

NÂNG CAO ĐỘ CHÍNH XÁC PHÂN LOẠI ẢNH VIỄN THÁM BẰNG PHƯƠNG PHÁP KẾT HỢP PHÂN LOẠI DỰA TRÊN ĐỐI TƯỢNG VÀ PHÂN LOẠI DỰA TRÊN ĐIỂM ẢNH

NÔNG THỊ OANH⁽¹⁾, TRẦN XUÂN TRƯỜNG⁽¹⁾

VŨ THỊ TUYẾT⁽²⁾, TẠ HOÀNG TRUNG⁽³⁾

⁽¹⁾Trường Đại học Mở - Địa chất

⁽²⁾Cục Viễn thám Quốc gia

⁽³⁾Cục Đo đạc, Bản đồ và Thông tin địa lý Việt Nam

Tóm tắt:

Ảnh viễn thám đang đóng vai trò ngày càng quan trọng trong việc cung cấp thông tin giám sát bề mặt trái đất. Để tận dụng tối đa nguồn dữ liệu này, các phương pháp phân loại ảnh viễn thám ngày càng trở nên thông minh, hiệu quả hơn, góp phần chuyển đổi thông tin trên ảnh thành các thông tin có giá trị. Phương pháp phân loại dựa vào đối tượng (Object-based) đã chứng minh được tính chính xác của nó so với phương pháp phân loại từng điểm ảnh. Tuy nhiên phương pháp này thường được áp dụng trên các ảnh vệ tinh độ phân giải cao mà chưa áp dụng phổ biến trên ảnh vệ tinh độ phân giải trung bình, hơn nữa việc sử dụng kết hợp cả hai phương pháp phân loại cũng chưa được thử nghiệm nhiều. Nghiên cứu này kết hợp phương pháp phân loại dựa vào đối tượng và phương pháp phân loại dựa vào điểm ảnh nhằm nâng cao độ chính xác phân loại. Kết quả cho thấy việc kết hợp cả 2 phương pháp cho phép cải thiện độ chính xác tổng thể phân loại 20% khi sử dụng ảnh độ phân giải 10m.

Từ khóa: phân loại dựa vào đối tượng, phương pháp cây phân loại, kết hợp phân loại dựa trên đối tượng và điểm ảnh.

1. Đặt vấn đề

Ảnh viễn thám nói chung và ảnh vệ tinh nói riêng đã và đang được sử dụng rộng rãi trong các nghiên cứu liên quan đến giám sát bề mặt trái đất. Ảnh vệ tinh cung cấp dữ liệu về bề mặt trái đất trong một khoảng thời gian dài, ví dụ Landsat có lịch sử 40 năm quan sát bề mặt trái đất, đã cung cấp nguồn thông tin lịch sử lâu dài, tin cậy, với độ phân giải không gian và thời gian ngày càng được cải thiện. Với sự phát triển của công nghệ viễn thám, các ảnh vệ tinh cho phép quan sát trái đất ở độ

phân giải không gian rất cao, đến hàng centimet, và có độ phân giải thời gian (thời gian chụp lại cùng một vị trí) tốt, trong khoảng 5 đến 6 ngày. Vì vậy, ảnh vệ tinh đóng vai trò là một nguồn dữ liệu quan trọng trong các nghiên cứu trái đất, đặc biệt là các nghiên cứu liên quan đến lớp phủ bề mặt của trái đất, một trong các thành phần quan trọng của hệ sinh thái, từ đó có thể đưa ra các dự báo, giám sát môi trường ngày càng chính xác hơn.

Khối lượng lớn dữ liệu ảnh vệ tinh một mặt tạo ra thuận lợi rất lớn cho các nhà chuyên

môn trong việc chọn lựa dữ liệu phù hợp cho yêu cầu của mình, nhưng mặt khác, đặt ra thách thức trong việc chuyển hóa các dữ liệu này thành các thông tin có ích cho từng nhiệm vụ. Theo một cách khác, dữ liệu vệ tinh cung cấp chỉ là các con số, giá trị tỷ lệ giữa năng lượng phát ra và thu về, nếu thiếu đi quá trình xử lý, phân loại ảnh để biến các giá trị đó thành các thông tin có thể phân tích được, dữ liệu ảnh vệ tinh sẽ không còn nhiều giá trị. Do đó, nghiên cứu các phương pháp phân loại ảnh đã và đang được quan tâm nhiều hơn.

