TRƯỜNG ĐẠI HỌC MỎ - ĐỊA CHẤT
KHOA TRẮC ĐỊA - BẢN ĐỒ VÀ QUẢN LÝ ĐẤT ĐAI
BỘ MÔN TRẮC ĐỊA CÔNG TRÌNH

ESSD
ENGINEERING SURVEYING FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT - ESSD 2023

HỘI NGHỊ TOÀN QUỐC TRẮC ĐỊA CÔNG TRÌNH VÌ SỰ PHÁT TRIỂN BỀN VỮNG (ESSD 2023)

Engineering Surveying for Sustainable Development - ESSD 2023

NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC TỰ NHIÊN VÀ CÔNG NGHỆ

MỤC LỤC

Đánh giá thuật toán BeamForming và MUSIC trong ước lượng vận tốc xuyên tâm của dòng chảy bề mặt biển trích xuất từ dữ liệu radar mảng tần số cao 1

Đào Duy Toàn, Hwa Chien, Cheng-Da Lee, Trần Đình Trọng, Hà Thị Hằng, Nguyễn Đình Huy, Khúc Thành Đông

Nghiên cứu ứng dụng công nghệ Georadar để thành lập bản đồ công trình ngầm tỷ lệ 1:500 tại khu vực Hà Nội 12

Diêm Công Huy

Nghiên cứu mô hình dự báo nguy cơ cháy rừng bằng công nghệ Địa không gian, thử nghiệm cho khu vực phía Tây tỉnh Nghệ An 19

Đoàn Thị Nam Phương, Nguyễn Văn Trung, Trần Xuân Trường, Lê Thị Thu Hà, Nguyễn Tiến Hơn, Đỗ Ngọc Sang

Thử nghiệm quan trắc tự động các cột thu phát sóng bằng công nghệ GNSS RTK 30

Dương Thành Trung, Lại Đức Trường, Nguyễn Đỗ Quang Duy, Diêm Công Trang

Nghiên cứu đánh giá sự tương quan số liệu đo mặn giữa các trạm quan trắc bằng phương pháp hệ số tương quan r 41

Bùi Duy Quỳnh, Hà Thị Hằng, Lưu Thị Diệu Chinh, Trần Xuân Trường

Nghiên cứu ứng dụng GIS trong quản lý thông tin quy hoạch xây dựng đô thị tại xã Hải Tiến, thành phố Móng Cái, tỉnh Quảng Ninh 51

Hà Thị Hằng, Đào Duy Toàn, Hà Trung Khiên

Nghiên cứu bình sai và phân tích chuyển dịch ngang công trình xây dựng ứng dụng công nghệ GNSS 59

Hoàng Ngọc Hà

Xây dựng mô hình nhạy cảm nguy cơ trượt lở đất bằng hàm niềm tin bằng chứng (EBF) tại khu vực huyện Văn Yên, tỉnh Yên Bái 65

Khúc Thành Đông, Hà Thị Hằng, Trần Vân Anh, Bùi Đức Phong, Trương Xuân Quang, Nguyễn Chí Công, Trần Thị Hồng Minh, Trương Mạnh Đạt

Nghiên cứu khảo sát độ chính xác ứng dụng trạm tham chiếu hoạt động liên tục (CORS) trong xây dựng công trình giao thông 76

Lê Minh Ngọc, Lê Văn Hiến, Trần Đức Công

Nghiên cứu xây dựng và quản lý dữ liệu địa không gian công trình xây dựng 86

Lương Ngọc Dũng, Vũ Đình Chiều, Dương Công Hiểu

Ứng dụng thuật toán truy hồi để thiết kế tối ưu lưới thi công theo độ chính xác 96

Nguyễn Hà, Lê Anh Cường

Xây dựng lưới ô vuông dị thường mực nước biển từ số liệu đo cao vệ tinh SENTINEL-3A bằng phương pháp Collocation 102

Nguyễn Văn Sáng, Đỗ Văn Mong

Nghiên cứu khả năng sử dụng Lidar phân khúc thấp AA450 trong khảo sát công trình giao thông hiện hữu 110

Nguyễn Việt Hà, Vũ Ngọc Quang, Đồng Văn Huyên

Ứng dụng đồng bộ công nghệ UAV, xử lý ảnh trong kiểm soát chất lượng và an toàn nổ mìn tại mỏ đá vôi Hồng Sơn, tỉnh Hà Nam 120

Phạm Văn Việt, Nguyễn Anh Tuấn, Phạm Văn Hòa, Trần Đình Bão, Lê Thị Thu Hoa

Nghiên cứu kết hợp công nghệ GNSS và 3D Laser Scan quan trắc chuyển vị đê chắn sóng 130

Trần Ngọc Đông, Nguyễn Văn Nghĩa, Nguyễn Văn Hùng

Nghiên cứu hoàn thiện phương pháp phân tích độ ổn định lưới độ cao cơ sở trong quan trắc lún công trình 141

Trần Thùy Linh

Xây dựng lưới tam giác thủy công trên cơ sở kết hợp tính chuyển tọa độ công trình và bình sai tự do 147

Trần Trung Anh, Nguyễn Quang Hà

Quy trình khảo sát địa hình mỏ lộ thiên bằng công nghệ UAV phục vụ đánh giá ổn định bờ mỏ: Thực nghiệm tại cụm mỏ đá thuộc Công ty cổ phần xi măng VICEM Hà Tiên 155

Trần Trung Anh, Nguyễn Anh Tuấn, Phạm Quốc Khánh, Phạm Văn Việt

Giải pháp Lidar di động cho khảo sát bề mặt đường: Nghiên cứu với Lidar tích hợp Au20 vận hành trên xe ô tô 166

Vũ Ngọc Quang, Nguyễn Việt Hà, Phạm Thị Thanh Hòa

Ứng dụng GIS trong công tác giải phóng mặt bằng dự án tuyến đường cao tốc Vân Đồn - Móng Cái 176

Vũ Thái Hà, Phạm Chinh Thảo, Khúc Thành Đông

Trắc địa công trình trong cách mạng số và cơ sở dữ liệu thông tin xây dựng 185

Vũ Văn Thặng, Vũ Thái Hà

Nghiên cứu xây dựng mô hình dự báo biến động bề mặt không thấm khu vực Thành phố Hồ Chí Minh từ dữ liệu viễn thám và GIS 193

Phạm Văn Tùng, Nguyễn Văn Trung, Vũ Xuân Cường, Lê Văn Phú

Đánh giá độ chính xác xử lý số liệu trạm CORS Việt Nam theo phương pháp PPP online sử dụng dịch vụ CSRS-PPP 203

Nguyễn Đình Huy, Trần Đình Trọng, Lương Ngọc Dũng

Ứng dụng GNSS - RTK trong quan trắc chuyển dịch cầu dây văng ở Việt Nam và một số vấn đề trong xử lý số liệu quan trắc 213

Nguyễn Thùy Linh, Lê Văn Hiến, Lê Minh Ngọc, Cù Văn Lĩnh

Thực trạng và giải pháp hoàn thiện pháp luật về giá đất, cơ chế vận hành, khai thác cơ sở dữ liệu giá đất 223

Nguyễn Thị Dung, Nguyễn Thế Công, Trần Xuân Miễn

Kinh doanh bất động sản và phương pháp đánh giá hiệu quả đầu tư dự án 233

Phạm Thị Kim Thoa, Trần Xuân Miễn, Nguyễn Thế Công, Nguyễn Thị Kim Yến, Trần Thị Bích Hạnh

Nghiên cứu thiết kế xây dựng hệ thống quan trắc liên tục công trình cầu lớn dựa trên công nghệ GNSS/CORS 243

Phạm Công Khải

Nghiên cứu xây dựng một số module chương trình xử lý số liệu trong khảo sát địa hình dưới nước 254

Lê Đức Tình, Tạ Thị Thu Hường, Nguyễn Thị Kim Thanh, Hoàng Ngọc Thê

Ứng dụng máy quét lazer mặt đất đánh giá độ phẳng bề mặt công trình 269

Phạm Trung Dũng, Nguyễn Như Tuấn Anh

Khảo sát sự sụt lún tuyến đê, kè biển Cửa Đại bằng phương pháp trắc địa và công nghệ Georadar 279

Lê Văn Hùng, Vũ Duy Tân

Nghiên cứu mô hình dự báo nguy cơ cháy rừng bằng công nghệ Địa không gian, thử nghiệm cho khu vực phía Tây tỉnh Nghệ An

Đoàn Thị Nam Phương[1,*], Nguyễn Văn Trung[1], Trần Xuân Trường[1], Lê Thị Thu Hà[1], Nguyễn Tiến Hơn[2], Đỗ Ngọc Sang[2]

[1]*Nhóm nghiên cứu Công nghệ Địa tin học trong Khoa học Trái đất (GES), Trường Đại học Mỏ - Địa chất*

[2]*Học viên cao học K44 ngành Bản đồ viễn thám và Hệ thông tin địa lý, Trường Đại học Mỏ - Địa chất*

TÓM TẮT

Các vụ cháy rừng thường xuyên đang gây ra tác hại nghiêm trọng cho môi trường tự nhiên, chẳng hạn như làm giảm chất lượng không khí và đe dọa các loài khác nhau. Nghiên cứu mô hình dự báo nguy cơ cháy rừng là một nhiệm vụ rất quan trọng, có tính cấp bách trong điều kiện hiện nay. Công nghệ địa không gian, trong đó chủ đạo là công nghệ viễn thám và hệ thông tin địa lý (GIS) đã được sử dụng rộng rãi và hiệu quả trong xây dựng các mô hình dự báo nguy cơ cháy rừng trên thế giới. Viễn thám và GIS cho phép thu thập dữ liệu về thảm phủ rừng và sử dụng chúng để phân tích, quản lý, mô hình hóa nhằm cảnh báo sớm nguy cơ xảy ra cháy rừng. Để dự báo nguy cơ cháy rừng, 04 phương pháp được thử nghiệm, bao gồm: phương pháp phân tích thứ bậc AHP và 03 phương pháp học máy (RF, SVM, CART). So sánh giá trị AUC của các mô hình dự báo, kết quả nhận được cho thấy, thuật toán Random Forest với tham số numberOfTrees bằng 100 (RF100) có độ chính xác cao nhất, giá trị AUC là 0.951 thử nghiệm ở khu vực phía tây tỉnh Nghệ An. Bản đồ nguy cơ cháy rừng từ nghiên cứu này có thể hữu ích cho các nhà hoạch định chính sách và chính quyền tỉnh Nghệ An, hỗ trợ quy hoạch và sử dụng đất bền vững.

