

KẾT QUẢ XÁC LẬP CHỈ SỐ THỰC VẬT TRÊN ẢNH VIỄN THÁM QUANG HỌC ĐỂ NHẬN BIẾT CÁC KHU VỰC LÚA BỊ SÂU HẠI

Nguyễn Đăng Vỹ¹, Phạm Quang Lợi¹

TÓM TẮT

Nghiên cứu thử nghiệm sử dụng ảnh viễn thám quang học và ảnh ra-đa vào việc theo dõi tình hình sâu bệnh trên lúa là một trong các nội dung thực hiện của đề tài nghiên cứu khoa học và phát triển công nghệ KC08.32/06-10. Bài báo này giới thiệu một cách ngắn gọn việc nghiên cứu sử dụng ảnh viễn thám quang học, xác lập chỉ số thực vật trên ảnh viễn thám để nhận biết các khu vực lúa bị rầy nâu, sâu đục thân, sâu cuốn lá nhỏ gây hại. Phương pháp nghiên cứu là sử dụng mô hình toán xác suất – thống kê và triển khai chuỗi Taylor để xác định hàm quan hệ giữa mật độ dành lúa bị hại hay mật độ sâu gây hại trực tiếp hoặc gián tiếp thông qua các chỉ số thực vật với giá trị các băng phổ có trên ảnh. Phục vụ cho công tác nghiên cứu là ảnh AVNIR-2 chụp khu vực Nghệ An bị sâu cuốn lá nhỏ gây hại vào giữa tháng 7/2010, ảnh SPOT4, SPOT5 chụp khu vực Nam Định bị sâu đục thân bướm hai chấm gây hại vào cuối tháng 10/2010 và các điểm thu mẫu tại thực địa được xác định vị trí bằng thiết bị GPS và được điều tra về mật độ sâu hoặc dành lúa bị hại. Kết quả nghiên cứu cho thấy băng phổ màu đỏ và băng cận hồng ngoại nhạy cảm hơn cả với sự thay đổi của lúa khi lúa bị sâu hại, hơn nữa sử dụng trực tiếp giá trị phổ của hai băng này cho ta được hàm quan hệ tổng quát hơn so với việc sử dụng chỉ số thực vật như người ta vẫn thường làm. Độ chính xác của kết quả nhận biết các khu vực lúa bị hại, xây dựng bản đồ phân bố diện tích lúa bị hại có thể đạt 85-90%.

Từ khóa: *Chỉ số thực vật, chuỗi Taylor, hàm quan hệ, hệ thống thông tin, phổ, sâu hại, viễn thám, xử lý ảnh.*

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Tình trạng phổ biến hiện nay trong công tác bảo vệ thực vật (BTVT) ở các địa phương là nhân lực ít. Trung bình mỗi trạm BTVT ở huyện có 4-5 cán bộ. Số cán bộ này chịu trách nhiệm về công tác BTVT cho tất cả các xã trong toàn huyện. Lực lượng hỗ trợ là cán bộ khuyến nông ở các xã giúp thống kê số liệu gieo cấy đầu vụ, số liệu diện tích lúa bị nhiễm sâu, bệnh khi chúng xuất hiện, nhưng không phải huyện nào cũng có sự hỗ trợ đó, hơn nữa cán bộ khuyến nông không có kiến thức về sâu, bệnh, do đó mức độ hỗ trợ rất hạn chế, các số liệu thống kê diện tích lúa bị nhiễm sâu, bệnh do các xã báo cáo lên các trạm có độ chính xác thấp. Với những huyện lớn, số xã lên đến trên 30 xã, việc theo dõi tình hình sâu bệnh trong huyện là công việc vất vả cho các cán bộ của trạm BTVT, nhất là trong tình hình hiện nay, khi sản xuất được đẩy mạnh, lúa gối vụ, đất không được nghỉ, sâu, bệnh hại xuất hiện nhiều.

Một tình trạng khác cũng khá phổ biến hiện nay là bệnh chạy đua theo thành tích, che giấu thông tin về tình hình thiệt hại do sâu, bệnh gây ra ở các địa phương khi có dịch. Điều này làm cho các cơ quan quản lý của ngành nắm thông tin bị sai lệch, ảnh

hưởng đến tính hợp lý, hiệu quả của công tác chỉ đạo sản xuất và việc ban hành các chính sách liên quan.

Trong tình hình như vậy, bên cạnh phương pháp truyền thống là điều tra, thu thập số liệu về tình hình dịch hại, cần thiết phải có những kênh thông tin bổ sung để, một mặt có thể kiểm tra tính xác thực của các con số báo cáo của các địa phương, trên cơ sở đó hạn chế bệnh thành tích, nâng cao trách nhiệm của mỗi cán bộ đối với xã hội, đối với cộng đồng, mặt khác, các cấp quản lý có được thông tin chính xác để có kế hoạch, chính sách ứng xử hợp lý, hiệu quả. Đề tài nghiên cứu khoa học và phát triển công nghệ KC08.32/06-10 đã đặt ra nhiệm vụ nghiên cứu ứng dụng ảnh viễn thám vào công tác giám sát tình hình sâu, bệnh hại lúa, khai thác thông tin từ ảnh viễn thám để tạo ra một kênh thông tin như vậy. Dưới đây là phương pháp tiếp cận xác lập chỉ số thực vật trên ảnh viễn thám quang học để nhận biết các khu vực lúa bị sâu hại và kết quả đạt được bước đầu trong việc sử dụng ảnh viễn thám AVNIR-2, SPOT4, SPOT5 để thiết lập bản đồ lúa bị sâu cuốn lá gây hại ở Nghệ An vào tháng 7 năm 2010 và bản đồ lúa bị sâu đục thân lúa bướm hai chấm gây hại ở Nam Định vào tháng 10 năm 2010.

