

BỘ NÔNG NGHIỆP VÀ PTNT BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO

TRƯỜNG ĐẠI HỌC LÂM NGHIỆP



LÊ NGỌC HOÀN

**NGHIÊN CỨU ỨNG DỤNG CÔNG NGHỆ KHÔNG
GIAN ĐỊA LÝ (VIỄN THÁM, GIS, GPS) TRONG PHÁT
HIỆN CHÁY RỪNG Ở VIỆT NAM**

TÓM TẮT LUẬN ÁN TIẾN SĨ LÂM NGHIỆP

HÀ NỘI - 2018

Luận án được hoàn thành tại: Trường Đại học Lâm nghiệp

Người hướng dẫn: PGS.TS Trần Quang Bảo

Phản biện 1:

Phản biện 1:

Phản biện 3:

Luận án sẽ được bảo vệ tại Hội đồng chấm luận án cấp Trường tại:

Trường Đại học Lâm nghiệp

Vào hồi.....giờ.....ngày.....tháng.....năm.....

Có thể tìm hiểu luận án tại:

- Thư viện Trường ĐH Lâm nghiệp

- Thư viện Quốc gia Việt Nam

MỞ ĐẦU

1. Sự cần thiết của luận án

Cháy rừng là thảm họa, làm tổn hại đến tính mạng và tài sản của con người, phá vỡ cảnh quan, tác động xấu đến an ninh quốc phòng và đặc biệt là làm giảm tính đa dạng sinh học. Những hậu quả khác của cháy rừng có tác động xấu và lâu dài bao gồm các kiểu thời tiết địa phương, nóng lên toàn cầu, sự tuyệt chủng các loài động thực vật quý. Cháy rừng thường xảy ra trên diện rộng tại những vùng có địa hình rừng núi phức tạp khó đi lại, do đó việc quan trắc phát hiện cháy rừng bằng các phương pháp truyền thống thường rất khó khăn. Ở Việt Nam, cháy rừng là một hiểm họa thường xuyên xảy ra. Trong nhiều trường hợp, chỉ khi cháy rừng đã xảy ra một thời gian dài và lan rộng trên một diện tích lớn mới phát hiện được, thông tin không kịp thời dẫn đến hiệu quả chữa cháy thường thấp, gây nhiều thiệt hại, đặc biệt là đối với rừng văn hóa, lịch sử kết hợp tham quan du lịch, khu vực dễ cháy vào mùa khô.

Ngày nay, công nghệ không gian địa lý hay còn gọi là công nghệ địa không gian (Geotechnology) đã và đang là một trong những công nghệ thu hút sự quan tâm lớn nhất trên thế giới. Trong lĩnh vực lâm nghiệp, công nghệ địa không gian đã và đang được ứng dụng rộng rãi, như xác định diện tích, phân bố không gian của các loại rừng, dự báo và cảnh báo cháy rừng, giám sát diễn biến tài nguyên rừng... Vì vậy, việc nghiên cứu ứng dụng công nghệ địa không gian trong phát hiện cháy rừng hiện nay là việc làm hết sức cần thiết. Giúp cho các chủ quản lý rừng có các giải pháp phòng và chữa cháy rừng thích hợp. Với những lý do đó, NCS đã tiến hành thực hiện luận án **“Nghiên cứu ứng dụng công nghệ không gian địa lý (RS, GIS, GPS) trong phát hiện cháy rừng ở Việt Nam”**.

2. Mục tiêu nghiên cứu

2.1. Mục tiêu tổng quát: Ứng dụng hiệu quả công nghệ không gian địa lý để nâng cao chất lượng công tác quản lý tài nguyên rừng, đặc biệt là công tác quản lý và phát hiện cháy rừng ở Việt Nam.

2.2. Mục tiêu cụ thể: (1) Ứng dụng thuật toán phát hiện cháy rừng từ ảnh vệ tinh MODIS kết hợp dữ liệu kiểm kê rừng toàn

quốc để nâng cao chất lượng phát hiện cháy rừng ở Việt Nam. (2) Phát triển mô hình phát hiện cháy rừng từ thiết bị giám sát mặt đất để phát hiện kịp thời các đám cháy rừng, giảm thiểu thiệt hại do cháy rừng gây ra. (3) Đề xuất giải pháp kỹ thuật tự động phát hiện cháy rừng từ ảnh vệ tinh và thiết bị giám sát mặt đất.

3. Đối tượng và phạm vi nghiên cứu

3.1. Đối tượng nghiên cứu

(1) Ảnh vệ tinh có khả năng phát hiện cháy rừng. (2) Các vụ cháy rừng đã xảy ra trong giai đoạn 5 năm. (3) Hiện trạng rừng mới nhất theo số liệu kiểm kê rừng toàn quốc. (4) Thuật toán trích xuất điểm dị thường nhiệt từ ảnh vệ tinh và phân tích video từ thiết bị giám sát mặt đất.

3.2. Phạm vi nghiên cứu

(1) Về không gian: (i) Ảnh vệ tinh Modis toàn quốc. (ii) Dữ liệu điểm dị thường nhiệt của tỉnh Lai Châu, Hải Dương, Kon Tum và Kiên Giang để lọc các điểm thường nhiệt ngoài đất rừng. (iii) Kiểm chứng khả năng xuất hiện điểm dị thường nhiệt với vụ cháy rừng trong quá khứ tại tỉnh Lào Cai, Hòa Bình, Hà Tĩnh và TP. Đà Nẵng. (iv) Đốt thử nghiệm kiểm chứng thiết bị giám sát mặt đất tại: Vườn Quốc gia U Minh Thượng, Vườn Quốc gia Ba Vì, BQL rừng phòng hộ Hà Nội và Trường Đại học Lâm nghiệp.

(2) Về thời gian: (i) Ảnh vệ tinh Modis: từ năm 2010- 2015. (ii) Dữ liệu vụ cháy rừng trong quá khứ từ năm 2010-2015.

(3) Nội dung: (i) Lựa chọn thuật toán. (ii) Thử nghiệm và kiểm chứng. (iii) Đề xuất giải pháp kỹ thuật phát hiện cháy rừng ở Việt Nam.

(4) Về tư liệu: (i) Dữ liệu vụ cháy thực tế: kế thừa 100 vụ cháy xảy ra trong quá khứ tại Cục Kiểm lâm thuộc Tỉnh Lào Cai, Tỉnh Hòa Bình, Tỉnh Hà Tĩnh và Tp. Đà Nẵng.

- Dữ liệu tư liệu ảnh vệ tinh được kế thừa và download từ Website của NASA (<https://ladsweb.modaps.eosdis.nasa.gov>);

- Tư liệu về thuật toán, phương pháp phát hiện cháy được tham khảo từ những công trình nghiên cứu và bài báo khoa học đã công bố.

4. Những đóng góp mới của luận án

4.1. Về phương pháp nghiên cứu: Luận án là công trình nghiên cứu sâu và tổng hợp về ứng dụng công nghệ địa không gian trong phát hiện cháy rừng bằng phương pháp lựa chọn, ứng dụng thuật toán, thử nghiệm, truyền tin và nâng cao chất lượng thông tin cảnh báo.

4.2. Về cơ sở lý luận và khoa học: (i) Ứng dụng công nghệ địa không gian để thu thập nhiều dữ liệu ảnh trên diện rộng và đa thời gian để nghiên cứu phát hiện cháy rừng trong công tác quản lý tài nguyên rừng của nước ta hiện nay. (ii) Phát triển thuật toán tự động phân tích video, trích xuất điểm cháy rừng từ thiết bị giám sát mặt đất để xây dựng thiết bị tự động phát hiện cháy rừng có khả năng ứng dụng hiệu quả ở Việt Nam.

4.2. Về thực tiễn: (i) Xác định khả năng tự động phát hiện cháy rừng từ ảnh vệ tinh Modis. (ii) Phát triển thiết bị giám sát mặt đất tự động phát hiện cháy rừng cho các khu vực có nguy cơ cháy rừng cao. (iii) Đề xuất giải pháp tiên tiến để tự động phát hiện sớm cháy rừng, góp phần nâng cao chất lượng của các hoạt động quản lý phòng và chữa cháy rừng ở nước ta hiện nay.