Từ khóa: Nguy cơ cháy rừng, GIS, Random Forest, Nghệ An.

1. Đặt vấn đề

Các mô hình học máy (machine learning) đã được sử dụng rộng rãi trong các nghiên cứu trên thế giới và ở Việt Nam nhằm xây dựng các mô hình dự báo nguy cơ cháy rừng. Jaiswal và cộng sự (2002) sử dụng phương pháp phân tích thứ bậc (AHP) để thành lập bản đồ dự báo nguy cơ cháy rừng khu vực Gorna Subwatershed (bang Madhya Pradesh, Ấn Độ) trên cơ sở dữ liệu ảnh vệ tinh IRS và công nghệ GIS. Ảnh vệ tinh IRS 1D LISS III được sử dụng để thành lập bản đồ thảm phủ thực vật, kết hợp các lớp thông tin khác như độ dốc, bản đồ địa hình, khoảng cách đến khu dân cư,... để thành lập bản đồ nguy cơ cháy rừng, trong đó mỗi yếu tố được xác định trọng số ảnh hưởng đến khả năng cháy. Kết quả nhận được cho thấy, gần 30 % diện tích khu vực nghiên cứu nằm ở nguy cơ cháy rừng 'cao' đến 'rất cao', phù hợp với các địa điểm xảy ra cháy rừng (Jaiswal et al., 2002). Yassemi và cộng sự (2008) tích hợp sử dụng công nghệ GIS, các mô hình môi trường và các thiết bị di động (Cellular Automata - CA) nhằm xây dựng một mô hình dự báo cháy rừng, áp dụng cho khu vực Nordegg Alberta (Canada). Kết quả nhận được cho thấy sự phù hợp giữa kết quả mô phỏng từ mô hình đề xuất và dữ liệu cháy tại khu vực nghiên cứu. Việc tích hợp công nghệ GIS-CA cho phép mô phỏng thực tế các kịch bản cháy rừng (Yassemi et al., 2008). Chowdhury và cộng sự (2013) sử dụng ảnh vệ tinh MODIS nhằm dự báo nguy cơ cháy rừng khu vực phía Bắc Alberta (Canada). Từ ảnh MODIS, các tác giả đã tính toán các thông số đầu vào, bao gồm: nhiệt độ bề mặt (land surface temperature), chỉ số hạn (Normalized Multi-band Drought Index - NMDI), chỉ số độ ẩm thực vật (TVWI - Temperature Vegetation Wetness Index) để xây dựng bản đồ dự báo nguy cơ cháy rừng (Chowdhury et al., 2013). Kết quả nhận được cho thấy, 91,63 % số vụ cháy rừng xảy ra trong khu vực được phân cấp mức độ cháy là ''rất cao''. Để nâng cao độ chính xác của các mô hình dự báo nguy cơ cháy rừng từ dữ liệu viễn thám và GIS, một số nghiên cứu đã sử dụng các kỹ thuật trí tuệ nhân tạo (mạng neural nhân tạo, random forest, support vector machine,...) kết hợp phương pháp phân tích thứ bậc AHP để nâng cao độ chính xác (Vasilakos et al., 2009; Oliveira et al., 2012; Dieu Tien Bui et al., 2016).

* *Tác giả liên hệ*
Email: doanthinamphuong@humg.edu.vn

Các kỹ thuật hồi quy như hồi quy đa biến (multiple regression) (Oliveira et al., 2012), hồi quy logistic (Pourghasemi, 2015), hồi quy trọng số địa lý (Geographically Weighted Regression - GWR) (Fernandez et al., 2012), kỹ thuật khai phá dữ liệu (data mining) (Arpaci et al., 2014) cũng được sử dụng để xây dựng các mô hình dự báo nguy cơ cháy rừng trên cơ sở đánh giá mối quan hệ giữa các yếu tố tự nhiên, xã hội và khả năng xảy ra cháy.

Arndt và cộng sự (2013) đã nghiên cứu mối quan hệ giữa các hoạt động du lịch, cơ sở hạ tầng, nông nghiệp và lâm nghiệp và sự phân bố không gian của các đám cháy rừng trong khoảng thời gian từ 1993 - 2009 bằng phương pháp hồi quy logistic. Trong nghiên cứu này, 59 biến số kinh tế - xã hội độc lập đã được được phân tích với các mô hình khác nhau, kết quả nhận được chỉ ra rằng mật độ đường sắt, đường rừng và đường mòn cùng với hoạt động nông nghiệp và lâm nghiệp có ảnh hưởng đáng kể đến nguy cơ cháy rừng (Arndt et al., 2013).

Enoh và cộng sự (2021) sử dụng dữ liệu ảnh vệ tinh Landsat 8 OLI, mô hình số độ cao DEM xác định từ dữ liệu Aster, ảnh viễn thám độ phân giải cao Google Earth để xây dựng các lớp thông tin như bản đồ lớp phủ mặt đất, các thông tin địa hình (độ dốc, độ cao, độ dài sườn), mạng lưới đường bộ, khu dân cư,... nhằm thành lập bản đồ nguy cơ cháy rừng khu vực Cross (Niger). Kết quả nhận được trong nghiên cứu cho thấy sự hiệu quả của công nghệ viễn thám và GIS trong dự báo sớm nguy cơ cháy rừng, cũng như chứng minh nguồn gốc chủ yếu của cháy rừng tại khu vực Cross là do các hoạt động của con người gây ra (Enod et al., 2021).

Nghiên cứu của Ruano và cộng sự (2022) sử dụng chỉ số thực vật NDVI xác định từ ảnh viễn thám và các dữ liệu khác về địa hình, vật liệu cháy, hạ tầng giao thông nhằm xây dựng một số mô hình dự báo khả năng cháy rừng do ảnh hưởng của các yếu tố tự nhiên, xã hội. Các tác giả đã lựa chọn thử nghiệm với các mô hình như mô hình tuyến tính tổng quát hóa (GLMs - Generalized Linear Models), mô hình tổng quát GAMs - Generalized Additive Models để đánh giá nguy cơ phát sinh cháy rừng do con người và các yếu tố tự nhiên gây ra. Độ chính xác của các mô hình được đánh giá trên cơ sở đường cong AUC, trong đó đạt 0,84 và 0,89 với các mô hình GLMs, GAMs (Ruano et al., 2022).

Ở Việt Nam, một số nghiên cứu đã sử dụng dữ liệu nhiệt độ bề mặt đất tính toán từ ảnh hồng ngoại nhiệt Landsat và MODIS để cảnh báo sớm các vùng có nguy cơ cháy rừng cao (Vương Văn Quỳnh, 2005; Doãn Hà Phong, 2007; Trần Quang Báo và nnk., 2016). Dữ liệu viễn thám hồng ngoại nhiệt cũng được sử dụng trong nghiên cứu (Trinh và Zablotskii, 2017) để phát hiện cháy than dưới bề mặt trong các mỏ than. Các nghiên cứu (Nguyễn Ngọc Thạch và cộng sự, 2015; Đặng Ngô Bảo Toàn, 2021; Hoàng và cộng sự, 2020) cũng đã sử dụng dữ liệu viễn thám và GIS để lập bản đồ nguy cơ cháy rừng ở các khu vực khác nhau ở Việt Nam dựa trên kỹ thuật máy học. Kết quả thu được cho thấy kỹ thuật máy học cho phép phân loại rủi ro cháy rừng với độ chính xác cao hơn so với phương pháp truyền thống sử dụng kỹ thuật phân tích thứ bậc (AHP). Nhìn chung, các nghiên cứu trên đã chứng minh hiệu quả của công nghệ viễn thám và GIS trong xây dựng mô hình dự báo nguy cơ cháy rừng phục vụ công tác giám sát, giảm thiểu thiệt hại do cháy rừng gây ra.

