

ỨNG DỤNG ẢNH VIỄN THĂM MOD13Q1 TRONG ĐÁNH GIÁ HIỆN TRẠNG RỪNG Ở ĐỒNG BẰNG SÔNG CỬU LONG

Nguyễn Hữu Long

Tóm tắt: Trong lĩnh vực giám sát môi trường và quản lý tài nguyên thiên nhiên, viễn thám được đánh giá là công cụ hữu hiệu được sử dụng để quan trắc các đối tượng trên bề mặt Trái đất, đồng thời giám sát sự thay đổi của chúng theo thời gian. Dữ liệu ảnh MODIS được cung cấp miễn phí bởi NASA có độ phân giải thời gian cao và vùng phủ rộng lớn, cho phép giám sát các đối tượng trên một phạm vi rộng. Nghiên cứu này sử dụng dòng ảnh MOD13Q1 có độ phân giải không gian 250m với chu kỳ lặp 16 ngày, chụp vào năm 2022 để tính toán và đánh giá hiện trạng rừng ở vùng Đồng bằng sông Cửu Long kết hợp với điều tra, khảo sát thực địa trong phạm vi nghiên cứu nhằm tăng độ chính xác của kết quả nghiên cứu. Kết quả đã đánh giá được hiện trạng rừng và thành lập bản đồ hiện trạng rừng Đồng bằng sông Cửu Long năm 2022. Qua khảo sát, điều tra thực địa, ảnh viễn thám MODIS cho kết quả có độ tin cậy cao. Điều này cho thấy, khả năng ứng dụng của ảnh viễn thám MODIS với độ phân giải thấp (250m) để đánh giá hiện trạng rừng trên phạm vi rộng là hoàn toàn phù hợp.

Từ khóa: Đồng bằng sông Cửu Long; Hiện trạng rừng; MODIS; MOD13Q1.

Giới thiệu

Hiện nay, rừng là nguồn tài nguyên vô cùng quý giá, không những là cơ sở để phát triển kinh tế - xã hội mà còn giữ chức năng sinh thái cực kỳ quan trọng, ảnh hưởng sâu sắc đến cuộc sống của con người trên trái đất, trong đó rừng có vai trò hết sức quan trọng đối với cuộc sống của con người cũng như môi trường: cung cấp nguồn gỗ, củi, điều hòa, tạo ra oxy, điều hòa nước, là nơi cư trú động thực vật, chống xói mòn đất, bảo vệ sức khỏe của con người... Do đó, việc khai thác và quản lý tài nguyên rừng là rất cần thiết.

Rừng không chỉ đóng vai trò là nền tảng cho sự phát triển kinh tế-xã hội mà còn giữ chức năng sinh thái vô cùng thiết yếu, góp phần đáng kể vào cuộc sống của con người trên hành tinh này. Rừng đóng vai trò vô cùng quan trọng đối với chúng ta và môi trường xung quanh, bao gồm việc cung cấp nguồn gỗ, củi, điều hòa không khí, sản xuất oxy, kiểm

soát nguồn nước, cung cấp môi trường sống cho động và thực vật, ngăn chặn xói mòn đất, và bảo vệ sức khỏe con người. Vì vậy, việc khai thác và quản lý tài nguyên rừng một cách hợp lý là điều hết sức cần thiết.

Ngày nay, việc thành lập bản đồ và đánh giá hiện trạng rừng chủ yếu dựa vào phương pháp truyền thống như điều tra, khảo sát thực địa. Các công việc này tốn kém thời gian, kinh phí, độ tin cậy không cao, không kịp thời cung cấp số liệu để giúp cho các nhà lãnh đạo hoạch định các chính sách trong vấn đề quản lý rừng.

Hệ thống ảnh MODIS đang ngày càng phát triển và có thể thu thập miễn phí trực tiếp từ cơ quan hàng không vũ trụ quốc gia Hoa Kỳ (NASA); điều này giúp tăng khả năng sử dụng, khai thác. Ảnh MODIS có phân giải không gian thấp (250m - 1km), nhưng ngược lại có độ phân giải thời gian cao (8 ngày - 16 ngày) nên có khả năng áp dụng trên địa bàn rộng lớn như ở Đồng bằng sông Cửu Long

(ĐBSCL). Do đó “Ứng dụng ảnh viễn thám MOD13Q1 trong đánh giá hiện trạng rừng ở ĐBSCL” được thực hiện, vừa giải quyết được vấn đề thời gian vừa giải quyết được vấn đề về chi phí trong công tác quản lý và quy hoạch rừng.

1. Tổng quan về kỹ thuật viễn thám

Viễn thám là phương pháp thu nhận thông tin khách quan về bề mặt trái đất và các hiện tượng trong khí quyển nhờ các máy thu được đặt trên máy bay, vệ tinh nhân tạo, tàu vũ trụ hoặc đặt trên các trạm quỹ đạo.

Theo Võ Quang Minh (2010), công nghệ viễn thám có những ưu điểm cơ bản sau:

Độ phủ trùm không gian của tư liệu bao gồm các thông tin về tài nguyên, môi trường trên diện tích lớn của trái đất gồm cả những khu vực rất khó đến được như rừng nguyên sinh, đầm lầy và hải đảo.

Có khả năng giám sát sự biến đổi của tài nguyên, môi trường trái đất do chu kỳ quan trắc lặp và liên tục trên cùng một đối tượng trên mặt đất của các máy thu viễn thám. Khả năng này cho phép công nghệ viễn thám ghi lại được các biến đổi của tài nguyên, môi trường giúp công tác giám sát, kiểm kê tài nguyên thiên nhiên và môi trường.

Cung cấp nhanh các tư liệu ảnh số có độ phân giải cao và siêu cao, là dữ liệu cơ bản cho việc thành lập và hiệu chỉnh bản đồ quốc gia và hệ thống cơ sở dữ liệu địa lý quốc gia.

Với những ưu điểm trên, công nghệ viễn thám đang trở thành công nghệ chủ đạo cho quản lý, giám sát tài nguyên thiên nhiên và môi trường ở nước ta hiện nay.