Để khai thác thông tin từ ảnh vệ tinh, trước đây thường thường sử dụng phương pháp giải đoán ảnh, theo đó, dựa vào kinh nghiệm của người giải đoán và bảng mẫu địa vật đặc trưng cho trước, ảnh vệ tinh sẽ được giải đoán thành các yếu tố địa hình, địa vật tương ứng, từ đó trích xuất các thông tin có ích từ ảnh. Phương pháp thủ công có nhược điểm rất lớn đó là thời gian để giải đoán ảnh lâu, và bị phụ thuộc vào kinh nghiệm của người giải đoán, cùng một đối tượng trên ảnh, giải đoán bởi các người khác nhau có thể cho ra kết quả khác nhau. Thêm vào đó, giải đoán ảnh thủ công chỉ sử dụng hạn chế số lượng kênh ảnh, chủ yếu là các kênh ảnh trong khoảng phổ nhìn thấy của mắt người, bỏ phí khối lượng lớn các kênh ảnh khác mà các ảnh vệ tinh hiện đại ngày này cung cấp.

Với sự phát triển của khoa học, công nghệ, đặc biệt là sự phát triển của các thuật toán máy học và năng lực tính toán ngày càng mạnh của máy tính, việc giải đoán hình ảnh vệ tinh tự động dần dần thay thế việc giải đoán thủ công. Khi giải đoán ảnh tự động, có 2 phương pháp chính được sử dụng là phân loại từng điểm ảnh riêng biệt và phân loại dựa theo đối tượng. Phương pháp phân loại từng điểm ảnh độc lập là phương pháp đơn giản, quá

trình phân loại sẽ xử lý từng điểm ảnh độc lập với nhau, không có sự kết nối nào giữa các điểm ảnh. Tuy nhiên một đối tượng trên ảnh thường được tập hợp từ nhiều điểm ảnh khác nhau, vì vậy phương pháp phân loại này không thể tránh khỏi hiện tượng nhiễu (giữa một khu vực đồng nhất về lớp phủ bề mặt, có một hoặc một vài điểm ảnh được phân loại sang loại phủ bề mặt khác), do thuật toán xử lý từng điểm ảnh riêng biệt. Đối với phương pháp phân loại dựa trên đối tượng, phương pháp này cho ra kết quả chính xác hơn, đặc biệt đối với các ảnh vệ tinh độ phân giải cao, và tỏ ra chính xác trong các yêu cầu phân loại khu vực phức tạp, có cấu trúc rõ ràng như khu vực đô thị, đường sá. Tuy nhiên phương pháp này có thời gian phân loại lâu hơn, do phải trải qua quá trình phân đoạn ảnh (segmentation) trước khi tiến hành phân loại.

Các nghiên cứu đã chỉ ra được sự chính xác hơn của phương pháp dựa trên đối tượng so với phương pháp dựa trên điểm ảnh. Tuy nhiên việc kết hợp cả hai phương pháp lại chưa được thử nghiệm nhiều, vì vậy nghiên cứu này đánh giá khả năng phân loại của từng phương pháp, từ đó kết hợp, tận dụng điểm mạnh của từng phương pháp nhằm nâng cao độ chính xác phân loại của khu vực nghiên cứu. Nghiên cứu này kết hợp cả 2 phương pháp phân loại theo điểm ảnh và phân loại dựa trên đối tượng nhằm nâng cao độ chính xác phân loại ảnh vệ tinh độ phân giải trung bình.

2. Dữ liệu và phương pháp nghiên cứu

2.1. Cơ sở lý luận

Phương pháp phân loại dựa trên đối tượng là một phương pháp thay thế cho phương pháp phân loại dựa trên điểm ảnh với đơn vị phân tích cơ bản là các đối tượng hình ảnh thay vì các điểm ảnh riêng lẻ. Phương pháp này bỏ qua việc tạo ra các bộ lọc có kích thước định