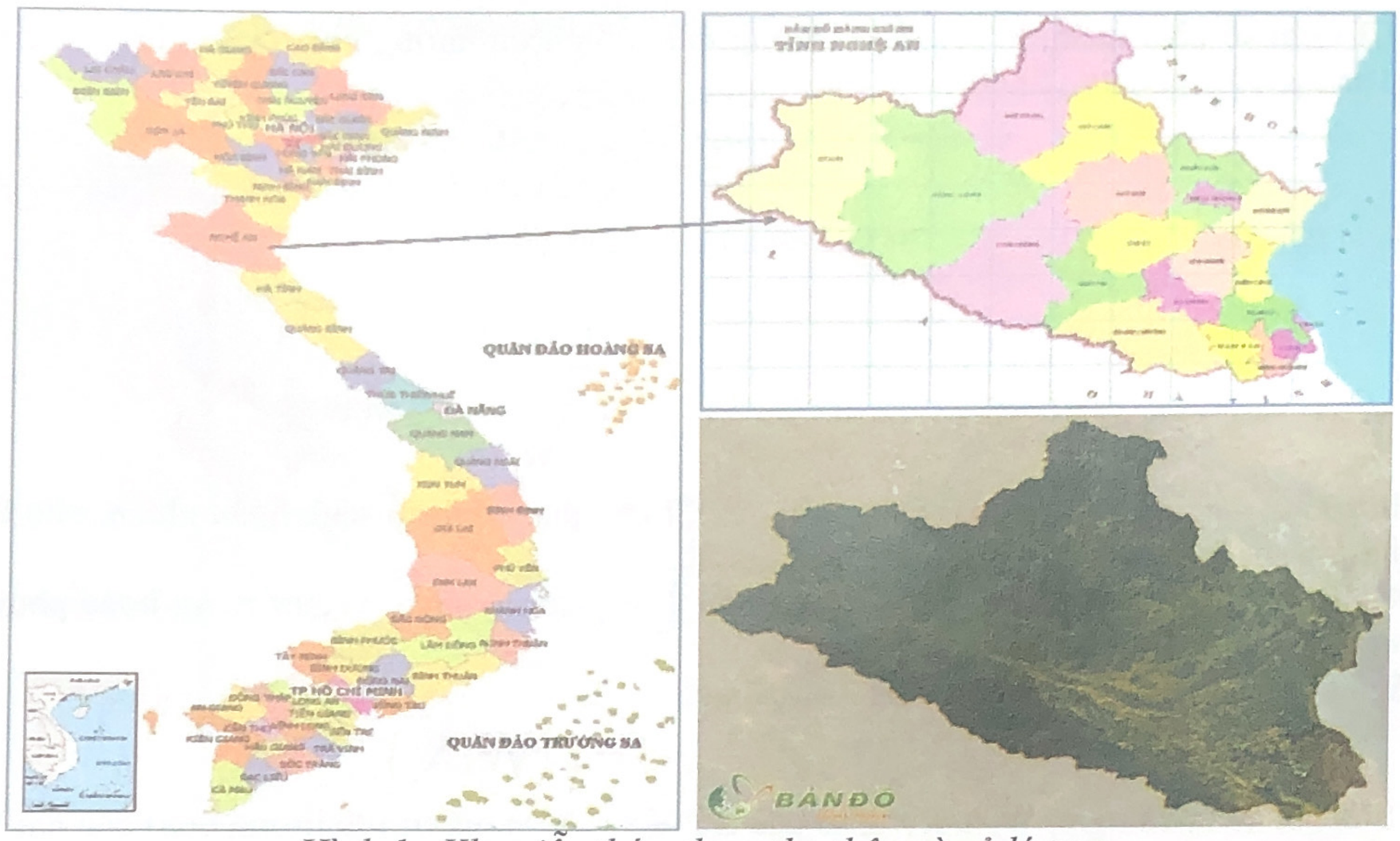
Các mô hình dự báo nguy cơ cháy rừng đều có những ưu, nhược điểm riêng và việc lựa chọn mô hình phù hợp với điều kiện tự nhiên, xã hội, dữ liệu ở từng khu vực cụ thể là một vấn đề có tính thực tiễn cao. Do vậy bài báo này nghiên cứu các mô hình dự báo nguy cơ cháy rừng bằng công nghệ Địa không gian, thử nghiệm cho khu vực phía Tây tỉnh Nghệ An.

2. Dữ liệu và phương pháp nghiên cứu

2.1. Dữ liệu

Khu vực nghiên cứu (Hình 1) nằm ở phía Tây tỉnh Nghệ An, thuộc vùng Bắc Trung Bộ Việt Nam, có tọa độ địa lý từ 18°33'-20°01'N, 103°52'-105°48'E. Khu vực này có địa hình đa dạng và phức tạp, bị chia cắt mạnh bởi đồi, núi và hệ thống sông suối.

Dữ liệu viễn thám là các ảnh vệ tinh quang học Sentinel 2 MSI và Landsat 8, thu thập từ cơ sở dữ liệu Copernicus của Cơ quan Hàng không vũ trụ châu Âu (ảnh Sentinel 2 MSI) và Cục Khảo sát Địa chất Mỹ (USGS, ảnh Landsat 8). Dữ liệu viễn thám được thu thập và xử lý trực tiếp trên nền tảng điện toán đám mây GEE.



Hình 1. Khu viễn thám được thu thập và xử lý trực

65 cảnh ảnh Sentinel 2 MSI, bao gồm ảnh Sentinel 2A và Sentinel 2B ở các phiên hiệu T48 QUG, T48 QVG, T48 QWG, T48 QVF và T48 QWF chụp giai đoạn từ 15/11/2021 đến 16/01/2022 được sử dụng để tạo ảnh không mây khu vực nghiên cứu (phía Tây tỉnh Nghệ An). Ảnh Sentinel 2 MSI khu vực thực nghiệm được tiến hành lọc mây và lọc bóng mây bằng cách sử dụng thuật toán Google cloudScore để tạo mặt nạ cho đám mây và Temporal Dark Outlier Mask (TDOM) cho bóng mây.

Mô hình số độ cao DEM SRTM với độ phân giải không gian 30 m được thu thập trên nền tảng Google Earth Engine (GEE). Dữ liệu về mật độ dân cư được thu thập từ cơ sở dữ liệu WorldPop. Trong khi đó, dữ liệu về tốc độ gió và lượng mưa trung bình tháng được thu thập từ cơ sở dữ liệu WorldClim

2.2. Phương pháp nghiên cứu

2.2.1. Phương pháp phân tích thứ bậc AHP

Phương pháp AHP được phát triển bởi Saaty là một trong những cách tiếp cận phân tích đa chỉ tiêu (MCA) linh hoạt và thuận lợi nhất, đã được sử dụng rộng rãi trong xây dựng các mô hình dự báo nguy cơ cháy rừng từ dữ liệu viễn thám và GIS. Trong mô hình dự báo nguy cơ cháy rừng theo phương pháp AHP, mỗi yếu tố đầu vào có giá trị trọng số ảnh hưởng riêng, từ đó xây dựng bản đồ phân vùng nguy cơ cháy rừng.

Bước 1: Xác định các yếu tố có liên quan đến nguy cơ cháy rừng (lớp phủ thực vật, độ ẩm bề mặt, nhiệt độ, độ dốc, hướng dốc,...), sắp xếp chúng theo cấu trúc thứ bậc.

Bước 2: Xác định mức độ quan trọng tương đối của các chỉ tiêu bằng cách so sánh cặp.

Việc so sánh được thực hiện giữa các cặp chỉ tiêu với nhau và tổng hợp lại thành một ma trận gồm n dòng và n cột (n là số chỉ tiêu). Phần tử a_{ij} thể hiện mức độ quan trọng của chỉ tiêu hàng i so với chỉ tiêu cột j.

$$A = (a_{ij})_{n\times n} = \begin{bmatrix} 1 & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & 1 & \dots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & 1 \end{bmatrix} \quad (1)$$

Mức độ quan trọng tương đối của chỉ tiêu i so với j được tính theo tỷ lệ k (k từ 1 đến 9), ngược lại của chỉ tiêu j so với i là $1/k$. Như vậy, $a_{ij} > 0$, $a_{ij} = 1/a_{ji}$, $a_{ii} = 1$ (Saaty, 2000; Saaty, 2008).

Bước 3: Tính tỉ số nhất quán (CR) của từng ma trận so sánh cặp. Những ma trận so sánh có tỉ số nhất quán (CR) ≤ 10% thì đưa vào tính toán tổng hợp, ngược lại thì cần phải thẩm định lại mức độ quan trọng của các chỉ tiêu. Chỉ số nhất quán được xác định theo công thức (Saaty, 2000; Saaty, 2008):

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad (2)$$

trong đó: CI - chỉ số nhất quán, là chỉ số đo lường mức độ chệch hướng nhất quán, được xác định theo công thức (Saaty, 2000; Saaty, 2008):

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} \quad (3)$$

Với λ_{max} là giá trị trung bình của vector nhất quán và n là số chỉ tiêu:

$$\lambda_{max} = \frac{\sum_{j=1}^{n} a_{ij}.w_j}{w_i} \quad (4)$$

RI là chỉ số ngẫu nhiên, hay giá trị trung bình của CI khi nhận định so sánh ngẫu nhiên, phụ thuộc vào số chỉ tiêu được so sánh.

Bước 4: Tính toán trọng số (W) cho từng chỉ tiêu theo phương pháp vector riêng hoặc phương pháp chuẩn hóa ma trận.

Bước 5: Tổng hợp chỉ số thích nghi theo công thức:

$$S = \Sigma(W_i.X_i) \quad (5)$$

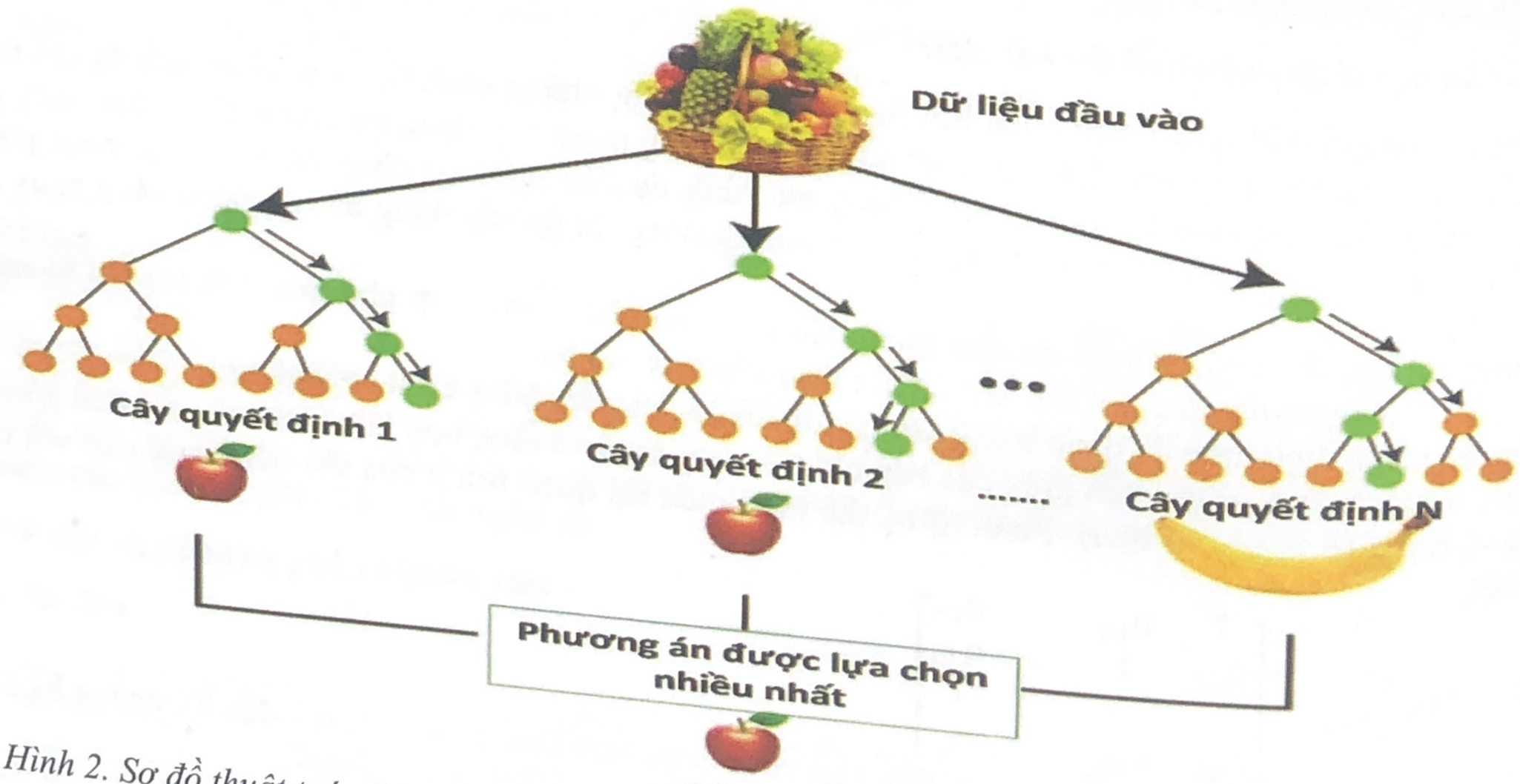
trong đó: S là chỉ số thích nghi, W_i là trọng số của chỉ tiêu i, X_i là giá trị (đã lượng hóa) của chỉ tiêu i, i là chỉ tiêu (i = 1, n).

