

SỬ DỤNG DỮ LIỆU VỆ TINH PHỤC VỤ TRỒNG RỪNG TẠI KHU VỰC SUỐI MỠ, HUYỆN LỤC NAM, TỈNH BẮC GIANG

Đặng Vũ Khắc

Khoa Địa lí, Trường Đại học Sư phạm Hà Nội

Tóm tắt. Bắc Giang là tỉnh miền núi có điều kiện tự nhiên thích hợp cho việc trồng và phát triển các loại cây lấy gỗ để phục vụ nhu cầu của thị trường. Vì vậy, việc xác định diện tích rừng trồng vừa được khai thác và ước tính số lượng cây giống phải chuẩn bị để trồng lại vào diện tích này nhằm tối ưu hóa quá trình trồng – khai thác rừng sản xuất. Nghiên cứu này áp dụng một số thuật toán xử lý ảnh để nâng cao độ chính xác khi phân loại các lớp phủ mặt đất. Đất trống sau khai thác rừng đã được tách ra khỏi các loại lớp phủ mặt đất khác bằng tiếp cận phân loại ảnh dựa trên đối tượng với thuật toán Máy vector hỗ trợ (SVMs) do sự hiệu quả và tính linh hoạt của thuật toán này. Bản đồ thu được cho thấy đất trống sau khai thác gỗ có diện tích là 246.6 ha vào năm 2022 tương ứng với 70144 cây giống cần thiết cho vụ trồng rừng mới. Việc kiểm chứng độ chính xác được thực hiện bằng cách so sánh kết quả phân loại với các mẫu kiểm chứng chọn lựa thông qua giải đoán mắt thường từ ảnh Google Earth có độ phân giải cao thu chụp cùng giai đoạn. Ma trận sai số cho thấy độ tin cậy phù hợp với độ chính xác tổng thể đạt 81.38% và hệ số Kappa là 0.87. Kết quả thu được từ nghiên cứu này hỗ trợ chính quyền địa phương tìm ra các giải pháp, chính sách phù hợp trong việc phát triển tài nguyên rừng và phát triển kinh tế - xã hội một cách hài hòa hơn ở khu vực miền núi này.

Từ khóa: trồng rừng, đất trống, Landsat-8, chỉ số phổ, phân loại đối tượng, máy vector hỗ trợ.

1. Mở đầu

Trên thế giới, việc lập bản đồ lớp phủ mặt đất nói chung hay đất rừng vừa được khai thác nói riêng đã được thực hiện trong nhiều nghiên cứu, mà trong đó phân loại ảnh vệ tinh là phương pháp thích hợp để gán các loại lớp phủ mặt đất với các pixel trên ảnh vệ tinh. Các kỹ thuật phân loại đã được phát triển mạnh mẽ trong thập kỷ qua để xử lý ảnh đa phổ với kỹ thuật phân loại dựa trên điểm ảnh (pixel) hoặc phân loại dựa trên đối tượng [1-4]. Kỹ thuật phân loại dựa trên pixel có thể phân biệt được các loại sử dụng đất/lớp phủ mặt đất dựa trên giá trị phản xạ của các đối tượng ở một số dải của quang phổ mà không liên quan tới thông tin không gian. Do đó, các phương pháp xử lý ảnh số hoàn toàn dựa trên giá trị phản xạ không phải lúc nào cũng cho phép phân biệt chính xác các loại sử dụng đất/lớp phủ mặt đất khác nhau vì chúng có thể có các hành vi phổ giống nhau và làm cho kết quả phân loại bị phân mảnh không gian [5, 6].

Vì vậy, chiều không gian và thời gian của ảnh cũng được khai thác để phân biệt các loại sử dụng đất/lớp phủ mặt đất. Chiều không gian đề cập đến các đặc tính không gian có thể xác định đối tượng quan tâm, chẳng hạn như hình dạng, kích thước hay hoa văn của nó. Chiều thời gian đề cập đến việc sử dụng xu hướng theo mùa cho từng loại sử dụng đất/lớp phủ mặt đất, đặc biệt

Ngày nhận bài: 21/3/2023. Ngày sửa bài: 29/4/2023. Ngày nhận đăng: 10/5/2023.

Tác giả liên hệ: Đặng Vũ Khắc. Địa chỉ e-mail: dangvukhac@gmail.com

phù hợp để phân biệt thực vật vì chúng liên quan đến quá trình sinh trưởng; ví dụ như cây thường xanh và cây rụng lá có thể dễ dàng tách biệt vào mùa Đông. Kỹ thuật dựa trên đối tượng được phát triển tương đối gần đây hơn và chiếm lợi thế khi kết hợp cả thông tin phổ với thông tin không gian để nhóm các pixel trên ảnh thành các loại lớp phủ mặt đất khác nhau. Quá trình này bao hàm việc phân loại các pixel dựa trên đặc điểm quang phổ, hình dạng, kiến trúc và mối quan hệ không gian của chúng với các pixel xung quanh. Nhờ vậy, kỹ thuật này làm giảm sự nhầm lẫn giữa các loại lớp phủ có phản xạ tương tự nhau và tránh được sự phân mảnh không gian, mặc dù nó đòi hỏi ảnh có độ phân giải không gian lớn [7, 8]. Ngoài ra, nếu không có thông tin về ba chiều này (phổ, không gian và thời gian), có thể xem xét bổ sung dữ liệu như độ cao, độ dốc, hướng phơi hoặc thổ nhưỡng, vv. để xác định các loại lớp phủ mặt đất quan tâm [9].

Nhiều nghiên cứu đã sử dụng dữ liệu vệ tinh Landsat 8 để khai thác thông tin không gian với kỹ thuật phân loại dựa trên đối tượng nhờ độ phân giải không gian phù hợp [10], [11]. Landsat 8 là vệ tinh do Cơ quan Hàng không và Vũ trụ Hoa Kỳ (NASA) phóng lên quỹ đạo ở độ cao 705 km. Vệ tinh Landsat 8 cho phép chụp ảnh trên 11 kênh đa phổ, đa phân giải không gian, tần suất chụp ảnh cao. Chúng cải thiện xác suất chụp ảnh không bị mây che và được coi là nguồn thông tin hiệu quả để quan sát bề mặt Trái đất. Vì vậy, thế hệ vệ tinh này mang lại nhiều lợi thế cho việc lập bản đồ sử dụng đất/lớp phủ mặt đất do độ bao phủ khu vực được quan sát rộng, thời gian thu ảnh lâu dài, chi phí thấp hơn so với khảo sát mặt đất [12]. Hơn nữa, thuật toán trộn ảnh (fusion) giúp có thể nâng cao độ phân giải không gian của tất cả kênh đa phổ lên tới 15 m để tăng khả năng sử dụng các kênh đa phổ trong tách biệt các đối tượng và có thể khai thác thông tin không gian bằng kỹ thuật phân loại hướng đối tượng và phát hiện các đối tượng có kích thước nhỏ [13].