II. CƠ SỞ LÝ THUYẾT VÀ PHƯƠNG PHÁP TIẾP CẬN SỬ DỤNG ẢNH VIỄN THÁM ĐỂ NHẬN BIẾT CÁC KHU VỰC LÚA BỊ SÂU HẠI

¹Trung tâm Công nghệ phần mềm thủy lợi

1. Cơ sở lý thuyết

Công nghệ viễn thám được phát triển dựa trên tính chất bức xạ năng lượng điện từ của các vật thể trong tự nhiên. Khi một luồng sóng điện từ truyền tới vật thể, một phần năng lượng của luồng sóng đó bị vật thể hấp thụ, một phần được phản xạ trở lại và một phần truyền qua vật. Mức độ hấp thụ năng lượng, khả năng cho năng lượng đi qua, mức độ phản xạ năng lượng của mỗi vật thể phụ thuộc vào bản chất vật lý của vật thể đó. Nếu các vật thể có cùng thành phần hoá học, có cấu trúc vật lý giống nhau thì khả năng hấp thụ, phản xạ sóng điện từ và cho sóng điện từ đi qua là giống nhau. Khi bản chất vật lý của vật thể thay đổi, khả năng đó của nó cũng thay đổi theo. Điểm đặc biệt là sự thay đổi đó rất nhạy cảm với dải bước sóng này của năng lượng điện từ, nhưng lại ít nhạy cảm với dải bước sóng khác tùy theo từng loại vật thể. Nói cách khác, cường độ của năng lượng được phản xạ trong các khoảng dải sóng đặc trưng cho từng loại vật thể, mang thông tin về vật thể. Công nghệ viễn thám là công cụ cho phép ta diễn giải các thông tin được ẩn chứa trong năng lượng điện từ phản xạ lại từ vật thể để nhận biết nó. Các hệ thống viễn thám ghi nhận lại bức xạ năng lượng từ các vật thể bằng những thiết bị khác nhau, nghiên cứu các tín hiệu được ghi nhận đó để nhận biết vật thể. Ảnh viễn thám nhận được từ hệ thống viễn thám bị động, sử dụng năng lượng mặt trời, gọi là ảnh viễn thám quang học.

Phổ phản xạ được ký hiệu là ρ_λ , là thông số quan trọng nhất trong viễn thám quang học. Độ phản xạ phổ được tính theo công thức [1]:

$$\rho_\lambda = \frac{ER(\lambda)}{EI(\lambda)} \times 100\%, (1)$$

Trong đó: $EI(\lambda)$ - năng lượng tới;

$ER(\lambda)$ - năng lượng phản xạ.

Như vậy, độ phản xạ phổ là tỉ lệ phần trăm của năng lượng rơi xuống đối tượng và được phản xạ trở lại. Với cùng một đối tượng, độ phản xạ phổ khác nhau ở các bước sóng khác nhau. Nghiên cứu ứng dụng ảnh viễn thám quang học để nhận biết các vật thể chính là nghiên cứu, xác định phổ phản xạ đặc trưng cho từng loại vật thể và từ đó căn cứ vào phổ phản xạ ghi nhận được trên ảnh để nhận biết vị trí của chúng ở trên mặt đất.

2. Đối tượng nghiên cứu

Theo Cục BVTV, có khoảng trên 30 loại sâu bệnh và động vật gặm nhấm gây hại cho cây lúa, trong đó có 10 loại sâu và bệnh gây hại nặng. Mỗi loại sâu, bệnh có đặc tính sinh học, có quy luật phát triển riêng, có cách gây hại khác nhau và nghiên cứu sử dụng ảnh viễn thám để theo dõi tác hại của từng loại sâu, loại bệnh là một đề tài khoa học lớn, đòi hỏi chi phí về thời gian và kinh phí tương ứng. Vì thế, trong thời gian 2 năm thực hiện, đề tài KC08.32/6-10 giới hạn nội dung nghiên cứu tập trung vào 3 loại sâu hại chính là rầy nâu, sâu cuốn lá nhỏ và sâu đục thân lúa bướm hai chấm là những đối tượng hiện đang phổ biến nhất và hàng năm gây ra tác hại nhiều nhất cho cây lúa. Sâu đục thân lúa bướm hai chấm gây hại ở pha sâu non bằng cách xâm nhập vào bẹ lá, vào thân lúa, cắt đứt đường vận chuyển dinh dưỡng làm dẫn héo và gây hiện tượng bông bạc, ảnh hưởng đến cây lúa và năng suất lúa. Đối với sâu cuốn lá nhỏ, sâu non nhả tơ cuốn dọc lá lúa thành một bao thẳng đứng hoặc bao tròn gập lại. Sâu nằm trong bao bảo, không ăn biểu bì mặt dưới lá mà ăn biểu bì mặt trên và diệp lục của lá theo dọc gân lá tạo thành những vết trắng dài. Các vết này có thể nối liền nhau thành từng mảng. Do đó khi cây lúa bị phá hại nặng thì lá bị trắng, sau đó nếu bị mưa nhiều hoặc ngập nước thì thối nhũn làm giảm nghiêm trọng khả năng quang hợp của lá dẫn đến năng suất lúa giảm rõ rệt. Rầy nâu dùng vòi để chích hút nhựa cây lúa. Khi rầy nâu chích vào lúa, chúng để lại trên lá, thân một vết nâu cứng, cản trở sự luân chuyển nước và chất dinh dưỡng làm thân, lá bị khô héo. Mật độ rầy cao gây ra hiện tượng cháy rầy. Tóm lại, cây lúa khi bị gây hại sẽ bị héo và khô, thay đổi lý tính. Nếu coi ruộng lúa là một vật thể, khi lúa trên ruộng bị gây hại với một tỷ lệ nhất định, tính chất phản xạ phổ của bề mặt lúa trên ruộng sẽ bị thay đổi. Như vậy, đối tượng nghiên cứu ở đây là cây lúa và tổng quan hơn là ruộng lúa bị gây hại bởi rầy nâu, sâu cuốn lá nhỏ hoặc sâu đục thân lúa bướm hai chấm và mục tiêu của việc nghiên cứu là tìm những bước sóng (dải phổ) mà tại đó tính chất phản xạ phổ của lúa bị hại có thay đổi lớn nhất, từ đó sử dụng kết quả tìm được để nhận biết các khu vực lúa bị hại và xây dựng bản đồ lúa bị hại.

