



Báo cáo nghiên cứu

DỰ BÁO NGUY CƠ MẤT RỪNG TẠI VƯỜN QUỐC GIA CÁT TIÊN



Thực hiện

Viện Tài nguyên và Môi trường, Đại học Huế
Công ty UNIQUE forestry and Landuse GmbH

Tháng 05/ 2021

Nội dung

1. MỞ ĐẦU	5
2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU	6
2.1. Dữ liệu nghiên cứu	6
2.2. Phương pháp phân tích	8
2.2.1. Phân tích hiện trạng rừng năm 2020	8
2.2.2. Mạng neural nhân tạo (Artificial Neural Network)	8
3. KẾT QUẢ	10
3.1. Hiện trạng rừng năm 2020	10
3.2. Yếu tố nguy cơ	11
3.3. Dự báo nguy cơ mất rừng	13
4. THẢO LUẬN	15
5. TÀI LIỆU THAM KHẢO	16

Bảng

Bảng 1. Biến số được sử dụng cho mô hình dự báo nguy cơ mất rừng	7
Bảng 2. Thông tin về dữ liệu và mô hình phân tích hiện trạng rừng	8
Bảng 3. So sánh giá trị các điểm mẫu giữa 2 nhóm không mất rừng và mất rừng	12
Bảng 4. Diện tích các cấp nguy cơ mất rừng phân chia theo ranh giới xã	14

Biểu đồ

Hình 1. Cấu trúc mạng neural nhân tạo	9
Hình 2. Diện tích các loại rừng và sử dụng đất tại VQG Cát Tiên năm 2020	10
Hình 3. Hiện trạng loại rừng và sử dụng đất tại VQG Cát Tiên năm 2020	11
Hình 4. Phân bố không gian của các yếu tố nguy cơ tại VQG Cát Tiên	12
Hình 5. Đặc điểm phân bố của các yếu tố nguy cơ ở nhóm mất rừng và không mất rừng	13
Hình 6. Điểm số Gini thể hiện tầm quan trọng của các yếu tố	14
Hình 7. Phân bố các cấp dự báo nguy cơ mất rừng tại VQG Cát Tiên	15

Danh mục từ viết tắt

ANN	Artificial Neural Network
AUC	Area Under the Curve
BMZ	German Federal Ministry for Economic Cooperation and Development
CITES	Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora
DEM	Digital Elevation Model
ESA	European Space Agency
FAO	The Food and Agriculture Organization of the United Nations
MNDWI	Modified Normalized Difference Water Index
NDVI	Normalized Difference Vegetation Index
PFES	Payments for Forest Environmental Services
GIS	Geographic Information System
GIZ	German Agency for International Cooperation
GIZ-Bio	Conservation and Sustainable Use of Forest Biodiversity and Ecosystem Services in Viet Nam project
VQG	Vườn quốc gia
RS	Remote sensing
ReLU	Rectified Linear Unit

1. MỞ ĐẦU

Rừng che phủ khoảng 30% bề mặt trái đất và đóng vai trò thiết yếu trong bảo vệ môi trường và phát triển kinh tế-xã hội (FAO, 2006). Tài nguyên rừng, đa dạng sinh học và các dịch vụ hệ sinh thái góp phần giảm thiểu tác động của biến đổi khí hậu, tăng cường tính thích ứng và phục hồi của cộng đồng trước những yếu tố và tác động cực đoan (Vietnam Environment Monitor, 2005). Trong những thập kỷ gần đây, sự suy giảm diện tích và chất lượng rừng đã và đang gây ra những hậu quả nghiêm trọng đối với môi trường sống và hệ sinh thái (Houghton, 2016). Trong giai đoạn 2000-2010, phát thải CO₂ do mất rừng chiếm khoảng 10% tổng lượng phát thải carbon toàn cầu, điều này có thể đẩy nhanh quá trình nóng lên toàn cầu và biến đổi khí hậu (Houghton, 2016). Do đó, bảo vệ tài nguyên rừng và đa dạng sinh học là cơ sở quan trọng để thích ứng và ứng phó với biến đổi khí hậu (Matthews và cộng sự, 2014).