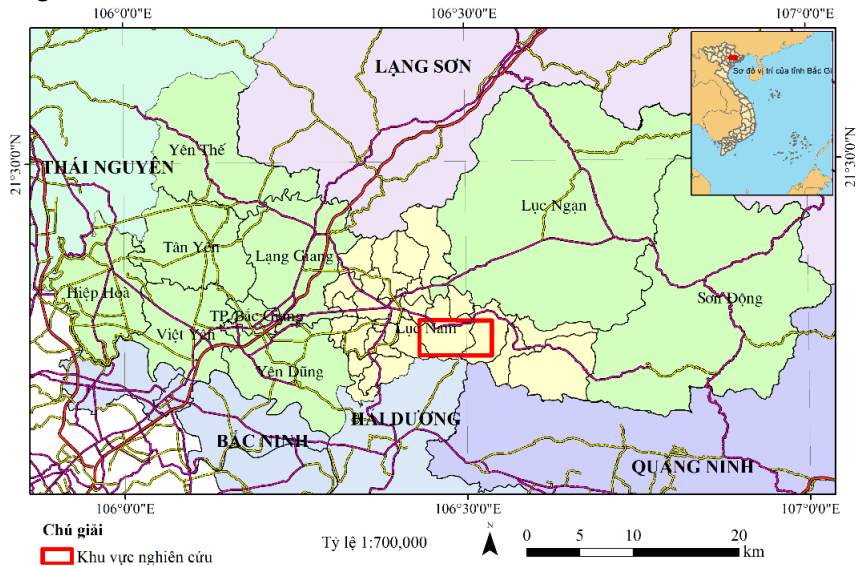
Bắc Giang nằm trong đới khí hậu nhiệt đới ẩm gió mùa với địa hình núi xen kẽ các vùng trung du nên có điều kiện thích hợp cho việc trồng các loại cây lấy gỗ như keo, bạch đàn để phục vụ cho nhu cầu của thị trường. Nhờ chính sách giao đất, giao rừng của nhà nước mà diện tích đất trồng, đồi núi trọc dần được phủ xanh bởi rừng sản xuất. Một mặt, rừng trồng đem lại hiệu quả kinh tế cao, nó giúp cho người dân nâng cao mức sống, ổn định cuộc sống. Mặt khác, rừng trồng còn giúp bảo vệ môi trường tự nhiên, giảm thiểu xói mòn, sạt lở đất, điều hòa khí hậu, vv. Diện tích rừng trồng ngày càng mở rộng để đáp ứng nhu cầu của người tiêu dùng cũng như mong muốn tăng thêm thu nhập của người nông dân và bảo vệ môi trường tự nhiên. Tuy nhiên, diện tích rừng trồng cũng có những thay đổi theo chu kỳ sinh trưởng – khai thác gỗ của từng loài cây. Chính vì vậy, việc xác định diện tích rừng trồng vừa được khai thác để ước tính số lượng cây giống cần chuẩn bị trồng lại trong vụ kế tiếp là nhu cầu cần thiết vì nó đem lại hiệu quả trong quá trình trồng – khai thác rừng sản xuất. Việc xác định diện tích rừng vừa được khai thác có thể thông qua hiện trạng lớp phủ mặt đất được phân loại từ ảnh vệ tinh như trong các nghiên cứu của Shchur Alexander (2017) [14], hay của Xulu Sifiso (2020) [15].

Mặc dù, ở Việt Nam đã có các nghiên cứu biến động rừng bằng ảnh vệ tinh như công trình của Nguyễn Hải Hòa (2017) [16] hay của Nguyễn Quang Huy (2021) [17], v.v. nhưng có rất ít nghiên cứu xác định diện tích rừng vừa khai thác và chưa có bất kỳ kiểm kê nào về diện tích đất rừng vừa khai thác nào tại khu vực suối Mỡ, huyện Lục Nam, tỉnh Bắc Giang. Vì vậy, thành lập bản đồ phân bố không gian của đất trồng vừa kết thúc khai thác rừng trên lãnh thổ rộng lớn của huyện Lục Nam để đánh giá khả năng của dữ liệu Landsat 8 trong việc phục vụ trồng rừng trở thành nhiệm vụ cần thiết. Từ đó, nghiên cứu này đặt ra mục tiêu: (a) xác minh khả năng kết hợp các kênh phản xạ với các kênh chỉ số phổ để tách đất rừng vừa khai thác khỏi các loại sử dụng đất/lớp phủ đất khác; (b) xác định diện tích đất rừng vừa kết thúc khai thác với dữ liệu ảnh vệ tinh Landsat 8 có độ phân giải không gian trung bình thông qua kỹ thuật phân loại ảnh dựa trên đối tượng với thuật toán SVMs. Kết quả thu được sẽ tạo cơ sở tin cậy để triển khai kế hoạch trồng rừng thông qua việc ước tính số lượng cây giống cần chuẩn bị cho vụ trồng rừng tiếp theo. Từ đó, chúng có thể giúp đơn vị chức năng lên kế hoạch khai thác tốt hơn tài nguyên thiên nhiên tại khu vực này.

2. Nội dung nghiên cứu

2.1. Khu vực nghiên cứu

Khu vực nghiên cứu có diện tích 50 km² (10 × 5 km), nằm trên địa bàn của 4 xã là Nghĩa Phương, Cương Sơn, Huyền Sơn và Vô Tranh liền kề với khu du lịch suối Mỡ, thuộc dãy núi Huyền Sơn - Yên Tử của huyện Lục Nam, tỉnh Bắc Giang. Khu vực này có địa hình chủ yếu là đồi núi thấp, có nhiều triền núi hình lượn sóng quanh co, độ cao trung bình của địa hình khoảng từ 100 – 1000 m với sự chia cắt khá phức tạp. Len lỏi xen giữa các dãy đồi, núi là các khe, suối uốn quanh. Do hướng nghiêng của địa hình, cùng với đồi núi xen kẽ tạo ra các vùng trũng thuận lợi để xây dựng hồ chứa nước.



Hình 1. Bản đồ vị trí tỉnh Bắc Giang và khu vực nghiên cứu

Do nằm ở vị trí chuyển tiếp giữa vùng núi rừng Đông Bắc với trung du và đồng bằng Bắc Bộ nên khí hậu của khu vực mang đầy đủ tính đa dạng của khí hậu nhiệt đới gió mùa phức tạp. Nhiệt độ trung bình năm trên 20°C, lượng mưa khá lớn từ 1200 - 1500 mm với số thời gian mưa trên 100 ngày [18]. Tổng lượng bốc hơi trung bình năm 750 - 850 mm. Mùa mưa trùng với thời điểm mùa Hè nắng nóng, bắt đầu từ tháng 5 đến tháng 10; còn mùa Đông lạnh và khô kéo dài từ tháng 11 đến tháng 4 năm sau [19]. Do chế độ mưa theo mùa và sự hoạt động của dải hội tụ nhiệt đới là nguyên nhân gây mưa chính ở cả khu vực Bắc Bộ nói chung và khu vực nghiên cứu nói riêng. Mùa khô ít hạn do lượng bốc hơi thấp hơn lượng mưa, cùng với đó là sự tích trữ nước của hệ thống sông suối, ao hồ và nước ngầm. Độ ẩm không khí trung bình năm khoảng 80% do mùa Hè thì khu vực này chịu ảnh hưởng của gió mùa Đông Nam từ biển thổi vào, mùa Đông chịu ảnh hưởng của gió mùa Đông Bắc gây ra mưa phùn do đó độ ẩm trung bình năm tương đối cao [20].

Mặt khác, đất đai tại khu vực nghiên cứu lại có tính đa dạng và phức tạp, được hình thành từ nhiều quá trình hình thành đất với nhiều loại đất khác nhau như: đất đồi chua và nghèo dinh dưỡng, đất feralit, đất phù sa. Diện tích đất chủ yếu là đất đồi, còn đất ruộng chỉ chiếm 1 phần nhỏ. Chính nhờ các điều kiện tự nhiên như vậy mà khu vực nghiên cứu có điều kiện thuận lợi để phát triển nông - lâm nghiệp nên diện tích trồng cây ăn quả và diện tích trồng cây lấy gỗ không ngừng tăng lên trong những năm vừa qua.

