

ỨNG DỤNG ẢNH VIỄN THÁM ĐA THỜI GIAN VÀ HỆ CHUYÊN GIA ĐỂ TỰ ĐỘNG HOÁ QUÁ TRÌNH THEO DÕI BIẾN ĐỘNG DIỆN TÍCH LỚP THỰC PHỦ

Nguyễn Đăng Vỹ

Trung tâm Công nghệ phần mềm Thủy lợi

Tóm tắt: Bài báo trình bày cách tiếp cận sử dụng ảnh viễn thám đa thời gian để tự động hoá công việc theo dõi biến động diện tích lớp phủ thực vật: Xây dựng phần mềm dưới dạng một hệ chuyên gia mô phỏng suy diễn logic của con người khi quan sát diễn biến trong nhiều năm chuỗi giá trị chỉ số NDVI của từng pixel ảnh viễn thám MODIS để xác định sự tồn tại của thực vật tại đó và phân loại chúng thành cây lâu năm hay cây sinh trưởng theo mùa vụ, phát hiện những thay đổi mang tính đột biến chỉ số NDVI, xác định biến động, nếu có, của lớp phủ thực vật. Kết quả ứng dụng phần mềm vào thực tế của Nam Định, Vĩnh Phúc, Phú Yên cho thấy tính chính xác về không gian và thời gian của thuật toán và phần mềm. Phần mềm là công cụ hỗ trợ công tác theo dõi biến động diện tích rừng cho lực lượng kiểm lâm, cung cấp bản đồ lớp phủ thực vật sát với hiện trạng thực địa cho các mô hình tính thủy lực, thủy văn: tính toán tác động của sóng biển lên các công trình ven bờ, đánh giá rủi ro do lũ ống và lũ quét gây ra, dự báo dòng chảy về các hồ chứa...

Từ khoá: viễn thám, lớp phủ, NDVI, MODIS, hệ chuyên gia, biến động diện tích rừng.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Lớp thực phủ là một trong những thành phần tạo nên sự sống đa dạng trên bề mặt hành tinh của chúng ta, vì vậy, vai trò của thực phủ hết sức to lớn, trong đó có vai trò phòng và chống thiên tai, bảo vệ cuộc sống con người. Đối với các vùng núi cao và trung du - những nơi có nguy cơ cao xảy ra lũ ống và lũ quét, lớp phủ thực vật chiếm giữ diện tích lớn, lại là những diện tích đầu nguồn, đỉnh núi, sườn núi. Lớp phủ thực vật phát triển sẽ tăng khả năng giữ nước khi mưa, giảm tốc độ dòng chảy, giảm lưu lượng nước đổ xuống lòng dẫn, giảm thiểu khả năng dẫn đến lũ. Bên cạnh đó, lớp phủ thực vật phát triển giúp tăng cường khả năng chống xói, lở của tầng trên của bề mặt đất. Ngược lại, nếu lớp phủ thực vật suy giảm, đặc biệt ở đỉnh núi, sườn núi, sẽ làm tăng nguy cơ

xảy ra lũ ống, lũ quét, sạt lở đất khi có mưa lớn. Đối với các khu vực ven sông, ven biển, hai bên bờ đê, rừng phòng hộ, rừng ngập mặn đóng vai trò hết sức quan trọng trong việc giảm cường độ và chiều cao sóng, giảm tốc độ dòng chảy, bảo vệ bờ, bảo vệ hệ thống đê điều khỏi xói lở [1]. Lớp phủ mặt đất cũng là một trong những dữ liệu đầu vào cho các mô hình tính toán thủy văn, thủy lực dự báo dòng chảy, dự báo lũ.

Trước đây, khi còn chưa có ảnh máy bay, ảnh vệ tinh, lớp phủ mặt đất thường được xác định dựa vào bản đồ địa hình. Thông thường, chu kỳ lập lại bản đồ địa hình (hiện chỉnh bản đồ địa hình) là 5 năm, nhưng ở nước ta chu kỳ này có thể là 7-10 năm. Đây là quãng thời gian khá lớn, nhất là trong thời kỳ 30 năm trở lại đây khi mà lớp phủ mặt đất ở nước ta thay đổi với tốc độ nhanh chóng bởi nhiều yếu tố tích cực và tiêu cực đan xen như sự phát triển của kinh tế, xã hội, chính sách giao đất, giao rừng cho người dân, nạn lâm tặc chặt phá rừng, do

Ngày nhận bài: 23/3/2018

Ngày thông qua phản biện: 12/4/2018

Ngày duyệt đăng: 20/4/2018

là chưa kể đến các loại thiên tai vẫn tồn tại như cháy rừng, sâu bệnh huỷ hoại rừng... Trong điều kiện như vậy, bản đồ địa hình chỉ có thể phản ánh được đúng lớp phủ mặt đất trong một thời gian ngắn sau khi nó được thành lập và nhanh chóng bị lạc hậu. Sự xuất hiện của ảnh máy bay, sau đó là ảnh vệ tinh, được gọi chung là ảnh viễn thám, từ những năm cuối của thế kỷ trước đã tạo ra cơ hội cho con người không chỉ rút ngắn thời gian hiện chỉnh bản đồ mà còn nhanh chóng xác định được các biến động của lớp phủ mặt đất tại những khu vực mình quan tâm khi mà bản đồ chưa được các đơn vị chuyên ngành hiện chỉnh. Tất nhiên, cơ hội đó chỉ trở thành hiện thực vào đầu thế kỷ 21, khi giá thành các vệ tinh viễn thám giảm, số lượng vệ tinh tăng, số lượng quốc gia có vệ tinh và tham gia khai thác khoảng không vũ trụ tăng và nhất là khi các quốc gia phát triển có chính sách chia sẻ ảnh viễn thám miễn phí trên mạng Internet nhằm tập hợp, khuyến khích các nguồn lực khác nhau trên thế giới cung cấp thông tin phục vụ cho việc giải quyết các bài toán mang tính toàn cầu như an ninh lương thực, bảo vệ thảm xanh của trái đất, chống biến đổi khí hậu...