Việt Nam là nơi giao thoa giữa các khu hệ động-thực vật từ vùng ôn đới Himalaya và Palearctic, vùng bắc Ấn Độ và vùng nhiệt đới Malaysia (Sterling và Hurley, 2005). Vì vậy, Việt Nam là một trong những quốc gia có tài nguyên rừng và đa dạng sinh học cao trên thế giới, với nhiều loài động-thực vật đặc hữu (Vietnam Environment Monitor, 2005). Trong quá khứ, tài nguyên rừng ở Việt Nam bị suy giảm nghiêm trọng về diện tích, chất lượng và tính đa dạng của hệ động-thực vật (Salek và Sloup, 2012). Những năm gần đây, Việt Nam đã có những chính sách, chương trình hợp tác và hành động nhằm nỗ lực phục hồi tài nguyên rừng và bảo tồn đa dạng sinh học. Việt Nam đã cam kết thực hiện các sáng kiến quốc tế về bảo vệ tài nguyên rừng và đa dạng sinh học, điển hình có Công ước về Đa dạng sinh học, Công ước Ramsar và Công ước CITES. Các Luật và chính sách được ban hành nhằm củng cố và thúc đẩy công tác quản lý bảo vệ rừng và bảo tồn đa dạng sinh học như Luật Lâm nghiệp (2017), Luật quản lý bảo vệ rừng (2004), Luật đa dạng sinh học (2008), Chiến lược quốc gia về đa dạng sinh học và Chính sách chi trả dịch vụ môi trường rừng (PFES). Bên cạnh đó, nhiều chương trình dự án từ các cơ quan và tổ chức quốc tế đang được thực hiện tại Việt Nam cũng tập trung vào quản lý rừng bền vững và bảo tồn đa dạng sinh học. Đến nay, mặc dù độ che phủ rừng ở Việt Nam đã tăng lên, tuy nhiên chất lượng tài nguyên rừng và các dịch vụ hệ sinh thái của rừng vẫn còn thấp (World Bank, 2019).

Dự án “Bảo tồn, sử dụng bền vững đa dạng sinh học và các dịch vụ hệ sinh thái rừng tại Việt Nam (Dự án GIZ-Bio) được tài trợ bởi Chính phủ CHLB Đức, do Bộ Hợp tác và Phát triển Kinh tế (BMZ) thực hiện thông qua tổ chức GIZ là một trong những dự án điển hình hướng đến quản lý rừng bền vững và bảo tồn đa dạng sinh học nhằm mang lại lợi ích cho cộng đồng địa phương. Một trong những trọng tâm chính của dự án GIZ-Bio là hỗ trợ quản lý bền vững các khu bảo tồn và vườn quốc gia tại Việt Nam. Dự án sẽ hỗ trợ tăng cường năng lực về quản lý dữ liệu và thông tin tại các khu bảo tồn, thúc đẩy sự tham gia của cộng đồng ở khu vực vùng đệm vào công tác quản lý, bảo vệ và nâng cao các dịch vụ hệ sinh thái rừng.

Vườn quốc gia Cát Tiên (VQG) là khu bảo tồn thiên nhiên có tầm quan trọng quốc tế về bảo tồn đa dạng sinh học và cung cấp các dịch vụ hệ sinh thái rừng. VQG Cát Tiên mang đặc trưng hệ sinh thái rừng nhiệt đới ẩm đất thấp rộng lớn với hệ động-thực vật đa dạng và phong phú (Polet và Ling, 2004). Mặc dù được quản lý và bảo vệ nghiêm ngặt, tình trạng mất rừng và suy giảm tài nguyên động-thực vật rừng tại VQG Cát Tiên vẫn còn xảy ra, chủ yếu là do xâm lấn và khai thác trái phép của cư dân địa phương (Dinh và cộng sự, 2012). Với áp lực tác động của người dân ngày càng cao, dự báo nguy cơ mất rừng là một cách tiếp cận hữu ích giúp cho các khu bảo tồn thiên nhiên xây dựng phương án quản lý bảo vệ rừng thích hợp. Trong bối cảnh đó, được sự phối hợp và tài trợ từ dự án GIZ-Bio và sự đồng thuận của VQG Cát Tiên, chúng tôi tiến hành thực hiện nghiên cứu “Dự báo nguy cơ mất rừng tại Vườn quốc gia Cát Tiên” nhằm cung cấp những thông tin có giá trị cho công tác bảo vệ tài nguyên rừng và đa dạng sinh học.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Dữ liệu nghiên cứu