2. Chỉ số thực vật và chỉ số khác biệt thực vật

2.1. Chỉ số thực vật

Theo Bannari và các cộng sự (1995), chỉ số thực vật là thông tin tiêu biểu cho việc nghiên cứu lượng chlorophyll (diệp lục tố). Tính chất phổ biến của thực vật có đặc điểm khác biệt

với các đối tượng khác là có sự phản xạ mạnh ở dải Green (0,5 - 0,6 μm). Do đó, có sự khác biệt lớn về độ sáng giữa band gần hồng ngoại và band Green. Đặc điểm đó được gọi là tính chất xanh lá cây của đối tượng. Như vậy giữa độ sáng và độ xanh có sự khác biệt lớn nhất về giá trị DN (Digital Number). Thông thường, tổng độ sáng của các band cao hay thấp liên quan đến các loại đất khác nhau, còn sự khác biệt về giá trị DN giữa band Green và gần hồng ngoại liên quan đến độ xanh. Để hình dung rõ được ý nghĩa sự khác biệt đó, người ta tạo ra ảnh chỉ số khác biệt thực vật (Normal Different Vegetation Index - NDVI).

2.2. Chỉ số khác biệt thực vật

Theo Dương Văn Khảm (2007), chỉ số khác biệt thực vật (NDVI) được xác định:

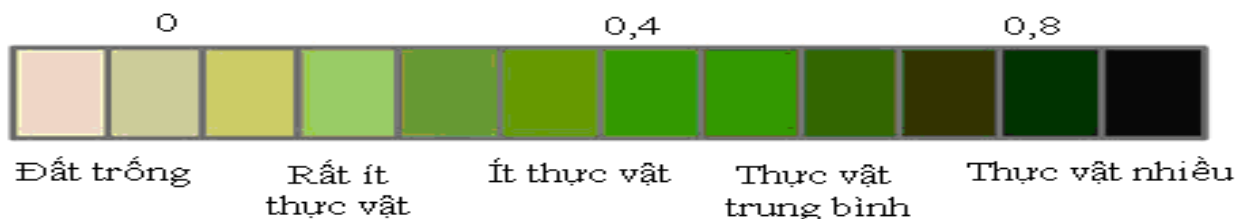
Các chỉ số phổ thực vật được phân tách từ các band nhìn thấy, cận hồng ngoại, hồng ngoại và dải đỏ là các tham số trung gian mà từ đó có thể thấy được các đặc tính khác nhau của thảm thực vật như: sinh khối, chỉ số diện tích lá, khả năng quang hợp các sản phẩm sinh khối theo mùa. Những đặc tính đó có liên quan và phụ thuộc rất nhiều vào dạng thực vật bao phủ và thời tiết, đặc tính sinh lý và sâu bệnh.

Có nhiều chỉ số thực vật khác nhau, nhưng chỉ số NDVI được trung bình hóa trong một chuỗi số liệu theo thời gian, sẽ là công cụ cơ bản để giám sát sự thay đổi trạng thái lớp phủ thực vật, trên cơ sở đó, biết được tác động của thời tiết, khí hậu đến sinh quyển.

Từ các giá trị định lượng của NDVI, ta có thể xác định được trạng thái sinh trưởng và phát triển của thực vật. Giá trị NDVI càng lớn đối với những vùng có độ che phủ thực vật càng cao và càng bé đối với những vùng thực vật thưa thớt.

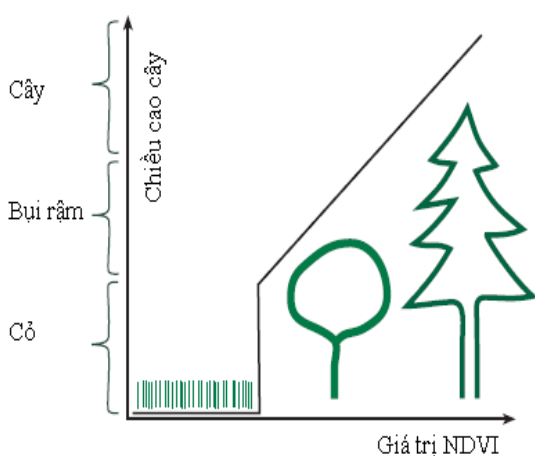
Kết quả nghiên cứu của các tác giả về mối liên hệ giữa giá trị NDVI với các loại thực vật, sinh khối, chiều cao cây, độ phủ... được trình bày ở Hình 1,2,3.

HÌNH 1. MỐI QUAN HỆ GIỮA CHỈ SỐ NDVI VỚI SỰ HIỆN DIỆN CỦA THỰC VẬT



Nguồn: Nguyễn Ngọc Thạch và cộng sự (1997).

HÌNH 2. MỐI QUAN HỆ GIỮA CHIỀU CAO CÂY VÀ GIÁ TRỊ NDVI



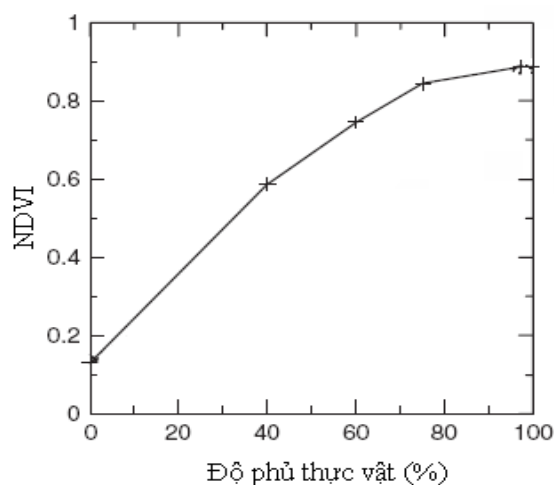
Nguồn: Trần Thị Hiền (2010).

Các kết quả nghiên cứu được trình bày cho thấy, giá trị NDVI tăng dần theo sự gia tăng của độ phủ thực vật, sinh khối, chiều cao cây... và đạt cực đại bằng 1, đối với những cây trồng khỏe mạnh tán cây sẽ hấp thu nhiều ánh sáng đỏ và phản xạ nhiều hơn gần ánh sáng hồng ngoại và do đó có giá trị NDVI cao. Có thể thấy, chỉ số khác biệt thực vật - NDVI là tham số trung gian thể hiện được các đặc tính khác nhau của thảm thực vật như: sinh khối, chỉ số diện tích lá, khả năng quang hợp các sản phẩm sinh khối.