Phần lớn các phương pháp sử dụng ảnh viễn thám để xác định thảm phủ mặt đất được các chuyên gia viễn thám nghiên cứu, phát triển và ứng dụng từ những năm cuối thế kỷ trước và những năm đầu thế kỷ 21. Những phương pháp này phù hợp cho bài toán xử lý ảnh chụp một chu kỳ vì lý do không có ảnh chụp nhiều kỳ hoặc giá ảnh đắt hoặc trong một số trường hợp đây là phương pháp duy nhất có thể áp dụng, ví dụ như dùng ảnh viễn thám để điều tra, phân loại thực vật ở mức chi tiết: lúa, ngô, lạc, cây vải, cà phê, tiêu, rừng lá kim, rừng cây lá rộng, rừng tre nứa, rừng cây gỗ, rừng cây bụi... Nó đòi hỏi phải có hệ thống điểm được điều tra, đánh giá tại thực địa làm mẫu. Đối với việc xác định thảm phủ phục vụ cho nhiệm vụ phòng chống thiên tai, đánh giá rủi ro gây ra bởi thiên tai, những phương pháp này đã

không còn phù hợp và cũng không nhất thiết cứ phải ứng dụng chúng bởi các lý do sau:

- Khi đánh giá rủi ro gây ra bởi thiên tai, chạy các mô hình thủy văn, thủy lực, cần phải có thảm phủ càng gần với thời gian đánh giá càng tốt. Nếu thời gian cần đánh giá là lúc xảy ra thiên tai như mưa lũ, biến động, việc đi thực địa điều tra, xác định điểm mẫu là bất khả thi. Đó là chưa kể địa hình núi đồi phức tạp, cứ mỗi lần chạy mô hình lại phải đi điều tra, xác định điểm mẫu thì dù thời tiết có thuận lợi cũng là một nhiệm vụ bất khả thi.

- Đối với thảm phủ dùng cho việc đánh giá rủi ro gây ra bởi thiên tai, chạy các mô hình thủy văn, thủy lực chỉ cần phân biệt cây lâu năm và cây ngắn hạn (sinh trưởng theo mùa vụ) mà không cần phân loại thực vật ở mức chi tiết như đối với trường hợp lập bản đồ rừng.

- Bài toán đánh giá rủi ro gây ra bởi thiên tai, chạy các mô hình thủy văn, thủy lực không có yêu cầu cao về độ chính xác không gian của bản đồ lớp phủ thực vật. Với diện tích phủ lưu vực của một con sông hoặc nhánh sông, độ chính xác của lớp phủ thực vật có thể tính đến hecta là đủ.

Với các lý do trên đây và với việc ngày càng có nhiều tổ chức khai thác không gian cung cấp nguồn ảnh viễn thám miễn phí trên mạng Internet, ảnh được chụp theo chu kỳ bay quanh trái đất của vệ tinh, chúng ta có thể đưa ra một cách tiếp cận khác để xác định thảm thực vật phục vụ cho các mô hình thủy văn, thủy lực với chi phí thấp, tính khả thi cao và dữ liệu về thảm phủ lại có độ tin cậy cao. Bài báo này sẽ trình bày cách tiếp cận đó và kết quả ban đầu ứng dụng nó.

2. CÁCH TIẾP CẬN, NGUỒN TƯ LIỆU ẢNH, PHƯƠNG PHÁP VÀ CÔNG CỤ XỬ LÝ

2.1. Cách tiếp cận

Cách tiếp cận để giải quyết vấn đề đặt ra là cách tiếp cận hệ thống: việc nhận biết và phân loại lớp phủ mà chủ yếu ở đây là thực phủ

được thực hiện dựa trên kết quả phân tích diễn biến theo thời gian chuỗi giá trị chỉ số thực vật NDVI của từng vị trí địa lý kết hợp với phân tích không gian và suy luận logic theo phương pháp hệ chuyên gia. Cách tiếp cận này là kết quả nghiên cứu của 3 đề tài nghiên cứu khoa học và phát triển công nghệ do Trung tâm Công nghệ phần mềm Thủy lợi thuộc Viện Khoa học Thủy lợi Việt Nam thực hiện, TSKH Nguyễn Đăng Vỹ làm chủ nhiệm:

- Đề tài cấp bộ "Nghiên cứu ứng dụng công nghệ GIS trong quản lý sản xuất lúa ở vùng đồng bằng sông Cửu Long" thực hiện năm 2011-2013;
- Đề tài cấp bộ "Nghiên cứu ứng dụng công nghệ GIS và viễn thám xây dựng hệ thống thông tin quản lý hệ thống đê Việt Nam, theo dõi quá trình sạt lở, bồi lắng của bờ sông, bờ biển và cảnh báo nguy cơ mất an toàn của đê điều" thực hiện năm 2015-2018;
- Đề tài cấp tỉnh "Nghiên cứu ứng dụng công nghệ GIS và viễn thám xây dựng hệ thống thông tin theo dõi biến động của rừng trên địa bàn tỉnh Vĩnh Phúc" thực hiện năm 2016-2017.

Cụ thể như sau:

Khi sử dụng ảnh viễn thám để nhận biết thảm phủ, có thể sử dụng một hoặc kết hợp một số các chỉ số ảnh như NDVI, EVI, SR, LAI. Trong số này NDVI là chỉ số được dùng phổ biến nhất. NDVI được tính theo công thức $NDVI = (NIR - RED) / (NIR + RED)$,

trong đó: NIR là giá trị bức xạ của đối tượng địa lý tại vùng phổ cận hồng ngoại và RED là giá trị bức xạ của đối tượng đó tại vùng phổ màu đỏ.