Trong nghiên cứu này, chúng tôi sử dụng hệ thống thông tin địa lý (GIS), viễn thám (RS) và học máy (Machine learning) để xây dựng bản đồ dự báo nguy cơ mất rừng tại VQG Cát Tiên. Các nghiên cứu trước đây đã chỉ ra rằng nhiều yếu tố có thể ảnh hưởng trực tiếp hoặc gián tiếp đến tài nguyên rừng và thay đổi sử dụng đất (Harris và cộng sự, 2009). Ngoài ra, mức độ ảnh hưởng của các yếu tố nguy cơ đến tài nguyên rừng cũng phụ thuộc vào đặc điểm khu vực nghiên cứu. Dựa vào các nghiên cứu trước đây và sự sẵn có của nguồn dữ liệu, chúng tôi đã sử dụng 7 biến độc lập để xây dựng mô hình dự báo nguy cơ mất rừng. Biến số phụ thuộc là biến nhị phân với giá trị 0 và 1 lần lượt biểu thị cho sự kiện không mất rừng và mất rừng trong giai đoạn từ 2016 đến 2020. Trong nghiên cứu này, dữ liệu tại các xã bao quanh VQG Cát Tiên cũng được sử dụng để thuận tiện cho việc xây dựng mô hình. Các biến số độc lập được chuyển về định dạng raster với độ phân giải 10×10 m. Các lớp bản đồ được sử dụng trong nghiên cứu có hệ tọa độ WGS84 múi 48N. Các biến số được mô tả ở **Bảng 1** sau đây.

Bảng 1. Biến số được sử dụng cho mô hình dự báo nguy cơ mất rừng

STT	Biến số	Mô tả	Nguồn dữ liệu/ Đặc điểm
1	Phụ thuộc	Biến số phụ thuộc là biến nhị phân với giá trị 0 và 1 lần lượt biểu thị cho sự kiện không mất rừng và mất rừng trong giai đoạn từ 2016 đến 2020. Dựa vào số liệu biến động rừng tự nhiên trong giai đoạn 2016-2020, chúng tôi chọn ngẫu nhiên 1178 điểm mẫu, trong đó có 270 điểm mất rừng.	Biến số được tạo ra từ dữ liệu biến động diện tích rừng tự nhiên trong giai đoạn 2016-2020. Rừng tự nhiên năm 2016 được trích xuất dựa theo bản đồ hiện trạng loại đất loại rừng năm 2016. Lớp phủ thực vật năm 2020 được chúng tôi xác định từ phân tích ảnh Sentinel-2.
2	Độc lập	Khoảng cách đến bìa rừng (m)	Tính toán dựa vào bản đồ hiện trạng loại đất loại rừng năm 2016.
3	Độc lập	Khoảng cách đến đường đi (m)	Dữ liệu được VQG Cát Tiên cung cấp và được bổ sung từ nguồn dữ liệu Open Street Map.
4	Độc lập	Khoảng cách đến các khu vực rừng bị tác động trong quá khứ (m)	Tính toán dựa vào dữ liệu biến động rừng tự nhiên giai đoạn 2016-2020.
5	Độc lập	Chất lượng rừng	Tính toán dựa vào bản đồ hiện trạng loại đất loại rừng năm 2016. Biến số có giá trị rời rạc, trong đó rừng nghèo = 1, rừng trung bình = 2 và rừng giàu = 3.
6	Độc lập	Khoảng cách đến sông suối (m)	Dữ liệu được trích xuất từ mô hình lưu vực tại khu vực nghiên cứu.
7	Độc lập	Độ dốc (cấp)	Dữ liệu được trích xuất từ mô hình độ cao số (Digital Elevation Model-DEM) Độ dốc được phân chia thành 5 cấp, khoảng cách giữa 2 cấp liền kề là 15°.
8	Độc lập	Độ cao (m)	Dữ liệu được trích xuất từ mô hình độ cao số và được tính toán cho từng pixel (10 × 10 m).