3. Phương pháp tiếp cận

Theo quy định hiện hành của ngành BVTV, cứ định kỳ 7 ngày một lần cán bộ các trạm BVTV ở các huyện phải thực hiện công tác điều tra về tình hình sâu, bệnh trên các ruộng lúa trong huyện mình.

Công tác điều tra được thực hiện theo phương pháp xác suất - thống kê. Trong mỗi huyện chọn một số xã đại diện cho các tiểu vùng sinh thái của huyện và tại các xã đó chọn một số ruộng nhất định để điều tra. Công tác điều tra được thực hiện định kỳ trên những ruộng đã được chọn và chỉ khi cần thiết mới điều tra bổ sung trên một số ruộng khác. Số lượng ruộng được chọn cho một xã thường là từ 3 đến 5 ruộng. Như vậy, tùy theo diện tích trồng lúa của tỉnh, một tỉnh ít nhất cũng có tới trên 40 thửa ruộng được điều tra định kỳ. Với tỉnh nông nghiệp có diện tích lớn, số ruộng được điều tra là khá lớn. Một trong những số liệu phải điều tra là mật độ sâu trung bình trên một mét vuông lúa khi sâu mới xuất hiện hoặc mật độ đánh lúa bị hại trung bình trên một mét vuông khi lúa đã bị gây hại. Cũng có những nơi người ta dùng mật độ sâu làm chỉ số đặc trưng để đánh giá mức độ gây hại của sâu sau khi lúa bị gây hại mà không điều tra thêm về mật độ đánh lúa bị hại. Nếu xác định vị trí các ruộng lúa được điều tra ở trên bản đồ, mỗi lần cần sử dụng ảnh viễn thám để đánh giá mức độ gây hại của sâu bệnh, chúng ta hoàn toàn có thể sử dụng hệ thống ruộng điều tra đó làm các điểm mẫu, đo giá trị các kênh phổ tại các ruộng đó ở trên ảnh và sử dụng kết quả điều tra do các trạm BVTV báo lên, ta có thể xác lập được mối tương quan giữa giá trị phổ và mật độ đánh lúa bị hại trên ruộng (hay mật độ sâu điều tra được trước khi lúa bị hại), sử dụng mối tương quan này để nhận biết, khoanh chu vi các khu vực lúa bị hại ở các mức độ khác nhau trên toàn diện tích có ảnh phủ trùm, xây dựng bản đồ lúa bị hại và đánh giá mức thiệt hại do dịch gây ra. Xác định ở trên bản đồ vị trí các ruộng lúa được điều tra định kỳ có thể bằng thiết bị GPS và chỉ cần làm một lần, sau này, khi ruộng điều tra bị thay đổi thì mới phải làm lại. Điều đó có nghĩa là ta luôn luôn có được một hệ thống điểm mẫu ổn định phục vụ công tác xử lý ảnh mà không cần tốn công sức để đi lấy mẫu. Cách sử dụng hệ thống điểm mẫu để xử lý ảnh và nhận biết các khu vực lúa bị gây hại được thực hiện bằng các phương pháp tiếp cận sau đây.

a. Sử dụng các chỉ số

Từ trước đến nay, khi nghiên cứu ứng dụng ảnh viễn thám quang học để nhận biết sự thay đổi của thảm thực vật, người ta thường sử dụng tổ hợp giá trị phổ đo được ở các kênh. Cụ thể [2]:

- Tỷ lệ giá trị phản xạ phổ giữa các kênh phổ $RI_{i,j}$;

$$RI_{i,j} = \frac{B_i}{B_j} \quad (2)$$

Trong đó B_i, B_j là giá trị phản xạ phổ tại các kênh i và j .

- Chỉ số tiêu chuẩn khác biệt giữa các kênh phổ $SDI_{i,j}$;

$$SDI_{i,j} = \frac{(B_i - B_j)}{(B_i + B_j)} \quad (3)$$

- Chỉ số khác biệt thực vật (NDVI - Normalized Difference Vegetation Index):

$$NDVI = \frac{\rho_{NIR} - \rho_{RED}}{\rho_{NIR} + \rho_{RED}} \quad (4)$$

Trong đó: ρ_{NIR} là giá trị phản xạ phổ ở bước sóng cận hồng ngoại (near infrared); ρ_{RED} là giá trị phản xạ phổ ở bước sóng nhìn thấy màu đỏ.