2.3. Giới thiệu về phần mềm xử lý ảnh ENVI

Theo Lê Văn Trung và cộng sự (2006) Phần mềm Envi “The Environment for Visualizing Images” là một phần mềm chuyên nghiệp và có rất nhiều chức năng xử lý ảnh

HÌNH 3. MỐI QUAN HỆ GIỮA ĐỘ PHỦ THỰC VẬT VÀ GIÁ TRỊ NDVI



Nguồn: Nguyễn Ngọc Thạch (2005).

viễn thám, được viết bằng ngôn ngữ IDL (Interactive Data Language). IDL là ngôn ngữ lập trình cấu trúc mạnh được dùng cho việc xử lý ảnh tổng hợp để đáp ứng nhu cầu xử lý ảnh máy bay, ảnh vệ tinh và đáp ứng đầy đủ nhu cầu cần thiết cho việc ứng dụng viễn thám trong môi trường thân thiện và sáng tạo. Các ưu điểm của ENVI được thể hiện ở cách tiếp cận trong công tác xử lý ảnh, đó là việc kết hợp các kỹ thuật dựa trên kênh phổ và kỹ thuật dựa trên tập tin. Khi dữ liệu được mở, các kênh phổ được lưu vào danh sách chờ xử lý của chương trình, các kênh phổ của các tập tin được xử lý như một nhóm. ENVI có tất cả các chức năng xử lý ảnh cơ bản, trong chế độ tương tác với người sử dụng về đồ họa.

2.4. Khái quát về vệ tinh MODIS

MODIS là bộ cảm đặt trên vệ tinh TERRA được phóng vào quỹ đạo tháng 12 năm 1999 và vệ tinh AQUA được phóng vào quỹ đạo tháng 5 năm 2002. Là hai vệ tinh nghiên cứu môi trường của NASA (Hoa Kỳ), mang đầu đo quang học là MODIS (Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer), với mục đích quan trắc, theo dõi các thông tin về mặt đất, đại dương và khí quyển trên phạm vi toàn cầu (Parida và cs., 2008).

3. Phương pháp nghiên cứu

3.1. Phương pháp xử lý ảnh viễn thám

Theo Bannari và các cộng sự (1995), để xử lý ảnh viễn thám cần tiến hành phân loại ảnh theo mục đích sử dụng, quá trình xử lý thông tin ảnh viễn thám có thể chia thành 5 loại cơ bản sau:

Phân loại: Là quá trình tách, gộp thông tin dựa trên các tính chất phổ, không gian và thời gian cho bởi ảnh của đối tượng cần nghiên cứu (lớp phủ, hiện trạng sử dụng...).

Phát hiện biến động: Là sự phát hiện và tách các sự biến động (thay đổi) dựa trên dữ

liệu ảnh đa thời gian (biến động lớp phủ đất, thực vật, đường bờ...).

Tách các đại lượng vật lý: Chiết tách các thông tin tự nhiên được cung cấp bởi ảnh như đo nhiệt độ, trạng thái khí quyển, độ cao của vật thể.

Tách các chỉ số: Tính toán xác định các chỉ số mới (chỉ số thực vật, độ đục của nước...) đáp ứng yêu cầu của từng lĩnh vực ứng dụng khác nhau.

Xác định các đặc điểm: Xác định thiên tai, các dấu hiệu phục vụ tìm kiếm khảo cổ...

3.2. Thu thập tài liệu về vùng nghiên cứu, lý thuyết xử lý giải đoán ảnh viễn thám

Tham khảo các lĩnh vực nghiên cứu viễn thám, đặc biệt là viễn thám phản xạ bề mặt thực vật cũng như nghiên cứu nguyên lý ứng dụng ảnh này trong việc giải đoán độ phát xạ bề mặt, chỉ số thực vật NDVI, thu thập bản đồ hiện trạng rừng ĐBSCL làm cơ sở giải đoán ảnh, thu thập ảnh MODIS MOD13Q1 khu vực ĐBSCL, ảnh được thu thập qua Bảng 1.

BẢNG 1. ĐẶC TÍNH CỦA CÁC LOẠI ẢNH MODIS

Tên ảnh	Độ phân giải không gian (m)	Chu kì lặp (ngày)	Số band trong ảnh	Band xác định NDVI
MOD13Q1	250	16	4	2 và 3

Nguồn: Parida và cs. (2008).

3.3. Cắt, ghép, nắn ảnh và tạo ảnh NDVI

Vùng ĐBSCL nằm trên hai ảnh khác nhau nên ta tiến hành ghép các ảnh được chụp trong cùng một ngày lại với nhau (Hình 4;5;6). Ngoài ra, ảnh được thu thập có hệ tọa độ dưới dạng kinh độ/vĩ độ, do đó ta tiến hành nắn ảnh nhằm đưa ảnh về đồng nhất một hệ tọa độ với các bản đồ sẵn có như bản đồ hành chính