2.2. Phương pháp phân tích

2.2.1. Phân tích hiện trạng rừng năm 2020

Để có thể xác định được các khu vực bị mất rừng tự nhiên tại VQG Cát Tiên trong giai đoạn 2016-2020, chúng tôi tiến hành phân tích ảnh vệ tinh Sentinel-2 tại khu vực nghiên cứu. Sentinel-2 là vệ tinh không gian giám sát trái đất do Cơ quan vũ trụ Châu Âu (European Space Agency-ESA) phát triển. Trong nghiên cứu này, chúng tôi sử dụng ảnh Sentinel-2A tại khu vực nghiên cứu được chụp vào tháng 12 năm 2020 (<https://scihub.copernicus.eu/>). Ở giai đoạn tiền xử lý ảnh, chúng tôi tiến hành lọc nhiễu khí quyển thông qua công cụ Sen2Cor. Chúng tôi kết hợp sử dụng 10 bands ảnh từ ảnh vệ tinh Sentinel-2A, chỉ số thực vật (NDVI) và chỉ số nước khác biệt chuẩn hóa hiệu chỉnh (MNDWI) để phân tích hiện trạng rừng tại khu vực nghiên cứu (Bảng 2). Các band ảnh được kết hợp và được chuyển về độ phân giải 10 m. Chúng tôi lấy ngẫu nhiên tự động 69937 mẫu phân loại và sử dụng mô hình máy vector hỗ trợ (Support Vector Machine) để phân loại các lớp phủ tại khu vực nghiên cứu ở thời điểm năm 2020 (Abdi, 2020). Mô hình phân loại lớp phủ thực vật được thực hiện thông qua gói thư viện *caret* (Kuhn, 2020) trên phần mềm R phiên bản 3.6.2 (R Core Team, 2019).

Bảng 2. Thông tin về dữ liệu và mô hình phân tích hiện trạng rừng

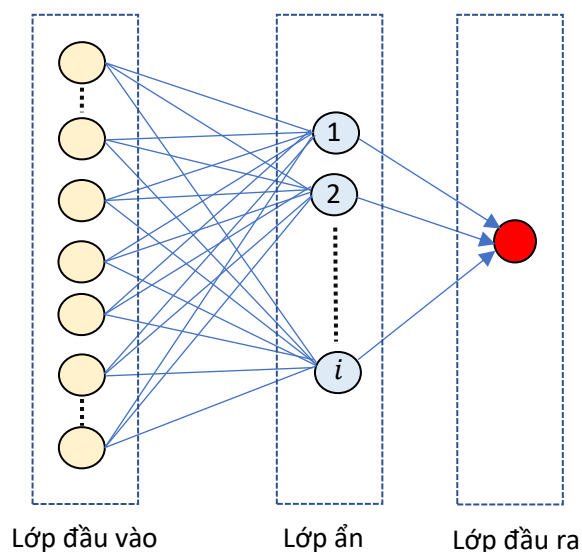
STT	Loại thông tin	Mô tả
1	Dữ liệu ảnh	Sentinel-2A (12/2020). Độ phân giải 10 m
2	Tiền xử lý ảnh	Lọc nhiễu khí quyển (công cụ Sen2Cor)
3	Chọn mẫu phân loại	69937 mẫu
4	Mô hình phân loại ảnh	Máy vector hỗ trợ (Support Vector Machine)
5	Các bands ảnh sử dụng	2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 8A, 11, 12, chỉ số thực vật (NDVI) và chỉ số nước khác biệt chuẩn hóa hiệu chỉnh (MNDWI)

2.2.2. Mạng neural nhân tạo (Artificial Neural Network)

Mô hình mạng neural nhân tạo (ANN) được sử dụng khá phổ biến trong lĩnh vực quản lý tài nguyên rừng (Vieira và cộng sự, 2018). Trong nghiên cứu này, chúng tôi đã sử dụng mô hình mạng neural đa lớp để tính toán xác suất một khu vực nhất định sẽ bị mất rừng. Mô hình ANN được sử dụng có ba lớp bao gồm một lớp đầu vào, một lớp ẩn và một lớp đầu ra (**Hình 1**). Trước khi chạy

mô hình ANN, các biến độc lập sẽ được biến đổi để có phân phối chuẩn với giá trị trung bình là 0 và độ lệch chuẩn là 1. Tầm quan trọng của 7 yếu tố nguy cơ được chúng tôi đánh giá thông qua điểm số Gini được tính toán từ mô hình Extra Tree Classifier. Các yếu tố dự báo có tầm quan trọng thấp sẽ bị loại trừ trước khi chạy mô hình ANN. Độ phức tạp và hiệu năng của mô hình ANN cũng phụ thuộc vào số lượng neural trong lớp ẩn. Trong nghiên cứu này, chúng tôi thiết lập 13 neural trong lớp ẩn của mô hình ANN.