trước như thường được sử dụng trong phương pháp phân loại dựa trên điểm ảnh bằng cách nhóm một số pixel thành các hình dạng với sự thể hiện có ý nghĩa của các đối tượng. Phương pháp phân loại dựa trên đối tượng thường bao gồm hai giai đoạn chính: Phân đoạn hình ảnh, và trích xuất và phân loại đối tượng địa lý. Phân đoạn hình ảnh là một bước then chốt và quan trọng trong Phân tích hình ảnh dựa trên đối tượng. Việc trích xuất và kết quả phân loại cuối cùng của phương pháp phân loại dựa trên đối tượng phụ thuộc nhiều vào chất lượng quá trình phân đoạn hình ảnh. Phân đoạn hình ảnh đã được sử dụng trong xử lý ảnh viễn thám kể từ khi ra đời vệ tinh Landsat-1. Tuy nhiên, sự ra đời của các ảnh vệ tinh độ phân giải cao, việc phân loại ảnh chuyên từ dựa trên từng pixel đơn lẻ sang dựa trên đối tượng. Do đó, mục đích của việc phân đoạn hình ảnh đã được thay đổi từ việc giúp gắn nhãn từng điểm ảnh sang nhận dạng đối tượng. Sau khi hình ảnh đã được phân đoạn, việc phân định đối tượng được thực hiện dựa trên kết quả của quá trình phân nhóm và phân đoạn hình ảnh, nhằm mục đích nhóm các pixel tương tự thành các cụm hình ảnh có ý nghĩa [1]. Phân đoạn hình ảnh có thể chia ra làm 2 loại: tìm kiếm đường biên của đối tượng, hoặc đơn giản hóa các cảnh ảnh thành những vùng nhỏ hơn của các điểm ảnh có cùng tính chất [2]. Khi tìm kiếm đường biên của đối tượng, một trong các thuật toán thường được sử dụng là thuật toán phát hiện cạnh Canny, đối với phương pháp đơn giản hóa cảnh ảnh, thuật toán phân cụm không lặp lại đơn giản (SNIC) thường được chọn do tính đơn giản, sử dụng ít tài nguyên máy tính, tốc độ xử lý nhanh và cho ra kết quả tương đối tốt [2].

Phương pháp phân đoạn hình ảnh thường được cho là cho ra kết quả chính xác hơn so với phương pháp phân loại dựa trên điểm ảnh.

Ví dụ Yan và nnk đã so sánh phương pháp phân loại dựa trên điểm ảnh sử dụng thuật toán hợp lý cực đại (Maximum Likelihood) và phương pháp phân loại dựa trên đối tượng sử dụng k - điểm ảnh lân cận gần nhất (K-NN) trên ảnh ASTER. Kết quả nghiên cứu đã chỉ ra rằng, độ chính xác của phương pháp phân loại dựa trên đối tượng tốt hơn hẳn phương pháp dựa trên điểm ảnh MLC classification (kết quả độ chính xác lần lượt là 83.25% và 46.48%). Yu và nnk [3] sử dụng ảnh vệ tinh độ phân giải cao, so sánh phương pháp dựa trên điểm ảnh sử dụng thuật toán hợp lý cực đại và phương pháp phân loại dựa trên đối tượng sử dụng phương pháp phân loại K-NN, sử dụng cây phân loại như một cơ chế để quyết định chọn lựa thuộc tính nào được sử dụng để phân loại (feature selection). Kết quả cho thấy trường hợp sử dụng thuật toán 1-NN và phương pháp phân loại dựa trên đối tượng cho ra kết quả phân loại tốt hơn tới 17% so với sử dụng phương pháp dựa trên điểm ảnh. CastillejoGonzález và nnk [4] so sánh 2 phương pháp phân loại dựa trên điểm ảnh và dựa trên đối tượng khi phân loại khu vực đất nông nghiệp sử dụng ảnh đa phổ Quickbird, sử dụng các thuật toán phân loại khác nhau. Kết quả phân loại tốt nhất của thuật toán phân loại dựa trên điểm ảnh đạt được khi sử dụng các ảnh không qua tăng cường độ nét và sử dụng thuật toán hợp lý cực đại, trong khi đối với phương pháp phân loại dựa trên đối tượng, kết quả tốt nhất đạt được khi tăng cường độ nét với thuật toán hợp lý cực đại, với độ chính xác của mỗi phương pháp lần lượt đạt được là 89.6% và 93.69%. Kết quả nghiên cứu cũng cho thấy một sự khác biệt nhỏ (khoảng 1%) khi sử dụng 2 phương pháp phân loại dựa trên điểm ảnh và dựa trên đối tượng đối với ảnh không được tăng cường độ nét, tuy nhiên sự khác biệt trở nên lớn hơn rất nhiều, hơn 11%

khi sử dụng ảnh được tăng cường độ nét (82.55% và 93.69%).

Nhìn chung, các nghiên cứu đều đã chỉ ra được sự chính xác hơn của phương pháp phân loại dựa trên đối tượng khi sử dụng ảnh viễn thám. Các phương pháp phân loại dựa trên đối tượng thường tạo ra kết quả tốt hơn trên dữ liệu có độ phân giải cao, trong khi việc sử dụng phương pháp dựa trên điểm ảnh thường được khuyến nghị cho các độ phân giải thấp hơn [1]. Tuy nhiên các nghiên cứu đa số thử nghiệm phương pháp phân loại dựa trên đối tượng ở các khu vực đô thị, chưa được thử nghiệm ở các khu vực khác, thêm vào đó các nghiên cứu thường dựa vào các thuật toán phân loại tương đối đơn giản (ví dụ: K-NN, MLC) mà chưa sử dụng các phương pháp phân loại khác như phương pháp cây phân loại, hoặc các thuật toán học sâu, là các thuật toán phân loại phổ biến đang được sử dụng hiện nay.