Bước 6: Chuyển đổi từ chỉ số thích nghi sang mức độ thích nghi (S1, S2, S3, N).

Trong mô hình dự báo nguy cơ cháy rừng từ dữ liệu viễn thám và GIS trên cơ sở phương pháp phân tích thứ bậc AHP, ứng với mỗi chỉ tiêu (yếu tố ảnh hưởng đến khả năng xảy ra cháy rừng) sẽ xây dựng một lớp thông tin chuyên đề GIS, tiến hành tổng hợp và chồng xếp các lớp thông tin, tích hợp các trọng số đánh giá và phân loại theo cấp độ ảnh hưởng phù hợp để thành lập bản đồ dự báo nguy cơ cháy rừng.

2.2.2. Phương pháp sử dụng thuật toán Rrừng từ dữ

Thuật toán Random Forest tỏ ra hữu ích đối với nhiều loại dữ liệu khác nhau, bao gồm cả các lớp dữ liệu không gian. Đây là thuật toán dễ sử dụng, quá trình đào tạo nhanh và kết quả phân loại (dự đoán) có độ chính xác cao.

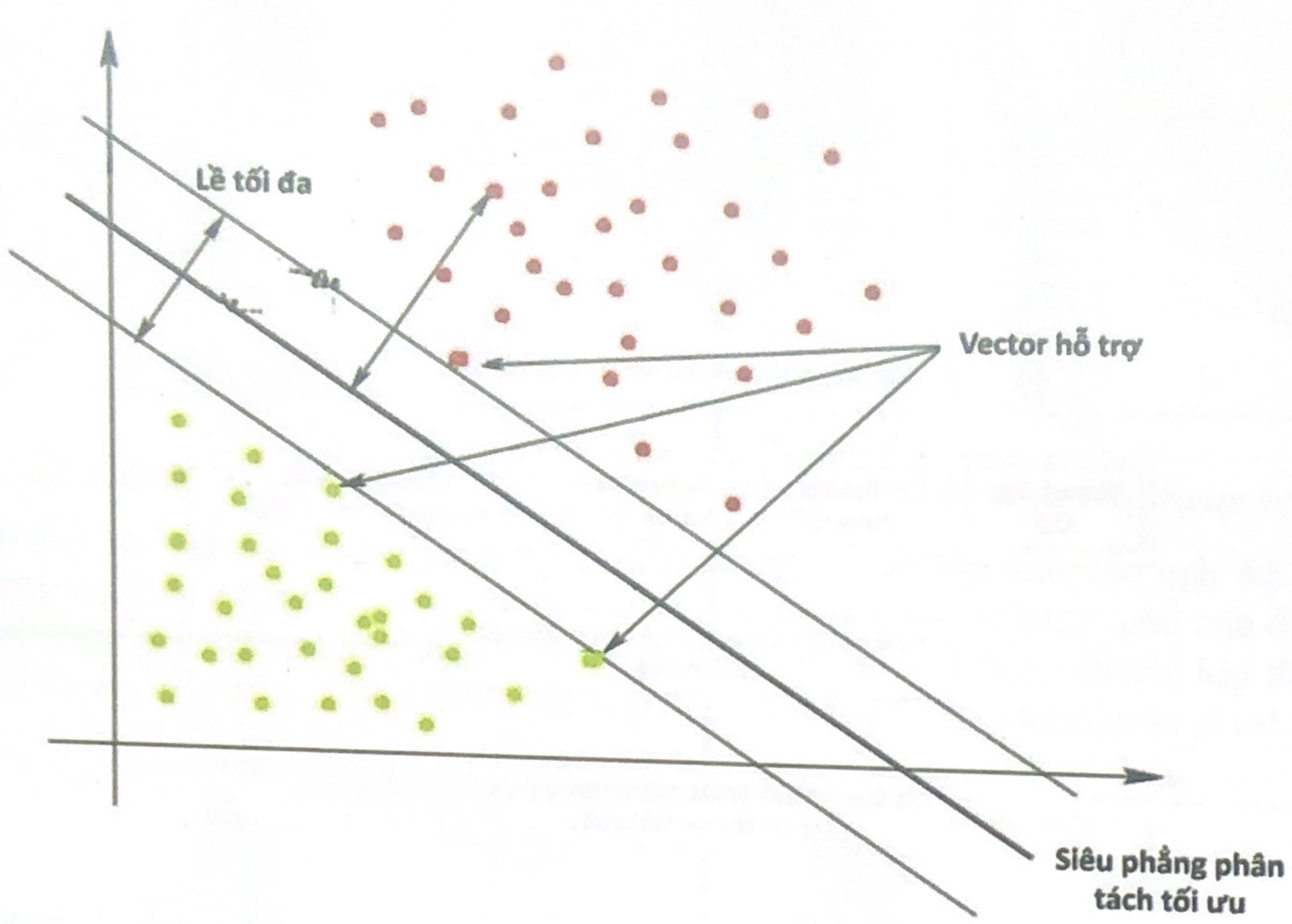


Hình 2. Sơ đồ thuật toán RF trong phân loại (chỉnh sửa từ nguồn: https://www.section.io/)

RF ho://www.section.io/.section.io/" phân loại yết định (decision tree) trên các mẫu huấn luyện, mỗi cây quyết định sẽ khác nhau (có yếu tố ngẫu nhiên). Sau đó ở bước dự đoán, với một dữ liệu mới, với mỗi cây quyết định sẽ đi từ trên xuống theo các điều kiện để thu được kết quả dự đoán.

2.2.3. Phương pháp sử dụng thuật toán Máy hỗ trợ vector

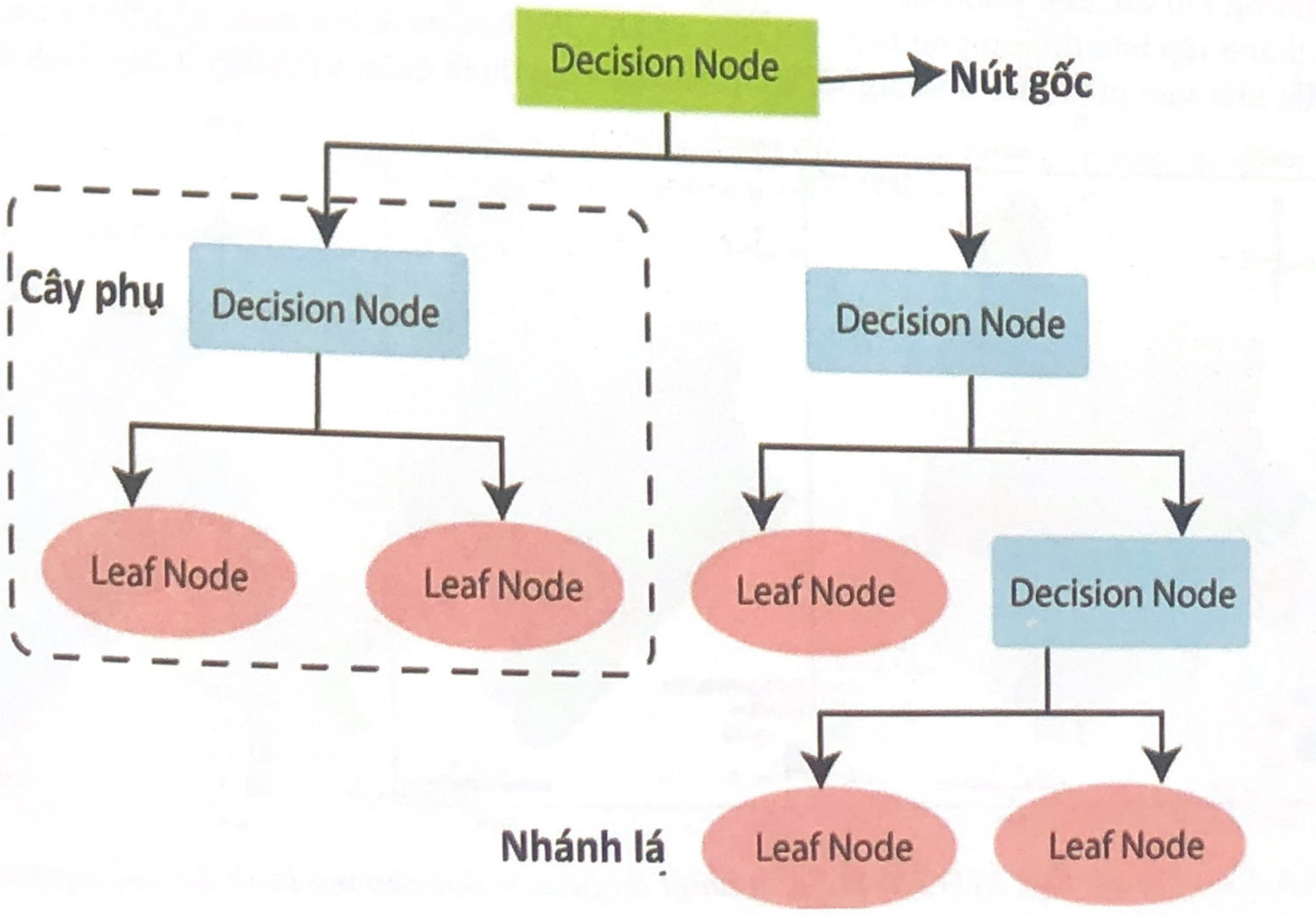
Máy vector hơ torg pháp sử dụng thuật toán Máy hỗ trợ yết định (decision tree) trên các mẫu huấn luyện, mỗi cây quyết định sẽ khác nhau (có yếu tố ngẫu nhiên). Sau đó ở bước dự đoán, hiều (tương ứng với N đặc trưng) để phân loại các điểm dữ liệu.