CHƯƠNG 1

TỔNG QUAN VẤN ĐỀ NGHIÊN CỨU

Trên cơ sở tổng quan các công trình nghiên cứu đã công bố trên thế giới và trong nước theo các chủ đề: (1) Công nghệ địa không gian (RS, GIS, GPS). (2) Tổng quan các nghiên cứu dự báo cháy rừng. (3) Tổng quan về nghiên cứu biện pháp phòng và chữa cháy rừng. (4) Tổng quan về phương pháp phát hiện cháy rừng. (5) Tổng quan về mô hình phát hiện cháy rừng.

Cơ sở của các phương pháp dự báo nguy cơ cháy rừng là mối liên hệ chặt giữa điều kiện thời tiết, mà quan trọng nhất là lượng mưa, nhiệt độ và độ ẩm không khí với độ ẩm vật liệu và khả năng xuất hiện cháy rừng (MiBbach, 1972; Belop, 1982; Chandler, 1983). Ngoài ra, còn căn cứ vào độ ẩm của vật liệu cháy, lượng nước trong đất, tốc độ gió, số ngày không mưa và lượng bốc hơi v.v...

Các nghiên cứu phương pháp phát hiện cháy rừng từ ảnh vệ tinh đã được nghiên cứu và triển khai ở nhiều quốc gia, tuy nhiên mức độ phù hợp vẫn còn một số tồn tại nhất định.

Các nghiên cứu về thiết bị giám sát mặt đất cho rằng: Các biến thể của hệ thống quang học hoạt động dựa trên các thuật toán khác nhau, tất cả chúng đều có chung nguyên lý về phát hiện khói và ánh lửa. Công nghệ mạng cảm biến không dây thường triển khai một số lượng lớn các bộ cảm biến nhỏ, các cảm biến được lắp với mật độ dày, có thể quan sát và tác động đến vật chất xung quanh chúng qua thu thập thông tin vật lý, chuyển đổi nó thành tín hiệu điện, gửi chúng đến những vị trí xa hơn để tiến hành phân tích và đưa ra kết quả trong các ứng dụng khác nhau.

Từ những kết luận được rút ra trong quá trình nghiên cứu tổng quan, cho phép xác định các vấn đề sẽ được giải quyết trong luận án: (1) *Lựa chọn tư liệu ảnh viễn thám, thuật toán trích xuất điểm dị thường nhiệt do Louis Giglio và cộng sự phát triển năm 2003, thuật toán phát hiện khói và lửa để thử nghiệm phát hiện cháy rừng ở Việt Nam.* (2) *Phân tích quan hệ giữa một số đại lượng với các vụ cháy rừng đã thực tế xảy ra trong quá khứ ở Việt Nam, làm cơ sở đề xuất việc ứng dụng thuật toán cho phát hiện cháy rừng ở Việt Nam.* (3) *Sử dụng công nghệ phân tích không gian địa lý, tích hợp viễn thám và GIS, tự động lọc các điểm dị thường về nhiệt độ nằm trong diện tích rừng để cung cấp cho chủ quản lý rừng những thông tin có độ tin cậy cao.* (4) *Nghiên cứu thiết lập thiết bị giám sát và phát hiện cháy rừng từ mặt đất.* (5) *Đề xuất thiết lập hệ thống truyền thông tin tự động tới các cấp quản lý rừng bằng điện thoại, emails, tin nhắn, trang web...*

CHƯƠNG 2

NỘI DUNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Nội dung nghiên cứu

2.1.1. Nghiên cứu khả năng phát hiện cháy rừng từ ảnh vệ tinh: (1) *Lựa chọn tư liệu ảnh vệ tinh phù hợp cho nghiên cứu;* (2) *Ứng dụng thuật toán trích xuất điểm dị thường nhiệt từ ảnh vệ tinh;* (3) *Phân tích mối quan hệ giữa cấp độ sáng (brightness) với*

độ tin cậy (confidence) của điểm dị thường nhiệt; (4) Kiểm chứng khả năng phát hiện cháy rừng từ ảnh vệ tinh; (5) Phân tích và xác định ngưỡng cấp độ sáng (brightness) và độ lệch ΔT của các điểm dị thường nhiệt cho các vụ cháy rừng ở Việt Nam; (6) Loại trừ điểm dị thường nhiệt không nằm trong rừng.

2.1.2. Nghiên cứu khả năng phát hiện cháy rừng từ thiết bị giám sát mặt đất: (1) Ứng dụng thuật toán phát hiện cháy với khung hình video; (2) Ứng dụng thuật toán phát hiện cháy với khung hình từ máy ảnh kỹ thuật số; (3) Thử nghiệm mô hình phát hiện cháy rừng từ thiết bị giám sát mặt đất; (4) Ảnh hưởng chiều cao và khoảng cách của thiết bị giám sát mặt đất đến đám cháy.

2.1.3. Đề xuất giải pháp kỹ thuật trong phát hiện cháy rừng từ ảnh vệ tinh và thiết bị giám sát mặt đất.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

2.2.1. Phương pháp luận

Về luận điểm:

(1) Công nghệ viễn thám, cụ thể là viễn thám hồng ngoại (đặc biệt là hồng ngoại trung và hồng ngoại nhiệt) cho phép phát hiện các đám cháy và các khu vực dị thường nhiệt có liên quan chặt chẽ tới các đám cháy trên mặt đất.

(2) Kết hợp viễn thám và công nghệ địa thông tin mặt đất cung cấp khả năng phát hiện sớm và giám sát quá trình lan truyền đám cháy một cách chính xác, từ đó có thể hỗ trợ hiệu quả cho công tác phòng chống cháy rừng.

Về cách tiếp cận:

(1) Công nghệ địa không gian được sử dụng chủ đạo xuyên suốt các nội dung nghiên cứu.

(2) Công nghệ thông tin sẽ được tích hợp sử dụng trong xử lý dữ liệu và truyền thông tin.

(3) Mô hình thực nghiệm sẽ được áp dụng để đánh giá và kiểm chứng độ chính xác của kết quả nghiên cứu.

2.2.2. Phương pháp nghiên cứu cụ thể

2.2.2.1. Phương pháp nghiên cứu khả năng phát hiện cháy rừng từ ảnh vệ tinh

(1) *Lựa chọn tư liệu ảnh viễn thám thích hợp*

Để có cơ sở và luận cứ cho việc lựa chọn tư liệu ảnh viễn thám thích hợp cho nghiên cứu, tác giả tiến hành phân tích đặc điểm kỹ thuật của các tư liệu ảnh viễn thám đang được sử dụng rộng rãi và có nhiều ứng dụng trong phát hiện cháy. Các đặc điểm kỹ thuật của ảnh được phân tích bao gồm: *độ phân giải không gian, độ phân giải phổ, chu kỳ bay chụp, trường phủ...* Ngoài ra, luận án cũng tiến hành phân tích *mức độ sẵn có của ảnh, khả năng cung cấp, giá thành, mức độ ứng dụng được trong phát hiện cháy rừng.*

(2) *Ứng dụng thuật toán trích xuất điểm dị thường nhiệt từ ảnh vệ tinh*

Luận án ứng dụng thuật toán của Louis Giglio và cộng sự phát triển năm 2003 dựa trên thuật toán gốc của Kaufman năm 1993 để trích xuất điểm dị thường nhiệt từ ảnh vệ tinh MODIS. Thuật toán sử dụng kênh nhiệt sáng có nguồn gốc từ kênh MODIS 4 μ m và 11 μ m, ký hiệu tương ứng là T_4 và T_{11} . Thiết bị đo đạc MODIS có 2 kênh 4 μ m, đánh số là 21 và 22, cả hai kênh này đều được thuật toán phát hiện điểm nóng cháy sử dụng. Kênh T_{11} được tính toán từ kênh 11 μ m (kênh số 31), nó bão hòa ở xấp xỉ 400 độ K. Kênh 12 μ m (kênh số 32) được sử dụng cho sự che phủ của mây, nhiệt độ sáng của chính kênh này được biểu hiện là T_{12} .