Hiện nay, phương pháp rừng cây phân loại (Random Forest) thường được sử dụng trong công việc phân loại ảnh. Random Forest (RF) là một bộ phân loại học máy tập hợp sử dụng nhiều cây quyết định, mỗi cây trong đó được cung cấp các tập con ngẫu nhiên của dữ liệu huấn luyện để hình thành các cây phân loại. Các cây quyết định trong tập hợp được tạo ra một cách độc lập. Sau khi được huấn luyện, mỗi mẫu chưa biết được phân loại dựa trên đa số phiếu bầu của cây phân loại. RF được sử dụng phổ biến trong phân loại ảnh viễn thám bởi kết quả phân loại độ chính xác phân loại tốt hơn của nó so với các thuật toán chỉ sử dụng một cây phân loại duy nhất, dễ tham số hóa và ít bị ảnh hưởng bởi nhiễu, phù hợp cho các khu vực khó lấy được bộ mẫu phân loại tốt. Ngoài ra, do chỉ sử dụng một phần các thuộc tính của bộ dữ liệu mẫu thuật

toán RF còn tỏ ra rất tối ưu khi xử lý các bộ dữ liệu mẫu có số lượng thuộc tính lớn, điều này đặc biệt có ý nghĩa khi ảnh vệ tinh có độ phân giải kênh phổ cao (hyperspectral) ngày càng được sử dụng phổ biến.

Nghiên cứu này sử dụng kết hợp phương pháp phân loại dựa trên điểm ảnh và phương pháp phân loại dựa trên đối tượng nhằm tìm ra phương pháp cải thiện độ chính xác phân loại ảnh viễn thám ở khu vực kinh tế đang phát triển, nơi có các đối tượng phủ bề mặt phức tạp, với nhiều loại đối tượng phủ bề mặt tự nhiên và nhân tạo nằm xen kẽ nhau. Chúng tôi thực hiện thu thập ảnh vệ tinh quang học, ảnh vệ tinh radar, áp dụng các thuật toán xác định đối tượng SNIC và Canny cho 2 loại ảnh này, tiến hành tổ hợp thành các tổ hợp ảnh đa kênh khác nhau, để tìm ra sự kết hợp phù hợp và sử dụng một bộ dữ liệu huấn luyện duy nhất và thuật toán rừng cây phân loại để tiến hành phân loại các tổ hợp này, tìm ra tổ hợp cho ra kết quả phân loại chính xác nhất.

2.2. Dữ liệu

Ảnh vệ tinh Sentinel-2, độ phân giải 10 m là sản phẩm của dự án Copernicus Sentinel-2 của cơ quan hàng không vũ trụ châu Âu (ESA), gồm 2 nhóm vệ tinh có quỹ đạo cực, đồng bộ mặt trời, 2 quỹ đạo tạo với nhau 1 góc 180⁰. Vệ tinh đầu tiên được phóng lên quỹ đạo ngày 23 tháng 6 năm 2015, cung cấp ảnh trên 12 kênh phổ, độ phân giải không gian từ 10 m đến 20 m. Trong nghiên cứu này sử dụng ảnh Sentinel-2, mức xử lý 2A (ảnh đã qua nắn chỉnh hình học, hiệu chỉnh ảnh hưởng của khí quyển). Ảnh Sentinel-2, mức độ xử lý 2A đã được cơ quan hàng không vũ trụ châu Âu (ESA) cung cấp trên nền tảng Earth engine, vì vậy người dùng có thể lựa chọn sử dụng ngay nguồn dữ liệu này trên Earth engine mà không cần thiết phải tải về từ trang chủ của ESA.

Trong nghiên cứu này, chúng tôi lựa chọn từ thư viện của Earth engine các ảnh vệ tinh Sentinel-2 có độ che phủ mây nhỏ hơn 20%

được thu thập trong năm 2022, sau đó lấy giá trị median trong của từng pixel để loại bỏ vùng bị che phủ bởi mây.