2.2. Phương pháp và dữ liệu sử dụng

2.2.1. Dữ liệu

* Ảnh Landsat 8

Ảnh vệ tinh Landsat 8 được tải về từ trang web: <https://earthexplorer.usgs.gov/> của Cơ quan Hàng không và Vũ trụ Hoa Kỳ. Ảnh này đã được tiền xử lí ở mức 2A, tham chiếu hình học trong hệ tọa độ UTM (WGS84) với các tham số được thể hiện trong Bảng 1. Tuy nhiên, ảnh được chọn chụp vào ngày 17/10/2022 khi lúa mới thu hoạch, giúp nâng cao khả năng tách biệt lúa với các loại thực vật khác. Cảnh ảnh bị mây che phủ một phần, nhưng khu vực nghiên cứu không bị ảnh hưởng.

Vệ tinh Landsat 8 cung cấp 13 kênh trong dải nhìn thấy và dải hồng ngoại của quang phổ với các độ phân giải không gian khác nhau: lần lượt là 15 m, 30 m và 10 m (Bảng 2). Trong nghiên cứu này, một số kênh gốc được khai thác để tính toán các kênh chỉ số, phân tích thành phần chính và phân loại có kiểm định để lập bản đồ phân bố của đất trồng nơi rừng sản xuất vừa khai thác.

Bảng 2. Các đặc trưng kênh phổ Sentinel-2A [21]

Mô tả kênh	Bước sóng (m)	Phân giải ko gian (m)
Kênh 1 – Son khí	0.43-0.45	30
Kênh 2 – Xanh dương	0.45-0.51	30
Kênh 3 – Xanh lục	0.53-0.59	30
Kênh 4 – Đỏ	0.64-0.67	30
Kênh 5 – Cận hồng ngoại (NIR)	0.85-0.88	30
Kênh 6 – Hồng ngoại sóng ngắn - SWIR1	1.57-1.65	30
Kênh 7 – Hồng ngoại sóng ngắn - SWIR2	2.11-2.29	30
Kênh 8 – Panchromatic	0.50-0.68	15
Kênh 9 – Mây ti	1.36-1.38	30
Kênh 10 – Hồng ngoại nhiệt 1 (TIRS)	10.6-11.19	100
Kênh 11 – Hồng ngoại nhiệt 2 (TIRS)	11.50-12.51	100

* Ảnh vệ tinh có độ phân giải không gian siêu cao

Google Earth tích hợp một số loại dữ liệu không gian như: ảnh vệ tinh, ảnh hàng không và các lớp dữ liệu thông tin địa lí, v.v. Ảnh vệ tinh có thể được hiển thị theo tiến trình thời gian và được cung cấp với độ phân giải không gian siêu cao < 1,0 m [22]. Ảnh chụp ngày 11/03/2022 được sử dụng để chọn mẫu kiểm chứng vì gần ngày chụp của ảnh Landsat 8 và người giải đoán có thể dễ dàng nhận ra các vạt rừng vừa khai thác nhờ đối sánh với hiểu biết thực tế thu nhận khi khảo sát.

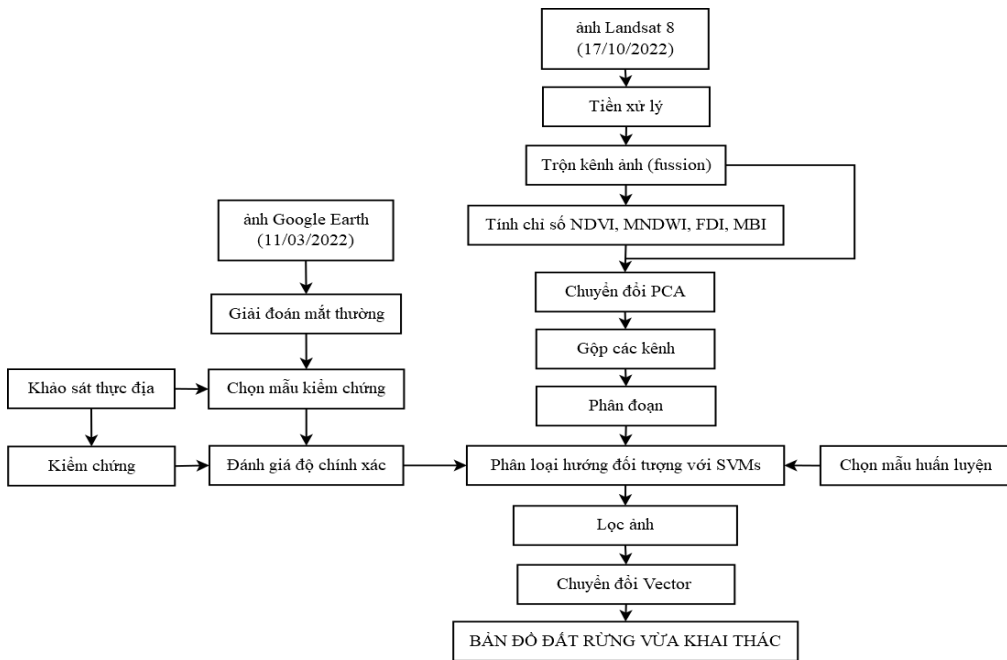
* Khảo sát thực địa



Hình 2. (a) đất rừng đã trồng mới, (b) đất trống do rừng vừa thu hoạch

Một đợt khảo sát thực địa đã được thực hiện vào 05/03/2023. Mặc dù không phải tất cả các loại lớp phủ chính trong khu vực đều hiện diện trên hiện trường vào thời điểm này nhưng đợt khảo sát đã hỗ trợ trong việc tham chiếu các loại lớp phủ trên mặt đất với các đối tượng trên ảnh vệ tinh. Vị trí khảo sát (Hình 5) và ảnh chụp một số đối tượng liên quan tới đất rừng sản xuất được trình bày trong Hình 2.

2.2.2. Phương pháp



Hình 3. Các bước xử lý được áp dụng trong nghiên cứu

Trong việc lập bản đồ lớp phủ mặt đất, có ba tiếp cận chính: (a) phân loại dựa trên giá trị phản xạ phổ của các thực thể [23, 24]; (b) phân loại dựa trên chỉ số phổ để xác định một số loại sử dụng đất/lớp phủ mặt đất cụ thể [25-27]; (c) kết hợp giá trị phản xạ phổ và các chỉ số phổ để cải thiện độ chính xác về các lớp phủ được trích xuất [28, 29].

Với tiếp cận thứ nhất, mỗi thuật toán phân loại ảnh có những ưu điểm và nhược điểm riêng. Việc lựa chọn thuật toán phù hợp phụ thuộc vào số lượng mẫu huấn luyện, sự phân bố các đối tượng trên mặt đất, độ phân giải không gian của ảnh vệ tinh, khả năng sử dụng của phần mềm xử lý ảnh [30]. Tiếp cận xử lý ảnh thứ hai dựa trên tỷ số kênh, thường được tính toán từ hai kênh trở lên dưới dạng chỉ số quang phổ [31] và giá trị của chúng được phân tích để tìm ra ngưỡng riêng nhằm xác định một loại lớp phủ mặt đất cụ thể hoặc tăng cường sự khác nhau trong các loại lớp phủ để phân biệt chúng chính xác hơn [32]. Tuy nhiên, kênh ảnh gốc và kênh chỉ số phổ thường tương quan với nhau và do đó kết quả đôi khi không đáng tin cậy [33]. Để tránh hiện tượng đó, tiếp cận thứ ba - kết hợp các kênh phản xạ và kênh chỉ số phổ với kỹ thuật phân loại hướng đối tượng sau khi đã tăng cường độ phân giải không gian để khai thác thêm thông tin không gian trên ảnh.