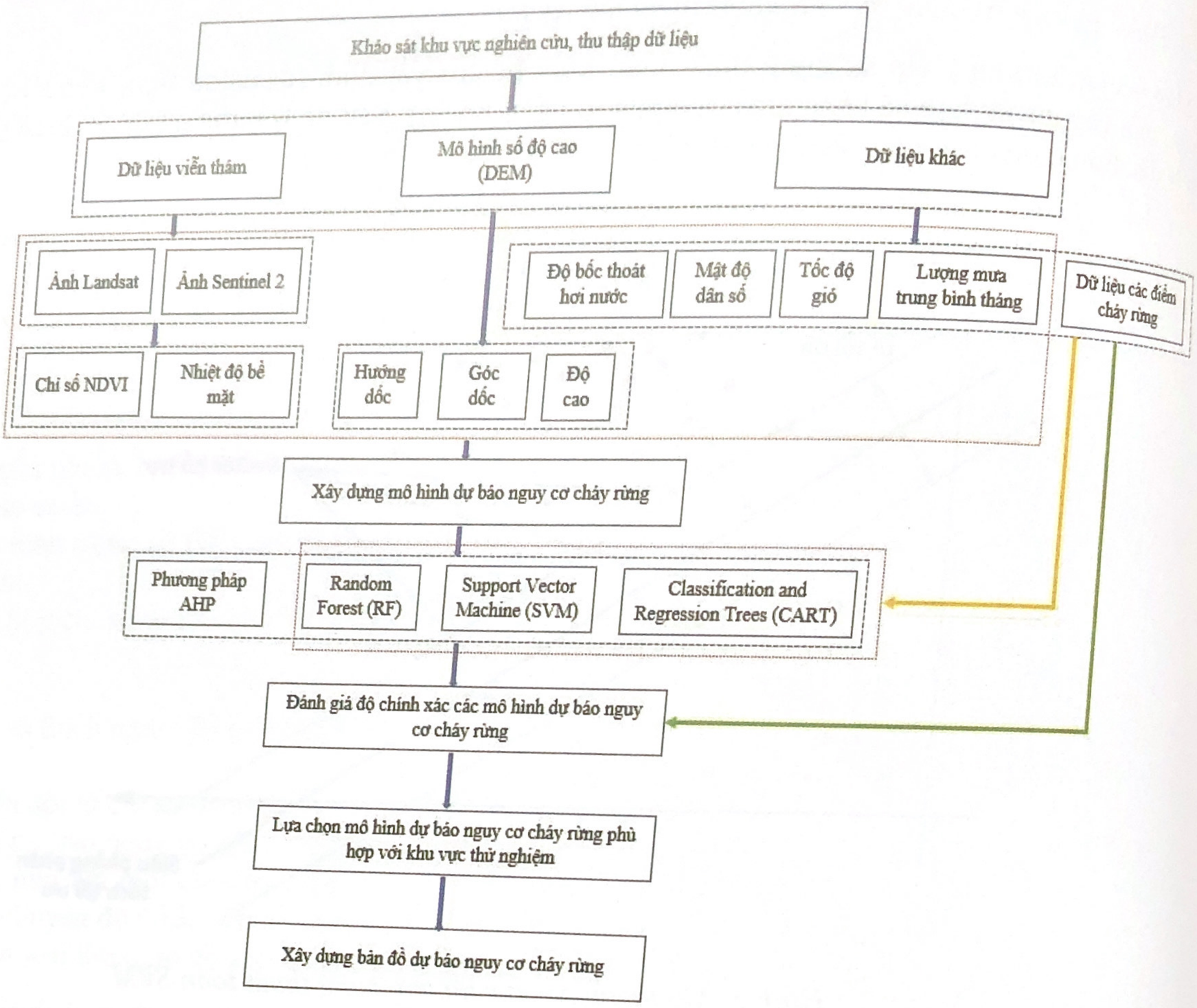
Hình 3. Mô tả các vector hỗ trợ trong thuật toán SVM

2.2.4. Phương pháp sử dụng thuật toán cây phân loyết định (dec

Cây phân loại và hồi quy (CART) là một kỹ thuật học máy có giám sát thường được sử dụng để dự đoán biến mục tiêu định tính, tạo lại cây phân loại hoặc biến mục tiêu liên tục, tạo cây hồi quy. Việc phân loại của CART đòi hỏi một cây nhị phân, là sự kết hợp của nút gốc ban đầu, nút quyết định và nút kết thúc. Nút gốc và mỗi nút quyết định đại diện cho một đặc tính và giá trị ngưỡng của nó.



Hình 4. Mô tả thuật toán Cây phân loại và hồi quy CART (nguồn: https://www.javatpoint.com/)

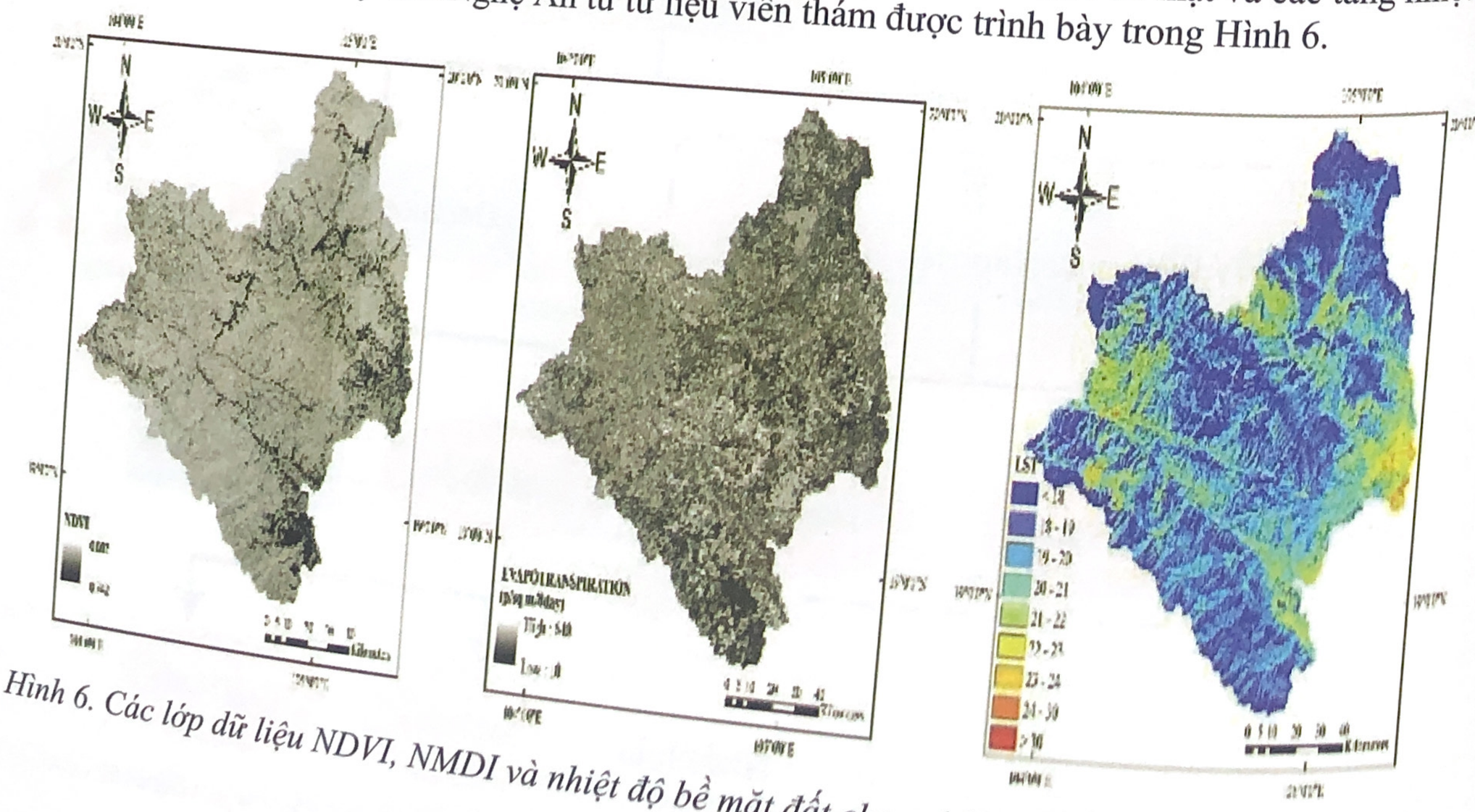


Hình 5. Quy trình xây dựng bản đồ dự báo nguy cơ cháy rừng bằng công nghệ địa không gian