(3) *Phân tích mối quan hệ giữa nhiệt độ kênh T_4 với độ tin cậy (confidence):* Luận án sử dụng phân tích tương quan phi tuyến để phân tích mối quan hệ giữa nhiệt độ kênh T_4 với độ tin cậy. Trong đó, độ tin cậy là biến phụ thuộc (Y) và nhiệt độ là biến độc lập (X) để kiểm tra mức độ liên hệ giữa hai đại lượng này.

(4) *Kiểm chứng tỷ lệ phát hiện điểm dị thường nhiệt từ ảnh vệ tinh Modis với đám cháy thực tế:* Ứng dụng phần mềm ArcGis 10.4.1 để xác định sự xuất hiện các điểm dị thường nhiệt theo các đám cháy rừng xảy ra trong quá khứ.

(5) *Đề xuất ngưỡng nhiệt độ kênh nhiệt (T_4) và giá trị ΔT để phát hiện điểm cháy phù hợp cho Việt Nam:* Trên cơ sở kết quả đầu ra của thuật toán, tiến hành tổng hợp và so sánh 02 chỉ số T_4 và giá trị ΔT của

vụ cháy thực tế với các chỉ số T_4 và giá trị ΔT của các điểm dị thường nhiệt để xác định ngưỡng giá trị trong điều kiện của Việt Nam.

(6) Loại trừ các điểm dị thường nhiệt không nằm trong rừng

Ứng dụng ArcGis lọc điểm dị thường nhiệt để xác định vị trí của chúng nằm trong và ngoài diện tích đất lâm nghiệp.

2.2.2.2. Phương pháp phát hiện cháy rừng từ thiết bị giám sát mặt đất

(1) Thuật toán phát hiện cháy rừng từ thiết bị giám sát mặt đất

Trong nghiên cứu này, NCS không xây dựng thuật toán mới cho bộ xử lý hình ảnh mà sử dụng kết hợp nhiều thuật toán đang được ứng dụng phát hiện cháy trên thế giới để cùng xử lý một loại dữ liệu ảnh, nâng cao độ tin cậy của thông tin cảnh báo cháy rừng. Cụ thể như sau: Hình ảnh thu được từ camera sẽ được phân chia thành các phần tử có kích thước 8×8 pixel. Sau khi phân chia sẽ áp dụng thuật toán biến đổi rời rạc cosin (DCT - Discrete Cosine Transform) lên tất cả các phần tử 8×8 pixel để thu được các khối DCT có kích thước 4×4 pixel. Sử dụng giá trị DC (Discrete Cosine) của các khối DCT để phân loại các khối có khả năng là khói hoặc lửa và loại bỏ các khối không thuộc diện nghi ngờ.

(2) Thử nghiệm khả năng phát hiện cháy rừng của thiết bị giám sát mặt đất

Dự kiến đốt thử nghiệm thuật toán và thử nghiệm mô hình tại:

- (i) Vườn Quốc gia U Minh Thượng (Kiên Giang)
- (ii) Vườn Quốc gia Ba Vì (Hà Nội)
- (iii) Ban quản lý rừng phòng hộ - đặc dụng Hà Nội (Sóc Sơn, Hà Nội)
- (iv) Trường Đại học Lâm nghiệp

(3) Phân tích mối quan hệ và sự ảnh hưởng giữa chiều cao và khoảng cách của thiết bị giám sát với đám cháy đốt thử nghiệm.

Hồi quy logistic là công cụ thích hợp trong trường hợp này. Mô hình tương quan logistic tuyến tính một lớp có dạng:

$$\ln(Y_i) = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \varepsilon$$

Trong đó Y_i là biến phụ thuộc chỉ lấy 2 giá trị 0 và 1, các biến X là biến độc lập ε là sai số (nhiều). Xác suất sao cho $Y = 1$ dưới điều kiện $X_1 = X_0$ được viết $P(Y = 1/X_0) = p_i$ và tương tự $P(Y=0/X_0) = 1 - p_i$.

Để kiểm tra sự tồn tại của các tham số, giá trị Sig sẽ được so với mức ý nghĩa $\alpha = 0,05$. Nếu $\text{Sig} \leq 0,05$ thì tham số tồn tại và ngược lại nếu $\text{Sig} > 0,05$ thì tham số không tồn tại. Ngoài ra, Sig còn nói lên mức độ ảnh hưởng của các biến độc lập tới biến phụ thuộc, nếu Sig càng nhỏ thì mức độ ảnh hưởng càng lớn.

*** Hệ số đường ảnh hưởng**

Trong nghiên cứu này, ảnh hưởng trực tiếp bởi hai nhân tố khoảng cách và độ cao tới khả năng phát hiện cháy được kiểm tra, để tìm hiểu xem nhân tố nào có ảnh hưởng rõ rệt và quan trọng hơn trong quá trình phát hiện cháy rừng. Để thực hiện phân tích thành phần chính, luận án đã sử dụng lệnh trong Spss.

CHƯƠNG 3

KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

3.1. Nghiên cứu khả năng phát hiện cháy rừng từ ảnh vệ tinh

3.1.1. Kết quả lựa chọn tư liệu ảnh viễn thám thích hợp

Luận án đã phân tích đặc điểm kỹ thuật của 14 loại ảnh vệ tinh về các tiêu chí: *độ phân giải không gian, độ phân giải phổ, chu kỳ bay chụp, trường phủ, mức độ sẵn có của ảnh, khả năng cung cấp, giá thành, mức độ ứng dụng được trong phát hiện cháy rừng*. Luận án đã xác định được tư liệu ảnh vệ tinh dùng để phát hiện cháy rừng hiện nay là ảnh vệ tinh MODIS. Vì: Ảnh vệ tinh MODIS là tư liệu miễn phí; có chu kỳ bay chụp ngắn (4 phiên ảnh/ngày); ảnh đa phổ, có 2 kênh 4 μm , đánh số là 21 và 22 sử dụng tốt cho việc trích xuất điểm dị thường nhiệt; trường phủ rộng, với những ưu việt trên nên ảnh vệ tinh MODIS là lý tưởng hơn cả để ứng dụng tốt trong phát hiện các vụ cháy rừng ở Việt Nam.

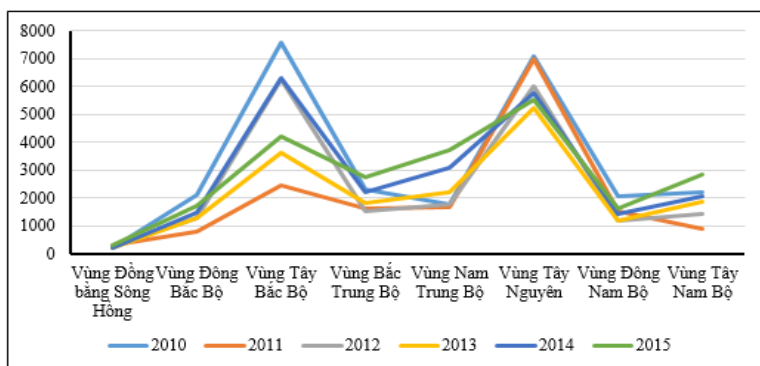
3.1.2. Kết quả ứng dụng thuật toán để trích xuất các điểm dị thường nhiệt

3.1.2.1. Phân bố các điểm dị thường nhiệt theo không gian

Tổng số điểm dị thường nhiệt được trích xuất từ ảnh vệ tinh MODIS từ năm 2010 đến 2015 là 123.558 điểm và phân bố theo vùng như sau:

Bảng 3.1. Phân bố các điểm dị thường nhiệt theo vùng địa lý

Vùng địa lý	Phân bố điểm dị thường nhiệt theo không gian					
	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Đồng bằng Sông Hồng	199	278	228	211	196	303
Đông Bắc Bộ	2123	801	1255	1254	1480	1700
Tây Bắc Bộ	7548	2446	6230	3606	6314	4208
Bắc Trung Bộ	2310	1627	1539	1793	2190	2744
Nam Trung Bộ	1771	1671	1783	2199	3105	3718
Tây Nguyên	7073	6962	6029	5214	5766	5502
Đông Nam Bộ	2041	1539	1177	1171	1419	1607
Tây Nam Bộ	2180	876	1436	1850	2056	2830



Hình 3.1. Biểu đồ mô tả phân bố điểm dị thường nhiệt theo vùng địa lý

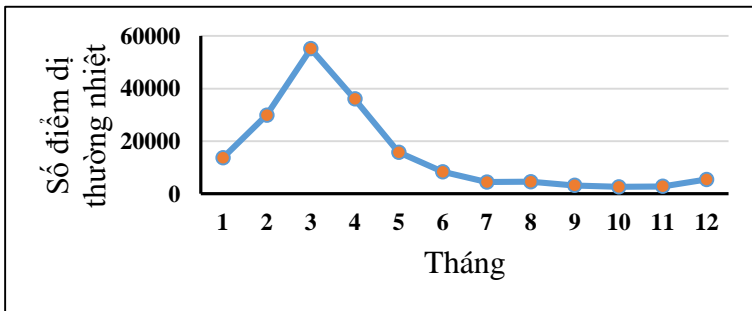
Kết quả trên cho thấy: Về không gian các điểm dị thường nhiệt chủ yếu phân bố tại các tỉnh thuộc vùng Tây Bắc: 46.519 điểm; vùng Tây Nguyên: 52.221 điểm; vùng Trung Bộ: 38.217 điểm; sau đó là đến các vùng Tây Nam Bộ: 15.689 điểm, vùng Đông Bắc Bộ: 13.809 điểm, vùng Đông Nam Bộ: 13.000 điểm và cuối cùng là vùng Đồng bằng Sông Hồng: 2177 điểm. Nhìn chung các điểm dị thường nhiệt ở những tỉnh có nhiều diện tích rừng và đất rừng.

3.1.2.2. Kết quả phân bố các điểm dị thường nhiệt theo thời gian

Từ số liệu các điểm dị thường nhiệt từ năm 2010 - 2015 trong phạm vi cả nước, tác giả đã tổng hợp để xác định sự phân bố điểm dị thường nhiệt theo thời gian, cụ thể là sự phân bố theo các tháng trong năm. Kết quả được tổng hợp như sau:

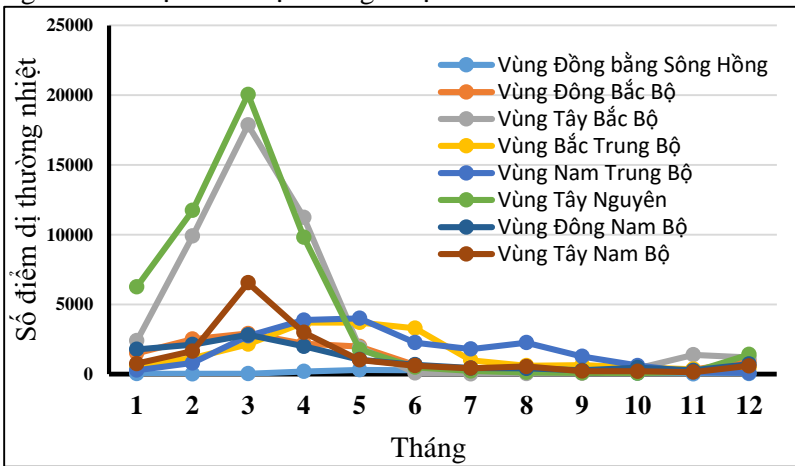
Bảng 3.2. Tổng hợp phân bố điểm dị thường nhiệt theo thời gian

TT	Thời gian	Số điểm dị thường nhiệt	Ghi chú
1	Tháng 1	13608	2010-2015
2	Tháng 2	29867	2010-2015
3	Tháng 3	55116	2010-2015
4	Tháng 4	35995	2010-2015
5	Tháng 5	15728	2010-2015
6	Tháng 6	8342	2010-2015
7	Tháng 7	4457	2010-2015
8	Tháng 8	4577	2010-2015
9	Tháng 9	3130	2010-2015
10	Tháng 10	2591	2010-2015
11	Tháng 11	2814	2010-2015
12	Tháng 12	5407	2010-2015



Hình 3.2. Biểu đồ phân bố điểm dị thường nhiệt theo thời gian

Kết quả ở bảng 3.2 và hình 3.2 cho thấy các điểm dị thường nhiệt xuất hiện chủ yếu từ tháng 11 năm trước đến tháng 6 năm sau, thậm chí đến tháng 7, và tập trung chủ yếu tháng 1 đến tháng 5, đặc biệt là các tỉnh khu vực phía Bắc, sau khi hiện tượng mưa phùn giảm (thường là tháng 2) hiện tượng xuất hiện nhiều điểm dị thường nhiệt là tháng 3 và tháng 4. Sở dĩ có sự xuất hiện nhiều điểm dị thường nhiệt như vậy là thời kỳ mùa khô hạn kéo dài nên hiện tượng khô hanh cộng với nhiệt lượng từ mặt trời đã làm tăng nhiệt độ bề mặt dẫn đến sự phát xạ nhiệt từ bề mặt đất, và trên thực tế thời điểm này thường xảy ra cháy rừng ở các vùng miền trong cả nước. Tuy nhiên, tùy theo từng địa phương hoặc vùng địa lý khác nhau có thể xuất hiện nhiều hay ít hoặc kéo dài thời gian xuất hiện điểm dị thường nhiệt khác nhau.

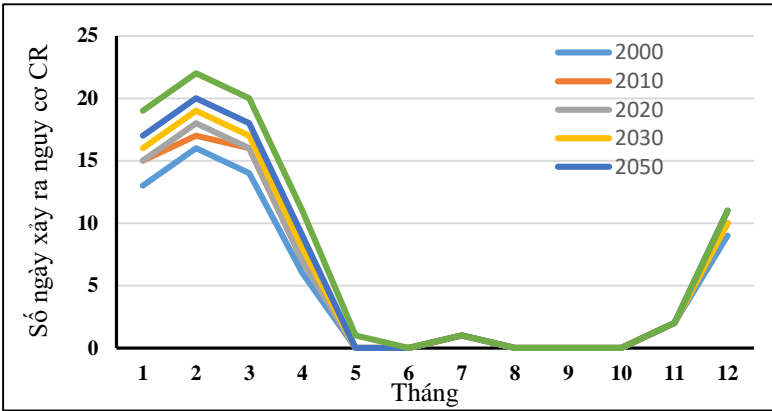


Hình 3.3. Biểu đồ phân bố điểm dị thường nhiệt ở vùng địa lý theo thời gian

Từ kết quả hình 3.3 cho thấy: Các vùng trọng điểm và có sự thay đổi rõ về sự phân bố các điểm dị thường nhiệt là vùng Tây Nguyên, Tây Bắc Bộ và Tây Nam Bộ, các điểm dị thường nhiệt thường xuất hiện tập trung từ tháng 2 đến tháng 4 và đỉnh điểm tháng 3 hàng năm. Tuy nhiên, mức độ xuất hiện các điểm dị thường nhiệt tại khu vực Trung bộ lại có xu hướng tăng dần từ

tháng 3, tháng 4, tháng 5, và tháng 6, mức cao nhất là tháng 4 và tháng 5. Vào các tháng 8, tháng 9 và tháng 10 hầu như các vùng trong cả nước ít xuất hiện điểm dị thương nhiệt.

Mặt khác, trong nghiên cứu “Phương pháp dự báo nguy cơ cháy rừng theo điều kiện khí hậu ở Việt Nam” của Vương Văn Quỳnh và Lê Sỹ Doanh đã khẳng định nguy cơ cháy rừng cao ở Việt Nam thường xuất hiện chủ yếu từ tháng 11 đến tháng 4 năm sau (hình 3.4).