* Các bước xử lý

Nghiên cứu được triển khai theo một số bước chính trong Hình 3.

* Trộn ảnh (fusion)

Đầu thu OLI của vệ tinh Landsat 8 chụp 8 kênh đa phổ ở dải nhìn thấy và cận hồng ngoại có độ phân giải không gian 30 m, 1 kênh toàn sắc có độ phân giải không gian 15 m; trong khi đầu thu TIR chụp 2 kênh ở hồng ngoại nhiệt có độ phân giải không gian 100 m. Để tăng cường khả năng nhận dạng các đối tượng trên mặt đất thì một trong các giải pháp là cải thiện độ phân giải không gian. Do đó các kênh đa phổ có độ phân giải không gian 30 m được nâng lên 15 m theo kênh toàn sắc nhưng giá trị phản xạ của các kênh gốc được bảo toàn nhờ thuật toán trộn ảnh (fusion). Thuật toán này xây dựng mô hình về cách thông tin được chia sẻ giữa các kênh ảnh và thông tin đặc trưng cho từng kênh ảnh. Tiếp theo, mô hình này được áp dụng để nâng độ phân giải không gian 30 m trong khi vẫn giữ được các giá trị phản xạ của chúng [34].

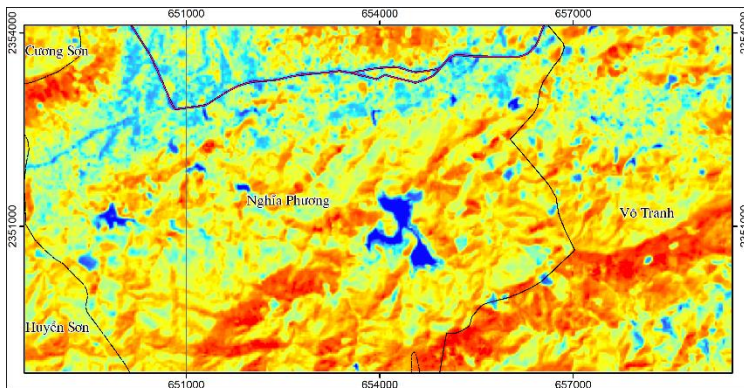
* Tính toán kênh chỉ số phổ

Các chỉ số quang phổ được sử dụng rộng rãi trong nhiều ứng dụng viễn thám vì nó cho phép tạo ra các kênh ảnh dẫn xuất mà trong đó giá trị chỉ số của 1 số loại lớp phủ quan tâm được làm nổi trội và chiếm ưu thế hơn các loại lớp phủ khác. Chỉ số phổ là sự tổ hợp của phản xạ phổ từ hai hay nhiều bước sóng, nó được tính toán dựa trên giá trị phản xạ của một số kênh phổ của ảnh vệ tinh. Nghiên cứu này khai thác: Chỉ số thực vật khác biệt chuẩn hóa (NDVI); Chỉ số nước khác biệt chuẩn hóa sửa đổi (MNDWI); Chỉ số phân biệt rừng (FDI); Chỉ số đất trống sửa đổi (MBI). Công thức tính được thể hiện ở Bảng 3 dưới:

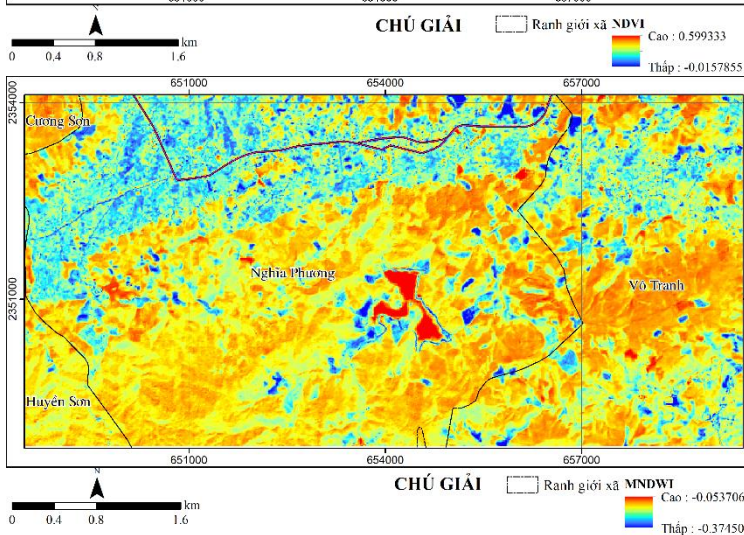
Bảng 3. Công thức để tính chỉ số phổ

Chỉ số	Công thức	Áp dụng vào Sentinel-2	Trích dẫn
NDVI	$= (NIR-R)/(NIR+R)$	$= (B8-B4)/(B8+B4)$	[35]
MNDWI	$= (G-SWIR1)/(G+SWIR1)$	$= (B3-B11)/(B3+B11)$	[36]
FDI	$= NIR-(R+G)$	$= B8-(B4+B3)$	[37]
MBI	$= 0.5 + \frac{(SWIR1-SWIR2-NIR)}{(SWIR1+SWIR2+NIR)}$	$= 0.5 + \frac{(B11-B12-B8)}{(B11+B12+B8)}$	[38]

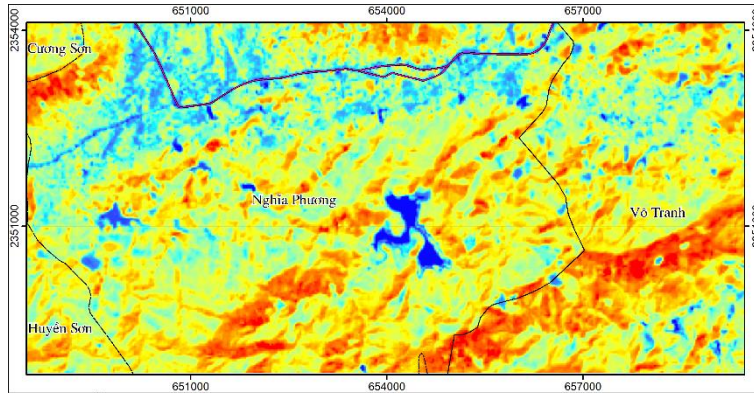
Giá trị của các pixel trong các kênh này đặc trưng cho mỗi loại đối tượng nhờ giá trị được làm nổi bật so với các loại lớp phủ khác (Hình 4). Vì vậy chúng được kết hợp với kênh ảnh gốc để thực hiện phân tích thành phần chính trước khi phân loại.



