PHÂN HỮU CƠ CHẬM TAN TRÊN CƠ SỞ PHÂN TRÙN QUẾ VÀ PHỤ GIA KẾT DÍNH CÓ NGUỒN GỐC THIÊN NHIÊN Vũ Thị Thu Hà	120
14	MỘT SỐ GIẢI PHÁP NHẪM NÂNG CAO HIỆU QUẢ ỨNG DỤNG CÔNG NGHỆ THÔNG TIN TRONG QUẢN LÝ ĐÀO TẠO TẠI PHÂN HIỆU TRƯỜNG ĐẠI HỌC TÀI NGUYÊN VÀ MÔI TRƯỜNG HÀ NỘI TẠI TỈNH THANH HÓA Lê Anh Tài	125
15	ĐÁNH GIÁ THỰC TRẠNG HỆ THỐNG CHƯƠNG TRÌNH, TÀI LIỆU ĐÀO TẠO, BỒI DƯỠNG CÁN BỘ, CÔNG CHỨC, VIÊN CHỨC NGÀNH TÀI NGUYÊN VÀ MÔI TRƯỜNG Nguyễn Đức Toàn, Nguyễn Thị Hải Yến, Bùi Thị Hằng, Dương Thu Hà	131
16	MỨC ĐỘ SẴN SÀNG CHUYỂN ĐỔI SỐ CỦA SINH VIÊN: CÁC YẾU TỐ ẢNH HƯỞNG VÀ GIẢI PHÁP Nguyễn Thủy Trang	140
17	NGHIÊN CỨU XÂY DỰNG VÀ CÔNG BỐ CƠ SỞ DỮ LIỆU GIÁ ĐẤT TRÊN ĐỊA BÀN XÃ TÂN LẬP, HUYỆN ĐAN PHƯỢNG, THÀNH PHỐ HÀ NỘI Vũ Lệ Hà, Trần Hồng Quân	148
18	NGHIÊN CỨU THIẾT KẾ HỆ THỐNG IOT DỰA TRÊN MẠNG CẢM BIẾN KHÔNG DÂY PHỤC VỤ QUAN TRẮC MÔI TRƯỜNG VÙNG KHAI THÁC THAN TẠI MỎ HẦM LÒ VÀ LỘ THIÊN Nguyễn Anh Tuấn, Lê Trung Thành, Nguyễn Văn Hách, Nguyễn Thị Hồng Loan, Bùi Thị Thùy, Nguyễn Văn Thịnh	162
19	NHÂN TỐ TÁC ĐỘNG ĐẾN HÀNH VI BẢO VỆ MÔI TRƯỜNG CỦA SINH VIÊN Nguyễn Thị Mai Anh	171
20	ỨNG DỤNG NỀN TẢNG CỦA GOOGLE XÂY DỰNG QUY TRÌNH THI TRỰC TUYẾN Bùi Thu Phương, Trần Minh Thắng	181
21	ỨNG DỤNG CÔNG NGHỆ THÔNG TIN KHẢO SÁT CHẤT LƯỢNG ĐÀO TẠO NGUỒN NHÂN LỰC NGÀNH TÀI NGUYÊN MÔI TRƯỜNG Trần Thị Hương	185
22	KHAI THÁC TRỰC TUYẾN CƠ SỞ DỮ LIỆU ẢNH VỆ TINH, SO SÁNH THUẬT TOÁN HỌC MÁY VỀ PHÂN LOẠI LỚP PHỦ TRÊN NỀN GOOGLE EARTH ENGINE Đặng Thanh Tùng, Nguyễn Thanh Tùng, Hoàng Thị Thủy, Tăng Thị Thanh Nhân, Đặng Thu Hằng, Võ Ngọc Hải, Nguyễn Dũng Dương	192
23	ỨNG DỤNG GIS XÂY DỰNG HỆ THỐNG CÔNG KHAI, MINH BẠCH PHÁT THẢI KHÍ NHÀ KÍNH TỪ CÁC HOẠT ĐỘNG XỬ LÝ CHẤT THẢI RẮN SINH HOẠT TRÊN ĐỊA BÀN THÀNH PHỐ HÀ NỘI Nguyễn Thị Lệ Hằng, Nguyễn Xuân Bắc, Lê Anh Cường	201
24	NHỮNG LOẠI HÌNH DI SẢN ĐỊA CHẤT KIỂU A (ĐỊA MẠO) ĐẶC TRƯNG TẠI THÀNH PHỐ LAI CHÂU VÀ VÙNG PHỤ CẬN, ĐỊNH HƯỚNG KHAI THÁC PHÁT TRIỂN BỀN VỮNG GIÁ TRỊ DU LỊCH Trần Thị Hồng Minh, Lê Trung Kiên	208