- Chỉ số EVI (Enhanced Vegetation Index - chỉ số tối ưu được thiết kế để tăng cường tín hiệu thực vật ở các vùng sinh khối thực vật cao và giảm ảnh hưởng của không khí):

$$EVI = 2,5 \frac{\rho_{NIR} - \rho_{RED}}{\rho_{NIR} + 6\rho_{RED} - 7,5\rho_{BLUE} + 1} \quad (5)$$

Trong đó: ρ_{BLUE} là giá trị bức xạ của bước sóng nhìn thấy màu xanh da trời.

- Chỉ số ARVI (Atmospherically Resistant Vegetation Index - chỉ số cải tiến NDVI đối kháng với các yếu tố khí quyển):

$$ARVI = \frac{\rho_{NIR} - (2\rho_{RED} - 6\rho_{BLUE})}{\rho_{NIR} + (2\rho_{RED} - 6\rho_{BLUE})} \quad (6)$$

Gọi y là mật độ đánh lúa bị héo hoặc mật độ sâu trung bình trên các ruộng lúa và x là một trong các chỉ số nêu trên (7) và giả sử giữa y và x có một mối tương quan nhất định, ta có thể biểu diễn mối tương quan đó dưới dạng một hàm tổng quát $y = f(x)$. Để cho tiện dưới đây ta sẽ gọi y là mật độ nói chung, còn là mật độ gì thì phụ thuộc vào từng trường hợp điều tra cụ thể do các trạm BVTV thực hiện. Với kết quả điều tra mật độ trên ruộng lúa mẫu thứ i và kết quả đo phổ tại vị trí của ruộng lúa đó trên ảnh ta sẽ có phương trình sau:

$$f(x_i) - \hat{y}_i = v_i,$$

Trong đó y là kết quả điều tra mật độ trên ruộng lúa còn v_i là sai số giá trị mật độ điều tra được so với thực tế. Với n ruộng lúa mẫu trong khu vực được ảnh phủ trùm, ta sẽ có hệ gồm n phương trình:

$$\begin{cases} f(x_1) - \hat{y}_1 = v_1, \\ \dots\dots\dots \\ f(x_i) - \hat{y}_i = v_i, \\ \dots\dots\dots \\ f(x_n) - \hat{y}_n = v_n \end{cases} \quad (8)$$

Mục tiêu của chúng ta là giải hệ phương trình này để tìm dạng của hàm $f(x)$. Với cách viết tổng quát như (7) và (8), không có phương pháp nào có thể giải được. Để giải quyết khó khăn này, ta cần đến phương pháp triển khai chuỗi Taylo (hoặc Macloren) trong giải tích để biến dạng tổng quát của (8) về hệ phương trình tuyến tính, trong đó các ẩn số cần tìm là các hệ số của triển khai. Giải hệ phương trình đó theo phương pháp tổng bình phương nhỏ nhất, ta sẽ tìm được hàm $f(x)$ dưới dạng đã được triển khai thành chuỗi.

Khi có được $f(x)$, với các giá trị phổ đo được tại tất cả các ruộng lúa ở trên ảnh ta tính được giá trị chỉ số x và giá trị $y = f(x)$, từ đó đánh giá được mức độ bị hại của ruộng lúa do sâu gây ra và xây dựng được bản đồ lúa bị hại. Công việc này có thể được tự động hoá nhờ các phần mềm hiện đại xử lý ảnh viễn thám như ERDAS hoặc ENVI chẳng hạn trong đề tài KC08.32/06-10 đã sử dụng phần mềm ENVI phiên bản 4.7.

Ứng với mỗi loại chỉ số chúng ta sẽ có được những kết quả xử lý ảnh khác nhau tùy theo bậc cao nhất mà ta lựa chọn khi triển khai hàm $f(x)$ thành chuỗi. Thông thường, để mô phỏng các hiện tượng trong tự nhiên, hàm triển khai thành chuỗi đến bậc 5 là đủ. Với các loại chỉ số như đã nêu trong các công thức (2) đến (6) ta sẽ có nhiều kết quả xử lý ảnh khác nhau. Trên cơ sở kết quả khoan chu vi các khu vực lúa bị hại làm mẫu ở ngoài thực địa và kết quả khoan chu vi dựa vào hàm $f(x)$ tìm được, ta sử dụng ma trận sai số phân loại (Confusion Matrix)

và giá trị độ chính xác tổng thể (Overall Accuracy) để đánh giá kết quả xử lý ảnh. Kết quả xử lý ảnh cũng sẽ được đánh giá dựa vào số liệu điều tra diện tích lúa bị hại tại các xã do các trạm BTVT các huyện thực hiện. Những kết quả đánh giá này sẽ là cơ sở để so sánh độ chính xác của từng mô hình và cho phép ta lựa chọn được chỉ số nhạy cảm với sự biến đổi của lúa do sâu hại gây ra.

b. Sử dụng trực tiếp các kênh phổ có trên ảnh

Các chỉ số được tính theo công thức từ (2) đến (6) là kết quả nghiên cứu của các chuyên gia trong lĩnh vực viễn thám. Chúng là các hàm khác nhau của các kênh phổ có trên ảnh (các bước sóng có giá trị phản xạ phổ được thu nhận trên ảnh). Hạn chế của những hàm này là chỉ biểu diễn được một số mối quan hệ nhất định giữa các giá trị phổ phản xạ ở các kênh khác nhau. Câu hỏi đặt ra là liệu còn có các chỉ số khác nhạy cảm với biến đổi của lúa khi bị sâu gây hại hay không? Để trả lời câu hỏi đó, chúng ta có thể sử dụng trực tiếp các kênh phổ có trên ảnh như sau mà không sử dụng các chỉ số theo công thức có sẵn.