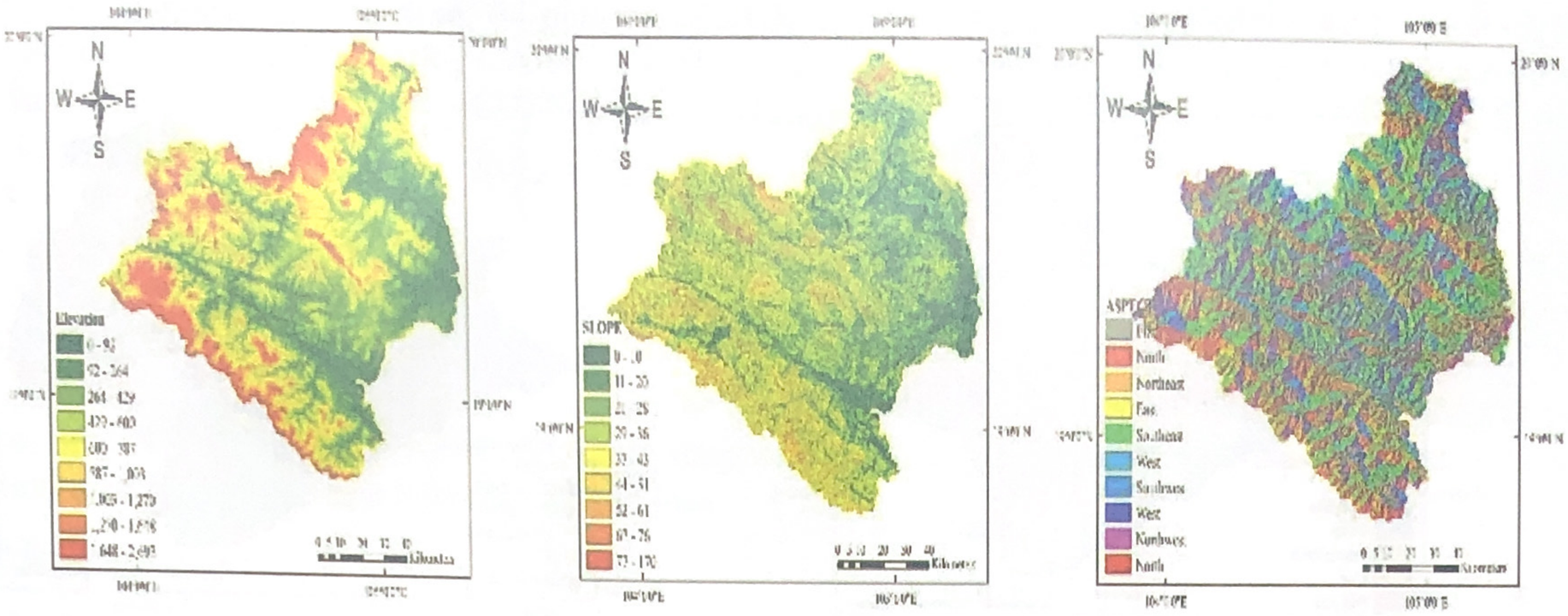
3. Kết quả và thảo luận

3.1. Kết quả xây dựng các lớp thông tin chuyên đề

Hình ảnh Sentinel 2 MSI sau khi thu thập và tiền xử lý được sử dụng để tính toán chỉ số thực vật NVDI. Trong khi đó, ảnh Landsat 8 được dùng để tính toán nhiệt độ bề mặt đất theo mô hình của NASA. Kết quả thành lập bản đồ lớp phủ thực vật (chỉ số NDVI), bốc thoát hơi nước bề mặt và các tầng nhiệt độ bề mặt đất khu vực phía Tây tỉnh Nghệ An từ tư liệu viễn thám được trình bày trong Hình 6.

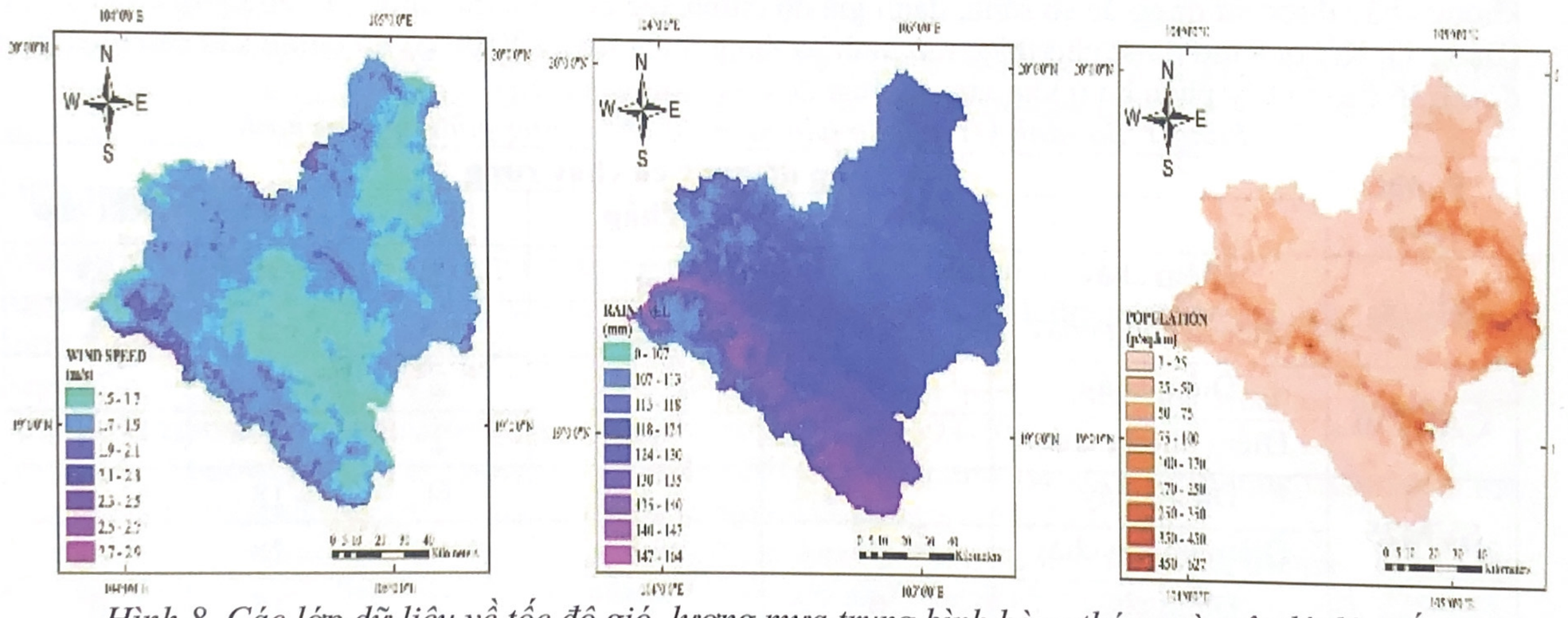


Hình 6. Các lớp dữ liệu NDVI, NMDI và nhiệt độ bề mặt đất cho mô hình dự báo nguy cơ cháy rừng



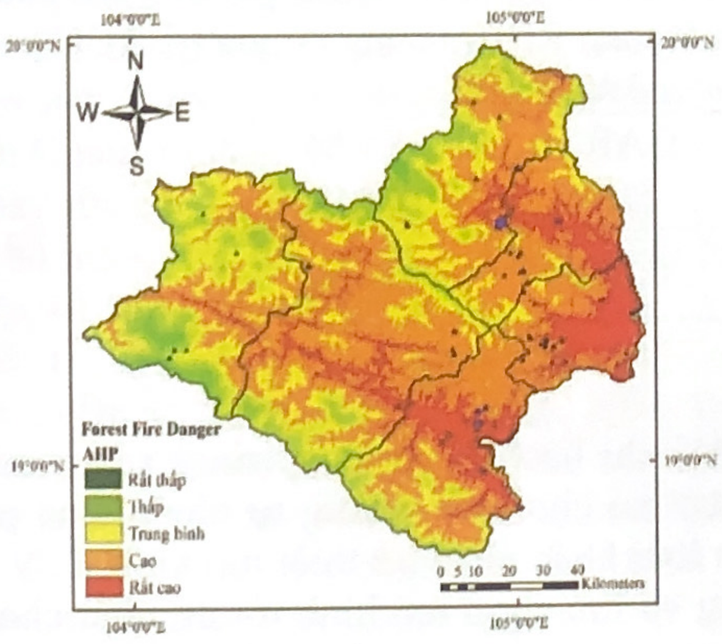
Hình 7. Các lớp dữ liệu độ cao, độ dốc và hướng sườn cho mô hình dự báo nguy cơ cháy rừng

Hình 8 trình bày tốc độ gió, lượng mưa trung bình tháng và các lớp đầu vào mật độ dân số của mô hình dự báo nguy cơ cháy rừng ở khu vực phía Tây tỉnh Nghệ An. Do độ phân giải của dữ liệu được thu thập từ cơ sở dữ liệu WorldPop và WorldClime là 1000 m nên để phù hợp với các lớp dữ liệu khác của mô hình dự báo rủi ro cháy rừng, các lớp dữ liệu này được nội suy thành kích thước pixel 10 m.