25	XÂY DỰNG BẢN ĐỒ LỮ LỰT SỬ DỤNG ẢNH VỆ TINH SENTINEL-1 SAR TRƯỜNG HỢP NGHIÊN CỨU HẠ LƯU LƯU VỰC SÔNG CẢ Nguyễn Tiến Quang	219
26	ỨNG DỤNG PHẦN MỀM LUPA TRONG ĐÁNH GIÁ TÍNH HỢP LÝ VỀ VỊ TRÍ KHÔNG GIAN ĐẤT Ở TẠI ĐÔ THỊ TRÊN ĐỊA BÀN HUYỆN ĐÔNG HƯNG, TỈNH THÁI BÌNH Phạm Thị Thanh Thủy, Lê Thị Thu Hà, Vũ Ngọc Phan, Vũ Ngọc Phượng	224
27	XU HƯỚNG CHUYỂN ĐỔI SỐ TRONG CÁC CƠ SỞ GIÁO DỤC ĐẠI HỌC: ĐIỀU KIỆN ĐẢM BẢO THỰC HIỆN CHUYỂN ĐỔI SỐ THÀNH CÔNG Hoàng Ngọc Khắc	237
28	NGHIÊN CỨU ẢNH HƯỞNG TỪ HOẠT ĐỘNG PHÁT TRIỂN DU LỊCH TỚI MÔI TRƯỜNG TẠI VƯỜN QUỐC GIA CÚC PHƯƠNG THEO MÔ HÌNH DPSIR Nguyễn Thị Linh Giang, Bùi Thị Thu Trang	241
29	KHẢO SÁT ĐỘ CHÍNH XÁC CỦA MÔ HÌNH QUASIGEOID GECO Nguyễn Xuân Bắc, Trần Thị Ngoan, Vương Thị Hòe, Trần Mạnh Tiến	252
30	DỰ ĐOÁN ĐƯỜNG ĐI CỦA BÃO DỰA TRÊN THUẬT TOÁN KALMAN Phạm Thị Quỳnh Trang, Dương Thị Hằng, Đặng Thị Khánh Linh	260
31	ỨNG DỤNG NỀN TẢNG IOT TRONG THU NHẬN DỮ LIỆU QUAN TRẮC NGÀNH TÀI NGUYÊN VÀ MÔI TRƯỜNG Nguyễn Huyền Quang, Trần Văn Trung	266
32	PHÁT HUY HIỆU QUẢ CỦA CHUYỂN ĐỔI SỐ ĐỐI VỚI LĨNH VỰC ĐÀO TẠO TẠI CÁC CƠ SỞ GIÁO DỤC ĐẠI HỌC TRONG BỐI CẢNH ĐẠI DỊCH COVID - 19 Đào Thị Phương Anh	279
33	XÂY DỰNG CƠ SỞ DỮ LIỆU ĐẤT ĐAI VÀ ĐỀ XUẤT MỘT SỐ GIẢI PHÁP NÂNG CAO HIỆU QUẢ KHAI THÁC VÀ QUẢN LÝ KHU VỰC HUYỆN ĐẠI TỪ, TỈNH THÁI NGUYÊN Trần Hồng Hạnh, Nguyễn Minh Thuận	287
34	SO SÁNH ĐỘ CHÍNH XÁC DỊ THƯỜNG ĐỘ CAO MÔ HÌNH TRỌNG TRƯỜNG TRÁI ĐẤT SGG - UGM - 2 VÀ EGM 2008 KHU VỰC MIỀN BẮC VIỆT NAM Bùi Thị Hồng Thắm, Trịnh Thị Hoài Thu, Ngô Thị Mến Thương, Dương Hoàng Hải	296
35	NGHIÊN CỨU ÁP DỤNG MÔ HÌNH HỌC MÁY PHỤC VỤ VẬN HÀNH HỆ THỐNG KIỂM SOÁT LỮ THỜI GIAN THỰC CHO KHU VỰC LỖI THÀNH PHỐ CẦN THƠ Trương Văn Anh, Hoàng Thị Nguyệt Minh	308
36	SỐ HÓA - GIẢI PHÁP TRIỂN VỌNG QUẢN LÝ BỀN VỮNG NGUỒN NƯỚC SẠCH Nguyễn Thị Lâm	319
37	XÁC ĐỊNH GIÁ TRỊ CÁC DỊCH VỤ HỆ SINH THÁI VÙNG TRIỀU XÃ THẠNH HẢI, HUYỆN THẠNH PHÚ, TỈNH BẾN TRE Trần Quốc Cường	328
38	LỢI ÍCH CỦA KẾ TOÁN MÔI TRƯỜNG ĐỐI VỚI CÁC DOANH NGHIỆP TẠI VIỆT NAM Mai Thị Tâm	337

39	CHUYỂN ĐỔI SỐ: CƠ HỘI VÀ THÁCH THỨC TRONG CÔNG TÁC ĐÀO TẠO CỦA CÁC TRƯỜNG ĐẠI HỌC Ở VIỆT NAM Lê Cảnh Tuân, Phí Trường Thành, Lê Trung Kiên, Nguyễn Thị Phương Thanh, Trần Xuân Trường, Nguyễn Chí Công	343
40	XÂY DỰNG MÔ HÌNH MRV VÀ BỘ TIÊU CHÍ ĐÁNH GIÁ MỨC ĐỘ CÔNG KHAI, MINH BẠCH CÁC HÀNH ĐỘNG GIẢM THIỂU PHÁT THẢI TRONG LĨNH VỰC QUẢN LÝ CHẤT THẢI Nguyễn Thị Lệ Hằng, Phạm Thị Thu Hương, Trần Thị Thu Trang	348
41	NGHIÊN CỨU KHẢ NĂNG ỨNG DỤNG QGIS TRONG QUẢN LÝ CHẤT THẢI NGUY HẠI TẠI TÂY NINH Phạm Đức Tiến, Trương Đức Cảnh	356

KHAI THÁC TRỰC TUYẾN CƠ SỞ DỮ LIỆU ẢNH VỆ TINH, SO SÁNH THUẬT TOÁN HỌC MÁY VỀ PHÂN LOẠI LỚP PHỦ TRÊN NỀN GOOGLE EARTH ENGINE

Đặng Thanh Tùng¹, Nguyễn Thanh Tùng¹, Hoàng Thị Thủy²
Tăng Thị Thanh Nhân¹, Đặng Thu Hằng¹, Võ Ngọc Hải¹ Nguyễn Dũng Dương¹

¹Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường Hà Nội

²Trường Đại học Mỏ - Địa chất

Tóm tắt

Việc khai thác dữ liệu ảnh vệ tinh trực tuyến từ Google Earth Engine đến nay đã phát huy hiệu quả cao trong công tác phân loại lớp phủ bề mặt đất. Nghiên cứu này đã sử dụng các thuật toán Support Vector Machine (SVM), Classification and regression tree (Cart) và Random Forest (RF) để phân loại các lớp phủ bề mặt cơ bản trên ảnh vệ tinh Landsat 8. Kết quả có sự khác biệt rõ ràng giữa các thuật toán trên và cũng cho thấy thuật toán RF có khả năng phân loại nhạy cảm hơn đối với lớp phủ đất nông nghiệp trong khu vực nghiên cứu. Ngoài ra, thuật toán Cart được đánh giá là có độ tin cậy trong phân loại cao hơn so với hai thuật toán RF và SVM.

Từ khóa: Landsat; Phân loại lớp phủ; Google Earth Engine; Thuật toán SVM; Cart; RF.

Abstract

Online data mining of satellite images, comparison of machine learning algorithms on land cover classification based on Google Earth Engine

The data mining of satellite images from Google Earth Engine has been highly effective in classifying land cover. This study used Support Vector Machine (SVM), Classification and regression tree (Cart), and Random Forest (RF) algorithms to classify basic land covers on the Landsat 8 satellite images. The results for the study area show a clear difference between the above algorithms, and also show that the RF algorithm can classify more sensitively for agricultural cover in the study area. In addition, the Cart algorithm is evaluated to have more reliability than the RF, and SVM algorithms in the land cover classification.

Keywords: Landsat; Land cover; Google Earth Engine; SVM; Cart; RF algorithms.

1. Mở đầu

Cho đến nay, đã có nhiều thuật toán được ứng dụng một cách hiệu quả trong việc phân loại lớp phủ bề mặt đất từ ảnh vệ tinh như Maximum Likelihood Classifier (MLC), Minimum Distance Classifier (MDC), K-Nearest Neighbor (KNN), Support Vector Machine (SVM), Classification and regression tree (Cart) và Random Forest (RF),... Trong đó, các thuật toán Cart, RF và SVM là các thuật toán đã áp dụng cho việc học máy được sử dụng nhiều trong khai phá cơ sở dữ liệu ảnh vệ tinh trực tuyến từ Google Earth Engine (GEE). Hiện nay, đã có những nghiên cứu tại Việt Nam và trên thế giới đã cho thấy tính hiệu quả của việc khai thác các thuật toán SVM, Cart hoặc RF một cách đơn lẻ và cũng đánh giá được độ tin cậy của từng thuật toán nêu trên trong việc ứng dụng để phân loại lớp phủ bề mặt đất từ ảnh vệ tinh [1, 2, 3].