Chúng ta biểu diễn mật độ y dưới dạng hàm tổng quát của các giá trị phổ phản xạ ở các kênh phổ như sau:

$$y = f(B_1, B_2, B_3, B_4, \dots) \quad (9)$$

Với kết quả điều tra mật độ trên ruộng lúa mẫu thứ i và kết quả đo phổ tại vị trí của ruộng lúa đó trên ảnh ta sẽ có phương trình:

$$f(B_{1,i}, B_{2,i}, B_{3,i}, B_{4,i}, \dots) - \hat{y}_i = v_i \quad (10)$$

Với n ruộng lúa mẫu trong khu vực được ảnh phủ trùm, ta sẽ có hệ gồm n phương trình:

$$\begin{cases} f(B_{1,1}, B_{2,1}, B_{3,1}, B_{4,1}, \dots) - \hat{y}_1 = v_1, \\ \dots\dots\dots \\ f(B_{1,i}, B_{2,i}, B_{3,i}, B_{4,i}, \dots) - \hat{y}_i = v_i, \\ \dots\dots\dots \\ f(B_{1,n}, B_{2,n}, B_{3,n}, B_{4,n}, \dots) - \hat{y}_n = v_n \end{cases}$$

Để tuyến tính hoá $f(B_1, B_2, B_3, B_4, \dots)$ ta dùng triển khai chuỗi Taylo (hoặc Macloren). Ví dụ, với số hạng cao nhất trong triển khai là số hạng bậc 3, ta có dạng triển khai sau đây:

$$\begin{aligned}
 f(B_{1,i}, B_{2,i}, B_{3,i}, B_{4,i}, \dots) = & x_0 + x_1(B_1 - \alpha_1) + x_2(B_2 - \alpha_2) + x_3(B_3 - \alpha_3) + x_4(B_4 - \alpha_4) + x_5(B_1 - \alpha_1)^2 + \\
 & x_6(B_1 - \alpha_1)(B_2 - \alpha_2) + x_7(B_1 - \alpha_1)(B_3 - \alpha_3) + x_8(B_1 - \alpha_1)(B_4 - \alpha_4) + \quad (12) \\
 & x_9(B_2 - \alpha_2)^2 + x_{10}(B_2 - \alpha_2)(B_3 - \alpha_3) + x_{11}(B_2 - \alpha_2)(B_4 - \alpha_4) + \dots + \\
 & x_{14}(B_4 - \alpha_4)^2 + x_{15}(B_1 - \alpha_1)^3 + x_{16}(B_1 - \alpha_1)^2(B_2 - \alpha_2) + \dots,
 \end{aligned}$$

Trong đó: $-\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \alpha_4, \dots$ là giá trị tương ứng của các kênh phổ $B_1, B_2, B_3, B_4, \dots$

- Toạ độ của điểm trong miền xác định của hàm $f(B_1, B_2, B_3, B_4, \dots)$ mà tại đó hàm liên tục, có đạo hàm đến bậc cao nhất trong triển khai và nó được dùng để triển khai chuỗi. Khi $\alpha_1 = 0, \alpha_2 = 0, \alpha_3 = 0, \alpha_4 = 0, \dots$ thì triển khai (12) biến thành triển khai Macloren.

- $x_0, x_1, \dots, x_{16}, \dots$ là các hệ số của các số hạng trong triển khai. Những hệ số này là ẩn của hệ phương trình (11) khi ta thay dạng tổng quát của hàm trong đó bằng dạng triển khai từ biểu thức (12).

Sử dụng phương pháp tổng bình phương nhỏ nhất với điều kiện $\sum_{i=1}^n v_i^2 = \min$, ta sẽ tìm được các hệ số $x_0, x_1, \dots, x_{16}, \dots$ trong triển khai (12), nghĩa là tìm được dạng triển khai của hàm $f(B_1, B_2, B_3, B_4, \dots)$. Khi đã có được dạng của hàm, từ các giá trị phổ đo được trên ảnh tại các ruộng lúa ta có thể tính được y và đánh giá được tình trạng của ruộng lúa (không bị gây hại hay bị gây hại và bị gây hại ở mức nào). Công việc này có thể tự động hoá nhờ các phần mềm xử lý ảnh hiện đại như ERDAS hoặc ENVI.

Mục tiêu của chúng ta là tìm những kênh phổ nhạy cảm với sự biến đổi của lúa do sâu hại gây ra, do đó trong (10) ta có thể đưa vào những tổ hợp biến khác nhau, sử dụng hàm tìm được tương ứng để xử lý ảnh, đánh giá kết quả xử lý ảnh để xác định được các kênh phổ hoặc tổ hợp các kênh phổ đưa lại kết quả xử lý tốt nhất.