Giá trị NIR và RED đối với các đối tượng không phải là thực vật khá ổn định, cho nên NDVI của chúng thường là giá trị cố định. Tính chất này cho phép sử dụng chỉ số NDVI để nhận biết chúng. Còn đối với thực vật, NDVI biến động trong một khoảng nhất định phụ thuộc vào mật độ lá của chúng. Bảng sau đây thể hiện giá trị NDVI của một số đối tượng đặc trưng của lớp phủ bề mặt đất - kết quả nghiên cứu nhiều năm của các nhà khoa học trên thế giới [2].

Bảng 1. Giá trị bức xạ phổ RED, NIR và giá trị NDVI của một số loại đối tượng

Loại đối tượng	Giá trị bức xạ tại vùng phổ màu đỏ (RED)	Giá trị bức xạ tại vùng phổ cận hồng ngoại (NIR)	Giá trị NDVI
Thực vật mật độ cao	0.1	0.5	0.5 - 0.9
Thực vật thưa	0.1	0.3	0.1 - 0.5
Đất trống	0.25	0.3	0.025
Mây	0.25	0.25	0
Tuyết và băng	0.375	0.35	-0.05
Nước	0.02	0.01	-0.25
Vật liệu nhân tạo (bê tông, đường nhựa)	0.3	0.1	-0.5

Dựa vào giá trị NDVI của từng loại đối tượng trong bảng và kết quả nghiên cứu của các đề tài được đề cập trên đây, theo dõi diễn biến NDVI của mỗi vị trí địa lý trên mặt đất lấy được từ ảnh chụp liên tục nhiều lần trong

nhiều năm theo một chu kỳ nhất định, có thể lập luận, phân tích để có kết luận cho việc phân loại lớp phủ như sau:

- 1- Xem xét chuỗi giá trị NDVI của từng vị trí địa lý (được thể hiện bằng pixel trên ảnh) khu

vực cần lập bản đồ lớp phủ, sử dụng phương pháp Chauvenet để phát hiện những giá trị mang tính đột biến (giá trị khác xa với giá trị NDVI trung bình nhiều năm tại vị trí đó). Nếu trên 70% các pixel trên cùng một ảnh tại khu vực cần nghiên cứu đều có giá trị NDVI mang tính đột biến, rõ ràng ảnh chụp có vấn đề và có sai lớn. Trong trường hợp này ảnh bị loại ra khỏi bộ dữ liệu được xem xét.

Nếu số lượng pixel trên ảnh có giá trị NDVI thay đổi đột biến chỉ đạt dưới 70% tổng các pixel của khu vực cần nghiên cứu, đối với từng vị trí cần phải xem xét, xem xét thêm giá trị NDVI tại các ảnh kế cận trước đó và sau đó. Biến động của chuỗi giá trị NDVI trên nhiều ảnh chụp liên tiếp nhau sẽ cho phép kết luận rằng đối tượng địa lý tại vị trí đó có thay đổi hay không (có biến động hay không).

Trong mọi trường hợp, nếu giá trị NDVI thay đổi đột biến, nó sẽ tạm thời bị loại ra khỏi chuỗi giá trị được tiếp tục phân tích dưới đây.

2- Nếu đối tượng có giá trị $NDVI \leq 0.025$ và không đột biến từ khi nó xuất hiện trên ảnh cho đến thời điểm hiện tại (đến ảnh chụp gần nhất), có thể kết luận đó là một trong những loại đối tượng không phải là thực vật và có thể phân loại chúng theo giá trị NDVI như ở bảng trên.

3- Nếu chuỗi giá trị NDVI của đối tượng dao động trong khoảng từ 0.5 đến 0.9 và không đột biến cho đến thời điểm hiện tại thì đối tượng đó là rừng cây lâu năm có mật độ cao (rừng rậm). Thảm thực vật loại này có rễ bám sâu vào đất, khả năng chống chọi hạn hán, chống lũ và sóng tốt, khả năng giữ nước mặt và nước ngầm tốt.

4- Nếu chuỗi giá trị NDVI của đối tượng dao động trong khoảng từ 0.4 đến 0.7 và không đột biến cho đến thời điểm hiện tại thì đối tượng đó là rừng cây lâu năm có mật độ thấp (rừng thưa). Thảm thực vật loại này cũng có rễ bám sâu vào đất, khả năng chống chọi hạn hán, lũ và sóng tốt, khả năng giữ nước mặt và nước

ngầm tốt, nhưng kém hơn rừng rậm.

5- Nếu chuỗi giá trị NDVI của đối tượng dao động trong khoảng từ 0.1 đến 0.9, chu kỳ dao động tương đối rõ ràng (theo năm hoặc một khoảng thời gian nhất định trong năm), theo đó NDVI đạt cực tiểu vào một khoảng thời gian nhất định trong năm và cũng đạt cực đại vào một khoảng thời gian nhất định khác trong năm thì đây là cây sinh trưởng theo vụ như lúa, sắn, mía, hoa màu khác hoặc lớp cỏ dại sinh trưởng theo mùa... Thảm thực vật loại này có rễ nông, khả năng chống chọi hạn hán, lũ, sóng kém, khả năng giữ nước mặt và nước ngầm kém.

6- Nếu là thực vật (NDVI từ 0.1 đến 0.9), nhưng biến động của NDVI khá lớn và không có chu kỳ rõ ràng, đây là loại thực vật thay đổi bất thường. Thảm thực vật loại này có rễ nông, khả năng chống chọi hạn hán, lũ và sóng kém, khả năng giữ nước mặt và nước ngầm kém.

Sau khi có kết quả phân loại dựa vào tính ổn định giá trị NDVI của đối tượng, đối với những giá trị NDVI thay đổi đột biến lại không phải vì chất lượng ảnh và tạm thời bị loại khỏi chuỗi giá trị được xem xét như đã nói ở mục 1, ta xét tiếp:

- Nếu NDVI của pixel tăng đột biến có thể kết luận là giá trị NDVI đang xét bị sai và bị loại hoàn toàn khỏi bộ dữ liệu, vì biến động này trái với tự nhiên.