Tuy nhiên, kết quả phân loại lớp phủ bề mặt đất từ ảnh vệ tinh phụ thuộc nhiều yếu tố như điều kiện tự nhiên, vị trí địa lý, khí hậu,... của khu vực nghiên cứu, chất lượng ảnh, thời điểm thu nhận ảnh, các loại ảnh, độ phân giải không gian và công tác lấy mẫu, đặc biệt là các thuật toán sử dụng trong công tác xử lý, phân loại ảnh.

Để đánh giá rõ hơn về kết quả phân loại lớp phủ bề mặt đất, nghiên cứu này tiến hành khai thác dữ liệu ảnh vệ tinh trực tuyến trên nền GEE, sử dụng ngôn ngữ JavaScript xây dựng chương trình tính toán và so sánh kết quả của việc sử dụng các thuật toán SVM, Cart và RF đối với khu vực nghiên cứu là huyện Ba Vì, thành phố Hà Nội.

2. Dữ liệu và khu vực nghiên cứu

Khu vực nghiên cứu được lựa chọn là huyện Ba Vì, thành phố Hà Nội, có tọa độ địa lý tại trung tâm khu vực là $21^{\circ}10'00''$; $105^{\circ}24'00''$, diện tích khoảng 427.3 km^2 , dân số 282.600 người. Mật độ dân số đạt 660 người/ km^2 , khí hậu hàng năm có hai mùa rõ rệt là mùa mưa (từ tháng 4 đến tháng 11) và mùa khô (từ tháng 12 đến tháng 3). Đặc biệt, tại đây có khu vực Vườn quốc gia Ba Vì có 3/5 là núi cao với độ cao trung bình trên 1.000 m so với mực nước biển. Khu vực Vườn quốc gia này với khí hậu mát mẻ, thường có nhiều mây che phủ, ít có sự biến động về lớp phủ rừng là một trong những điều kiện rõ ràng, tương đối ổn định của dữ liệu đầu vào để so sánh, đánh giá kết quả phân loại giữa các thuật toán Cart, RF và SVM.

Trong nghiên cứu này, nhóm tác giả sử dụng tư liệu ảnh vệ tinh Landsat 8 được khai thác trực tuyến trên nền tảng GEE. Để đảm bảo và tăng cường độ tin cậy trong việc phân loại lớp phủ, nhóm tác giả ưu tiên lựa chọn ảnh có chất lượng rõ ràng, độ phủ mây thấp nhất. Kết quả đã lựa chọn ảnh Landsat 8 thu nhận tại thời điểm ngày 30 tháng 9 năm 2019, đây là dữ liệu đã được lọc, xử lý trong khoảng thời gian từ 2019 đến 2021, từ đó, cảnh ảnh này có chất lượng tốt, hình ảnh rõ ràng với độ phủ mây rất thấp, khoảng 0,12 % đã được lựa chọn để tiến hành nghiên cứu. Hình 1 thể hiện ảnh vệ tinh khu vực nghiên cứu.



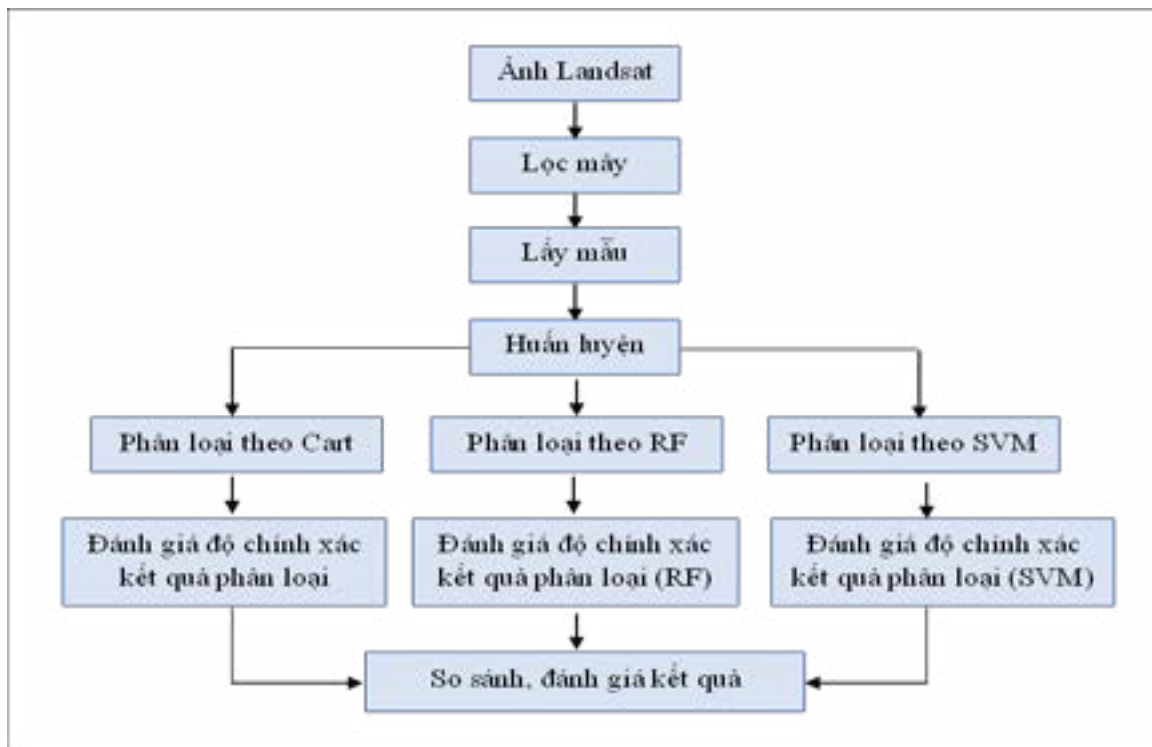
Hình 1: Ảnh Landsat 8 ngày 30/9/2019 tại khu vực Ba Vì

3. Phương pháp nghiên cứu

Sử dụng các thuật toán Cart, RF và SVM để tính toán, phân loại lớp phủ bề mặt cho dữ liệu đầu vào là ảnh vệ tinh Landsat 8. Việc phân loại ảnh theo các thuật toán nêu trên được thực hiện bằng ngôn ngữ lập trình JavaScript trên hệ thống cơ sở dữ liệu trực tuyến của GEE. Đối với nghiên cứu tại khu vực này, nhóm tác giả lựa chọn năm lớp cơ phủ cơ bản để phân loại lần lượt bao gồm:

(1) Lớp phủ Đất trống, (2) Lớp phủ Mặt nước, (3) Lớp phủ Rừng, (4) Lớp phủ cây Nông nghiệp, (5) Lớp phủ Công trình xây dựng. Các lớp phủ được lựa chọn để phân loại là hiện trạng tại thời điểm thu nhận ảnh, trong đó với lớp Đất trống các điểm lấy mẫu phân loại được chọn là các khu vực như đất cát, bãi bồi, đường đất, đường giao thông, khu vực san lấp và những khu vực đồng ruộng, vườn tược hiện tại đang trống do cây trồng đã được thu hoạch. Lớp phủ Mặt nước gồm các khu vực ao hồ, sông suối, kênh mương. Lớp phủ Rừng bao gồm những khu vực có cây cối dày đặc, phủ kín nhất là khu vực như Vườn quốc gia Ba Vì. Lớp phủ cây Nông nghiệp là những khu vực canh tác như đồng ruộng, vườn tược hiện tại đang có cây cối chưa được khai thác. Lớp phủ Công trình xây dựng gồm: nhà cửa, công trình xây dựng độc lập và các khu vực nhà cửa, công trình xây dựng tại làng mạc, khu dân cư, khu du lịch,... Số lượng 460 điểm lấy mẫu của khu vực nghiên cứu được sắp xếp theo từng loại lớp phủ từ 1 đến 5 như trên lần lượt là: 111, 100, 68, 98, 83 vị trí lấy mẫu.

Các bước phân loại được tiến hành theo như hình minh họa (Hình 2). Trong đó bao gồm: Thu thập dữ liệu ảnh Landsat 8 (level 1T) từ GEE; lọc và lựa chọn ảnh có độ phủ mây là thấp nhất; lấy mẫu theo các vị trí để phục vụ phân loại; phân loại theo các thuật toán Cart, RF và SVM; thu nhận kết quả ảnh phân loại theo thuật toán Cart, RF và SVM; đánh giá độ chính xác của ảnh sau phân loại theo các thuật toán trên; so sánh kết quả ảnh sau phân loại của các thuật toán.



Hình 2: Sơ đồ quy trình phân loại ảnh

Các thuật toán sử dụng trong phân loại của nghiên cứu này bao gồm Cart, RF và SVM được trình bày theo các nội dung dưới đây:

3.1. Thuật toán Cart

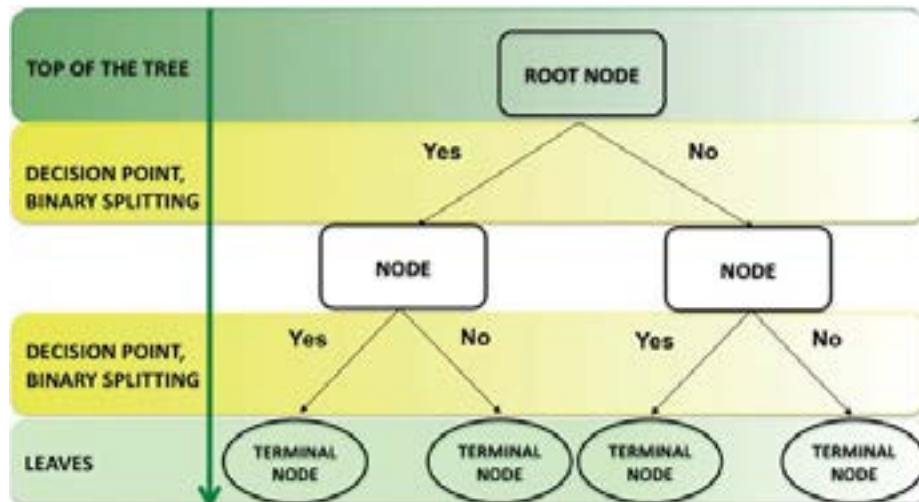
Thuật toán Cart là một thuật toán học máy có giám sát trong hệ thống phân loại dựa trên cây quyết định (Decision tree) và sử dụng các mẫu huấn luyện để xác định, nhận dạng, phân loại đối tượng trên ảnh viễn thám Cart được sử dụng rộng rãi để phân loại viễn thám, nó còn được gọi là cây phân loại và hồi quy [4]. Thuật toán Cart chia không gian n chiều thành các hình chữ nhật

không chồng lên nhau bằng phép đệ quy. Đầu tiên, một biến độc lập x_i được chọn và sau đó xác định một giá trị u_i tương ứng. Không gian n chiều được chia thành hai phần. Một số điểm thỏa mãn $x_i \leq u_i$ và những điểm khác thỏa mãn $x_i > u_i$. Đối với một biến không liên tục, chỉ có hai giá trị là bằng hoặc không bằng nhau. Trong quá trình xử lý đệ quy, hai phần này dựa vào bước đầu tiên để chọn lại một thuộc tính và tiếp tục phân vùng cho đến khi chia hết không gian n chiều. Các thuộc tính có giá trị hệ số GINI tối thiểu được sử dụng làm chỉ mục phân vùng. Đối với tập dữ liệu D , hệ số GINI được xác định như sau:

$$GINI*(D) = \sum_i = 1kp_i*(1-p_i) = 1 - \sum_i = 1kp_i^2 \quad (1)$$

trong đó: k là số loại mẫu và p_i biểu thị xác suất một mẫu được xếp vào loại i . Giá trị GINI càng nhỏ có nghĩa là chất lượng của mẫu càng cao và hiệu ứng phân loại càng tốt.

Cây quyết định bao gồm các nút nhiều cấp và nhiều lá. Các nút tối đa đề cập đến số lượng lá tối đa trên mỗi cây và quần thể lá tối thiểu là số lượng nút tối thiểu chỉ được tạo cho tập huấn luyện. Để xây dựng một cây phù hợp, phải tạo đủ các nút và nhánh. Giá trị nút tối đa là không giới hạn nếu nó không được chỉ định.