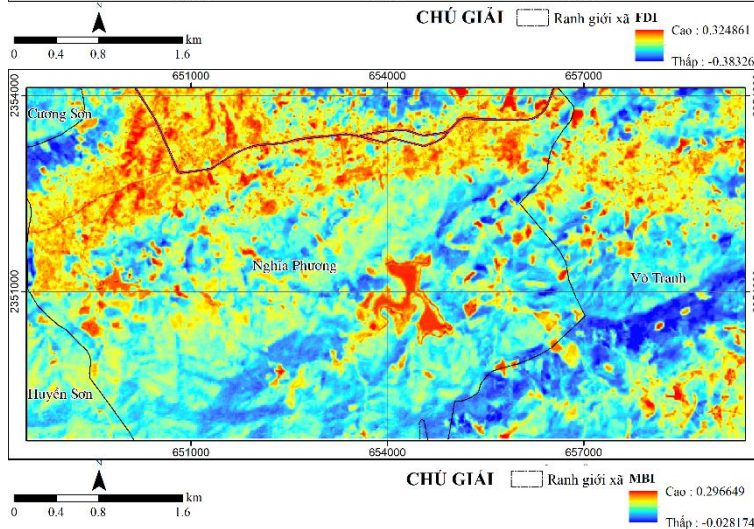
(a)



(b)



(c)



(d)

Hình 4. Các ảnh chỉ số phổ: (a) NDVI; (b) MNDWI; (c) FDI; (d) MBI

* Phân tích thành phần chính

Phân tích thành phần chính (PCA) được thực hiện trên tất cả kênh ảnh có bao gồm 8 kênh ảnh đa phổ và 4 kênh chỉ số phổ để giảm số chiều của bộ dữ liệu. Đó một kỹ thuật phổ biến để chuyển đổi thông tin nhằm giữ lại các thành phần quan trọng mà vẫn bảo toàn được các đặc trưng cơ bản của dữ liệu trong khi giảm thiểu nhiễu và giá trị dư thừa - những yếu tố có thể làm hạn chế quá trình phân biệt các lớp phủ mặt đất [39-41]. Các giá trị riêng (eigenvalues) thu được cho thấy 9 kênh thành phần chính đầu tiên PC₁₋₉ trong tổng số 12 kênh chứa các giá trị độc lập. Tiếp theo 9 kênh PC₁₋₉ này được sử dụng để phân đoạn thành các vùng đồng nhất trong bước phân loại ảnh.






* Chọn mẫu phân loại

Trước khi tiến hành phân loại có kiểm định, dựa trên ảnh tổ hợp màu của các kênh thành phần chính đầu tiên, các mẫu huấn luyện đã được xác định bằng cách chọn trên màn hình với trung bình 200 pixel/mẫu tương ứng từng loại lớp phủ mặt đất. Hình 5 thể hiện mẫu của từng loại lớp phủ chính trong khu vực nghiên cứu theo đó màu sắc và kiến trúc của từng mẫu biểu thị sự khác biệt của từng loại lớp phủ.

* Huấn luyện mẫu

Sau khi lấy mẫu phân loại đối tượng, thuật toán huấn luyện có giám sát sẽ xem xét tập dữ liệu huấn luyện để xác định hoặc tìm hiểu các tổ hợp biến tối ưu [42]. Mục tiêu là tạo ra một mô hình được huấn luyện để phân loại tốt dữ liệu còn lại bên ngoài tập mẫu. Việc tạo ra mô hình dự

đoán có tốt hay không còn phụ thuộc vào độ trùng khớp dữ liệu lấy mẫu và dữ liệu huấn luyện mẫu. Khi dữ liệu trùng khớp nghĩa là chúng có thể xác định và phân loại tốt các loại đối tượng.

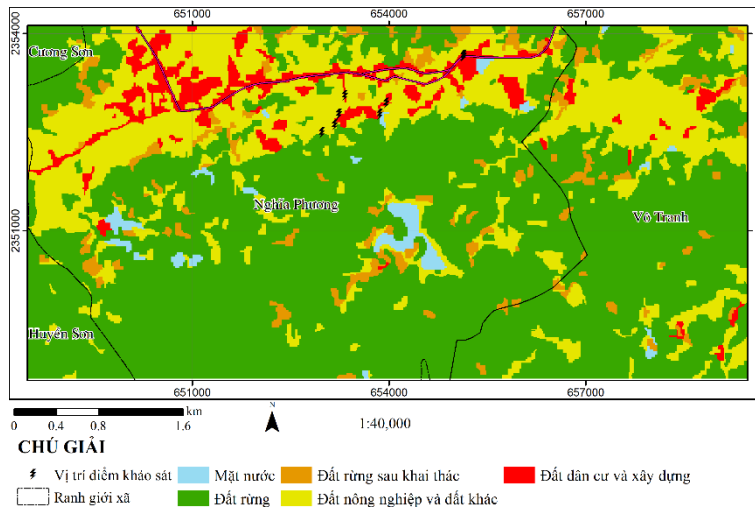
Đất nông nghiệp, đất khác		Đất rừng sau khi khai thác	
Rừng		Đất dân cư và xây dựng	
Mặt nước			

Hình 5. Mẫu huấn luyện được chọn từ tổ hợp màu (PCI-PC2-PC3)

* Phân loại ảnh SVM

Phân loại ảnh cho phép thành lập bản đồ lớp phủ mặt đất từ ảnh vệ tinh chụp tại bất cứ thời điểm nào. Trong nghiên cứu này, phương pháp phân loại dựa trên đối tượng được áp dụng để tạo ra các vùng pixel liên tục và đồng nhất với các đặc điểm không gian và kiến trúc riêng qua việc phân đoạn ảnh với các thông số như sau: tham số tỷ lệ (scale parameter = 2), hình dạng (shap = 0.01), độ nén (compactness = 0.05).

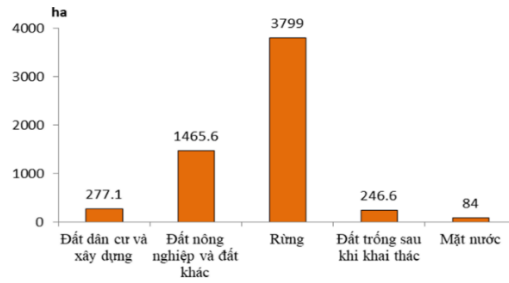
Hiện nay, thuật toán SVMs được thực hiện khá phổ biến trong việc phân loại ảnh vệ tinh để lập bản đồ các loại sử dụng đất/lớp phủ mặt đất cả trong khu vực đô thị và khu vực ngoại ô [43, 44]. Mặc dù nó đã được phát triển trong khoảng 3 thập kỉ, nhưng kết quả của các nghiên cứu gần đây đã chứng minh tính ưu việt của SVMs so với các thuật toán phân loại thông dụng khác do khả năng khái quát hóa các đối tượng được quan tâm mặc dù tập mẫu huấn luyện hạn chế [45-47]. Mặt khác, Paneque-Gaslvez et al. (2013) đã chứng minh rằng thuật toán SVMs vượt trội trong việc thành lập bản đồ chính xác các loại lớp phủ mặt đất trong một khu vực nhiệt đới rộng lớn, không đồng nhất [48].



Hình 6. Bản đồ lớp phủ mặt đất khu vực nghiên cứu

Bảng số liệu thống kê cho thấy diện tích đất rừng đạt 3799 ha (chiếm tỉ lệ 64.69% diện tích khu vực nghiên cứu). Tiếp theo đó là diện tích đất nông nghiệp và đất khác là 1465.6 ha (chiếm tỉ lệ 24.69%), diện tích đất dân cư và xây dựng là 277.1 ha (chiếm tỉ lệ 4.72%), diện tích mặt nước là 84 ha (chiếm tỉ lệ nhỏ là 1.42%), phần còn lại là diện tích đất trống sau khi khai thác rừng có 246.6 ha (chiếm tỉ lệ 4.2%). Mặc dù, số liệu thống kê chỉ đại diện cho một phạm vi nhỏ của huyện Lục Nam, tỉnh Bắc Giang nhưng ta cũng thấy rằng rừng chiếm diện tích lớn ở khu

vực này. Hình 7 dưới đây sẽ giúp dễ hình dung hơn về diện tích của các loại lớp phủ có sự chênh lệch và tỉ lệ che phủ rừng cao.