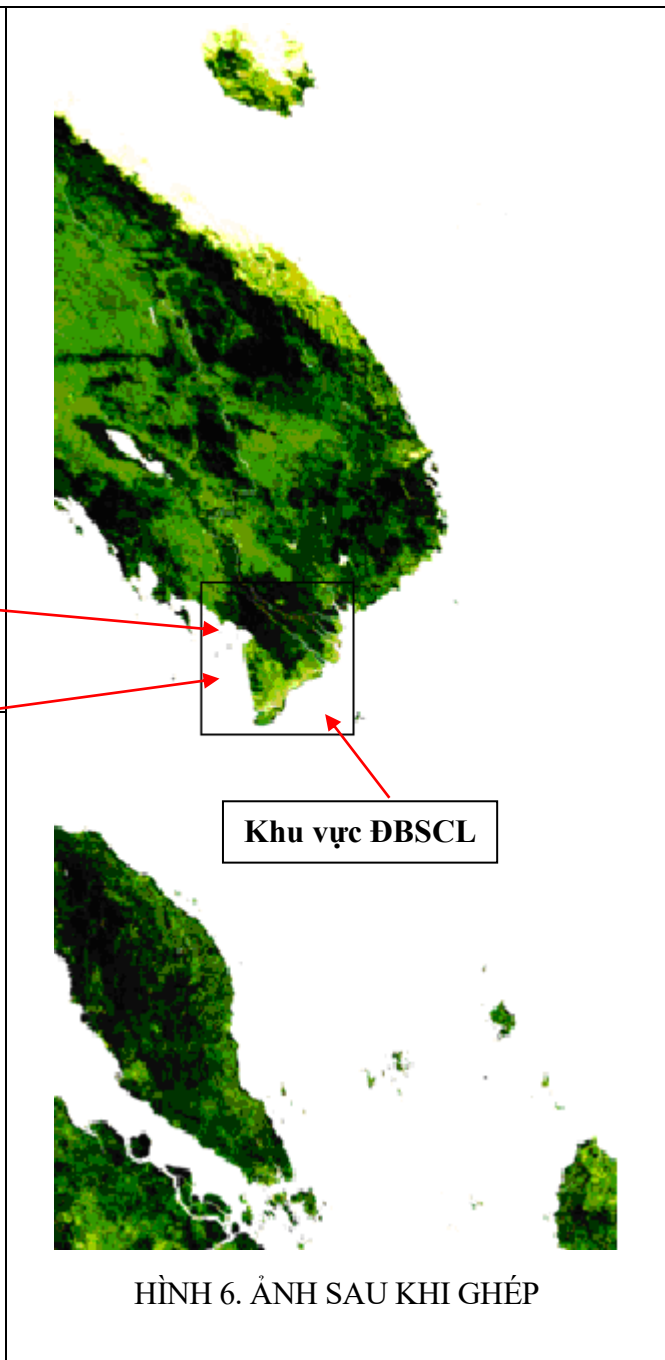
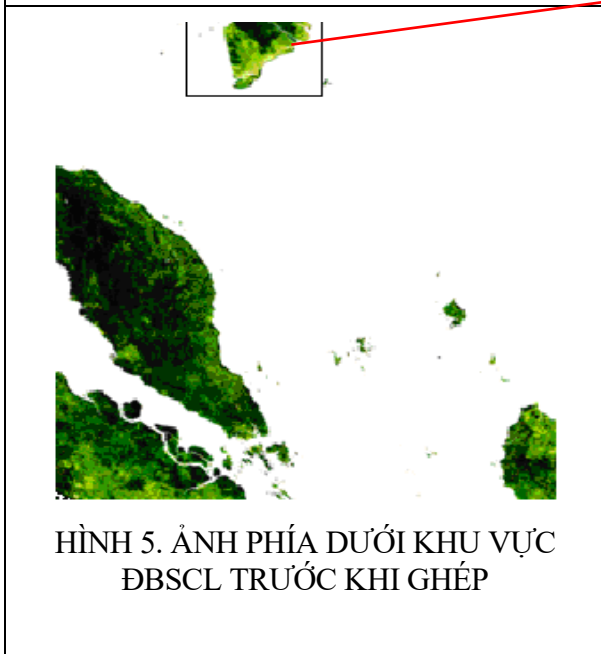
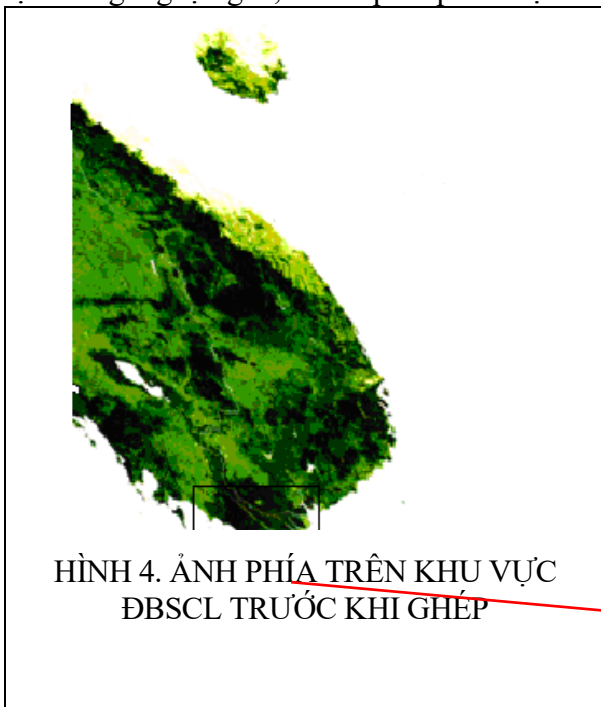
ĐBSCL, để thuận lợi tách các thông tin ảnh như: xác định tọa độ của các đối tượng; ảnh được nắn về dạng tọa độ UTM (x,y), datum WGS-84, zone 48 North.

Theo Bannari và các cộng sự (1995), biến đổi ảnh sang ảnh chỉ số khác biệt thực vật NDVI. Chỉ số NDVI được tính như sau:

$$NDVI = \frac{(NIR-R)}{(NIR+R)} \quad \text{Với chỉ số NDVI từ } -1 < NDVI < 1$$

Trong đó: NIR là phổ phản xạ của kênh cận hồng ngoại gần, R là phổ phản xạ của

kênh đỏ.