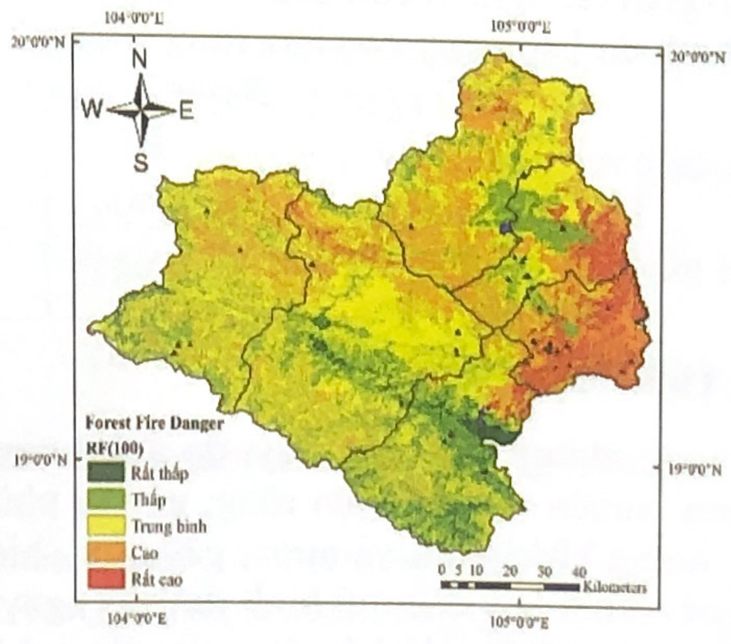


Hình 8. Các lớp dữ liệu về tốc độ gió, lượng mưa trung bình hàng tháng và mật độ dân số cho mô hình dự báo nguy cơ cháy rừng

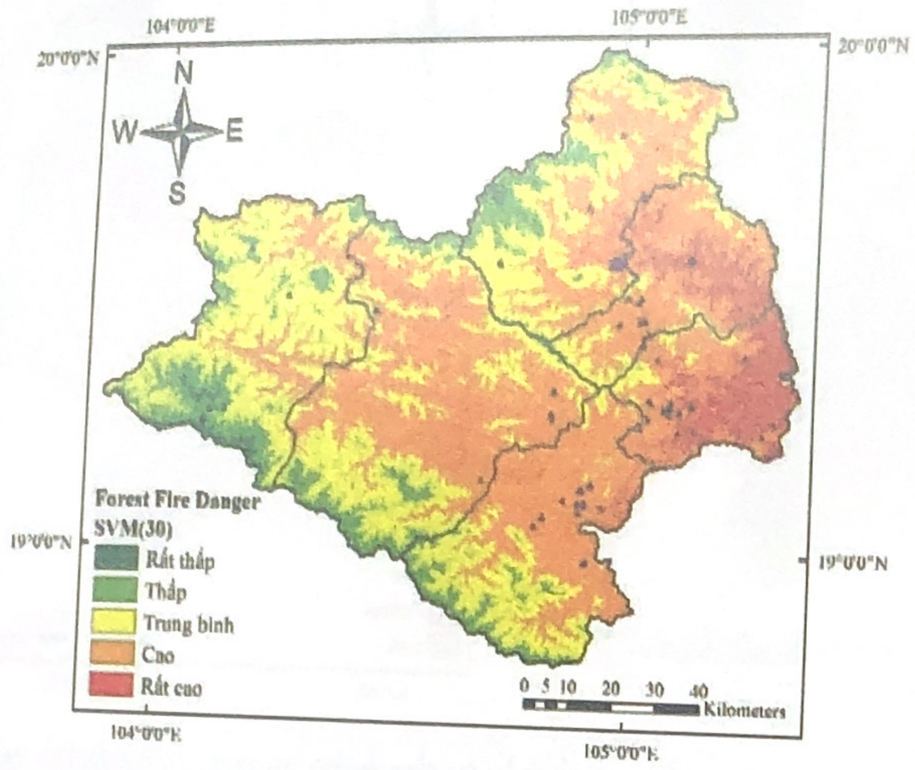
3.2. Kết quả lập bản đồ dự báo nguy cơ cháy rừng



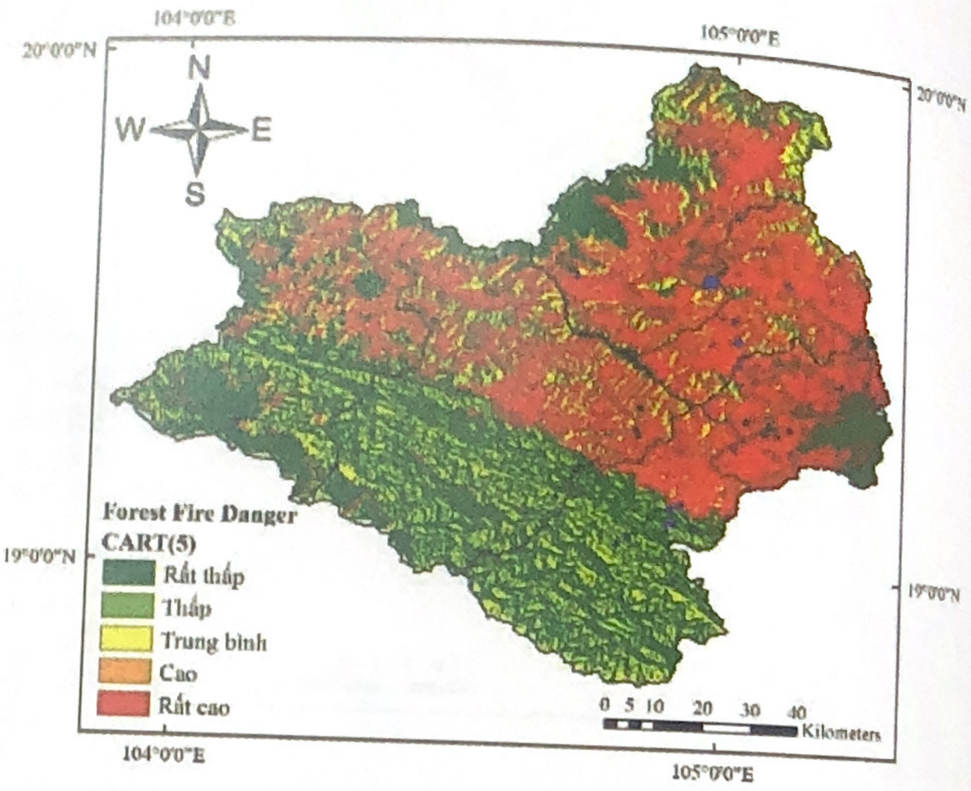
Hình 9. Kết quả lập bản đồ nguy cơ cháy rừng bằng kỹ thuật AHP



Hình 10. Kết quả lập bản đồ nguy cơ cháy rừng bằng thuật toán RF



Hình 11. Kết quả lập bản đồ nguy cơ cháy rừng bằng thuật toán SVM



Hình 12. Kết quả lập bản đồ nguy cơ cháy rừng bằng thuật toán CART

3.3. Đánh giá độ chính xác của mô hình dự báo nguy cơ cháy rừng

Dữ liệu thực địa từ cơ sở dữ liệu của Cục Kiểm lâm (Bộ NN&PTNT) gồm 36 điểm cháy và 61 điểm không cháy được sử dụng để so sánh, đánh giá độ chính xác của các mô hình dự báo nguy cơ cháy rừng (Bảng 1). Kết quả thu được cho thấy, mô hình sử dụng thuật toán RF100 có độ chính xác cao nhất, trong đó 31/36 điểm cháy phân bố ở khu vực có mức độ cháy cao và rất cao.

Bảng 1. So sánh kết quả dự báo nguy cơ cháy rừng giữa các mô hình

Thuật toán		**Cấp độ nguy cơ cháy rừng**				
		Rất thấp	**Thấp**	**TB**	**Cao**	**Rất cao**
RF100	Điểm cháy	**0**	**2**	**3**	**8**	**23**
	Điểm không cháy	**14**	**25**	**15**	**5**	**2**
CART30	Điểm cháy	0	2	2	8	24
	Điểm không cháy	10	19	2	1	29
SVM25	Điểm cháy	1	3	11	18	3
	Điểm không cháy	3	17	8	28	5
AHP	Điểm cháy	0	8	7	15	6
	Điểm không cháy	0	3	5	1	22

Đánh giá dựa trên đường cong ROC

Ngoài ra, nghiên cứu còn sử dụng đường cong ROC và chỉ số AUC để đánh giá độ chính xác của các mô hình dự báo nguy cơ cháy rừng (Bảng 2), trong đó thuật toán RF100 cũng có giá trị AUC cao nhất.

Bảng 2. Giá trị AUC của các mô hình học máy

	RF (3)	**RF (100)**	CART (30)	SVM (25)
AUC	0.947	**0.951**	0.916	0.756

3.4. Thảo luận

Trong những năm gần đây, do ảnh hưởng của biến đổi khí hậu các vụ cháy rừng xảy ra ngày càng thường xuyên và trên diện rộng, gây ra những hậu quả có hại cho môi trường tự nhiên, bao gồm giảm chất lượng không khí và nước, gây nguy hiểm cho nhiều loài khác nhau và thiệt hại kinh tế. Vì vậy, bài báo này trình bày các mô hình dự báo nguy cơ cháy rừng và lựa chọn mô hình tối ưu nhất cho khu vực nghiên cứu. 09 lớp dữ liệu đầu vào của mô hình dự báo nguy cơ cháy rừng bao gồm: mật độ dân số, lớp phủ thực vật, bốc thoát hơi nước bề mặt, độ cao, độ dốc, khía cạnh, tốc độ gió, nhiệt độ bề mặt đất và lượng mưa trung bình hàng tháng.

Để dự báo nguy cơ cháy rừng, 04 phương pháp đã được thử nghiệm bao gồm: kỹ thuật AHP và 03 phương pháp học máy (RF, SVM, CART). Độ chính xác của các phương pháp này được đánh giá và so sánh dựa trên số liệu thực tế của Cục Kiểm lâm (Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn) và đường cong ROC. Kết quả thu được cho thấy thuật toán RF với tham số numberOfTrees 100 cho phép dự báo nguy cơ cháy rừng với độ chính xác cao.

Do khả năng chủ động của nguồn dữ liệu viễn thám và GIS, bước tiếp theo có thể xây dựng phần mềm tự động cập nhật và bóc tách các lớp đầu vào của mô hình dự báo nguy cơ cháy rừng, từ đó đưa ra kết quả dự báo kịp thời.