4. Tư liệu và số liệu được sử dụng

Do đặc thù của các ruộng lúa và các cánh đồng lúa ở nước ta là không lớn, không giống như những cánh đồng lúa mì mênh mông ở châu Âu, bà con nông dân lại rất tích cực trong công tác phòng trừ sâu bệnh, do đó thông thường khi có dịch hại xảy ra thì các đám lúa bị gây hại cũng không lớn, vì vậy chỉ có thể sử dụng ảnh viễn thám có độ phân giải cao trở

lên mới có thể nhận biết được các đám lúa bị gây hại. Để có được tư liệu ảnh chụp các cánh đồng lúa bị sâu hại, cần phải có 3 điều kiện đồng thời cùng xảy ra: 1. Có dịch rầy nâu, sâu cuốn lá nhỏ hay sâu đục thân gây hại cho lúa với các đám lúa bị hại đủ lớn để có thể thể hiện trên ảnh vệ tinh; 2. Có vệ tinh viễn thám bay qua khu vực đang xảy ra dịch hại; 3. Trời ở khu vực chụp ảnh không bị mây che phủ. Xác suất xảy ra 3 điều kiện này cùng lúc là không cao. Chính vì thế trong suốt gần 2 năm thực hiện đề tài, bằng nhiều cách khác nhau, đề tài mới mua được 4 ảnh viễn thám quang học chụp các khu vực lúa bị hại: Ảnh AVNIR-2 chụp 4 huyện ở Nghệ An là Yên Thành, Quỳnh Lưu, Diễn Châu, Nghi Lộc vào 11/7/2010 khi những huyện này bị sâu cuốn lá nhỏ gây hại nặng; 02 ảnh SPOT5 và 01 ảnh SPOT4 chụp tỉnh Nam Định vào ngày 22/10/2010, khi lúa đặc sản ở tỉnh này bị lúa 5 sâu đục thân lúa bướm hai chấm gây hại.

Để có được số liệu phục vụ công tác xử lý ảnh, đoàn chuyên gia của đề tài đã đi thực địa tại Nghệ An trong 4 ngày, sử dụng máy định vị GPS xác định vị trí các ruộng lúa làm điểm mẫu trên các cánh đồng và trên bản đồ. Tổng số điểm mẫu đo được ở Nghệ An là 67 điểm. Số điểm mẫu này được các chuyên gia BVTV phân thành 3 loại theo các mức bị gây hại khác nhau: nhẹ, trung bình và nặng. Ngoài các điểm mẫu, đoàn công tác còn được Chi cục BVTV Nghệ An cung cấp số liệu tổng hợp diện tích lúa bị sâu cuốn lá nhỏ gây hại ở các mức khác nhau của từng xã thuộc các huyện nói trên do các trạm BVTV huyện báo cáo lên.

Đối với Nam Định, tại thời điểm sâu đục thân lúa bướm hai chấm lúa 5 gây hại trên ruộng chỉ còn lại lúa đặc sản, các ruộng lúa khác đã chín và đã được gặt, vì vậy số ruộng lúa được dùng làm điểm mẫu không nhiều. Tổng số điểm mẫu là 36 điểm. Số điểm mẫu này được đoàn công tác của đề tài xác định bằng máy định vị GPS và được các chuyên gia BVTV của Nam Định phân loại thành các nhóm bị gây hại ở các mức khác nhau theo quy định của ngành BVTV.

III. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU

1. Kết quả xử lý ảnh AVNIR-2 chụp địa phận tỉnh Nghệ An

a. Sử dụng các chỉ số

Kết quả xử lý ảnh AVNIR-2 chụp khu vực Nghệ An vào ngày 11/7/2010 cho thấy, chỉ số NDVI tính theo giá trị các băng phổ 3, 4 của ảnh có độ nhạy cảm lớn nhất khi lúa bị hại bởi sâu cuốn lá nhỏ. Hàm tìm được cho trường hợp cụ thể này có dạng như sau:

$$y = 5152,9x^2 - 5704,6x + 1568,4 \quad (13)$$

trong đó: y – là mật độ sâu cuốn lá; x – giá trị NDVI theo các băng phổ nói trên.

Đánh giá theo phương pháp ma trận sai số, độ chính xác tổng thể đạt được trong trường hợp này là 93%. So sánh tổng diện tích lúa bị hại ở các mức khác nhau nhận được từ ảnh AVNIR-2 với số liệu điều tra của các trạm BVTV thì độ chính xác (mức độ trùng khớp) lần lượt là: nặng - 91%, trung bình - 75%, nhẹ -

$$y = 869,807527 + 7261,678182x_3 - 9190,2535x_4 + 61271,432409x_3^2 + 56948,753789x_3x_4 + 25219,239496x_4^2 \quad (14)$$

Trong đó: y – là mật độ sâu cuốn lá; x_3, x_4 – giá trị phổ phản xạ tại kênh 3 và 4.

Đánh giá theo phương pháp ma trận sai số, độ chính xác tổng thể đạt được trong trường hợp này là 88%. So sánh tổng diện tích lúa bị hại ở các mức khác nhau nhận được từ ảnh AVNIR-2 với số liệu điều tra của các trạm BVTV thì độ chính xác (mức độ trùng khớp) lần lượt là: nặng - 91%, trung bình - 75%, nhẹ - 95%, lúa không bị hại - 78%. Nếu so sánh tổng toàn bộ diện tích bị hại nhận được từ hai nguồn thông tin là ảnh viễn thám và điều tra thực địa của cán bộ BVTV thì mức độ trùng khớp là 87%.

2. Kết quả xử lý ảnh SPOT chụp địa phận tỉnh Nam Định

$$y = 121382,686312 + 937842,293025x_2 - 2186386,731784x_3 - 6769777,888906x_2^2 - 6391933,119928x_2x_3 + 13713699,606017x_3^2 + 137638422,298572x_2^3 - 94325927,124760x_2^2x_3 + 59124627,159758x_2x_3^2 - 42105989,605835x_3^3 - 13566826,4219554x_2^4 - 510240724,371909x_2^3x_4 + 453420626,845685x_2^2x_3^2 - 184178004,786123x_2x_3^3 + 56755571,599317x_3^4 \quad (15)$$

Đánh giá theo phương pháp ma trận sai số, độ chính xác tổng thể đạt được trong trường hợp này là 90,2%. Vì ở Nam Định không có số liệu tổng hợp diện tích lúa đặc sản bị gây hại của các huyện, do đó không có điều kiện để so sánh tổng diện tích lúa bị hại ở các mức khác nhau nhận được từ ảnh SPOT5 với số liệu điều tra tại thực địa của các trạm BVTV.