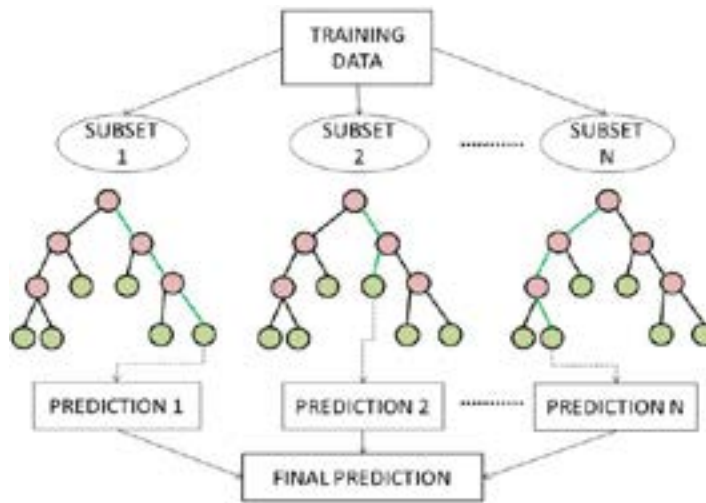
Hình 3: Mô hình phân loại theo thuật toán Cart (nguồn Internet)

3.2. Thuật toán RF

RF là một thuật toán học tích hợp có thể tích hợp nhiều cây quyết định và sau đó tạo thành một khu rừng. Thuật toán kết hợp các tính năng ngẫu nhiên để tạo ra một cây. Phương pháp đóng bao được sử dụng để tạo các mẫu huấn luyện và mỗi tính năng đã chọn được rút ngẫu nhiên bằng cách thay thế N (kích thước của tập huấn luyện ban đầu). Sau đó, kết quả dự đoán cuối cùng thu được bằng cách kết hợp nhiều cây quyết định [5]. Công thức (2) thực hiện quyết định phân loại cuối cùng như sau:

$$H_{(x)} = \text{argmax}_Y \sum_i = 1kI(h_{i(x)} = Y) \quad (2)$$

trong đó: $H_{(x)}$ là mô hình kết hợp, h_i là mô hình phân loại của cây quyết định đơn lẻ, Y là biến đầu ra (hoặc biến mục tiêu) và $I(\cdot)$ là hàm chỉ báo. Công thức cho thấy rằng RF sử dụng đa số các quyết định biểu quyết để xác định phân loại cuối cùng.

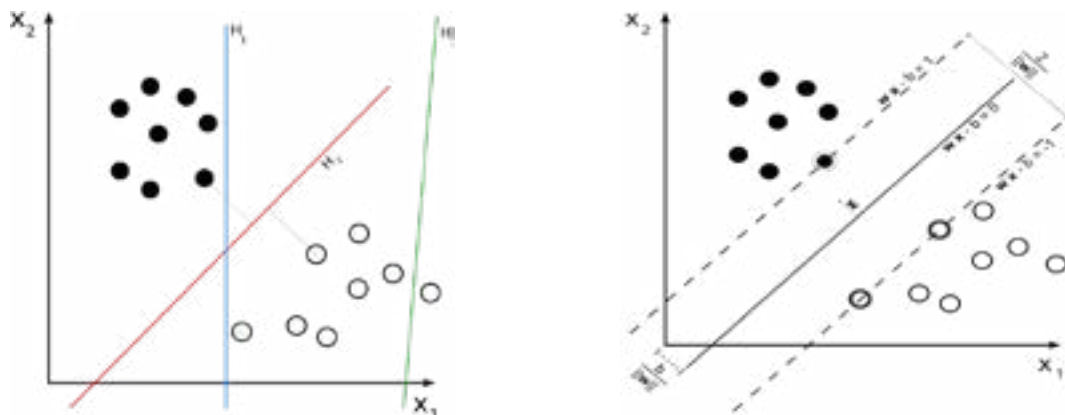


Hình 4: Mô hình phân loại theo thuật toán RF (nguồn Internet)

Tham số điều chỉnh của thuật toán RF là số lượng cây và số lượng cây được chọn theo kinh nghiệm. Trong các bài toán phân lớp dữ liệu thì thuật toán RF được sử dụng phổ biến. Thuật toán RF được đánh giá cao bởi tính chính xác của mô hình. Nhược điểm chính của thuật toán RF là khối lượng tính toán lớn.

3.3. Thuật toán SVM

SVM là một thuật toán học máy được giám sát có thể quản lý sự khan hiếm mẫu, mạnh mẽ và thường mang lại kết quả tốt trong quá trình phân loại và hồi quy. SVM phân chia các vector hỗ trợ nhằm phân loại các điểm dữ liệu nhật ký một cách rõ ràng với mục tiêu tìm ra hai loại vector hỗ trợ độc lập có biên độ lớn nhất [6, 7]. Hình 5 minh họa mô hình thuật toán SVM.



Hình 5: Mô hình thuật toán phân loại SVM (nguồn Internet)

SVM là thuật toán học máy thuộc nhóm học có giám sát (Supervised Learning) được sử dụng trong các bài toán phân lớp dữ liệu hay hồi quy. Với bộ dữ liệu mẫu được huấn luyện thuộc các lớp cho trước, thuật toán SVM xây dựng mô hình để phân loại các đối tượng vào các lớp cho trước đó. Mục tiêu của thuật toán này là tìm được một không gian F và siêu phẳng quyết định f trên F sao cho sai số phân loại là thấp nhất. Việc phân lớp được thực hiện qua hàm quyết định:

$$f(x) = \text{sign}(w \cdot x + b) \quad (3)$$

Hàm $f(x)$ này thu được bằng việc thay đổi vectơ chuẩn w , đây là vectơ để cực đại hóa khoảng cách tới các siêu phẳng (Optimal hyperplane). Các điểm dữ liệu cho trước nằm trên các siêu phẳng song song được gọi là Support Vector.

Trong một không gian có nhiều điểm và các kí hiệu như sau:

y_i : là các lớp chứa các điểm dữ liệu x_i .

x_i : là vector thực nhiều chiều (p chiều).

Mỗi siêu phẳng đều có thể được viết dưới dạng một tập các điểm thỏa mãn $w \cdot x - b = 0$.

w : là 1 vector pháp tuyến của siêu phẳng.

$b/\|w\|$: xác định khoảng cách giữa gốc tọa độ và siêu phẳng theo hướng vectơ pháp tuyến w .

Trong Hình 5, ta có H_2 là siêu phẳng cần tìm. Lúc này các siêu phẳng đó được xác định: $w \cdot x - b = 1$ và $w \cdot x - b = -1$.

3.4. Phương pháp đánh giá độ chính xác

Ma trận nhầm lẫn (Confusion Matrix) là phương pháp quan trọng và phổ biến được sử dụng để đánh giá độ chính xác, có thể mô tả độ chính xác của phân loại và chỉ ra sự nhầm lẫn giữa các lớp đối tượng. Các thống kê cơ bản cho ma trận nhầm lẫn bao gồm: Sai số tổng thể (Overall Accuracy - OA), Sai số người dùng (User's Accuracy - UA), Sai số nhà sản xuất (Producer's Accuracy - PA) và hệ số Kappa. Trong đó hệ số Kappa có giá trị từ 0,4 đến 0,6 được đánh giá là đạt kết quả trung bình, giá trị từ lớn hơn 0,6 đến 0,8 là tốt và hơn 0,8 đến 1,0 là rất tốt [8].