3.4. Phân loại ảnh

Khảo sát thực địa

Khảo sát thực địa nhằm kiểm chứng lại những quy luật biến động của giá trị NDVI từ đó, tìm ra được đặc điểm biến động của ảnh chỉ số khác biệt thực vật - của các ảnh nghiên

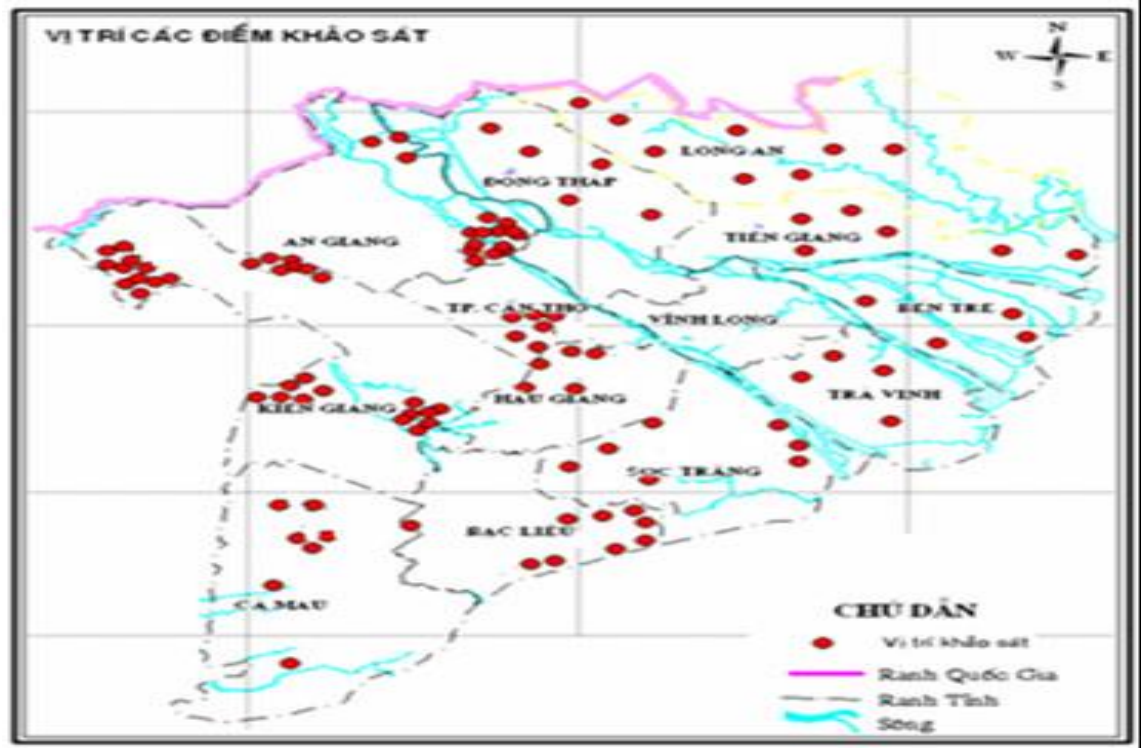
cứu, làm cơ sở cho phân loại có kiểm soát thông qua việc chọn các đối tượng (vùng đại diện - ROI), xác định tên gọi cụ thể cho từng đối tượng.

Cách khảo sát: sử dụng GPS và bản đồ để định vị điểm khảo sát; ghi nhận lại tọa độ, hiện trạng. Số điểm định vị là 50 điểm với hiện

trạng là rừng và các đối tượng không phải rừng.

Các vị trí khảo sát thể hiện trong bản đồ Hình 7.

HÌNH 7. VỊ TRÍ ĐIỂM KHẢO SÁT THỰC ĐỊA

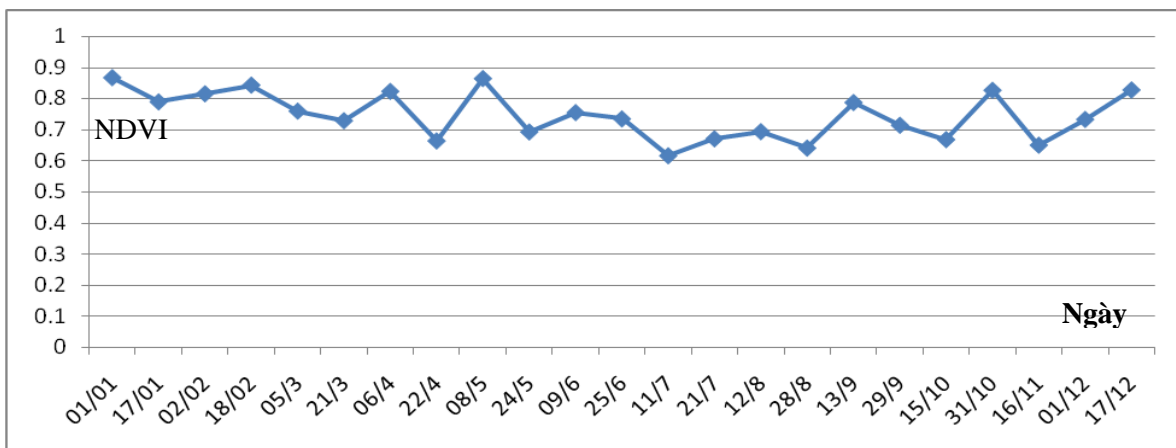


Xác định mối quan hệ giữa NDVI với hiện trạng rừng và các loại thực vật khác.

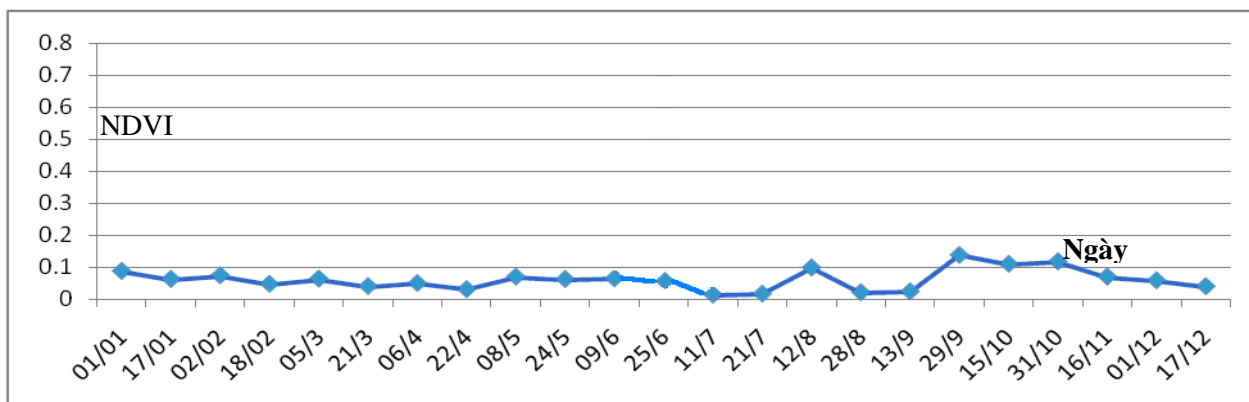
quan hệ giữa NDVI với hiện trạng rừng và các loại thực vật khác. Mối quan hệ này được thể hiện trong Hình 8, 9, 10.