Bảng 1: Các sản phẩm ảnh Sentinel-1 và Sentinel-2

STT	Loại ảnh	Tên sản phẩm	Mô tả
1	Sentinel-1	Level 1 SLC	Loại bỏ sai số do hiệu ứng Doppler, và nắn chỉnh hình học
2	Sentinel-1	Level 1 GRD	
3	Sentinel-2	Level 1C	Hiệu chỉnh sai số khí quyển (Top of Atmosphere), và nắn chỉnh hình học
4	Sentinel-2	Level 2A	Hiệu chỉnh sai số khí quyển (Bottom of Atmosphere), và nắn chỉnh hình học

Một nguồn dữ liệu khác được sử dụng là ảnh radar, ảnh có khả năng cung cấp thông tin texture của đối tượng rất tốt, giúp cho việc phân biệt giữa các đối tượng có bề mặt phẳng (mặt nước, và các đối tượng khác (cây rừng) được tốt hơn. Vì vậy, trong nghiên cứu này, ảnh vệ tinh Sentinel-1, phân cực HH, HV (H: horizontal – phân cực ngang; V: vertical – phân cực đứng) độ phân giải 10 m được sử dụng.

2.3. Phương pháp nghiên cứu

2.3.1. Sơ đồ tổng quát



Hình 1: Sơ đồ quy trình phân loại ảnh kết hợp phương pháp phân loại dựa trên điểm ảnh và dựa trên đối tượng

Trước hết ảnh vệ tinh Sentinel-1 và Sentinel-2 độ phân giải 10 m được thu thập, sau đó, chọn ra các kênh ảnh được sử dụng trong quá trình phân loại. Các ảnh sau đó được phân đoạn đối tượng bằng thuật toán SNIC và thuật toán xác định đường bao (Canny edge detection). Kết quả của quá trình phân đoạn hình ảnh là các đối tượng có đường bao được xác định từ ảnh vệ tinh, kết quả này sau đó kết hợp với các kênh ảnh đã được lựa chọn trước đó, tạo thành một cảnh ảnh đa kênh mới, bao gồm các kênh ảnh đã được lựa chọn và kết quả của quá trình phân đoạn. Cảnh ảnh mới được tạo ra này sẽ là nguồn dữ liệu dùng để phân loại hình ảnh. Cuối cùng, kết quả của quá trình phân loại được đánh giá độ chính xác nhằm xác định tính hiệu quả của phương pháp kết hợp giữa phân loại dựa trên đối tượng và phân loại dựa trên điểm ảnh.

2.3.2. Khu vực nghiên cứu

Nghiên cứu lựa chọn khu vực ven biển tỉnh Sóc Trăng và Trà Vinh để thử nghiệm phân loại, nằm trong khoảng kinh đô từ 106^0 đến $106^010'$, vĩ độ từ 9^0 đến 10^0 , trên khu vực đồng bằng sông Cửu Long, là khu vực có địa hình thấp và tương đối bằng phẳng, có dạng lòng chảo, cao ở phía sông Hậu và biển Đông

thấp dần vào trong, vùng thấp nhất là phía Tây và Tây Bắc, với độ cao từ 0,4 - 1,5 m so với mực nước biển, độ dốc thay đổi khoảng 45 cm/km chiều dài. Khu vực nghiên cứu nằm trong vùng nhiệt đới có khí hậu ôn hòa, nhiệt độ trung bình từ 20 - 27⁰C, độ ẩm trung bình 80%/năm, ít bị ảnh hưởng bởi bão, lũ. Mùa mưa từ tháng 5 - tháng 11, mùa khô từ tháng 12 - tháng 4 năm sau, lượng mưa trung bình từ 1.400 - 1.600 mm, có điều kiện thuận lợi cho việc đầu tư sản xuất, kinh doanh và du lịch. Nơi đây là khu vực nông nghiệp phát triển mạnh, nơi cây ăn quả và nuôi trồng thủy sản phát triển mạnh, hệ thống ao nuôi được xây

dựng với mật độ tương đối dày đặc, đặc biệt tại các khu vực cửa sông, cửa biển, là khu vực thích hợp để thử nghiệm phân loại.

2.3.3. Đồ hình phân loại

Khu vực nghiên cứu là khu vực hiện đang có hoạt động nông nghiệp phát triển. Một phần đáng kể diện tích khu vực nghiên cứu đang có hoạt động nuôi trồng thủy sản phát triển mạnh mẽ, bên cạnh đó, khu vực cũng là vùng trồng cây ăn quả nổi tiếng. Chúng tôi đã lựa chọn 5 lớp phủ bề mặt, đại diện cho khu vực nghiên cứu.