Xin lưu ý là các hệ số trong các triển khai ở (13), (14) và (15) chỉ đặc trưng cho các trường hợp, hoàn

88%, lúa không bị hại - 83%. Nếu so sánh tổng toàn bộ diện tích bị hại nhận được từ hai nguồn thông tin là ảnh viễn thám và điều tra thực địa của cán bộ BVTV thì mức độ trùng khớp là 86%.

b. Sử dụng trực tiếp các kênh phổ có trên ảnh

Khi sử dụng trực tiếp các kênh phổ có trên ảnh và mô hình xác suất - thống kê để xây dựng hàm biểu diễn mật độ y với các biến là giá trị phổ phản xạ ở các kênh phổ và sử dụng hàm tìm được để nhận biết các khu vực lúa bị sâu hại, ta thấy kênh phổ 3 và 4 trên ảnh AVNIR-2 nhạy cảm hơn cả với sự thay đổi của lúa do bị sâu gây hại. Hàm tìm được cho ảnh chụp khu vực Nghệ An vào ngày 11/7/2010 có dạng sau:

Căn cứ vào kết quả nghiên cứu trên ảnh AVNIR-2; đối với ảnh SPOT5 chụp Nam Định vào 22/10/2010 các cán bộ viễn thám của đề tài đã sử dụng ngay hàm quan hệ nhiều biến để phân tích trực tiếp các kênh phổ mà không tiến hành phân tích các chỉ số thực vật nữa. Kết quả đánh giá độ chính xác cho thấy triển khai đến bậc 4 của hàm tỷ lệ bông bạc do sâu đục thân gây ra với các biến là các băng phổ 2 và 3 đưa lại độ chính xác khoanh chu vi khu vực lúa bị sâu hại, đánh giá mức độ thiệt hại do sâu gây ra là sát với thực tế nhất.

Dạng của hàm tìm được như sau:

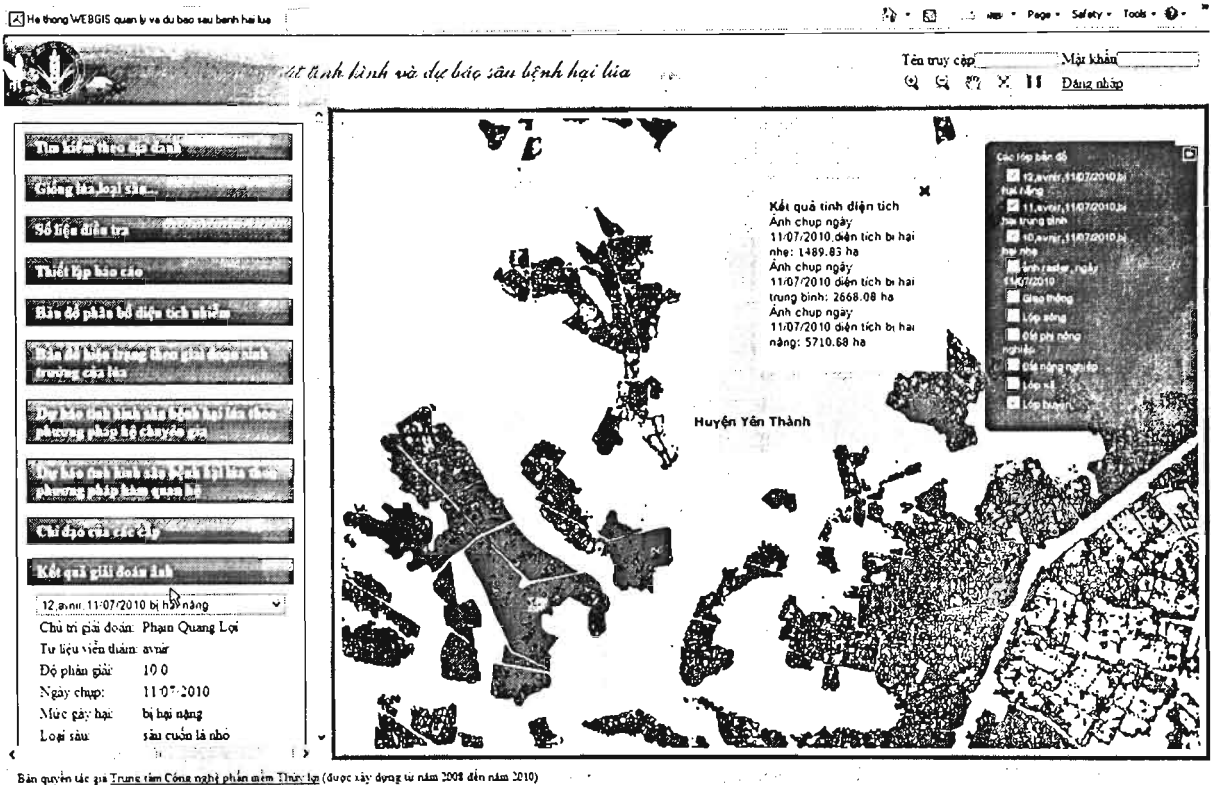
cảnh cụ thể ở đây. Với trường hợp khác, điều kiện chụp ảnh khác, hệ thống điểm mẫu khác thì các hệ số này sẽ khác.