4. Kết quả nghiên cứu và thảo luận

Kết quả của nghiên cứu bao gồm ba sản phẩm ảnh sau khi phân loại theo các thuật toán Cart, RF và SVM. Mỗi một ảnh sau phân loại bao gồm năm lớp phủ cơ bản là lớp phủ Đất trống, lớp phủ Mặt nước, lớp phủ Rừng, lớp phủ đất đang canh tác Nông nghiệp, lớp phủ Nhà cửa, công trình xây dựng. Hình số 6 minh họa sản phẩm ảnh sau phân loại của khu vực nghiên cứu theo ba thuật toán nêu trên.



a. Phân loại theo Cart



b. Phân loại theo RF



c. Phân loại theo SVM

■ Đất trống ■ Rừng ■ Mặt nước ■ Nông nghiệp ■ Nhà cửa

Hình 6: Ảnh sau phân loại: a. Phân loại theo Cart; b. Phân loại theo RF; c. Phân loại theo SVM

Các lớp phủ bề mặt khu vực huyện Ba Vì sau phân loại được thể hiện rõ ràng theo từng thuật toán đã sử dụng. Trong đó lớp phủ Rừng được xác định là tập trung, có mật độ cao và chủ yếu phân bố tại khu vực Vườn quốc gia Ba Vì nằm ở phía Nam của huyện. Lớp Mặt nước cũng có độ tập trung cao nhất là khu vực hồ Suối Hai và các sông bao quanh ranh giới huyện. Các lớp Đất trống, Nông Nghiệp, Nhà cửa có độ tập trung không cao, nằm rải rác xen kẽ nhau và phân bố nhiều ở khu vực phía Bắc của huyện. Sự phân bố các lớp phủ theo khu vực như trên phù hợp với đặc điểm tự nhiên, phân bố dân cư, tập quán canh tác và phát triển kinh tế - xã hội tại huyện Ba Vì.



a. Nông nghiệp (Cart-RF) b. Nông nghiệp (SVM-Cart) c. Nông nghiệp (SVM-RF)
■ Khu vực có chênh lệch ■ Khu vực không có sự chênh lệch

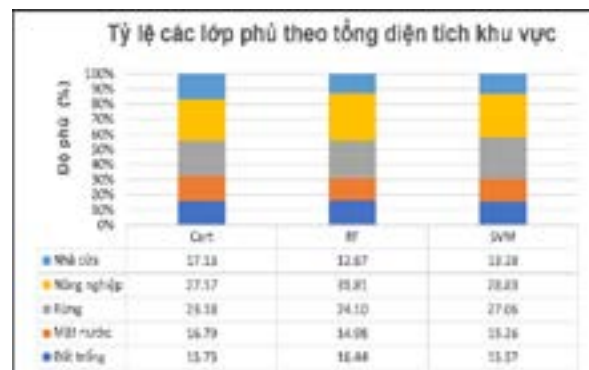
Hình 7: Khác biệt lớp phủ đất Nông nghiệp của giữa các thuật toán Cart, RF, SVM

Trong nghiên cứu này, kết quả phân loại theo các thuật toán Cart, RF, SVM có sự khác biệt về diện tích không lớn chỉ từ khoảng 1-2 % đối với hai lớp là đất trống, mặt nước (Hình 8). Đối với hai lớp nêu trên, việc lấy mẫu phân loại cũng được thực hiện rõ ràng và thuận lợi hơn (do các hình ảnh mẫu rõ ràng, dễ phân biệt) so với việc lấy mẫu cho ba lớp còn lại là lớp nhà cửa, nông nghiệp và lớp phủ rừng.



a. Vị trí các điểm lấy mẫu b. Nhà cửa (Cart-RF) c. Đất trống (SVM-Cart)
■ Khu vực có chênh lệch ■ Khu vực không có sự chênh lệch

Hình 8: Sơ đồ vị trí các điểm lấy mẫu trong khu vực Ba Vi



a. So sánh kết quả phân loại các lớp phủ b. Tỷ lệ phần trăm theo diện tích tự nhiên

Hình 9: Kết quả phân loại: a. So sánh kết quả phân loại các lớp phủ; b. Tỷ lệ phần trăm theo diện tích tự nhiên

Đối với ba lớp là Nhà cửa, Nông nghiệp và lớp phủ Rừng có kết quả khác biệt lớn hơn so với sự khác biệt của các lớp còn lại là các lớp phủ Đất trồng, Mặt nước. Kết quả của việc sử dụng thuật toán khác nhau để phân loại được minh họa tại Hình 7, Hình 8. Đối với thuật toán RF thì việc phân loại lớp phủ Nông nghiệp thể hiện là có độ nhạy cảm hơn so với hai thuật toán Cart và SVM, diện tích lớp phủ Nông nghiệp được phát hiện chiếm tới 31,81 % tổng diện tích tự nhiên. Trong khi đó, với thuật toán Cart và SVM lần lượt là 27,17 % và 28,83 %. Như vậy có sự khác biệt lớn nhất giữa thuật toán RF và Cart là 4,64 % trong phân loại lớp phủ là Nông nghiệp. Đối với lớp Nhà cửa, thuật toán Cart tìm ra diện tích là 17,13 %, thuật toán RF là 12,67 %, thuật toán SVM là 13,28 %. Kết quả này cho thấy sự khác biệt lớn nhất giữa thuật toán Cart và RF trong phân loại lớp phủ Nhà cửa là 4,46 %. Đối với lớp phủ Rừng, kết quả khác biệt lớn nhất được tìm ra là giữa thuật toán Cart và SVM là 4,08 %.

Như vậy kết quả khác biệt trong phân loại đối với các lớp Đất trồng và lớp Mặt nước là tương đối thấp, dưới 2 %. Đối với ba lớp còn lại là lớp nhà cửa, nông nghiệp, rừng, kết quả khác biệt lớn hơn, đạt trung bình khoảng 4,39 % (Hình 9).

Trong nghiên cứu này, 147 trong tổng số 460 điểm mẫu được lựa chọn ngẫu nhiên để kiểm định và xây dựng ma trận nhầm lẫn. Tỷ lệ điểm kiểm tra và tổng số điểm lấy mẫu lần lượt là 30 % và 70 %. Vị trí các điểm lấy mẫu được minh họa tại Hình 8a. Kết quả các độ chính xác sau phân loại được tính toán từ ma trận nhầm lẫn thể hiện trong Bảng 1. Trong đó, kết quả đánh giá theo thuật toán Cart và RF là gần tương đương (Kappa = 0,61 và Kappa = 0,60), còn với SVM thì có kết quả thấp hơn (Kappa = 0,48). Theo các đánh giá về giá trị của hệ số Kappa đạt từ trên 0,41 đến 0,60 là có độ chính xác trung bình; Kappa từ 0,61 đến 0,80 là có độ chính xác tốt; Kappa từ 0,81 đến 1,0 là rất tốt, còn dưới 0,40 là độ chính xác kém. Như vậy, độ chính xác phân loại theo Cart đạt loại tốt, theo RF đạt cận cao nhất của mức trung bình, còn theo thuật toán SVM chỉ đạt độ chính xác trung bình.