Bảng 2: Giải thích các lớp đối tượng

STT	Tên lớp	Mô tả
1	Đất nông nghiệp	Khu vực sử dụng để sản xuất cây nông nghiệp
2	Ao nuôi trồng thủy sản	Khu vực sử dụng để nuôi trồng thủy sản
3	Đất ngập nước	Khu vực ven biển, cửa sông nơi thực vật ngập nước sinh trưởng
4	Công trình nhân tạo	Các công trình nhà ở, đường sá... do con người xây dựng
5	Nước mặt	Các vùng nước tự nhiên (sông, suối, ao hồ)

2.3.4. Thuật toán phân loại

Phương pháp phân loại dựa trên đối tượng được xây dựng dựa trên việc phân đoạn, phát hiện cạnh, từ đó hình ảnh viễn thám được chuyển đổi thành thông tin hữu hình có thể được sử dụng trong kết hợp với các tập dữ liệu khác. Trong nghiên cứu này, chúng tôi sử dụng thuật toán phân đoạn hình ảnh SNIC để nhóm các pixel có tính chất gần với nhau lại thành nhóm, phân nhóm SNIC (Phân cụm không lặp lại đơn giản) tạo ra một cụm các điểm có giá trị phản xạ gần tương đương nhau, dựa vào các điểm (thường được gọi là các seed), sau đó sử dụng thuật toán canny phát hiện cạnh để tìm ra các đường bao của đối tượng Thuật toán phát hiện cạnh sử dụng bốn

bộ lọc riêng biệt để xác định các cạnh chéo, dọc và ngang.

Trong nghiên cứu này, thuật toán rừng cây phân loại được triển khai trên nền tảng Google Earth Engine, là nền tảng cho phép phân loại ảnh, thu thập ảnh vệ tinh nhanh chóng, tiện lợi, sử dụng ngôn ngữ lập trình Java. Để tiến hành phân loại, chúng tôi sử dụng 100 cây phân loại, một giá trị thường được sử dụng trong phân tích viễn thám.

2.3.5. Tạo dữ liệu huấn luyện và kiểm định mô hình

Dữ liệu huấn luyện và dữ liệu dùng để kiểm định kết quả phân loại được tạo ra bằng cách giải đoán ảnh vệ tinh Sentinel-2, độ phân giải 10 m, kết hợp tham khảo ảnh vệ tinh độ

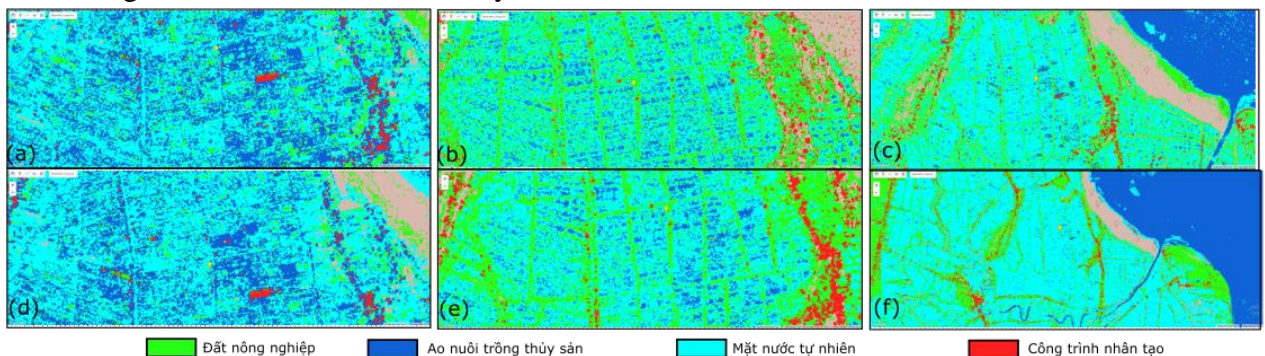
phân giải cao được cung cấp trên Google Earth. Sau khi có được bộ dữ liệu, 80% dữ liệu sẽ được sử dụng để huấn luyện mô hình, 20% được dùng để kiểm tra kết quả phân loại. Bộ dữ liệu huấn luyện và bộ dữ liệu dùng để kiểm định được thiết kế để độc lập với nhau hoàn toàn, có nghĩa là những mẫu nằm trong bộ dữ liệu huấn luyện sẽ không xuất hiện trong bộ dữ liệu kiểm định và ngược lại. Tổng cộng có 400 điểm được tạo ra, trong đó 320 điểm sử dụng để huấn luyện và 80 điểm dùng để kiểm định mô hình.