Thống kê và vẽ đồ thị theo dõi sự thay đổi của giá trị NDVI theo thời gian, dựa vào đặc tính của giá trị khác biệt thực vật tìm ra mối

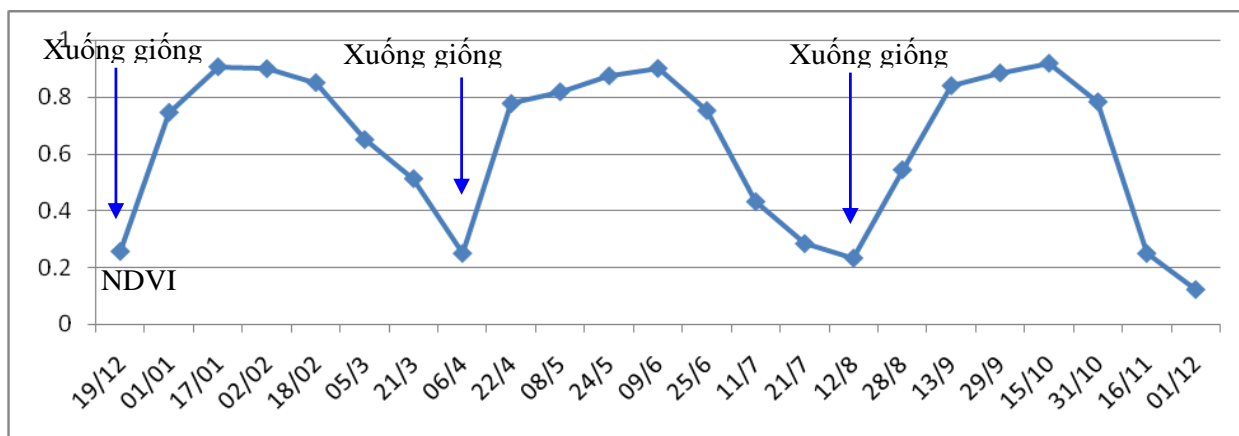
HÌNH 8. BIỂU ĐỒ THỂ HIỆN SỰ THAY ĐỔI GIÁ TRỊ NDVI CỦA VÙNG CÓ THỰC VẬT PHÁT TRIỂN TỐT QUANH NĂM (VÙNG TRỒNG CÂY LÂU NĂM HOẶC RỪNG)



HÌNH 9. BIỂU ĐỒ THỂ HIỆN SỰ THAY ĐỔI GIÁ TRỊ NDVI CỦA VÙNG CÓ GIÁ TRỊ NDVI THẤP QUANH NĂM



HÌNH 10. BIỂU ĐỒ THỂ HIỆN SỰ THAY ĐỔI GIÁ TRỊ NDVI CỦA VÙNG TRỒNG LÚA 3 VỤ



Phân loại ảnh

Phân loại trước hết là qua giai đoạn xác định các nhóm kiểm tra đại diện gọi là ROI (Region Of Interest). Số lượng ROI cần thiết để khoanh là những đối tượng có chung các đặc tính với nhau. Phân loại có kiểm soát theo dữ liệu điều tra thực tế có tọa độ để gán kết

quả cho các ROI bằng cách chọn vùng mẫu trên ảnh tương ứng với vùng mẫu được khảo sát thực địa hoặc từ những dữ liệu cần thiết. Vùng mẫu có ý nghĩa quyết định trong phân loại. Việc chọn vùng mẫu dựa vào các tiêu chuẩn sử dụng để phân loại sử dụng đất ở Bảng 2.

BẢNG 2. TIÊU CHUẨN SỬ DỤNG ĐỂ PHÂN LOẠI SỬ DỤNG ĐẤT

Khoảng biến động	Loại
$NDVI > 0,74$	Rừng (forest)
$0,74 > NDVI > 0,46$	Cây mùa vụ có tưới (Irrigated crops)
$0,46 > NDVI > 0,20$	Cây mùa vụ nước trời (Rainfed crops)
$0,20 > NDVI > 0,15$	Đất hoang (Fallow land)
$0,15 > NDVI > 0,05$	Đất trống (Bare soils)
$0,05 > NDVI > 0,001$	Đất làm muối (Salt pans)
$NDVI < -0,001$	Nước (Water)