Nguồn: Doanh et al., 2014

Hình 3.4. Diễn biến nguy cơ cháy rừng trung bình trên cả nước trong những thời kỳ khác nhau.

Phân bố các điểm dị thương nhiệt theo thời gian và không gian của luận án tương đối phù hợp với nghiên cứu của GS. Vương Văn Quỳnh và TS. Lê Sỹ Doanh. Điều này đã chứng tỏ thuật toán của Louis Giglio và cộng sự để trích xuất ra dữ liệu cháy dưới dạng ảnh và danh mục các điểm cháy để phát hiện và cảnh báo cháy rừng ở Việt Nam là hoàn toàn phù hợp và có cơ sở.

3.1.3. Mối quan hệ giữa giá trị cấp độ sáng (Brightness) với độ tin cậy (Confidence)

Độ tin cậy phát hiện điểm cháy nhằm giúp người sử dụng đánh giá được chất lượng của những điểm ảnh riêng lẻ của đám cháy. Độ tin cậy (biến động từ 0% tới 100%) được quy theo ba cấp độ cháy (độ tin cậy thấp, độ tin cậy trung bình, và độ tin cậy cao) cho toàn bộ các điểm.

Kết quả trên cho thấy hàm Quadratic và hàm Cubic là hai hàm tốt nhất để mô phỏng mối quan hệ giữa brightness và confidence, bởi lẽ chúng có hệ số tương quan R-square là lớn nhất. Mức độ tương quan tương đối chặt. Vì thế có thể nói rằng ảnh hưởng của brightness tới confidence là tương đối rõ rệt. Khi brightness thay đổi sẽ làm ảnh hưởng đến khả năng xuất hiện điểm dị thường nhiệt, nghĩa là khi nhiệt độ càng cao thì chỉ số confidence cũng cao.

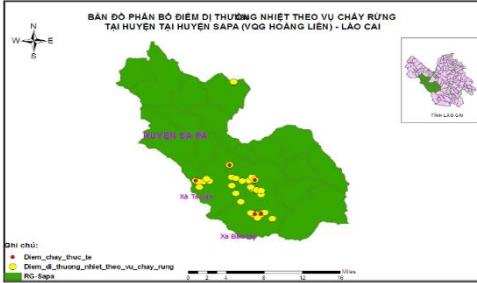
3.1.4. Kết quả kiểm chứng khả năng phát hiện cháy rừng từ ảnh vệ tinh MODIS

3.1.4.1. Kiểm chứng khả năng phát hiện cháy rừng từ ảnh vệ tinh Modis

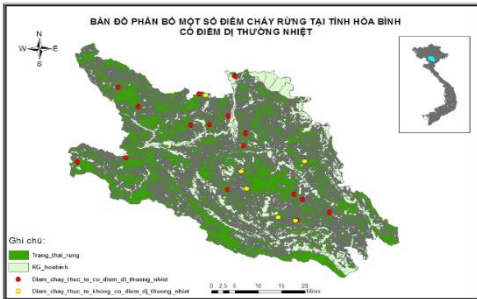
Để xác định được khả năng phát hiện các điểm dị thường nhiệt từ ảnh vệ tinh Modis với các điểm cháy rừng trong quá khứ, NCS đã sử dụng tư liệu 100 vụ cháy rừng đã xảy ra trong quá khứ tại tỉnh Lào Cai, Hòa Bình, Kon Tum và TP. Đà Nẵng do Cục Kiểm lâm cung cấp để xác định tỷ lệ trùng khớp dữ liệu cháy thực tế với các điểm dị thường nhiệt theo thời gian tương ứng. Bằng việc ứng dụng công nghệ GIS để chồng ghép và phân tích đã cho kết quả như sau:

Bảng 3.3. Tổng hợp kết quả các điểm cháy thực tế có điểm dị thường nhiệt

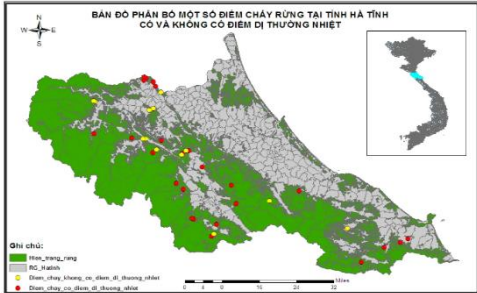
TT	Tỉnh	Tổng số điểm cháy thực tế	Số điểm cháy thực tế có dị thường nhiệt		Số điểm cháy thực tế không có điểm dị thường nhiệt	
			Số điểm	Tỷ lệ (%)	Số điểm	Tỷ lệ (%)
1	Hòa Bình	24	18	75,00	06	25,00
2	Hà Tĩnh	46	31	67,39	15	32,61
3	Đà Nẵng	25	17	68,00	08	32,00
4	Lào Cai	5	5	100	0,0	0,0
	Tổng	100	71	71,00	29	29,00



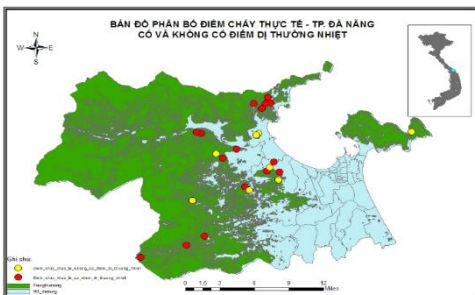
Hình 3.5. Bản đồ mô tả điểm cháy thực tế có điểm đi thường nhiệt tại, VQG Hoàng Liên, tỉnh Lào Cai



Hình 3.6. Bản đồ mô tả điểm cháy rừng thực tế có điểm đi thường nhiệt tại tỉnh Hòa Bình



Hình 3.7. Bản đồ mô tả điểm cháy rừng thực tế có điểm đi thường nhiệt tại tỉnh Hà Tĩnh



Hình 3.8. Bản đồ mô tả điểm cháy rừng thực tế có điểm đi thường nhiệt tại TP. Đà Nẵng

Nhìn chung, qua kết quả kiểm tra sự xuất hiện của điểm dị thường nhiệt tại 4 tỉnh/TP cho thấy trong 100 vụ cháy rừng trong quá khứ dùng để kiểm chứng thì có 71 vụ cháy rừng có xuất hiện các điểm dị thường nhiệt (chiếm 71%). Điều này đã chứng tỏ khả năng trích xuất các điểm dị thường nhiệt của thuật toán là tương đối tốt, có thể ứng dụng để phát hiện cháy rừng ở nước ta.

Với tỷ lệ 29% các vụ cháy rừng trong quá khứ đưa vào kiểm tra không có điểm dị thường nhiệt có thể do nhiều nguyên nhân khác nhau; độ tin cậy của vụ cháy do các địa phương báo cáo về Cục Kiểm lâm, hoặc chu kỳ bay chụp của vệ tinh, qui mô đám cháy,...

3.1.4.2. Kết quả xác định ngưỡng cấp độ sáng (Brightness_T4) và giá trị ΔT theo các vụ cháy rừng trong quá khứ

Từ kết quả 71 vụ cháy rừng trong quá khứ trong bảng 3.15 cho thấy: giá trị cấp độ sáng (Brightness_T₄) đạt từ trên 312K trở lên và giá trị cao nhất là 352K (bảng 3.15),

Với những giá trị của kênh T₄ và giá trị ΔT nêu trên, có thể khẳng định rằng giá trị cấp độ sáng (brightness_T₄) của những vụ cháy rừng hoặc những điểm dị thường nhiệt ở Việt Nam đạt từ 310K và giá trị về độ lệch ΔT là từ 10K trở lên theo ngưỡng đầu vào của thuật toán.