- Nếu NDVI của pixel giảm đột biến, nhưng trong ít nhất 2 kỳ chụp tiếp theo với chu kỳ từ 8 đến 20 ngày giá trị NDVI xấp xỉ với giá trị NDVI trung bình của toàn chuỗi giá trị NDVI của tất cả các kỳ chụp đang xét, rõ ràng giá trị NDVI đang xét bị sai và bị loại hoàn toàn khỏi bộ dữ liệu.

- Nếu NDVI giảm đột biến, và NDVI của pixel đó trong các kỳ chụp tiếp theo với chu kỳ từ 8 - 20 ngày có xu hướng tăng dần, rõ ràng thực vật tại vị trí đó bị chặt phá, hỏa hoạn... và đang phục hồi (tái sinh hoặc được trồng lại). Lớp

phủ có biến động tạm thời.

- Nếu NDVI thay đổi đột biến và giữ nguyên giá trị đó trong một thời gian dài, nghĩa là tính đặc trưng của đối tượng đã thay đổi, lớp phủ tại pixel đó thay đổi hoàn toàn, chuyển từ loại đối tượng này sang loại đối tượng khác.

Toàn bộ quá trình suy diễn, phân tích trên đây có thể nói gọn lại như sau: Xác định khoảng giá trị mà sự thay đổi NDVI của đối tượng nằm trong khoảng đó và căn cứ vào khoảng giá trị này để phân loại đối tượng. Căn cứ vào kết quả phân loại có được và những thời điểm giá trị NDVI thay đổi đột biến để xác định sự biến động tạm thời hay sự thay đổi hoàn toàn bản chất của đối tượng tại vị trí địa lý (vị trí của pixel) ta đang xét.

2.2. Nguồn tư liệu ảnh

Để có thể thường xuyên theo dõi lớp phủ và lập bản đồ lớp phủ khi cần, không thể sử dụng ảnh viễn thám thương mại, càng không thể dùng ảnh máy bay hay ảnh chụp bằng Flycam. Lý do thứ nhất, chi phí mua ảnh hoặc chi phí bay chụp sẽ rất lớn. Lý do thứ hai, hiện nay, ngoại trừ ảnh có độ phân giải trung bình MODIS với tần suất chụp hàng ngày, các vệ tinh khác đều có tần suất chụp thấp hơn hoặc thấp hơn nhiều, do đó khả năng có được ảnh không bị mây che phủ là rất ít, ngay cả vào mùa hè hoặc thu. Do đó, nguồn tư liệu ảnh chủ yếu được dùng để lập bản đồ lớp phủ phục vụ cho việc đánh giá rủi ro gây ra bởi thiên tai và chạy các mô hình thủy văn, thủy lực sẽ là ảnh MODIS.

Ảnh MODIS do vệ tinh Terra và Aqua của NASA chụp, được chia sẻ miễn phí trên trang Web của NASA. Lãnh thổ Việt Nam có ảnh MODIS chụp hàng ngày. Ngoài việc chia sẻ miễn phí ảnh chụp hàng ngày, NASA còn chia sẻ ảnh tổ hợp từ ảnh chụp liên tục 8 ngày, 16 ngày để loại bỏ những vùng bị mây che phủ. Nhờ đó, tần suất để có ảnh chụp được lãnh thổ Việt Nam không bị mây che phủ là rất lớn. Trong quá trình theo dõi, tập hợp ảnh MODIS

chụp Nam Định, Vĩnh Phúc từ năm 2007 đến nay khi thực hiện các đề tài nói ở trên, chúng tôi thấy thời gian mà ảnh MODIS ít chụp được các tỉnh này là từ tháng 12 năm trước đến tháng 3 năm sau. Trong khoảng thời gian này mỗi năm thường có khoảng 2-3 ảnh không bị mây che phủ. Các tháng còn lại, từ tháng 4 đến tháng 11 trong năm, ít nhất mỗi tháng có 2 ảnh và đây cũng là thời gian thường xảy ra mưa lũ. Với mật độ ảnh theo thời gian như vậy, chúng ta có thể hoàn toàn phân loại được lớp phủ mặt đất, lập được bản đồ lớp phủ đáp ứng yêu cầu đặt ra. Ở các tỉnh đông và tây Nam Bộ, trong đó có đồng bằng sông Cửu Long, hầu như tuần nào cũng có ảnh MODIS không bị mây che và đây là lợi thế ứng dụng ảnh viễn thám của khu vực này, lợi thế này không chỉ đối với việc sử dụng ảnh MODIS mà còn các loại ảnh khác.

Tất nhiên, độ phân giải của ảnh MODIS không cao, đối với giá trị NDVI độ phân giải của ảnh là 250x250 mét, nghĩa là mỗi giá trị NDVI trên ảnh MODIS đại diện cho diện tích 6.24 hecta trên mặt đất. Độ phân giải này hoàn toàn thấp đối với việc theo dõi sản xuất lúa, do đó khi nghiên cứu ứng dụng ảnh MODIS vào theo dõi sản xuất lúa đồng bằng sông Cửu Long, Trung tâm Công nghệ phần mềm Thủy lợi đã đưa ra một hệ thống giải pháp tổng hợp để nâng cao độ chính xác nhận biết lúa trên ảnh, trong đó dữ liệu ảnh MODIS và phương pháp phân tích chuỗi giá trị theo thời gian chỉ là một trong những giải pháp đó [3]. Đối với việc lập bản đồ phủ phục vụ cho việc đánh giá rủi ro gây ra bởi thiên tai, chạy các mô hình thủy văn, thủy lực, độ phân giải 250x250 mét có thể chấp nhận được.