Đối với ảnh SPOT4 chụp Nam Định ngày 22/10/2010, diện tích ảnh phủ trùm phía nam tỉnh, trong số các điểm mẫu thu được ngoài thực địa chỉ có 14 điểm lọt vào ảnh, trong đó không có ruộng mẫu nào bị gây hại nặng, do đó không đủ điều kiện để phân tích ảnh bằng nhiều mô hình khác nhau. Kết quả phân tích chỉ mang tính tham khảo.

Kết quả giải đoán ảnh viễn thám, khoanh chu vi các khu vực lúa bị sâu hại được phần mềm giải đoán ENVI xuất thành bản đồ phân bố diện tích lúa bị sâu hại. Các chuyên gia đề tài đã xây dựng phần mềm cho phép cập nhật bản đồ phân bố đó vào hệ thống GIS-viễn thám giám sát tình hình và dự báo về sâu bệnh hại lúa - sản phẩm chính của đề tài KC08.32/06-10 thành tài nguyên dùng chung trên mạng Internet. Người dùng có thể truy cập vào hệ thống thông tin,

lựa chọn bản đồ phân bố để hiển thị lên màn hình, yêu cầu hệ thống tính diện tích lúa bị nhiễm ở các mức khác nhau theo lãnh thổ xã, huyện, tỉnh.

Trên hình 1 sau đây là giao diện của hệ thống GIS-viễn thám hiển thị bản đồ phân bố diện tích lúa bị sâu cuốn lá nhỏ gây hại ở Nghệ An vào tháng 7/2010 với các mức nặng, trung bình, nhẹ và kết quả tính diện tích bị hại cho huyện Yên Thành theo yêu cầu của người dùng.



Hình 1. Giao diện hệ thống GIS-viễn thám công bố kết quả giải đoán ảnh viễn thám về tình hình lúa bị gây hại trên mạng Internet

IV. KẾT LUẬN

Từ kết quả nghiên cứu ứng dụng ảnh quang học vào việc nhận biết các khu vực lúa bị sâu hại, có thể kết luận như sau:

- Để cho kết quả đánh giá mức độ gây hại do sâu và rầy gây ra có ý nghĩa thực tiễn, nghĩa là đạt được độ chính xác cần thiết, ảnh được sử dụng phải là ảnh có độ phân giải cao trở lên.
- Các kênh phổ màu đỏ và cận hồng ngoại (kênh 3 và 4 trên ảnh AVNIR-2 và kênh 2 và 3 trên ảnh SPOT) là hai kênh nhạy cảm với sự biến đổi của lúa khi bị sâu gây hại;

- Không cần sử dụng các chỉ số thực vật, có thể xây dựng hàm quan hệ giữa mật độ gây hại của sâu với các kênh phổ màu đỏ và cận hồng ngoại bằng mô hình toán xác suất-thống kê và sử dụng hàm tìm được để phân tích ảnh, khoanh chu vi các khu vực lúa bị hại. Kết quả nghiên cứu cho thấy kết quả khoanh chu vi, xây dựng bản đồ lúa bị hại có thể đạt được độ chính xác 90% khi sử dụng ảnh quang học có độ phân giải cao.

Do điều kiện thu ảnh chụp khu vực lúa bị sâu hại phục vụ công tác nghiên cứu phức tạp, do đó trong thời gian hai năm thực hiện đề tài, số ảnh thu được cho công tác nghiên cứu là không nhiều, vì vậy, các kết quả nghiên cứu trên đây mới là những kết quả

bước đầu, cần phải có thêm thời gian, kinh phí nghiên cứu để khẳng định chúng và đưa vào ứng dụng trong thực tiễn.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Обиралов А. И., Лимонов А. Н., Гаврилова Л. А. Фотограмметрия и дистанционное зондирование. –М.: Колос, 2006. 334 с.

2. Robert A. Schowengerdt. Remote Sensing: Models and Methods for Image Processing. Third Edition. - Printed in the United States of America: Elsevier, 2007. 514pp.

THE RESULT OF PLANT INDEX DETECTION ON OPTICAL REMOTE SENSING IMAGE TO DETECT RICE DAMAGED AREA BY PESTS

Nguyen Dang Vy, Pham Quang Loi

Summary

Research use of optical and radar remote sensing image in monitoring the situation of insect pest of rice that one of contents of scientific research topic KC08.32/06-10. This brief article introducing about research methods use optical remote sensing image, establish index of plant on remote sensing image to detect the rice damaged area that caused by brown backed rice plant hopper, stem borer, leaf roller. These research methods use probability – statistics model and Taylor series expansion to represents multivarious function with parameters consist of rice branch density, pest density, plant index with spectrum value on image. In research process, the AVNIR-2 image capture damaged area caused by rice leaf roller have been used in Nghe An in the middle of July, 2010, and the SPOT4, SPOT5 image caused by *Scirpophaga incertulas* Walker (Lepidoptera: Pyralidae) captured in Nam Dinh in the end of October, 2010 and position of sample points at field are detected by GPS device and investigated about pest density or rice damaged. The results of research show red spectrum band, near infrared band are sensitive than change of rice when it damaged, also use directly spectrum value of these bands has one advantage that can build general multivariate function than only use plant index. The accuracy of result of rice damaged area detection, and building the distribution map of rice damaged area can be achieved approximately 85 to 90 percent.

Keyword: *Plant index, Taylor series, multivarious function, information system, spectrum, pest, remote sensing, image processing.*

Người phản biện: GS.TS. Phạm Văn Lâm