Bảng 1. Độ chính xác phân loại ảnh

	Cart	RF	SVM
Producer's Accuracy (PA)	0,61	0,54	0,42
Overall Accuracy (OA)	0,69	0,68	0,59
Kappa	0,61	0,60	0,48

Phương pháp lấy mẫu sử dụng trong nghiên cứu này được lấy mẫu theo từng điểm, phương pháp này có ưu điểm là chi tiết hơn so với phương pháp lấy mẫu theo vùng. Đồng thời với phương pháp lấy mẫu trên, kết quả ảnh sau phân loại thể hiện tương đối chi tiết, rõ ràng và có cả những pixel và các cụm pixel nhỏ phân bố xen kẽ lẫn nhau giữa các loại lớp phủ như phân bố trong thực tế. Kết quả này thể hiện rõ nhất trên lớp Nhà cửa của ảnh sau phân loại.

Chất lượng mẫu huấn luyện được sử dụng là một trong những yếu tố quan trọng ảnh hưởng đến khả năng phân loại ảnh. Trong nghiên cứu này, các mẫu để huấn luyện có thể có những sai sót không thể tránh khỏi nhất là đối với những lớp phủ bề mặt đan xen lẫn lộn, không rõ ràng và khó xác định chính xác. Điều này thể hiện rõ đối với lớp phủ nông nghiệp, đây là lớp phủ mà chúng tôi đã lựa chọn là lớp phủ đang có các loại cây trồng khác nhau trên đất, có thể bao gồm cả những nơi chỉ có cây bụi. Do đó, một số lớp nhất định như đất nông nghiệp và nhà cửa thường thu được độ chính xác PA và UA có thể dưới 50 % đối với các thuật toán đã sử dụng để phân loại. Độ chính xác thấp thu được đối với hai lớp này cũng có thể được giải thích là do sự chồng chéo của các lớp này với đất bỏ hoang, cây bụi và các lớp thực vật khác, cây nông nghiệp hiện đang trong thời điểm thu hoạch tại khu vực nghiên cứu.

Trong nghiên cứu này, chúng tôi có kết quả là độ chính xác sau phân loại của thuật toán Cart và RF là gần như tương đương, còn phân loại theo SVM có độ chính xác thấp hơn. Có thể sắp xếp lần lượt theo từ độ chính xác cao đến thấp trong ba thuật toán đã sử dụng theo thứ tự là Cart, RF, SVM. Trong khi một số nghiên cứu khác cho kết quả là khả năng phân loại tốt hơn đối với SVM, một số nghiên cứu khác lại báo cáo ngược lại [9]. Có nghiên cứu cho kết quả là phân loại theo RF

tốt hơn so với các thuật toán khác [10].

5. Kết luận và đề xuất

Việc khai thác nguồn dữ liệu ảnh vệ tinh trên GEE một cách trực tuyến đã cho hiệu quả cao trong sử dụng và nghiên cứu trong lĩnh vực quản lý đất đai, tài nguyên và môi trường. Việc sử dụng ảnh Landsat, là nguồn tài nguyên miễn phí và được coi là dữ liệu đa thời gian, liên tục và gần thời gian thực đã cho kết quả phân loại là năm lớp phủ cơ bản trên bề mặt đất. Độ chính xác của công tác phân loại đạt yêu cầu với hệ số kappa có giá trị là 0,61; 0,60; 0,48 tương ứng với các thuật toán Cart, RF và SVM. Việc sử dụng ngôn ngữ JavaScript trên nền GEE với thời gian xử lý dữ liệu nhanh cũng cho thấy hiệu suất cao của kết quả đạt được. Cùng với đó, kết quả đối với khu vực Ba Vì cho thấy độ chính xác phân loại ảnh vệ tinh Landsat 8 theo thuật toán Cart (với năm lớp phủ cơ bản) đạt độ tin cậy cao nhất, sau đó là RF và cuối cùng là SVM trong ba thuật toán đã được thử nghiệm. Trong các thuật toán trên, kết quả phân loại cũng cho thấy khả năng nhạy cảm hơn đối với lớp phủ đất nông nghiệp của thuật toán RF so với hai thuật toán Cart và SVM.

Nghiên cứu này mới chỉ phân loại ảnh với năm lớp phủ cơ bản và sử dụng ảnh vệ tinh Landsat theo nguồn miễn phí. Để có những kết quả chi tiết hơn, các nghiên cứu sau có thể phân loại nhiều lớp phủ chi tiết hơn cũng như sử dụng các nguồn tư liệu ảnh vệ tinh có độ phân giải không gian cao hơn. Ngoài ra, nhóm tác giả cũng hy vọng rằng kết quả nghiên cứu cũng có khả năng đóng góp nhất định cho việc phân tích, sử dụng dữ liệu đầu vào một cách hiệu quả và có độ tin cậy cao cho các công tác nghiên cứu về phân tích, theo dõi biến động lớp phủ bề mặt, lớp phủ sử dụng đất trong quản lý đất đai, quản lý môi trường tại những khu vực khác có điều kiện tương tự.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Vũ Hữu Long và cộng sự (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 - Thị điểm tại sông Cửu Long*. Tạp chí Khoa học Tự nhiên và Công nghệ. 16, 38.
- [2]. Bùi Thị Hồng Thắm, Trịnh Thị Thu (2020). *Phân loại đối tượng chiết tách lớp phủ bề mặt tại khu vực công viên địa chất toàn cầu Non nước Cao Bằng dựa trên nền tảng điện toán đám mây*. Tạp chí Khoa học Tài nguyên và Môi trường. 31, 65.
- [3]. Nguyen B. Luong (2020). *Land cover change detection in northwestern Vietnam using Landsat images and Google Earth Engine*. Journal of Water and Land development. 46, 162.
- [4]. Breiman L and R. Ihaka (1984). *Nonlinear discriminant analysis via scaling and ACE*. Department of Statistics, University of California, Technical Report. 40, 1.
- [5]. Breiman L. J. M. 1. 1 (2001). *Random forests*. Kluwer academic publishers. Manufactured in the Netherlands. 45, 5.
- [6]. Vapnik V. N and A. Y. Chervonenkis (1971). *On the uniform convergence of relative frequencies of events to their probabilities*. Measures of complexity. Springer, 11.
- [7]. Cortes C and V. Vapnik (1995). *Support - vector networks*. J Machine learning, Kluwer academic publishers, Boston. Manufactured in the Netherlands. 20, 273.
- [8]. Visa S., B. Ramsay, A. L. Ralescu and E. J. M. Van Der Knaap (2011). *Confusion matrix-based feature selection*. 710, 120
- [9]. Peng Y., Z. Zhang, G. He and M. Weil (2019). *An improved grabcut method based on a visual attention model for rare - earth ore mining area recognition with high - resolution remote sensing images*. Remote Sensing. 11, 987.
- [10]. Ray S. S. 1 (2019). *Exploring machine learning classification algorithms for crop classification using sentinel 2 data*. The international archives of the photogrammetry, Remote sensing and spatial information sciences. XLII-3/W6, 573.