2.3. Phương pháp và công cụ thực hiện

Xem xét, phân tích chuỗi giá trị NDVI trong nhiều năm của từng pixel ảnh để đưa ra kết luận đối tượng được chụp thuộc nhóm đối tượng nào và trong quãng thời gian được xem xét nó có biến động hay không là một khối lượng công việc lớn. Nếu công việc này thực

hiện trực tiếp bằng con người thì nó đòi hỏi một lượng nhân lực rất lớn, khó bề khả thi. Trên thực tế, cách tiếp cận được đề xuất tại mục 2.1 và các suy diễn logic được nêu lên tại đó là tiền đề cho việc xây dựng hệ thống thuật toán nhằm tự động hóa quá trình phân tích từng pixel ảnh để phân loại lớp phủ. Hệ thống thuật toán này đã được phần mềm hóa trong đề tài "Nghiên cứu ứng dụng công nghệ GIS và viễn thám xây dựng hệ thống thông tin quản lý hệ thống đê Việt Nam, theo dõi quá trình sạt lở, bồi lắng của bờ sông, bờ biển và cảnh báo nguy cơ mất an toàn của đê điều" và đề tài "Nghiên cứu ứng dụng công nghệ GIS và viễn thám xây dựng hệ thống thông tin theo dõi biến động của rừng trên địa bàn tỉnh Vĩnh Phúc".

Để có thể tự động hóa việc lập bản đồ lớp phủ, cần phải thực hiện các bước sau:

1. Thiết kế cơ sở dữ liệu để tổ chức lưu trữ chỉ số NDVI và các chỉ số hỗ trợ EVI, LSWI của các pixel ảnh MODIS.
2. Tải ảnh MODIS MOD09Q1 - ảnh tổ hợp từ ảnh chụp trong 8 ngày liên tục từ máy chủ của NASA.
3. Sử dụng phần mềm ENVI hoặc ERDAS để hiệu chỉnh ảnh, chuyển đổi về hệ tọa độ VN2000, chiết xuất các chỉ số NDVI, EVI, LSWI.
4. Cập nhật các chỉ số NDVI, EVI, LSWI vào cơ sở dữ liệu.

Đến đây dữ liệu đã sẵn sàng cho việc tự động hóa lập bản đồ lớp phủ khi cần. Các bước thực hiện trên đây đều đã được tự động hóa dựa vào kết quả nghiên cứu của 3 đề tài mà Trung tâm Công nghệ phần mềm Thủy lợi đã và đang thực hiện, sự tham gia của con người trong các bước này là rất ít. Việc phân tích các chuỗi chỉ số để lập bản đồ lớp phủ cũng đã được tự động hóa. Tóm lại, phương pháp để thực hiện cách tiếp cận được đề ra là tự động hóa trên cơ sở công nghệ phần mềm. Các công cụ tham gia

quá trình này bao gồm:

1. Máy chủ lưu trữ dữ liệu và cổng IP trên mạng Internet cho máy chủ nhằm đảm bảo người dùng có thể truy cập mọi lúc, mọi nơi.
2. Quản trị dữ liệu thuộc dòng mã nguồn mở PostgreSQL và PostGIS.
3. Phần mềm xử lý ảnh ENVI hoặc ERDAS để hiệu chỉnh ảnh, chuyển đổi hệ tọa độ và kết xuất các chỉ số ảnh.
4. Các module phần mềm do Trung tâm Công nghệ phần mềm Thủy lợi xây dựng bằng công cụ lập trình VC++ của Microsoft dùng để cập nhật các chỉ số ảnh, phân tích chỉ số ảnh để lập bản đồ lớp phủ, xác định biến động của lớp phủ.

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU, KẾT QUẢ KIỂM CHỨNG TẠI THỰC ĐỊA VÀ THẢO LUẬN

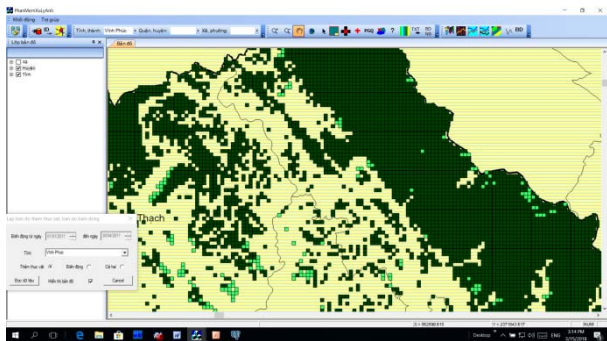
Kết quả quan trọng nhất là thuật toán làm việc dựa trên suy diễn logic được nêu ở mục 2 của bài báo và phần mềm ứng dụng thuật toán đó. Ngoài khả năng mô phỏng suy diễn logic để phân loại thực vật lâu năm, thực vật sinh trưởng theo mùa vụ và nhận biết sự biến động của thực vật, phần mềm còn có các chức năng tự động cập nhật các chỉ số ảnh được chiết xuất từ các ảnh viễn thám quang học vào cơ sở dữ liệu trên máy chủ phục vụ cho công tác phân tích và công bố kết quả phân tích trên mạng Internet.

Dữ liệu chủ yếu để phần mềm phân tích, xây dựng bản đồ thảm thực vật và theo dõi biến động của thảm thực vật là chỉ số NDVI được tính toán từ ảnh MODIS MOD09Q1 - ảnh tổ hợp từ ảnh chụp trong 8 ngày liên tục các khu vực nghiên cứu là tỉnh Nam Định và tỉnh Vĩnh Phúc. Ảnh được thu thập, xử lý là ảnh chụp từ ngày 01/01/2007 đến hết tháng 4/2017, nghĩa là trong vòng hơn 10 năm, tổng số tất cả là 471 lớp ảnh.