Hình 7. Diện tích các nhóm lớp phủ mặt đất tại khu vực nghiên cứu

2.3. Kết quả

2.3.1. Kiểm chứng

Kết quả phân loại ảnh có thể bị ảnh hưởng bởi nhiều lí do, chẳng hạn như phương pháp phân loại, thuật toán được sử dụng và loại ảnh vệ tinh. Trong nghiên cứu này, độ chính xác của phân loại SVMs trên ảnh Landsat 8 được đánh giá độc lập dựa trên việc lựa chọn các mẫu kiểm chứng được tiến hành từ giải đoán mất thường ảnh Google Earth chụp trong cùng giai đoạn (11/03/2022) để định lượng độ chính xác của phân loại SVMs [49]. Một đợt khảo sát thực địa cũng được thực hiện vào tháng 03/2023 để đối chiếu kết quả phân loại thu được với thực tế.

* Mẫu kiểm chứng

Hình 8 dưới đây là các yếu tố giải đoán mất thường cho ảnh vệ tinh. Theo nguyên tắc này, các loại lớp phủ được lấy mẫu kiểm chứng trên ảnh Google Earth theo các yếu tố cụ thể:

- + Vị trí
- + Cấu trúc và hình dáng
- + Sắc và màu
- + Kết hợp

Hình 8 trình bày các mẫu kiểm chứng cho các loại lớp phủ mặt đất thu thập từ ảnh Google Earth do các loại lớp phủ mặt đất có thể được nhận diện rõ ràng thông qua giải đoán mất thường ảnh Google Earth nhờ độ phân giải không gian cao.

Đất nông nghiệp, đất khác		Đất rừng sau khi khai thác	
Rừng		Đất dân cư và xây dựng	
Mặt nước			

Hình 8. Mẫu kiểm chứng của các loại lớp phủ được chọn từ ảnh Google Earth

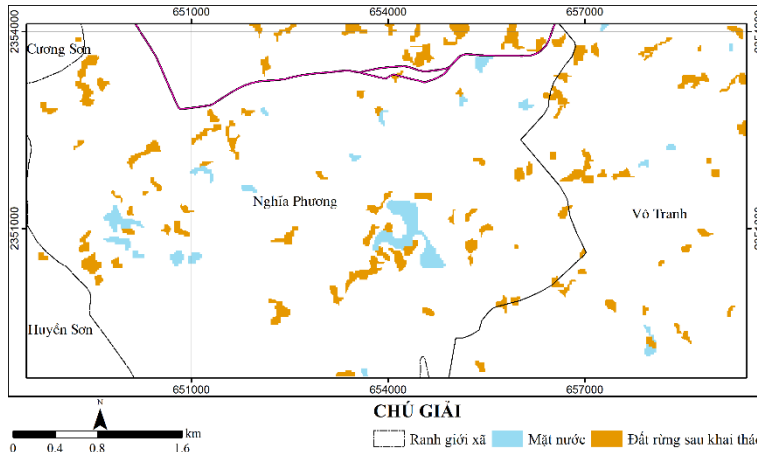
Bộ dữ liệu kiểm chứng bao gồm 10 mẫu với trung bình 200 pixel/mẫu cho mỗi loại lớp phủ.

* Đánh giá độ chính xác qua mẫu kiểm chứng

Độ chính xác của phân loại được xem xét qua ma trận sai lẫn. Các thông số thống kê cho thấy độ chính xác tổng thể đạt 81.38% và hệ số Kappa đạt 0.87 là mức cao phù hợp theo Wilhelm Kirch (2008) [50].

2.3.2. Phục vụ công tác trồng rừng

* Sự phân bố đất trống vừa khai thác rừng



Hình 9. Phân bố của đất rừng vừa khai thác tại khu vực Suối Mỡ

Sau khi trồng được 5 - 7 năm, tùy thuộc vào từng giống cây cũng như giá cả trên thị trường thì người dân sẽ tiến hành khai thác gỗ. Hình 10 cho thấy sự phân bố không gian của đất rừng vừa khai thác thu được từ phân loại lớp phủ mặt đất. Kết quả thu được cho phép xác định vị trí các lô rừng trồng vừa được khai thác tại khu vực suối Mỡ, huyện Lục Nam, tỉnh Bắc Giang năm 2022. Tại thời điểm ngày 17 tháng 10 năm 2022 khu vực nghiên cứu có tổng diện tích đất trồng sau khi khai thác rừng là 246.6 ha. Trong khu vực nghiên cứu, diện tích đất trồng này chủ yếu tập trung ở xã Nghĩa Phương, sau đó đến xã Vô Tranh. Bản đồ trên cũng giúp dễ dàng ước tính số lượng cây con cần chuẩn bị cho vụ trồng rừng tiếp theo như mô tả trên Hình 9.

*** Chuẩn bị cây giống**

Quy trình trồng và khai thác rừng đi qua các công đoạn sau: Tạo cây giống → Trồng rừng → Chăm sóc, nuôi dưỡng và bảo vệ rừng → Khai thác rừng. Quy trình này sẽ được lặp đi lặp lại trong chu kỳ tiếp theo: cứ trồng rồi khai thác và khai thác xong rồi trồng lại. Do đó việc chuẩn bị cây giống để trồng lại vào diện tích đất trồng vừa khai thác rừng có ý nghĩa quan trọng, quyết định tới năng suất và chất lượng của rừng trồng.

Qua việc khảo sát các hộ trồng rừng tại khu vực nghiên cứu, người dân cho biết rừng được khai thác lấy thân gỗ, sau đó gốc và cành còn sót lại sẽ được đốt bỏ để làm sạch sâu bệnh và đồng thời làm tăng chất dinh dưỡng trong đất để chuẩn bị cho vụ trồng rừng mới. Sau khi đốt gốc và cành một thời gian (trung bình là khoảng 1 tháng), nếu gặp thời tiết tốt hoặc là khi sắp đến mùa mưa, người dân sẽ tiến hành trồng rừng đợt tiếp theo. Thời gian chuẩn bị giống cây phải tiến hành trước khi trồng rừng từ 2 đến 3 tháng. Cây con được các đơn vị tư nhân ươm giống và bán lại cho bà con nông dân. Vì vậy sau mỗi vụ khai thác rừng, các đơn vị bán cây giống cần dự đoán được diện tích đất trồng trong năm liền kề để ước tính số lượng cây con cần thiết cho đợt trồng rừng tiếp theo. Việc ước tính được chính xác số lượng cây giống sẽ giúp cho việc chuẩn bị tốt số lượng cây giống cần ươm, cũng như chất lượng cây giống tốt để tránh việc chuẩn bị thiếu hoặc thừa gây lãng phí.

Theo kết quả kiểm đếm trên thực địa tại 1 ô tiêu chuẩn có kích thước 15×15 m tương đương với diện tích 225 m² thì số lượng 64 cây, khoảng cách giữa các cây khoảng 2 m. Tuy nhiên đây là con số tương đối vì phụ thuộc thói quen canh tác của từng hộ gia đình mà khoảng cách giữa các cây trồng khác nhau. Khoảng cách có thể dày hơn hoặc thưa hơn nhưng dao động từ 1.5 m đến 2 m. Tại thời điểm chụp ảnh (ngày 17/10/2022), diện tích đất trồng sau khi khai thác rừng tính được trong phạm vi khu vực nghiên cứu là 246.6 ha. Diện tích này cần khoảng 70144 cây giống. Giá thành cây giống dao động từ 800 đồng đến 2000 đồng tùy thuộc vào các giống cây, nhưng loại cây trồng chủ yếu ở đây là keo và bạch đàn, v.v... thì số tiền mà người dân cần chi trả cho số cây giống nêu trên sẽ thay đổi trong khoảng từ 56 triệu đến 140 triệu đồng.