3. Kết quả nghiên cứu

Trong lần thử đầu tiên, chúng tôi chỉ sử dụng phương pháp dựa trên điểm ảnh và band 2, band 3, band 4 của ảnh vệ tinh Sentinel-2 (ảnh quang học) để phân loại khu vực nghiên cứu. Kết quả độ chính xác trung bình chỉ đạt khoảng 50%, khi kiểm tra trực quan kết quả chúng tôi nhận thấy, đối với phương pháp này, không thể nhìn rõ cấu trúc của các ao nuôi trồng thủy sản, là các đối tượng nhân tạo, có đường bờ rõ ràng (hình 2-a). Các khu vực nuôi trồng thủy sản thể hiện trên ảnh tương đối rời rạc, không có sự liên kết với nhau. Tuy nhiên

phương pháp này vẫn có thể phân biệt được khu vực nước mặt và khu vực là ao hồ nuôi trồng thủy sản, tuy nhiên kết quả cũng rất hạn chế. Cấu trúc của khu vực phân loại có được cải thiện khi sử dụng phương pháp dựa trên đối tượng cho ảnh quang học, tuy nhiên sự cải thiện không đáng kể. Ngoài ra, chúng tôi còn nhận thấy có sự nhầm lẫn khá lớn trong kết quả phân loại giữa lớp ao nuôi trồng thủy sản và đất nông nghiệp. Cấu trúc của khu vực được thể hiện rõ hơn khi sử dụng ảnh radar. Khi sử dụng kênh VV và kênh VH của ảnh vệ tinh Sentinel-1, có thể thấy các cấu trúc ao hồ cũng không được cải thiện nhiều (hình 2-d).

Để so sánh sự khác biệt khi sử dụng phương pháp phân loại dựa theo đối tượng đối với ảnh radar, chúng tôi đã thử nghiệm phân loại chỉ sử dụng thông tin từ quá trình phân chia ảnh bởi thuật toán SNIC và thuật toán xác định cạnh. Kết quả cho thấy cấu trúc của khu vực nuôi trồng thủy sản được cải thiện rõ rệt hơn, tuy nhiên sự nhầm lẫn giữa lớp nước mặt và lớp ao nuôi trồng thủy sản vẫn không được cải thiện (hình 2-b và 2-e).



Hình 2: Kết quả phân loại sử dụng phương pháp dựa trên điểm ảnh (a), phương pháp dựa trên đối tượng (b), và kết hợp hai phương pháp (c) cho ảnh quang học và ảnh radar (d), (e), (f)

Khi kết hợp cả 2 phương pháp, chúng tôi nhận thấy kết quả phân loại có sự cải thiện đáng kể khi sử dụng cho cả ảnh quang học và ảnh radar, ngoài việc giữ được cấu trúc của

khu vực rõ ràng, hiện tượng nhầm lẫn giữa khu vực nuôi trồng thủy sản, mặt nước tự nhiên, và đất nông nghiệp được cải thiện rõ rệt, độ chính xác phân loại tổng thể được cải

thiện rõ rệt, đạt 90%, cải thiện rõ rệt so với kết quả khi chỉ sử dụng một phương pháp (hình 2-c và 2-f). Kết quả áp dụng phương pháp phân loại trên ảnh radar cho kết quả tốt hơn ở chỉ số độ chính xác tổng thể, và một số khu vực như bờ biển, lý do một phần có thể do tính chất của

ảnh radar, nơi các đối tượng có bề mặt tương đối phẳng hiện rất rõ trên ảnh, điều này có thể góp phần nâng cao hiệu quả của quá trình phân loại ảnh. Độ chính xác của từng kết quả phân loại được thống kê trong bảng sau

Bảng 3: Thống kê kết quả phân loại

STT	Tên trường hợp thử nghiệm	Kênh ảnh sử dụng	Độ chính xác (%)
1	Sử dụng phương pháp phân loại dựa vào điểm ảnh cho ảnh Sentinel-2	Band_2, Band_3, Band_4	70
2	Sử dụng phương pháp phân loại dựa vào đối tượng cho ảnh Sentinel-2	Band_2_SNIC, Band_2_Edge detection	72
3	Sử dụng phương pháp phân loại dựa vào điểm ảnh cho ảnh Sentinel-1	VH, VV	74
4	Sử dụng phương pháp phân loại dựa vào đối tượng cho ảnh Sentinel-1	VH_SNIC, VH_Edge detection	80
5	Sử dụng phương pháp kết hợp cho ảnh Sentinel-2	Band_2, Band_3, Band_4, Band_2_SNIC, Band_2_Edge detection	90
6	Sử dụng phương pháp kết hợp cho ảnh Sentinel-1	VH, VV, VH_SNIC, VH_Edge detection	92

4. Kết luận và kiến nghị

Phương pháp phân loại kết hợp giữa phân loại dựa trên đối tượng và phân loại dựa trên điểm ảnh có thể cải thiện độ chính xác phân loại, đặc biệt cho các khu vực có nhiều công trình do con người xây dựng. Phương pháp này cải thiện độ chính xác nhờ vào khả năng nhận biết các đối tượng trên ảnh, do đó bổ sung thêm thông tin cho thuật toán phân loại, nhờ vậy nâng cao kết quả phân loại.