Ngoài MODIS, các loại ảnh khác được thu thập để sử dụng như nguồn dữ liệu trợ giúp là

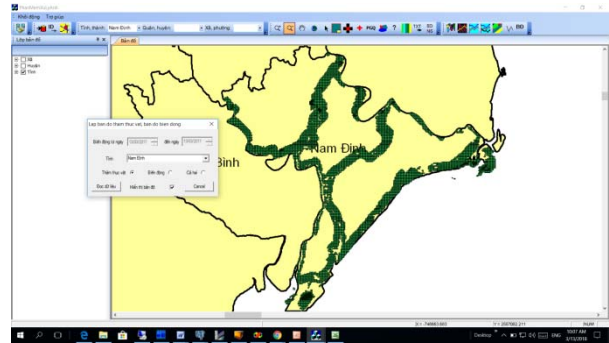
ảnh Landsat-8 và Sentinel-2. Gọi là nguồn dữ liệu trợ giúp vì số lượng ảnh hai loại này ít bị mây che phủ tìm được ở khu vực nghiên cứu là rất ít. Tất cả ảnh Landsat-8 chụp khu vực nghiên cứu đầu năm 2014 đến hết tháng 4/2017 đều được thu thập, trong số đó chỉ có 8 ảnh có thể sử dụng. Các ảnh Sentinel-2 chụp khu vực nghiên cứu từ tháng 12/2015 – thời gian ảnh bắt đầu được chia sẻ trên mạng Internet, đến hết tháng 12/2017 được thu thập, trong số đó chỉ có 4 ảnh ít bị mây che.

Trên hình 1 dưới đây là bản đồ thực phủ tại các cánh rừng của Vĩnh Phúc được phần mềm xây dựng căn cứ vào kết quả phân tích chuỗi chỉ số NDVI từ tháng 1/2007 đến hết tháng 4/2017 cho tất cả các pixel ảnh MODIS. Những pixel được tô màu xanh đậm là những nơi được xác định là cây lâu năm (rừng tự nhiên, rừng trồng, cây ăn quả...). Những pixel có màu xanh nhạt là những nơi được xác định có thực vật sinh trưởng theo mùa vụ.



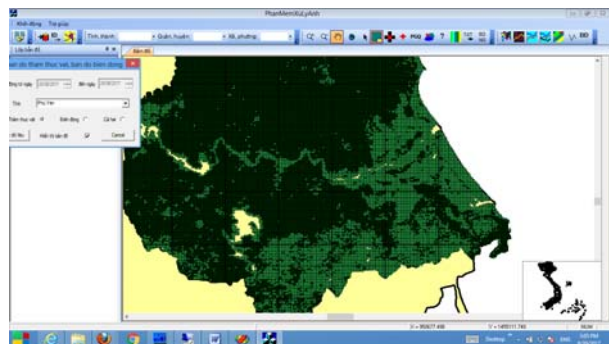
Hình vẽ 1. Kết quả phân loại thực vật tại các cánh rừng tỉnh Vĩnh Phúc thành nhóm cây lâu năm và nhóm cây sinh trưởng theo mùa vụ căn cứ vào giá trị NDVI các pixel ảnh MODIS chụp từ tháng 1/2007 đến hết tháng 4/2017

Trên hình vẽ 2 là bản đồ thực phủ dọc hai bên đê tỉnh Nam Định. Bản đồ cho thấy dọc hai bên hệ thống đê Nam Định diện tích cây lâu năm rất ít, chủ yếu là thực vật sinh trưởng theo mùa vụ và điều này hoàn toàn đúng với thực tế của Nam Định.



Hình vẽ 2. Kết quả phân loại thực vật dọc theo hai bên đê tỉnh Nam Định thành nhóm cây lâu năm và nhóm cây sinh trưởng theo mùa vụ căn cứ vào giá trị NDVI các pixel ảnh MODIS chụp từ tháng 1/2007 đến hết tháng 4/2017

Ngoài Vĩnh Phúc và Nam Định, chúng tôi còn xây dựng cơ sở dữ liệu chỉ số NDVI chiết xuất từ ảnh MODIS cho tỉnh Phú Yên là tỉnh có diện tích rừng biến động lớn vào năm 2016 nhằm mục đích lập bản đồ lớp phủ thực vật của tỉnh, sau đó thử xác định diện tích rừng của tỉnh bị mất vào năm 2016. Trên hình vẽ 3 là bản đồ thảm thực vật của tỉnh Phú Yên tương ứng với tháng 4/2017 - kết quả phân tích chuỗi chỉ số NDVI của tất cả các pixel ảnh MODIS thu thập từ tháng 1/2013 đến hết tháng 4/2017.



Hình vẽ 3. Kết quả phân loại thực vật trên lãnh thổ toàn tỉnh Phú Yên thành nhóm cây lâu năm và nhóm cây sinh trưởng theo mùa vụ căn cứ vào giá trị NDVI các pixel ảnh MODIS chụp từ tháng 1/2013 đến hết tháng 4/2017

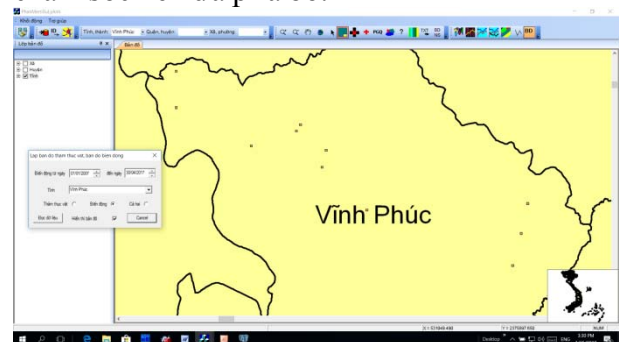
Khi có được kết quả phân loại lớp phủ thực vật thành nhóm cây lâu năm và nhóm cây sinh