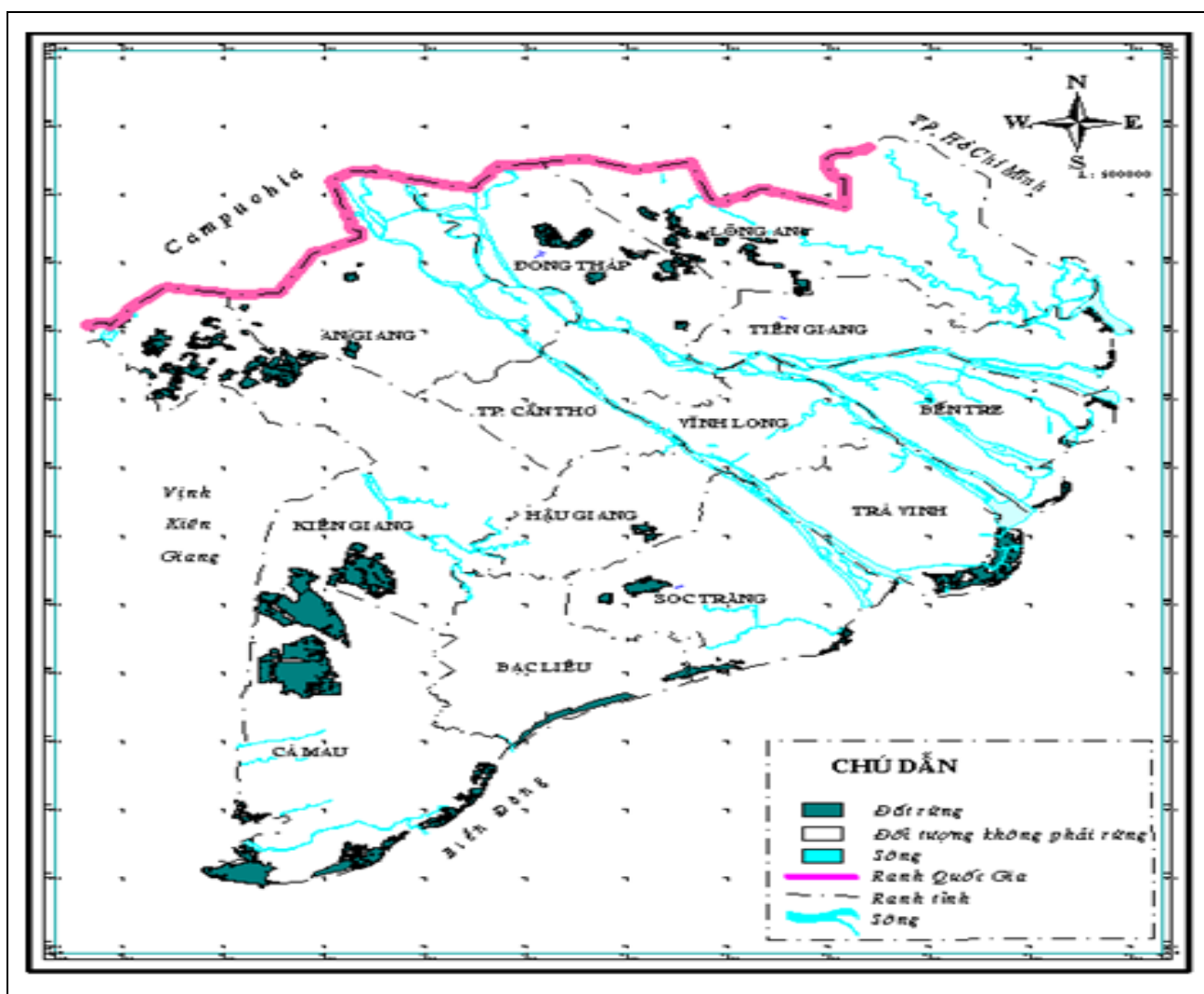
Bảng 2 cho thấy, đối tượng không canh tác theo mùa vụ thì chỉ số NDVI bình ổn qua các tháng trong năm, khoảng dao động của giá trị NDVI không cao. Thông thường, nếu chỉ số NDVI đạt giá trị cao (0,5 – 0,9) là những vùng có sự hiện diện của thực vật phát triển tốt quanh năm (lúa ở giai đoạn đẻ nhánh đồng trổ, cây công nghiệp, cây ăn trái, rừng...). Nếu giá trị này chỉ dao động trong khoảng < 0,5 thì đây là vùng không có thực vật hoặc có nhưng ít và

phát triển kém (là những vùng chuyên tôm, làm muối hay vùng ngập nước hay lúa mới sạ). Vậy, sự kết hợp giữa quy luật biến động ở Hình 8, 9, 10 và phân loại các nhóm đối tượng ở Bảng 2 sẽ dễ dàng xác định hiện trạng rừng trên ảnh trên cơ sở kết hợp khảo sát thực địa để xác vùng mẫu chuẩn xác.

Kết quả nghiên cứu

Kết quả giải đoán ảnh

HÌNH 11. BẢN ĐỒ HIỆN TRẠNG RỪNG Ở ĐBSCL GIẢI ĐOÁN NĂM 2022 BẰNG ẢNH MOD13Q1



Tính tương quan giữa số liệu giải đoán và số liệu từ bản đồ hiện trạng sử dụng đất ĐBSCL được thành lập theo phương pháp truyền thống

So sánh bản đồ hiện trạng rừng giải đoán từ ảnh MODIS MOD13Q1 với bản đồ hiện trạng thành lập theo phương pháp truyền thống, kết quả được trình bày trong Bảng 3.

BẢNG 3. SO SÁNH DIỆN TÍCH GIẢI ĐOÁN VÀ DIỆN TÍCH TRÊN BẢN ĐỒ HIỆN TRẠNG

Diện tích rừng giải đoán từ ảnh MODIS MOD13Q1(1)	Diện tích rừng từ bản đồ hiện trạng sử dụng đất ĐBSCL được thành lập theo phương pháp truyền thống (2)	Tỷ lệ (%) = 100%*(1)/(2)
303.124 ha	334.283 ha	90,68%

Đánh giá độ chính xác phân loại ảnh

Để biết được mức độ tin cậy của kết quả giải đoán cũng như sự phân loại nhầm lẫn giữa các đối tượng với nhau thì cần phải đánh giá độ chính xác của kết quả phân loại làm cơ sở cho việc xử lý kết quả sau khi phân loại ảnh.

Để tiến hành đánh giá độ chính xác kết quả phân loại ảnh, một trong số các phương pháp đó là tiến hành lấy mẫu kiểm tra ở một số vùng ngẫu nhiên dựa trên kết quả phân loại. Để chọn được những vùng mẫu như vậy cần phải đi kiểm tra thực địa để lấy tọa độ GPS làm cơ sở cho việc chọn mẫu phân loại để đánh giá (số điểm kiểm tra thực địa là 100 điểm). Mẫu kiểm tra thực địa không được trùng vị trí mẫu đã được sử dụng trong bước phân loại có kiểm soát.