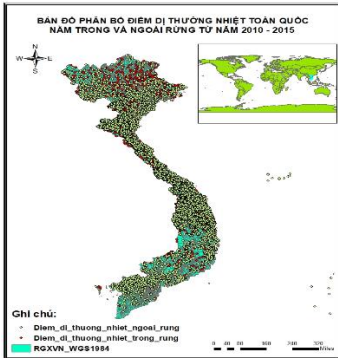
Bảng 3.4. Bảng tổng hợp giá trị cấp độ sáng và giá trị độ lệch (ΔT) các vụ cháy trong quá khứ

Giá trị	Tỉnh/Thành phố			
	Đà Nẵng	Hà Tĩnh	Hòa Bình	Lào Cai
Brightness_T ₄ (K)	315-337	313-352	314-335	312-349
Bright_T ₃₁ (K)	280-305	278-308	283-306	282-303
ΔT (K)	20-49	22-49	11-43	16-62

3.1.5. Kết quả loại trừ điểm dị thường nhiệt không nằm trong rừng

Trên cơ sở 123.558 điểm dị thường nhiệt được trích xuất từ thuật toán, NCS tiến hành chồng ghép lên dữ liệu kiểm kê rừng toàn quốc bằng việc sử dụng công cụ ArcGis 10.4.1 và Mapinfor 11.0, kết quả là đã loại được 29.74% các điểm dị thường nhiệt

nằm ngoài diện tích đất lâm nghiệp. Ngoài ra, kết quả mô tả phân bố các điểm dị thường nhiệt của 4 tỉnh cũng đã khẳng định: với những tỉnh có nhiều diện tích đất lâm nghiệp thì điểm dị thường nhiệt nằm ngoài chiếm tỷ lệ thấp và ngược lại. Kết quả này đã có ý nghĩa quan trọng trong việc nâng cao hiệu quả của công tác phòng và chữa cháy rừng ở Việt Nam.



Hình 3.9. Phân bố số điểm dị thường nhiệt nằm trong và ngoài đất LN từ năm 2010-2015

3.1.6. Giải pháp kỹ thuật về phát hiện và truyền tin cảnh báo cháy rừng từ ảnh vệ tinh

3.1.6.1. Giải pháp kỹ thuật về phát hiện cháy rừng

(1) *Thu nhận ảnh*: Ảnh MODIS được cung cấp bởi NASA với 4 phiên ảnh/ngày cho lãnh thổ Việt Nam từ vệ tinh TERRA và vệ tinh AQUA.

(2) *Xử lý dữ liệu và xác định các điểm dị thường nhiệt*: sử dụng thuật toán của Louis Giglio và cộng sự phát triển năm 2003 dựa trên thuật toán gốc của Kaufman năm 1993.

(3) *Loại bỏ các điểm dị thường nhiệt ngoài đất rừng*: Chồng ghép các điểm dị thường nhiệt với bản đồ kiểm kê rừng toàn quốc công cụ ArcGis và Mapinfor.

3.1.6.2. Giải pháp về truyền tin cảnh báo cháy rừng từ ảnh vệ tinh

Thông tin cảnh báo được phát đi theo các hình thức sau: (i) - Tin nhắn SMS đến điện thoại di động, (ii) Thư điện tử Email, (iii) Trang tin theo dõi cháy rừng trực tuyến.

3.1.6.3. Giải pháp về cấu trúc hệ thống

(1) Máy chủ Server: chạy hệ điều hành Windows, có .NET Framework 4.0 trở lên; Microsoft SQL Server 2008, Web sử dụng là IIS 7.0 trở lên; ArcGIS Server 10.5. Máy có kết nối internet.

(2) Phần mềm xử lý trích xuất điểm dị thường nhiệt và truyền tin cháy rừng.

(3) Trạm thu ảnh vệ tinh: sử dụng từ Website của NASA hoặc thu trực tiếp từ Trạm thu của Cục Kiểm lâm.

(4) Hệ thống thiết bị nhận tin cảnh báo: Điện thoại, Tablet, máy tính,...

3.1.6.5. Ưu nhược điểm và điều kiện áp dụng

- Ưu điểm: (i) Các điểm cháy cháy lớn thường được phát hiện kịp thời và đem lại hiệu quả nhất định trong công tác phòng cháy và chữa cháy rừng; (ii) Phát hiện sự bất thường về nhiệt độ (điểm dị thường nhiệt) từ đó có những khuyến cáo cho các chủ thể liên quan chủ động trong việc phòng và chữa cháy rừng một cách hiệu quả.

- Nhược điểm: (i) Không phát hiện được những đám cháy rừng có diện tích nhỏ kể cả đám cháy đã xuất hiện; (ii) nhiều khi bị nhiễu loạn thông tin từ những điểm dị thường nhiệt không phải là đám cháy (tốn kém nhân lực và vật lực khi phải bố trí theo dõi giám sát những khu vực rừng có cảnh báo xuất hiện điểm dị thường nhiệt nhưng không phải là đám cháy).

- Điều kiện áp dụng: Hệ thống phát hiện và truyền tin cháy rừng từ ảnh vệ tinh ứng dụng để theo dõi và cảnh báo cháy rừng cho phạm vi cả nước trên cơ sở hệ thống được lắp đặt cố định tại một vị trí.

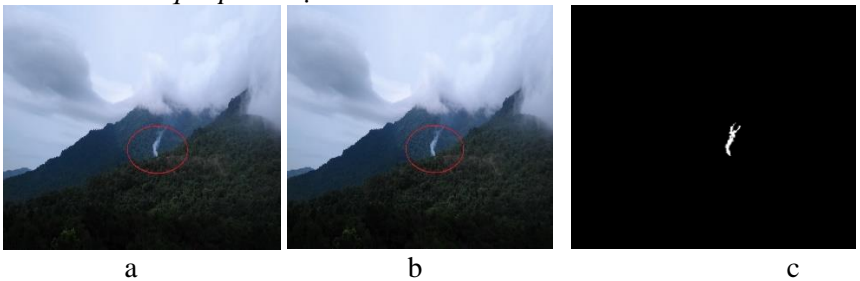
3.2. Kết quả khả năng phát hiện cháy rừng từ thiết bị giám sát mặt đất

3.2.1. Thử nghiệm thuật toán với khung hình Video

Kết quả thử nghiệm trong 10 lần/mỗi khung hình video đều có tỷ lệ cảnh báo sai trong đối thấp, khung hình video số 01 có tỷ lệ cảnh báo sai cao nhất là 3% và đặc biệt khung hình số 6 có tỷ lệ phát hiện sai là 0%, các khung hình video còn lại có tỷ lệ cảnh báo sai từ 0,2 đến 1%. Sở dĩ có sự cảnh báo sai trong các khung hình là do đường giao thông có nhiều phương tiện đi lại, gần máy quay có 1 cành cây lớn gió lay động tương đối mạnh và hình nền mờ; và ngược lại các khung hình video còn lại đều trong trạng thái tĩnh, hình nền rõ hơn, với điều kiện này chứng tỏ việc áp dụng thuật toán cho phát hiện cháy rừng là có cơ sở.

3.2.2. Kết quả thử nghiệm thuật toán đối với khung hình từ máy ảnh kỹ thuật số

- Kết quả phát hiện khói



Hình 3.10. Khôi khói thử nghiệm; (a, b) khung hình liên tiếp; (c) hình ảnh sau xử lý



Hình 3.11. Sự phát hiện của khói màu lửa thử nghiệm; (a, b) khung hình liên tiếp; (b) hình ảnh sau xử lý.

Từ các kết quả thử nghiệm thuật toán đối với khung hình video và khung hình từ máy ảnh kỹ thuật số nêu trên cho thấy:

Nguồn: Bao et al., 2017

- Thuật toán chuyển đổi cosine rời rạc (Discrete Cosine Transform - DCT) của mỗi khối có kích thước 8×8 là dữ liệu đầu vào trong xử lý phát hiện khói và lửa từ các đám cháy.

- Các đặc điểm khối, lửa riêng lẻ, chuyển động, màu sắc và thuộc tính giãn nở được phân tích trực tiếp trong miền DCT, nhằm giảm thiểu thời gian và tăng độ chính xác của kết quả tính toán.

- Thuật toán xử lý ảnh động JPEG chụp từ máy ảnh kỹ thuật số có thể ứng dụng tốt trong phát hiện cháy rừng ở Việt Nam.