Ngoài dữ liệu tại chỗ từ cơ sở dữ liệu của Cục Kiểm lâm (Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn), cần thu thập các dữ liệu khác về các khu vực từng xảy ra cháy rừng để giúp tăng độ chính xác của mô hình học máy trong quá trình học tập và phân loại.

4. Kết luận

Nghiên cứu các mô hình dự báo nguy cơ cháy rừng bằng công nghệ địa không gian, thử nghiệm cho khu vực phía Tây tỉnh Nghệ An đạt hiệu quả cao.

Trên cơ sở so sánh, đánh giá kết quả dự báo nguy cơ cháy rừng từ mô hình đề xuất và dữ liệu các điểm cháy, điểm không cháy từ CSDL của Cục Kiểm lâm, Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn cho thấy, phương án sử dụng thuật toán Random Forest với giá trị tham số numberOfTrees bằng 100 (RF100) cho độ chính xác cao nhất, thể hiện ở tỉ lệ các điểm cháy phân bố ở các khu vực có cấp độ dự báo nguy cơ cháy 'cao' và 'rất cao', đạt cao nhất.

Bản đồ dự báo nguy cơ cháy rừng được xây dựng trong nghiên cứu này có khả năng cung cấp những thông tin cho các nhà quản lý rừng và chính quyền tỉnh Nghệ An, hỗ trợ quy hoạch sử dụng đất và phòng chống cháy rừng.

Tài liệu tham khảo

Aronoff S., 1989. Geographic Information System, WDL Publication, Ottaw, 19.

Arndt N., Vacik H., Koch V., Arpaci A., Gossow H., 2013. Modelling human-caused forest fire ignition for assessing forest fire danger in Austria. iForest 6: 315-325.

Arpaci A., Eastaugh C., Vacik H., 2013. Selecting the best performing fire weather indices for Austrian ecoregions. Theoretical and Applied Climatology, 114, 393-406.

Arpaci A., Malowerschnig B., Sass O., Vacik H., 2014. Using multi variate data mining techniques for estimating fire susceptibility of Tyrolean forests. Applied Geography, 53, 258-270.

Avetisyan D., Nedkov R., 2015. Assessment of fire hazard zones in the forest landscapes in Simitli Municipality (Bulgaria). Journal of Environment Protection and Sustainable Development, 1(4), 225-233.

Beals E.A., 1914. The value of weather forecasts in the problem of protecting forests from fire. Monthly Weather Review, 42, 111-119.

Breiman L., 2001. Random Forests, Machine Learning 45, 5-32, https://doi.org/10.1023/A:1010933404324.

Breiman L., Friedman J., Olshen R., Stone C., 1984. Classification and regression trees, Monterey. CA: Wadsworth & Brooks/Cole Advanced Books & Software, ISBN 978-0-412-04841-8.

Bế Minh Châu, Vương Văn Quỳnh, 2010. Nghiên cứu hoàn thiện phương pháp và phần mềm cảnh báo nguy cơ cháy rừng ở Việt Nam, Tạp chí Nông nghiệp và Phát triển nông thôn, số 10, trang 105-111.

Chính phủ nước CHXHCN Việt Nam, 2018. Nghị định Quy định chi tiết thi hành một số điều của Luật Lâm nghiệp, số 156-2018/NĐ-CP.

Chandler C., Thomas P., Trabaud L., Williams D., 1993. Fire in forestry, Volume I: Forest fire behavior and effects. John Wiley & Sons, New Yok.

Chowdhury H., Hassan K., 2013. Use of remote sensingderived variables in developing a forest fire danger forecasting system. Natural Hazards, 67, 321-334

Cooper S., Neiman K., Roberts D., 1991. Forest habitat types of northern Idaho: A second approximation, General Technical Report, INT 236, Ogden, UT: U.S. Department of Agriculture. Forest Service, Intermountain Research Station. 143 p.

Cortes C., Vapnik V. 1995. Support-vector networks. Mach Learn 20, 273-297, https://doi.org/10.1007/BF00994018.

Danielson J., Gesch D., 2011. Global multi-resolution terrain elevation data 2010 (GMTED 2010). Open-File Report 2011-1073.

Dieu Tien Bui, Quang Thanh Bui, Quoc Phi Nguyen, Pradhan B., Nampak H., Phan Trong Trinh, 2017. A hybrid artificial intelligence approach using GIS-based neural-fuzzy inference system and particle swarm optimization for forest fire susceptibility modeling at a tropical area. Agricultural and Forest Meteorology, 233, 32-44.

Dieu Tien Bui, Kim Thoa Thi Le, Van Cam Nguyen, Hoang Duc Le, Revhaug I., 2016. Tropical Forest Fire Susceptibility Mapping at the Cat Ba National Park Area, Hai Phong city, Vietnam, Using GIS-Based Kernel Logistic Regression. Remote Sensing, 8, 347, doi:10.3390/rs8040347.

Dong X., 2005. Forest fire risk zone mapping from satellite images and GIS for Baihe Forestry Bureau, Jilin, China. Journal of Forestry Research 16(3): 169-174.

Lê Sỹ Doanh, Vương Văn Quỳnh, 2014. Phương pháp dự báo nguy cơ cháy rừng theo điều kiện khí hậu ở Việt Nam. Tạp chí Khoa học công nghệ Lâm nghiệp, số 1, 3-10.

Lê Ngọc Hoàn, Trần Quang Bảo, 2018. Ứng dụng thuật toán trích xuất điểm dị thường nhiệt từ ảnh vệ tinh MODIS để phát hiện cháy rừng ở Việt Nam, Tạp chí Khoa học công nghệ Lâm nghiệp, số 1, 94-102.

. Lê Văn Hưng, Nguyễn Thị Thanh, Đặng Hữu Nghị, Hoàng Anh Đức, 2019. Xây dựng mô hình học sâu đánh giá nguy cơ cháy rừng tại Lâm Đồng, Hội nghị nghiên cứu cơ bản trong Khoa học Trái đất và Môi trường, 386-389.

Nguyễn Thị Mai Dương, Lã Nguyên Khang, Lê Công Trường, Phùng Văn Kiên, Nguyễn Văn Hào, 2016. Phân tích nguyên nhân mất rừng, suy thoái rừng làm cơ sở đề xuất giải pháp quản lý bảo vệ rừng tỉnh Đắk Nông, Tạp chí Khoa học và Công nghệ Lâm nghiệp, số 6, 39-48.

Nguyễn Văn Hùng, 2022. Nghiên cứu ứng dụng dữ liệu viễn thám đa thời gian trong giám sát sự biến động hệ thực vật vùng ven biển (vùng chuyển tiếp giữa lục địa và biển, bao gồm vùng biển ven bờ và vùng đất ven biển), Báo cáo tổng hợp đề tài khoa học và công nghệ, Bộ Tài nguyên và Môi trường.

Nguyễn Văn Lợi, Trần Minh Đức, Nguyễn Phương Văn, 2017. Thực trạng và giải pháp quản lý cháy rừng ứng phó với biến đổi khí hậu tại tỉnh Quảng Bình, Tạp chí Khoa học Lâm nghiệp, số 4, 139-150.

Phạm Minh Hải, Vũ Ngọc Phan, 2018. Ứng dụng công nghệ viễn thám và GIS nghiên cứu vật liệu cháy trong các kiểu rừng phục vụ công tác phòng chống cháy rừng tại tỉnh Bắc Giang, Tạp chí Khoa học Đo đạc và Bản đồ, số 35, 29-37.

Phạm Ngọc Hưng, 1988. Xây dựng phương pháp dự báo cháy rừng Thông nhựa (*Pinus merkusii* J.) ở Quảng Ninh, Luận án PTS khoa học Nông nghiệp, Hà Nội.

Phạm Ngọc Hưng, 2004. Quản lý cháy rừng ở Việt Nam, Nhà xuất bản Nghệ An, 233 trang.

Trần Văn Hùng, Võ Quang Minh, Võ Thị Gương, 2010. Xây dựng phương pháp cản báo cháy rừng ở khu vực Vườn quốc gia U Minh Hạ, Cà Mau dưới sự hỗ trợ của Hệ thống thông tin địa lý (GIS), Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ, 14, 97-106.

Trịnh Lê Hùng, 2014. Nghiên cứu phân bố nhiệt độ bề mặt từ dữ liệu ảnh hồng ngoại nhiệt Landsat, Tạp chí Các Khoa học về Trái đất, số 36(1), 82-89.

ABSTRACT

Studying a model to predict forest fire risk by geospatial technology, testing for the western region of Nghe An province

Doan Thi Nam Phuong[1,*], Nguyen Van Trung[1], Tran Xuan Truong[1], Le Thi Thu Ha[1]

Nguyen Tien Hon[2], Do Ngoc Sang[2]

[1]*Geomatics in Earth Sciences Research Group, Hanoi University of Mining and Geology, 18 Vien Str., Duc Thang ward, Hanoi 100000, Vietnam*

[2]*Graduate student, Course 44, of Remote Sensing Maps and Geographic Information Systems, Hanoi University of Mining and Geology*

Frequent forest fires are causing serious harm to the natural environment, such as reducing air quality and threatening various species. Researching forest fire risk forecasting models is a very important and urgent task in the current conditions. Geospatial technology, mainly remote sensing technology and geographic information system (GIS), has been widely and effectively used in building models to predict the risk of forest fires in the world. Remote sensing and GIS allow the collection of data on forest cover and use them for analysis, management, and modeling for early warning of the risk of forest fires. To predict the risk of forest fires, 04 methods were tested, including: AHP hierarchical analysis method and 03 machine learning methods (RF, SVM, CART). Comparing the AUC values of the forecasting models, the obtained results show that the Random Forest algorithm with the numberOfTrees parameter equal to 100 (RF100) has the highest accuracy, the AUC value is 0.951 trials in the western region. western Nghe An province. The forest fire hazard map from this study could be useful to policy makers and Nghe An provincial authorities, supporting planning and sustainable land use.

Keywords: Forest fire risk, GIS, Random Forest, Nghe An province.