3. Kết luận

Nghiên cứu này cho thấy việc kết hợp các kênh ảnh gốc và kênh chỉ số phổ, cùng với phân tích thành phần chính để loại bỏ nhiễu trong dữ liệu đã tạo thuận lợi để tách đất trồng sau khai thác rừng ra khỏi các loại lớp phủ mặt đất khác và qua đó tính được diện tích của nó. Thuật toán trộn ảnh (fusion) giúp nâng cao độ phân giải không gian của các kênh ảnh đa phổ của vệ tinh Landsat 8 nhằm bổ sung thông tin không gian trong phân loại hướng đối tượng với thuật toán SVMs. Việc kiểm chứng kết quả phân loại với mẫu nhận được bằng giải đoán mắt thường trên ảnh Google Earth chụp cùng giai đoạn cho độ chính xác tổng thể 81.38% và hệ số Kappa đạt 0.87. Từ đó chứng minh cách tiếp cận này xác định chính xác diện tích đất trồng 246.6 ha sau khai thác rừng vào năm 2022 và số lượng 70144 cây con cần thiết cho vụ trồng rừng tiếp theo.

Việc sử dụng ảnh vệ tinh Landsat 8 cho kết quả còn tồn tại sai số. Tuy nhiên, so với Landsat 8 thì ảnh Sentinel 2 với độ phân giải 10 m có nhiều ưu điểm và thuận lợi hơn trong quá trình phân loại theo hướng đối tượng để có thể xác định hình dạng, cấu trúc, đặc điểm không gian của các nhóm đối tượng. Vì thế việc sử dụng ảnh Sentinel 2 cho nghiên cứu tương tự cần được thử nghiệm để nâng cao độ chính xác vì cây giống vô cùng quan trọng với người nông dân. Việc có thể ước tính số lượng cây giống và cũng như tài chính cần chuẩn bị để mua cây giống cho vụ trồng rừng tiếp theo sẽ giúp đơn vị ươm cây không gặp phải tình trạng bị động thiếu vốn, thiếu giống, cũng như tránh tình trạng lãng phí cây giống với số lượng lớn.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Alberto R. và các cộng sự., 2017. Extraction of inland *Nypa fruticans* (Nipa Palm) using Support Vector Machine, *Fifth International Conference on Remote Sensing and Geoinformation of the Environment SPIE*, Paphos, Cyprus pp. 1044406.
- [2] Piekkoontod Tantus và các cộng sự., 2020. Assessments of Nipa Forest Using Landsat Imagery Enhanced with Unmanned Aerial Vehicle Photography, *Applied Environmental Research*. 42(3), pp. 49-59.
- [3] Ebong Mbuotidem Sampson và các cộng sự., 2019. Assessing The Presence of Nipa Palm in Qua Iboe River Estuary and Cross River Estuary: A Brackish Water Environment of Akwa Ibom State, South Nigeria, *Euro Afro studies international Journal*. 1(2), pp. 56-69.
- [4] Nobuyuki Kobayashi và các cộng sự., 2020. Crop classification using spectral indices derived from Sentinel-2A imagery, *Journal of Information and Telecommunication*. 4(1), pp. 67-90.
- [5] Igoniye Williams, Okujagu Charity và Ayirite Abraham, 2015. Synthesis and Characterisation of Nipa Palm Extract as a Potential Emitting Material for Organic Light Emitting Diode, *Journal of Natural Sciences Research*. 5(13), pp. 152-157.
- [6] Santillan J. R. và Makinano-Santillan M., 2018. Analysis of in-situ spectral reflectance of sago and other palms: implications for their detection in optical satellite images, Developments, Technologies and Applications in *Remote Sensing, ISPRS*, Beijing, China, pp. 185-191.
- [7] Yu Qian và các cộng sự., 2006. Object-based Detailed Vegetation Classification with Airborne High Spatial Resolution Remote Sensing Imagery, *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*. 72(7), pp. 799-811.
- [8] Xu Yongyang và các cộng sự., 2018. Building Extraction in Very High Resolution Remote Sensing Imagery Using Deep Learning and Guided Filters, *Remote Sensing*. 10(1), pp. 144.
- [9] Lillesand Thomas, Kiefer Ralph W. và Chipman Jonathan, 2015. *Remote Sensing and Image Interpretation*, John Wiley and Sons, Washington DC, 736.

- [10] Yang Dayong, Wu Dong và Ding Hua, 2021. Study on land use change detection based on Landsat data with object-oriented method, *2021 International Conference on Computer Information Science and Artificial Intelligence (CISAI)*, IEEE, Kunming, China, pp. 268-272.
- [11] Shang Ming và các cộng sự., 2019. Object-based image analysis of suburban landscapes using Landsat-8 imagery, *International Journal of Digital Earth*. 12(6), pp. 720-736.
- [12] Phiri Darius và các cộng sự., 2020. Sentinel-2 Data for Land Cover/Use Mapping: A Review, *Remote Sensing*. 12(14), tr. 2291.
- [13] Kapilaratne Jeewantini, Kakuta S. và Kaneta Shin-Ichi, 2022. Enhanced super resolution for remote sensing imageries, *ISPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*. V-3, pp. 53-60.
- [14] Shchur Alexander và các cộng sự., 2017. Monitoring selective logging with Landsat satellite imagery reveals that protected forests in Western Siberia experience greater harvest than non-protected forests, *Environmental Conservation*. 44, pp. 1-9.
- [15] Xulu Sifiso và các cộng sự., 2020. Detecting Harvest Events in Plantation Forest Using Sentinel-1 and -2 Data via Google Earth Engine, *Forest*. 11(12), p. 1283.
- [16] Nguyễn Hải Hòa và Nguyễn Văn Quốc, 2017. Sử dụng ảnh viễn thám 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*. 3, tr. 46-56.
- [17] Nguyễn Quang Huy và các cộng sự., 2021. Ứng dụng ảnh vệ tinh Landsat 8 để xây dựng bản đồ biến động rừng ở tỉnh Bắc Giang, *Tạp chí khoa học và Công nghệ Lâm nghiệp*. 3, tr. 77-83.
- [18] Bắc Tổng cục Khí tượng Thủy văn Đài khí tượng Thủy văn khu vực Đông, 2014. Giới thiệu, truy cập ngày 12-3-2023, tại trang web <http://kttvdb.net/gioi-thieu/42/gioi-thieu.htm#.ZDN6U3ZBw2x>.
- [19] Lợi Đặng Duy và các cộng sự., 2016. *Giáo trình địa lý tự nhiên Việt Nam I* (phần đại cương. Nxb Đại học Sư phạm.
- [20] Giang Cổng thông tin điện tử huyện Lục Nam tỉnh Bắc, 2013. Lịch sử phát triển, truy cập ngày 14-3-2023, tại trang web <https://lucnam.bacgiang.gov.vn/lich-su-phat-trien>.
- [21] ESA, 2021. MultiSpectral Instrument (MSI) Overview, European Space Agency, truy cập ngày 15 January-2021, tại trang web <https://sentinel.esa.int/web/sentinel/technical-guides/sentinel-2-msi/msi-instrument>.
- [22] Malarvizhi K., Kumar S. Vasantha và Porchelvan P., 2016. Use of High Resolution Google Earth Satellite Imagery in Landuse Map Preparation for Urban Related Applications, *Procedia Technology*. 24, pp. 1835-1842.
- [23] Alqurashi Abdullah và Kumar Lalit, 2014. Land Use and Land Cover Change Detection in the Saudi Arabian Desert Cities of Makkah and Al-Taif Using Satellite Data, *Advances in Remote Sensing*. 3(3), pp. 106-119.
- [24] Mathur A. và Foody G. M., 2004. Land cover classification by support vector machine: towards efficient training, *IGARSS 2004. IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium*, IEEE, Anchorage, AK, USA, pp. 742-744.
- [25] Lynch Philip, Blesius Leonhard và Hines Ellen, 2020. *Classification of Urban Area Using Multispectral Indices for Urban Planning*, *Remote Sensing*. 12(15), p. 2503.
- [26] Rasul Azad và các cộng sự., 2018. Applying Built-Up and Bare-Soil Indices from Landsat 8 to Cities in Dry Climates, *Land*. 7(3), p. 81.
- [27] Osgouei Paria Ettehadi và các cộng sự., 2019. Separating Built-Up Areas from Bare Land in Mediterranean Cities Using Sentinel-2A Imagery, *Remote Sensing*. 11(3), tr. 345.