Theo Bannari và các cộng sự (1995), độ chính xác kết quả giải đoán được tính như sau. Bên cạnh đó hệ số Kappa (k) cũng được tính toán để đánh giá mức độ chấp nhận kết quả phân loại. Hệ số Kappa được tính bằng cách:

Trong đó:

BẢNG 4. BẢNG ĐÁNH GIÁ ĐỘ CHÍNH XÁC

Kết quả chọn mẫu phân loại	Kết quả phân loại có kiểm soát ảnh MOD13Q1		Tổng
	Đất rừng	Đối tượng không phải rừng	
Đất rừng	68	22	90
Đối tượng không phải rừng	0	10	10
Tổng	68	32	100
Hệ số Kappa	0,72		
Độ chính xác toàn bộ	78%		

Kết luận

Kết quả nghiên cứu cho thấy mối quan hệ giữa đặc điểm của các loại ảnh MODIS theo

N : tổng số pixel lấy mẫu

r : số lớp đối tượng phân loại

xii : số pixel đúng trong lớp thứ nhất

xi+ : tổng pixel lớp thứ i của mẫu

x+i : tổng pixel của lớp thứ i sau phân loại

Theo Nguyễn Ngọc Thạch (2005), thang đánh giá có thể khái quát như sau:

$\kappa < 0.20$: Sự chấp nhận kết quả ở mức độ kém; $0.20 < \kappa < 0.40$: trung bình - kém

$0.40 < \kappa < 0.60$: trung bình; $0.60 < \kappa < 0.80$: Sự chấp kết quả ở mức tốt

$0.80 < \kappa < 1.00$: Sự chấp nhận kết quả ở mức rất tốt

Khi $k = 1$: Độ chính xác phân loại là tuyệt đối.

Với κ là hệ số Kappa.

Kết quả đánh giá độ chính xác được thực hiện trên phần mềm ENVI, kết quả được trình bày ở Bảng 4.

không gian, thời gian với sự thay đổi của hiện trạng rừng có liên hệ với nhau qua chỉ số khác biệt thực vật NDVI. Mối quan hệ này đã giải đoán và thành lập bản đồ hiện trạng rừng, qua

đánh giá độ chính xác. Nghiên cứu đã cho thấy, ảnh MOD13Q1 có độ chính xác toàn bộ = 78%, và hệ số Kappa = 0,72 chấp nhận kết quả giải đoán. Dựa vào kết quả, khả năng ứng dụng của ảnh viễn thám MODIS MOD13Q1 trong thành lập bản đồ hiện trạng rừng là rất cần thiết.

Bên cạnh đó, một thuận lợi trong quá trình nghiên cứu là các ảnh thu thập được hoàn toàn miễn phí. Tuy nhiên, nghiên cứu còn một số

hạn chế như: ảnh có độ phân giải không gian thấp, thời điểm chụp thụ động nên ảnh hưởng bởi thời tiết, ngoài ra quá trình thực tế khảo sát hiện trạng đòi hỏi người giải đoán phải có kinh nghiệm. Tất cả các yếu tố trên ảnh hưởng đến phân loại các đối tượng. Các loại ảnh độ phân giải không gian không cao, do đó chỉ có thể sử dụng để thành lập bản đồ hiện trạng rừng ở cấp vùng và các dạng tỷ lệ nhỏ như 1/250.000, 1/500.000.

Tài liệu tham khảo

1. Bannari, A., Morin, D., Bonn, F., and Huete, A., 1995. A Review of Vegetation Indices, *Remote Sens. Rev.* 13, pp. 95 – 120.
2. Dorit Gross 2005, *Monitoring Agricultural Biomass Using NDVI Time Series. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO)*, Rome.
3. Dương Văn Khâm, Bùi Đức Giang, Chu Minh Thu, Nguyễn Thị Huyền (2007), “Sử dụng tư liệu viễn thám đa thời gian để đánh giá biến động chỉ số thực vật lớp phủ và một số phân tích về thời vụ và trạng thái sinh trưởng của cây lúa ở đồng bằng sông Hồng và sông Cửu Long”, *Hội nghị khoa học Viện Khí tượng Thủy văn lần thứ 10*, tr. 1-9.
4. Jiang, Z.Y., Huete, A.R., Chen, J., Chen, Y.H., Li, J., Yan, G.J., & Zhang, X.Y. (2006), “Analysis of NDVI and scaled difference vegetation index retrievals of vegetation fraction”, *Remote Sensing of the Environment*, 101(3), pp. 366-378.
5. Lê Văn Trung, Lâm Đạo Nguyên, Phạm Bách Việt (2006), *Thực hành viễn thám*, NXB Đại học Quốc Gia, TP. Hồ Chí Minh.
6. Modis brochure (2012). Trang web <http://modis.gsfc.nasa.gov/about/specifications.php>. Truy cập ngày 20 tháng 6 năm 2012.
7. Nguyễn Ngọc Thạch (2005), *Cơ sở viễn thám*, NXB Nông nghiệp, Hà Nội.
8. Nguyễn Ngọc Thạch, Nguyễn Đình Hòe, Trần Văn Thụy, Ưông Đình Khanh, Lại Vĩnh Cẩm (1997), *Viễn thám trong nghiên cứu tài nguyên và môi trường*, NXB Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội.
9. Parida, B. R., B. Oinam, N. R. Patel, N. Sharma, R. Kandwal and M. K. Hazarika (2008), Land surface temperature variation in relation to vegetation type using MODIS satellite data in Gujarat state of India. *International Journal of Remote Sensing*, Vol. 29, pp. 4219–4235.
10. Stefan Roettger, “NDVI-based vegetation rendering”, *Proceedings of the Ninth IASTED International Conference on Computer Graphics and Imaging*, February 13-15, 2007, Innsbruck, Austria.
11. Trần Thị Hiền (2010), *Nghiên cứu sử dụng ảnh viễn thám MODIS trong theo dõi tiến độ xuống giống trên các vùng đất trồng lúa ở ĐBSCL*, Luận văn thạc sỹ ngành Khoa học đất, Đại học Cần Thơ, thành phố Cần Thơ.
12. Võ Quang Minh (2010), *Giáo trình kỹ thuật viễn thám*, NXB Đại học Cần Thơ, thành phố Cần Thơ.

Thông tin tác giả:

1. Nguyễn Hữu Long, ThS.

- Đơn vị công tác: Trường Đại học Đồng Tháp
- Địa chỉ email: nhlong@dtu.edu.vn

Ngày nhận bài: 05/1/2023

Ngày nhận bản sửa: 01/3/2023

Ngày duyệt đăng: 15/4/2023