Chấp nhận đăng: 10/12/2021; Người phản biện: TS. Trần Xuân Biên.

diện nhất. Bài báo đã đề xuất mô hình MRV, bộ chỉ số và bộ tiêu chí đánh giá mức độ công khai, minh bạch các hành động giảm nhẹ phát thải trong lĩnh vực quản lý chất thải. Để vận hành được hệ thống MRV cần chung tay của rất nhiều các ban/ngành, và cần thông qua một số văn bản pháp lý.

Lời cảm ơn: Nhóm tác giả xin chân thành cảm ơn đề tài nghiên cứu khoa học và công nghệ cấp Bộ “*Nghiên cứu cơ sở lý luận và thực tiễn, xây dựng hệ thống công khai, minh bạch cho các hoạt động giảm nhẹ phát thải KNK trong quản lý chất thải*”, mã số TNMT.2018.05.03 đã hỗ trợ để thực hiện bài báo này.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Bộ Tài nguyên và Môi trường (2015). *Tổng hợp số liệu báo cáo của các địa phương về chất thải rắn sinh hoạt năm 2015*.
- [2]. Bộ Tài nguyên và Môi trường (2019a). *Tổng hợp số liệu báo cáo của các địa phương về chất thải rắn sinh hoạt năm 2018 và 2019*.
- [3]. Bộ Tài nguyên và Môi trường (2020). *Báo cáo hiện trạng môi trường Quốc gia năm 2019: Chuyên đề Quản lý chất thải rắn sinh hoạt*. NXB Dân trí.
- [4]. Chính phủ Việt Nam (2014). *Luật Bảo vệ môi trường sửa đổi*. Số 55/2014/QH13.
- [5]. Hoàng Minh Giang (2013). *Nghiên cứu khả năng cắt giảm khí nhà kính từ hoạt động quản lý chất thải rắn đô thị ở Việt Nam*. Báo cáo tổng kết đề tài khoa học và công nghệ cấp trường trong điểm, Trường Đại học Xây dựng.
- [6]. IPCC (2007). *Climate Change 2007: Synthesis report, in: Core writing team*. Pachauri, R., Reisinger, A. (Eds.), Geneva, Switzerland, p. 104.
- [7]. Phạm Thanh Long, Huỳnh Thị Lan Hương, Nguyễn Thi Liễu, Vương Xuân Hòa, Đoàn Quang Trí (2019). *Xây dựng quy trình giám sát, báo cáo và thẩm tra (MRV) cho các hoạt động thích ứng với biến đổi khí hậu cấp Quốc gia ở Việt Nam*. Tạp chí Khí tượng thủy văn, ISSN 2525 - 2208, số 707, trang 20 - 27.
- [8]. Thủ tướng Chính phủ (2012). *Đề án “Quản lý phát thải khí gây hiệu ứng nhà kính; quản lý các hoạt động kinh doanh tín chỉ các-bon ra thị trường thế giới”*. Quyết định 1775/QĐ, ngày 21/11/2012.
- [9]. Thủ tướng Chính phủ (2015). *Quyết định số 2359/QĐ-TTg, ngày 22/12/2015 về việc phê duyệt Hệ thống Quốc gia về kiểm kê khí nhà kính*.
- [10]. Thủ tướng Chính phủ nước Cộng hòa xã hội chủ nghĩa Việt Nam (2020). *Đóng góp do Quốc gia tự quyết định của Việt Nam (cập nhật năm 2020)*.
- [11]. Thu Vân (2020). *Quản lý chất thải: Đánh giá, kiểm kê khí nhà kính trong quản lý chất thải rắn*. Báo Công nghiệp môi trường. <https://congnghiempmoitruong.vn/danh-gia-kiem-ke-khi-nha-kinh-trong-quan-ly-chat-thai-ran-6162.html>.

Chấp nhận đăng: 10/12/2021; Người phản biện: TS. Nguyễn Mai Lan

NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC TỰ NHIÊN VÀ CÔNG NGHỆ
Nhà A16 - Số 18 Hoàng Quốc Việt, Cầu Giấy, Hà Nội
Điện thoại: Phòng Phát hành: 024.22149040;
Phòng Biên tập: 024.37917148;
Phòng Quản lý Tổng hợp: 024.22149041;
Fax: 024.37910147; Email: nxb@vap.ac.vn; Website: www.vap.ac.vn

**GIẢI PHÁP KẾT NỐI VÀ CHIA SẺ HỆ THỐNG CƠ SỞ DỮ LIỆU PHỤC VỤ
CÔNG TÁC ĐÀO TẠO, QUẢN LÝ LĨNH VỰC TÀI NGUYÊN MÔI TRƯỜNG**

**Bộ Tài nguyên và Môi trường
Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường Hà Nội**

**Chịu trách nhiệm xuất bản
Giám đốc, Tổng biên tập
PHẠM THỊ HIẾU**

**Biên tập: Nguyễn Văn Vĩnh,
Nguyễn Thị Chiên,
Hà Thị Thu Trang**

Trình bày kỹ thuật: Nguyễn Đức Mạnh

Trình bày bìa: Trần Minh Nguyệt

**Liên kết xuất bản:
Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường Hà Nội
41A đường Phú Diễn, Bắc Từ Liêm, Hà Nội**

ISBN: 978-604-9988-84-4

In 200 cuốn, khổ 20,5 × 29,5 cm, tại Công ty CP Khoa học và Công nghệ Hoàng Quốc Việt.
Địa chỉ: Số 18 Hoàng Quốc Việt, Cầu Giấy, Hà Nội.
Số xác nhận đăng ký xuất bản: 4138-2021/CXBIPH/04-51/KHTNVCN.
Số quyết định xuất bản: 100/QĐ-KHTNCN, cấp ngày 16 tháng 12 năm 2021.
In xong và nộp lưu chiểu quý IV năm 2021.




TRƯỜNG ĐẠI HỌC TÀI NGUYÊN VÀ MÔI TRƯỜNG HÀ NỘI

 41A, đường Phú Diễn, quận Bắc Từ Liêm, thành phố Hà Nội
04, đường Trần Phú, phường Ba Đình, thị xã Bim Sơn, Thanh Hóa

 hunre.edu.vn

 dhtnmt@hunre.edu.vn

 024 37645798

 024 38370598

ISBN: 978-604-9988-84-4



9 786049 988844

SÁCH KHÔNG BÁN