- [28] Mukherjee A., Kumar A. A. và Ramachandran P., 2021. Development of New Index-Based Methodology for Extraction of Built-Up Area From Landsat7 Imagery: Comparison of Performance With SVM, ANN, and Existing Indices, *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*. 59(2), tr. 1592-1603.
- [29] Guo Mingqiang và các cộng sự., 2021. ME-Net: A Deep Convolutional Neural Network for Extracting Mangrove Using Sentinel-2A Data, *Remote Sensing*. 13(7), tr. 1292.
- [30] Franklin Janet và các cộng sự., 2003. "Rationale and Conceptual Framework for Classification Approaches to Assess Forest Resources and Properties", trong Wulder, Michael A. và Franklin, Steven E., chủ biên, *Remote Sensing of Forest Environments: Concepts and Case Studies*, Springer US, Boston, MA, tr. 279-300.
- [31] Singh Ashbindu, 1989. Digital change detection techniques using remotely-sensed data, *International Journal of Remote Sensing*. 10(6), tr. 989-1003.
- [32] Demetriades-Shah Tanvir H., Steven Michael D. và Clark Jeremy A., 1990. High resolution derivative spectra in remote sensing, *Remote Sensing of Environment*. 33(1), tr. 55-64.
- [33] Balázs Boglárka và các cộng sự., 2018. Extracting water-related features using reflectance data and principal component analysis of Landsat images, *Hydrological Sciences Journal*. 63(2), tr. 269-284.
- [34] Zhang Kai và các cộng sự., 2023. Panchromatic and multispectral image fusion for remote sensing and earth observation: Concepts, taxonomy, literature review, evaluation methodologies and challenges ahead, *Information Fusion*. 93, tr. 227-242.
- [35] Rouse John Wilson và các cộng sự., 1974. *Monitoring vegetation systems in the Great Plains with ERTS*, Third Earth Resources Technology Satellite (ERTS) Symposium, NASA Spec. Publ., Texas, USA, tr. 309-317.
- [36] Xu Hanqiu, 2006. Modification of normalised difference water index (NDWI) to enhance open water features in remotely sensed imagery, *International Journal of Remote Sensing*. 27(14), tr. 3025-3033.
- [37] Bunting Peter và Lucas Richard, 2006. The delineation of tree crowns in Australian mixed species forests using hyperspectral Compact Airborne Spectrographic Imager (CASI) data, *Remote Sensing of Environment*. 101(2), tr. 230-248.
- [38] Nguyen Can Trong và các cộng sự., 2021. A Modified Bare Soil Index to Identify Bare Land Features during Agricultural Fallow-Period in Southeast Asia Using Landsat 8, *Land*. 10(3), tr. 231.
- [39] Eklundh L. và Singh A., 1993. A comparative analysis of standardised and unstandardised Principal Components Analysis in remote sensing, *International Journal of Remote Sensing*. 14(7), tr. 1359-1370.
- [40] 40. Munyati Christopher, 2004. Use of Principal Component Analysis (PCA) of Remote Sensing Images in Wetland Change Detection on the Kafue Flats, Zambia, *Geocarto International*. 19(3), tr. 11-22.
- [41] Deng J. S. và các cộng sự., 2008. PCA-based land-use change detection and analysis using multitemporal and multisensor satellite data, *International Journal of Remote Sensing*. 29(16), tr. 4823-4838.
- [42] Larose D. T. và Larose C. D., 2014. *Discovering knowledge in data: an introduction to data mining*, Wiley, Hoboken.
- [43] Nemmour Hassiba và Chibani Youcef, 2006. Multiple support vector machines for land cover change detection: An application for mapping urban extensions, *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*. 61(2), tr. 125-133.

- [44] Yongzhu Xiong, Zhengdong Zhang và Feng Chen, 2010. Comparison of artificial neural network and support vector machine methods for urban land use/cover classifications from remote sensing images A Case Study of Guangzhou, South China, *2010 International Conference on Computer Application and System Modeling (ICCASM 2010)*, IEEE, Taiyuan, tr. V13-52-V13-56.
- [45] Colas Fabrice và Brazdil Pavel, 2006. *Comparison of SVM and Some Older Classification Algorithms in Text Classification Tasks*, chủ biên, Springer US, Boston, MA, tr. 169-178.
- [46] Medina José Antonio Valero and Atehortúa Beatriz Elena Alzate, 2019. Comparison of maximum likelihood, support vector machines, and random forest techniques in satellite images classification, *Tecnura*. 23(59), tr. 13-26.
- [47] Mountrakis Giorgos, Im Jungho và Ogole Caesar, 2011. Support vector machines in remote sensing: A review, *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*. 66(3), tr. 247-259.
- [48] Paneque-Gálvez Jaime và các cộng sự., 2013. Enhanced land use/cover classification of heterogeneous tropical landscapes using support vector machines and textural homogeneity, *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*. 23(1), tr. 372–383.
- [49] Labib S. M. và Harris Angela, 2018. The potentials of Sentinel-2 and LandSat-8 data in green infrastructure extraction, using object based image analysis (OBIA) method, *European Journal of Remote Sensing*. 51(1), tr. 231-240.
- [50] Kirch Wilhelm, 2008. *Encyclopedia of Public Health*, Vol. 1, Springer, Dordrecht, 1601.

ABSTRACT

Using Landsat satellite imagery to deploy the reforestation at Suoi Mo, Luc Nam district, Bac Giang province

Dang Vu Khac

Geography Faculty, Hanoi National University of Education

Bac Giang is a mountainous province with suitable conditions for the cultivation and development of timber such as acacia, eucalyptus for the needs of market. However, the planted forest area itself also changes according to the growth-logging cycle of each tree species. Therefore, it is necessary to determine the newly harvested forest area for estimating the number of seedlings that must be prepared for replanting in this area in order to optimize the process of planting and exploiting production forests. This study applied several image processing algorithms to increase the accuracy of land covers classification. Bare soil after timber harvesting has been separated from other types of land cover by object-based image classification approach with Support Vector Machines (SVMs) algorithm due to its efficiency and flexibility. The obtained map shows that the area of bare soil after harvesting is 246.6 ha in 2022 corresponding to the number of seedlings needed of 70144 for the new planting season. The validation is done by comparison with classification results using independent samples selected through visual interpretation from high resolution Google Earth image captured during similar period. The confusion matrix shows an adequate confidence with the overall accuracy of 81.38% and a Kappa coefficient of 0.87. Such results can help local authorities propose appropriate solutions and policies for the development of forest resources and socio-economic development in a more harmonious manner in this mountainous area.

Keywords: reforestation, baresoil, Landsat-8, spectral indices, object-based classification, SVM.