3.2.3. Kết quả đốt thử nghiệm mô hình phát hiện cháy rừng bằng thiết bị quan sát mặt đất

Kết quả đốt thử nghiệm mô hình tại Vườn Quốc gia U Minh Thượng, VQG Bà Vĩ và Ban QLR Phòng hộ - Đặc dụng Hà Nội như sau:

Bảng 3.5. Tổng hợp kết quả đốt thử nghiệm

TT	Địa điểm	Số đám cháy đốt thử		
		Tổng số	Phát hiện	Không phát hiện
1	VQG U Minh Thượng	18	14	4
2	VQG Bà Vĩ	4	3	1
3	BQLR Phòng hộ - Đặc dụng Hà Nội	10	10	0
	Cộng	32	28	5

Kết quả trên cho thấy với 32 đám cháy đốt thử nghiệm thì có 28 đám cháy phát hiện được và 05 đám cháy không phát hiện được.

Trong điều kiện địa hình bằng phẳng: một thiết bị có thể quan sát được đám cháy cách vị trí đặt hệ thống tối đa là 4km, tương đương với diện tích rừng có thể giám sát là 5539 ha trong điều kiện địa hình bằng phẳng tại VQG U Minh Thượng.

Trong điều kiện địa hình phức tạp: một thiết bị giám sát được đám cháy cách vị trí đặt hệ thống tối đa là 2,4km có thể quan sát được 1808,64 ha.

Mặt khác, các vụ cháy thiết bị không phát hiện được là do tầm nhìn bị che khuất, hoặc tầm nhìn trùng với đường chân trời. Điều này đã chứng tỏ điều kiện địa hình là một trong những nhân tố

quan trọng trong việc ứng dụng thiết bị giám sát mặt đất để phát hiện cháy rừng.

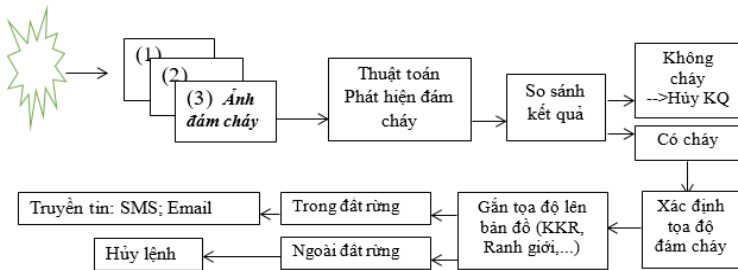
3.2.3.4. *Kết quả phân tích ảnh hưởng chiều cao và khoảng cách của thiết bị giám sát mặt đất đến đám cháy*
thấy mô hình hồi quy logistic là:

$$\text{Ln}(\text{Phat_hien}) = 7.238 - 0.154 * \text{Chieu_cao} - 1.339 * \text{khoang_cach}$$

Do tham số của biến Chiều cao và khoảng cách đều âm, có nghĩa là khi khoảng cách và chiều cao tăng thì khả năng phát hiện cháy sẽ giảm đi. Hơn thế nữa, ảnh hưởng của khoảng cách là thực sự rõ rệt đến khả năng phát hiện cháy ($\text{Sig}=0.017 < 0.05$), trong khi đó ảnh hưởng của độ cao không thực sự rõ rệt ($\text{Sig}=0.217 > 0.05$). Kết quả hệ số đường ảnh hưởng một lần nữa khẳng định rằng ảnh hưởng của nhân tố khoảng cách là rõ rệt hơn nhân tố chiều cao.

3.2.4. *Giải pháp kỹ thuật phát hiện và truyền tin cháy rừng từ thiết bị giám sát mặt đất*

3.2.4.1. *Giải pháp kỹ thuật phát hiện cháy rừng từ thiết bị giám sát mặt đất*



Trong đó: → *Là tiến trình xử lý*

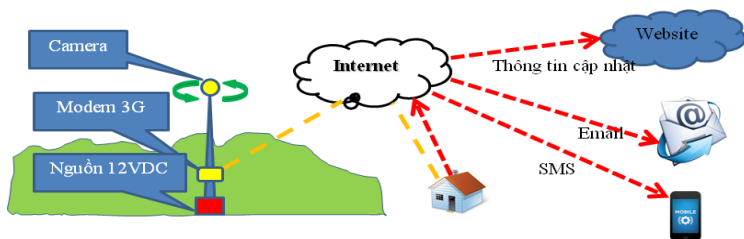
Nguồn: Bao et al., 2017

Hình 3.12. Sơ đồ quy trình phát hiện cháy rừng từ thiết bị giám sát mặt đất

3.2.4.2. *Giải pháp về truyền tin cảnh báo cháy rừng từ thiết bị giám sát mặt đất*

Quản trị viên tiếp nhận và xử lý tin cảnh báo từ hệ thống như sau: (1) Kiểm tra thông tin đám cháy, (2) Xử lý thông tin đám cháy.

3.2.4.3. Giải pháp cấu trúc thiết bị phát hiện cháy rừng: được mô tả trong hình dưới đây



Nguồn: Bao et al., 2017

Hình 3.13. Sơ đồ cấu trúc thiết bị giám sát mặt đất

3.5.2.5. Ưu nhược điểm và điều kiện ứng dụng

- Ưu điểm: (i) Hệ thống giám sát mặt đất phát hiện được chính xác đám cháy rừng đang hoạt động thông qua màu khói vào ban ngày và màu lửa vào ban đêm; (ii) Hệ thống thiết bị giám sát và truyền tin cháy rừng từ mặt đất có thể ứng dụng tốt cho phát hiện những đám cháy qui mô nhỏ, đây là ưu điểm, hỗ trợ rất tốt cho hệ thống phát hiện cháy rừng từ ảnh vệ tinh MODIS khi kết hợp 2 hệ thống lại với nhau.

- Nhược điểm: Hệ thống không giám sát được cho một vùng rừng rộng lớn; Không phát hiện được những đám cháy trong những điều kiện địa hình phức tạp, hạn chế góc nhìn của thiết bị.

- Điều kiện ứng dụng: (i) điều kiện áp dụng lý tưởng cho thiết bị là ở vùng rừng có điều kiện địa hình bằng phẳng độ dốc thấp như kiểu địa hình vùng Tây Nam Bộ. (ii) Ngoài ra, thiết bị phát hiện cháy sớm và truyền tin cháy rừng từ thiết bị giám sát mặt đất được thiết kế để quan sát các khu vực trọng yếu, khu rừng có giá trị về lịch sử, văn hóa, các khu bảo tồn, vườn quốc gia có nguy cơ cháy cao và diện tích nhỏ.

KẾT LUẬN VÀ KHUYẾN NGHỊ

1. Kết luận

Trên cơ sở các kết quả nghiên cứu và kiểm chứng thực tế. Luận án đưa ra một số kết luận sau đây:

1.1. Phát hiện và truyền tin cháy rừng từ ảnh vệ tinh

1. Tư liệu ảnh viễn thám được chọn để trích xuất điểm dị thường nhiệt và truyền tin cảnh báo cháy rừng ở Việt Nam là ảnh vệ tinh MODIS; ảnh độ phân giải thời gian 4 ảnh/ngày, 2 ảnh ban ngày và 2 ảnh ban đêm, trong đó có 2 kênh phổ 4 μm số 21 và 22 được thiết kế đặc biệt và hữu ích cho việc phát hiện đám cháy.

2. Thuật toán sử dụng các kênh hồng ngoại nhiệt của ảnh vệ tinh MODIS để phát hiện điểm dị thường nhiệt trên mỗi điểm ảnh cơ bản, thuật toán tự động xử lý dữ liệu kênh 20, 22 và 31 cùng với ảnh mặt nạ mây để tạo ra dữ liệu cháy dưới dạng ảnh và danh mục các điểm dị thường nhiệt.

3. Kết quả thử nghiệm thuật toán để trích xuất điểm dị thường nhiệt đã khẳng định sự phù hợp với mùa cháy rừng theo thời gian cũng như theo không gian ở Việt Nam.