Tuy nhiên phương pháp này đòi hỏi thời gian phân loại lâu hơn do phải tiến hành thêm bước nhận dạng đối tượng, do đó sự cân bằng giữa nhu cầu về độ chính xác và thời gian tính toán là điều nên được xem xét trước khi áp dụng phương pháp này. Do khả năng nhận dạng các đối tượng phụ thuộc vào sự sắc nét của đối tượng, hay nói cách khác, các đối tượng có đường bao rõ ràng sẽ dễ dàng được

nhận dạng hơn, nên phương pháp này có thể được xem xét áp dụng ở khu vực có nhiều công trình do con người xây dựng, thường có đường bao rõ ràng.

Do phụ thuộc vào việc phát hiện ra đường bao của đối tượng, nên đối với các ảnh có độ phân giải không gian trung bình (10-30 m), ảnh radar cho kết quả phân loại chính xác hơn so với ảnh quang học, do ảnh radar có khả năng phân biệt cấu trúc của đối tượng tốt hơn so với ảnh quang học, qua đó, kết quả của quá trình phân đoạn hình ảnh được tốt hơn.

Nghiên cứu này vẫn còn một số hạn chế, đó là chỉ mới tiến hành thử nghiệm được trên một khu vực tương đối nhỏ, độ phức tạp chưa cao, khu vực nghiên cứu chỉ là vùng nuôi trồng thủy sản đơn thuần, không gần các thành phố lớn, phương pháp này có thể sẽ suy giảm độ chính xác ở các khu v tồn tại cả công trình

xây dựng (thành phố) và các khu nuôi trồng thủy sản. Thêm vào đó, ảnh vệ tinh độ phân giải trung bình chưa phải là điều kiện thuận lợi để áp dụng phương pháp phân loại dựa trên đối tượng, do ảnh độ phân giải trung bình chỉ có thể nhận ra các đối tượng có kích thước tương đối lớn trên thực địa. Cuối cùng, do nguồn lực hạn chế, các mẫu dùng để huấn luyện mô hình và đánh giá độ chính xác đều được đoán đọc từ ảnh vệ tinh độ phân giải cao (ảnh Maxar độ phân giải 1m được cung cấp trên Google Earth), vì vậy sẽ tồn tại những điểm huấn luyện sai lầm, ảnh hưởng đến độ chính xác phân loại.○

Tài liệu tham khảo

[1]. A. Tassi and M. Vizzari, “Object-Oriented LULC Classification in Google Earth Engine Combining SNIC, GLCM, and Machine Learning Algorithms,” *Remote Sens.*, vol. 12, no. 22, p. 3776, Nov. 2020, doi: 10.3390/rs12223776.

[2]. L. Yang, L. Wang, G. A. Abubakar, and J. Huang, “High-Resolution Rice Mapping Based on SNIC Segmentation and Multi-Source Remote Sensing Images,” *Remote Sens.*, vol. 13, no. 6, p. 1148, Mar. 2021, doi: 10.3390/rs13061148.

[3]. Q. Yu, P. Gong, N. Clinton, G. Biging, M. Kelly, and D. Schirokauer, “Object-based Detailed Vegetation Classification with Airborne High Spatial Resolution Remote Sensing Imagery,” *Photogramm. Eng. Remote Sens.*, vol. 72, no. 7, pp. 799–811, Jul. 2006, doi: 10.14358/PERS.72.7.799.

[4]. I. L. Castillejo-González *et al.*, “Object- and pixel-based analysis for mapping crops and their agro-environmental associated measures using QuickBird imagery,” *Comput. Electron. Agric.*, vol. 68, no. 2, pp. 207–215, Oct. 2009, doi: 10.1016/j.compag.2009.06.004.○

Summary

Improving the accuracy of remote sensing image classification by the combination of pixel-based and object-based image classification methods

Nong Thi Oanh, Tran Xuan Truong, Hanoi University of Mining and Geology

Vu Thi Tuyet, Department of National remote sensing

Ta Hoang Trung, Department of Survey, Mapping and Geographic information Vietnam

Remote sensing images are increasingly important in providing information to monitor the earth's surface. To make the most of this data source, remote sensing image classification methods are becoming smarter and more efficient, converting information on images into valuable information. The object-based classification method has proven its accuracy compared to the pixel-by-pixel classification method. However, this method is often applied to high-resolution satellite images but has not been widely applied to medium-resolution satellite images, moreover, the combined use of both classification methods has not been proven. lots of testing. This study combines object-based classification and pixel-based classification methods to improve classification accuracy. The results show that combining both methods can improve the overall classification accuracy by 20% when using high-resolution images.○

Keywords: Object-based image analysis, random forest, combination approach.