trường theo mùa vụ, phần mềm sử dụng phương pháp Chauvenet đối với chuỗi giá trị NDVI của từng pixel ảnh để phát hiện những giá trị mang tính đột biến xuất hiện trong quãng thời gian mà người dùng muốn theo dõi, coi đó là những điểm nghi vấn cần đưa vào danh sách các pixel tiếp tục được phân tích. Đối với những pixel có nghi vấn, phần mềm xem xét giá trị NDVI của các ảnh chụp trước và sau thời điểm xảy ra đột biến, căn cứ vào thay đổi của chúng để đưa ra kết luận như đã được trình bày trong mục 2.1 của bài viết. Tóm lại, phần mềm mô phỏng suy diễn của người, của các chuyên gia khi xem xét diễn biến chuỗi giá trị NDVI của từng pixel trong một quãng thời gian đủ dài để đưa ra kết luận về diễn biến của rừng, hay nói cách khác, nó là một hệ chuyên gia phát hiện biến động rừng dựa trên chuỗi giá trị NDVI của các pixel ảnh MODIS.

Ứng dụng đối với thảm phủ thực vật dọc hai bên hệ thống đê Nam Định, kết quả phân tích của phần mềm cho ta thấy trong suốt từ năm 2007 đến hết tháng 4/2017, những khu vực cây lâu năm có diện tích từ 3 hecta trở lên, lớn hơn một nửa diện tích của một pixel ảnh MODIS MOD09Q1, đều được bảo vệ, giữ gìn tốt, không xảy ra biến động.

Trên địa bàn Vĩnh Phúc, từ tháng 1/2007 đến hết tháng 4/2017, phần mềm phát hiện có 11 vị trí rừng bị giảm (xem hình vẽ 4), trong đó có một điểm tại xã Tân Lập huyện Lập Thạch và hai điểm tại xã Ngọc Thanh huyện Phúc Yên rừng mất vào cuối tháng 2 hoặc đầu tháng 3 năm 2017. Kết quả này chúng tôi có được vào tháng 5/2017, nghĩa là rất gần với thời điểm mất rừng tại Tân Lập và Ngọc Thanh, thuận lợi cho việc đi thực địa đánh giá độ tin cậy kết quả phân tích của phần mềm. Ngoài ra, để tin chắc rằng phần mềm thực hiện việc phân tích theo đúng thuật toán mà mình đã xây dựng, chúng tôi bổ sung vào đó công cụ theo dõi diễn biến chuỗi giá trị các chỉ số ảnh để người dùng có thể trực tiếp quan sát diễn biến đó.

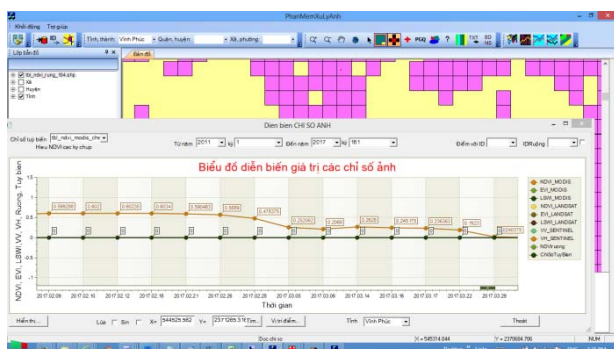
Trên hình vẽ 5 là diễn biến chuỗi giá trị NDVI ảnh MODIS tại pixel được phát hiện rừng bị mất ở xã Tân Lập. Việc đi thực địa đánh giá mức độ tin cậy kết quả phân tích về biến động rừng tại Vĩnh Phúc được thực hiện vào 21/6/2017. Trên hình 6 là ảnh chụp rừng sản xuất tại xã Tân Lập có tọa độ trùng với vị trí mà phần mềm phát hiện mất rừng. Trên thực tế, rừng nơi đây được chủ rừng khai thác vào đầu tháng 3/2017 - trùng với thời điểm phần mềm phát hiện mất rừng. Trong 10 điểm còn lại thì có 9 điểm tương tự như điểm tại xã Tân Lập, đều là rừng sản xuất, được chủ rừng khai thác và thời điểm khai thác đã được phần mềm phát hiện chính xác. Ở những nơi đó rừng tiếp tục được trồng lại hoặc tái sinh. Điểm duy nhất có diện tích rừng được chuyển đổi sang mục đích khác là điểm có tọa độ $x=574467m$, $y=2364557m$ tại xã Ngọc Thanh, huyện Phúc Yên. Đây từng là một vườn chè cạnh một khu bạch đàn và chủ nhà không còn đủ điều kiện chăm sóc nên đã phá bỏ.



Hình vẽ 4. Kết quả xác định các vị trí mất rừng - các pixel tô màu nâu tại các cánh rừng Vĩnh Phúc trong quãng thời gian từ tháng 1/2007 đến hết tháng 4/2017

Trên hình vẽ 7 là kết quả phân tích của phần mềm - bản đồ diện tích rừng bị mất trong quãng thời gian từ tháng 1/2016 đến hết tháng 4/2017 ở tỉnh Phú Yên. Nhìn vào bản đồ ta thấy diện tích rừng bị mất trong hơn một năm là khá lớn, trong đó có không ít diện tích rừng ven biển ở huyện Tuy Hoà. Đáng tiếc là tác giả phần mềm không có điều kiện đi thực địa tại Phú Yên để có thêm được

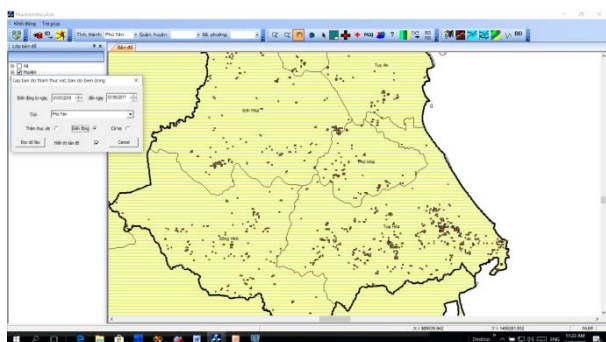
số liệu đánh giá mức độ tin cậy kết quả phân tích của phần mềm.