4. Sử dụng ảnh vệ tinh MODIS để phát hiện cháy rừng ở Việt Nam đạt tỷ lệ 71% so với các vụ cháy rừng đã diễn ra trong quá khứ.

5. Ngưỡng giá trị cấp độ sáng (brightness_{T_4}) của những vụ cháy rừng hoặc những điểm dị thường nhiệt ở Việt Nam đạt từ 310K và giá trị về độ lệch ΔT là từ 10K trở lên.

6. Ứng dụng dữ liệu phi ảnh (dữ liệu kiểm kê rừng toàn quốc) đã loại bỏ được 30% số điểm dị thường nhiệt nằm ngoài diện tích đất lâm nghiệp trong phạm vi toàn quốc, tỷ lệ này thay đổi có thể trên 90% với những tỉnh/thành phố có ít diện tích đất lâm nghiệp. Kết quả này đã giúp cho chủ rừng cũng như nhà quản lý có cơ sở để xác định điểm cháy hoặc có nguy cơ cháy một cách chính xác hơn.

7. Mô hình tự động thu thập các cảnh ảnh MODIS từ website của NASA hoặc từ trạm thu của Cục Kiểm lâm; tự động xử lý thông tin thu thập được từ các ảnh, thông tin các cảnh ảnh được mã hóa và xử lý theo một chu trình khép kín hoàn toàn tự động. Kết quả là các điểm dị thường nhiệt được trích xuất và truyền tin kịp thời đến các chủ thể quản lý quản lý thông qua Email, SMS,...

Tóm lại, việc phát hiện cháy rừng bằng tư liệu viễn thám đa thời gian mang lại hiệu quả rất lớn, là tiền đề quan trọng trong việc chủ động được về công nghệ để xây dựng mô hình phát hiện và truyền tin cháy rừng ở Việt Nam.

1.2. Phát hiện và truyền tin cháy rừng từ thiết bị giám sát mặt đất

1. Thuật toán chuyển đổi cosine rời rạc (Discrete Cosine Transform - DCT) là công cụ xử lý hình ảnh để phát hiện khói và lửa từ các đám cháy.

2. Kết quả thử nghiệm đã khẳng định:

- Khả năng giám sát của thiết bị theo địa hình: ở vùng có điều kiện địa hình bằng phẳng độ dốc thấp thì diện tích thiết bị giám sát được cao hơn những vùng có điều kiện địa hình phức tạp và độ dốc lớn.

- Khả năng giám sát của thiết bị theo góc nhìn của thiết bị: khi thiết bị giám sát được đặt ở vị trí phù hợp và có đủ tầm nhìn đến đối tượng đám cháy (lửa hoặc khói) thì khả năng phát hiện là rất cao. Ngược lại trong điều kiện có sương mù, mây che phủ hoặc thiết bị giám sát có vật che khuất tầm nhìn thì thiết bị không phát hiện được đám cháy.

3. Thiết bị phát hiện cháy rừng từ mặt đất có thể phát hiện được những đám cháy qui mô nhỏ, đây là ưu điểm, hỗ trợ rất tốt cho hệ thống phát hiện cháy rừng từ ảnh vệ tinh MODIS khi kết hợp 2 hệ thống lại với nhau; thiết bị giám sát mặt đất phù hợp để quan sát các khu vực trọng yếu, khu rừng có giá trị về lịch sử, văn hóa, các khu bảo tồn, vườn quốc gia có diện tích nhỏ hoặc những khu vực có kiểu địa hình bằng phẳng như một số VQG thuộc khu vực Tây Nam Bộ (VQG U Minh Thượng, U Minh Hạ, Chàm Chim,...). Thiết bị này có thể ứng dụng, chuyển giao vào trong thực tiễn để nâng cao hiệu quả của công tác quản lý bảo vệ rừng hiện nay.

4. Hệ thống giám sát cháy rừng bao gồm các bước xử lý: (i) Camera đảm nhận việc theo dõi các khu rừng (phạm vi quan sát của camera phụ thuộc vào vị trí lắp đặt và địa hình của khu rừng), (ii) Phần mềm xử lý dữ liệu liên tục kết nối với camera để lấy ảnh

chụp được từ camera thông qua mạng Internet. Ảnh thu nhận được từ mỗi camera sẽ được phân tích để từ đó xác định vị trí quan sát nào có xảy ra đám cháy. Nếu xảy ra đám cháy, hệ thống sẽ thực hiện cảnh báo bằng âm thanh và bằng thư điện tử đến những địa chỉ email, SMS được cài đặt trước. (iii) Khi phát hiện ra đám cháy, người giám sát trước khi đưa ra cảnh báo chính thức có thể quan sát hình ảnh từ camera có báo động để xác minh lại cảnh báo, từ đó có các hành động phù hợp.

2. Khuyến nghị

Để ứng dụng hiệu quả tư liệu ảnh viễn thám trong việc phát hiện cháy rừng, tác giả xin đề xuất như sau:

1. Kết hợp đồng thời một số tư liệu ảnh viễn thám khác như ảnh AVHRR, ảnh ASTER, ảnh LANDSAT 8 để nâng cao hiệu quả của công tác phòng chữa cháy rừng ở Việt Nam hiện nay.

2. Tiếp tục nghiên cứu hoàn thiện hệ thống phát hiện cháy rừng từ ảnh vệ tinh MODIS và làm rõ ảnh hưởng lượng mưa và các thông số khí tượng khác đến nguy cơ xảy ra cháy rừng từ đó xây dựng mô hình dự báo cháy rừng ngắn hạn và dài hạn.

3. Tiếp tục thử nghiệm mô hình phát hiện cháy rừng từ thiết bị giám sát mặt đất ở nhiều độ cao khác nhau, khoảng cách khác nhau, địa hình khác nhau để khẳng định khả năng phát hiện cháy rừng của hệ thống với nhiều loại thiết bị có cấu hình cao hơn.

4. Đối với hệ thống phát hiện và truyền tin cảnh báo cháy rừng từ ảnh vệ tinh, cho phép phát triển thêm và kết hợp cùng hệ thống cảnh báo cháy rừng của Cục Kiểm lâm để sử dụng cho công tác phòng cháy rừng ở nước ta.

5. Đối với thiết bị phát hiện và truyền tin cháy rừng từ thiết bị giám sát mặt đất, cho phép tiếp tục phát triển, chuyển giao và lắp đặt cố định tại các khu vực có nguy cơ cháy rừng cao (VQG, Khu BTTN, rừng đặc sản...), nhằm thay thế hệ thống các chòi canh lửa sử dụng con người hiện nay.

DANH MỤC BÀI BÁO ĐÃ CÔNG BỐ

TT	Tên bài báo	Tác giả/đồng tác giả	Nơi phát hành	Số/năm phát hành
1	Nghiên cứu xây dựng phần mềm tự động phát hiện cháy rừng từ trạm quan trắc mặt đất	Đồng tác giả	<i>Tạp chí Khoa học Lâm nghiệp</i>	Số 3/2016
2	Nghiên cứu phát triển phần mềm ứng dụng phát hiện sớm cháy rừng từ ảnh vệ tinh MODIS.	Đồng tác giả	<i>Tạp chí NN&PTNT</i>	Số 21/2016
3	Designing and Manufacturing Ground Station for Monitoring and Transmitting Forest Fire Information.	Đồng tác giả	<i>Journal of Forest Science and Technology</i>	No 05/2016
4	Kỹ thuật phát hiện sớm lửa rừng bằng phân tích ảnh động chụp từ camera IP.	Tác giả chính	<i>Tạp chí NN&PTNT</i>	Số chuyên đề 2016
5	Kiểm chứng khả năng phát hiện cháy rừng từ ảnh vệ tinh MODIS ở Việt Nam	Đồng tác giả	<i>Tạp chí NN&PTNT</i>	Số 3+4 /2018
6	Ứng dụng thuật toán trích xuất điểm dị thường nhiệt từ ảnh vệ tinh MODIS để phát hiện cháy rừng ở Việt Nam	Tác giả chính	<i>Tạp chí Khoa học Công nghệ Lâm nghiệp</i>	Số 01/2018