Hình vẽ 5. Diễn biến chỉ số NDVI của rừng tại pixel có tọa độ $x=544525m$, $y=2371285$ - xã Tân Lập, huyện Lập Thạch. Rừng bị suy thoái bắt đầu từ đầu tháng 3/2017



Hình vẽ 6. Kiểm chứng thực địa tại xã Tân Lập, Lập Thạch, Vĩnh Phúc kết quả xác định biến động rừng của phần mềm – rừng được chủ khai thác vào đầu tháng 3/2017, trước thời điểm kiểm chứng gần 3 tháng



Hình vẽ 7. Kết quả xác định các vị trí mất rừng trên lãnh thổ tỉnh Phúc Yên trong quãng thời gian từ tháng 1/2016 đến hết tháng 4/2017
Do độ phân giải không gian của ảnh MODIS

không cao, mỗi pixel ảnh loại MOD09Q1 tương ứng với diện tích 250x250 mét trên mặt đất, do đó phương pháp được giới thiệu ở đây không thể sử dụng để theo dõi những khu rừng, những đám cây nhỏ, có diện tích bé hơn diện tích của một nửa pixel, khoảng 3 hecta. Nhưng trong điều kiện hiện tại, cũng chỉ có ảnh MODIS chụp với tần suất 1 ảnh/ngày, sau khi loại bỏ những ảnh bị mây che phủ là khả dĩ có thể sử dụng để làm nguồn dữ liệu cho việc tự động hoá quá trình theo dõi biến động của thảm thực vật. Độ phân giải không gian thấp của ảnh MODIS cũng ảnh hưởng đến độ chính xác của số liệu thống kê về biến động rừng dựa vào kết quả phân tích chuỗi giá trị NDVI của các pixel. Một trong những giải pháp nhằm nâng cao độ chính xác số liệu thống kê là sử dụng ảnh MODIS kết hợp với ảnh radar Sentinel-1 mà chúng tôi sẽ trình bày trong bài viết tiếp theo.

4. KẾT LUẬN

Bài báo trình bày cách tiếp cận sử dụng ảnh viễn thám đa thời gian để tự động hoá công việc theo dõi biến động diện tích lớp phủ thực vật: Xây dựng phần mềm dưới dạng một hệ chuyên gia với khả năng mô phỏng suy diễn logic của con người, của chuyên gia viễn thám khi quan sát diễn biến trong nhiều năm chuỗi giá trị chỉ số NDVI của từng pixel ảnh viễn thám MODIS để xác định sự tồn tại của thực vật tại đó và phân loại chúng thành cây lâu năm hay cây sinh trưởng theo mùa vụ, phát hiện những thay đổi mang tính đột biến chỉ số NDVI, từ đó phân tích diễn biến của cả chuỗi chỉ số để xác định biến động, nếu có, của lớp phủ thực vật.

Kết quả ứng dụng phần mềm vào thực tế của Nam Định, Vĩnh Phúc, Phú Yên, đặc biệt, kết quả kiểm chứng tại thực địa tỉnh Vĩnh Phúc về kết quả phân tích của phần mềm xác định những vị trí có rừng bị mất từ tháng 1/2007 đến hết tháng 4/2017 cho thấy tính chính xác của phần mềm về không gian và thời gian.

Do độ phân giải không gian của ảnh MODIS không cao, do đó phương pháp được giới thiệu ở đây không thể sử dụng để theo dõi những khu rừng, những đám cây nhỏ, có diện tích bé hơn diện tích của một nửa pixel, khoảng 3 hecta. Nhưng phần mềm sẽ là công cụ hữu hiệu cho việc theo dõi biến động diện tích lớp phủ thực vật tại những khu vực mà lực lượng chức năng, các nhà nghiên cứu khó đến tận nơi hoặc chỉ có thể đến trong các kỳ điều tra, khảo sát định kỳ như vùng núi cao, rừng sâu, rừng ngập mặn có diện tích lớn. Bản đồ lớp phủ

thực vật do phần mềm xây dựng phản ánh gần đúng hiện trạng lớp phủ nhờ tần suất chụp của ảnh MODIS lớn, mỗi ngày một ảnh, và khả năng có được ảnh ít bị mây che phủ cho các khu vực trên mặt đất trong một quãng thời gian ngắn, có thể tính đến tháng, là rất lớn. Vì vậy, kết quả xử lý của phần mềm rất có ích cho các bài toán thủy lực, thủy văn: tính toán tác động của sóng biển lên các công trình ven bờ, đánh giá rủi ro do lũ ống và lũ quét gây ra, dự báo dòng chảy về các hồ chứa...

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Lê Sỹ Doanh, Mai Thanh Nhân. Nghiên cứu phương pháp đánh giá khả năng chắn sóng của rừng ngập mặn tại 3 tỉnh Quảng Ninh, Hải Phòng và Nam Định //Tạp chí Khoa học và công nghệ lâm nghiệp. Số 4, 2013, Tr. 21-30.
- [2] Максим Дубинин. NDVI - теория и практика //https://gis-lab.info/forum/memberlist.php?mode=viewprofile&u=2
- [3] Nguyễn Đăng Vỹ. Một cách tiếp cận mới ứng dụng công nghệ GIS và ảnh viễn thám MODIS vào việc theo dõi sản xuất lúa vùng đồng bằng sông Cửu Long //Tuyển tập báo cáo Hội thảo quốc tế "Vai trò đa chức năng của quản lý tưới phục vụ sản xuất nông nghiệp gắn với quản lý rủi ro thiên tai và thích ứng với biến đổi khí hậu". Hà nội, 11-2014. Tr.128-143.