Các điểm mẫu được phân chia ngẫu nhiên thành nhóm huấn luyện (70%) và nhóm kiểm định (30%). Dữ liệu huấn luyện được sử dụng để chạy mô hình và nhóm kiểm định được sử dụng để đánh giá hiệu năng của mô hình.



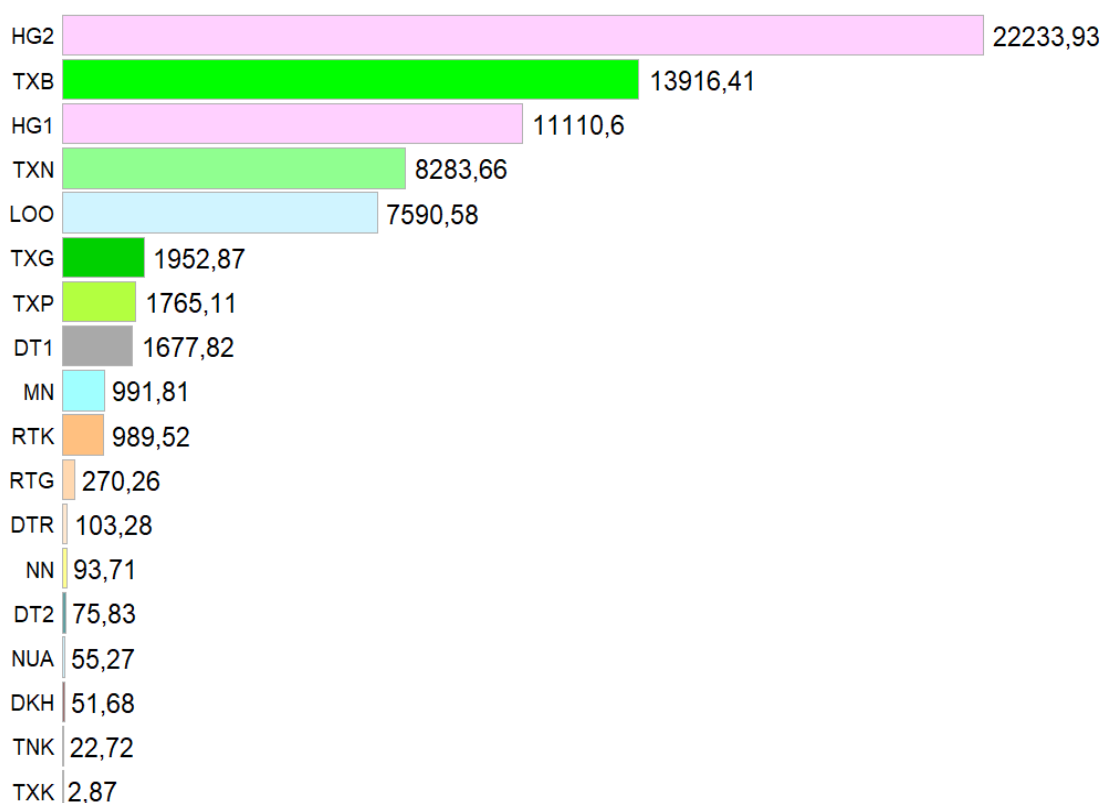
Hình 1. Cấu trúc mạng neural nhân tạo

Chúng tôi đã sử dụng thuật toán lan truyền ngược trong mô hình ANN. Hàm Rectified Linear Unit (ReLU) được sử dụng làm hàm kích hoạt từ lớp đầu vào đến lớp ẩn. Sau đó, hàm sigmoid được sử dụng để tạo kết quả đầu ra từ lớp ẩn. Hàm mất mát được sử dụng trong mô hình ANN là hàm nhị phân entropy và hàm tối ưu hóa là thuật toán Adam. Tỷ lệ học và lượng momentum được xác định lần lượt là 0,001 và 0,9. Kích thước batch là 10 và mô hình được huấn luyện trong 20 epochs. Từ kết quả chạy mô hình, chúng tôi lấy ngưỡng giá trị 0,5 để phân chia giữa mất rừng và không mất rừng. Độ chính xác Accuracy, hệ số Kappa, chỉ số AUC (Area under the Curve) được chúng tôi sử dụng để đánh giá hiệu năng mô hình (Saha và cộng sự, 2020). Mô hình ANN được thực hiện thông qua thư viện *Keras* trong Python 3.7.4 (Python Software Foundation, <https://www.python.org>).

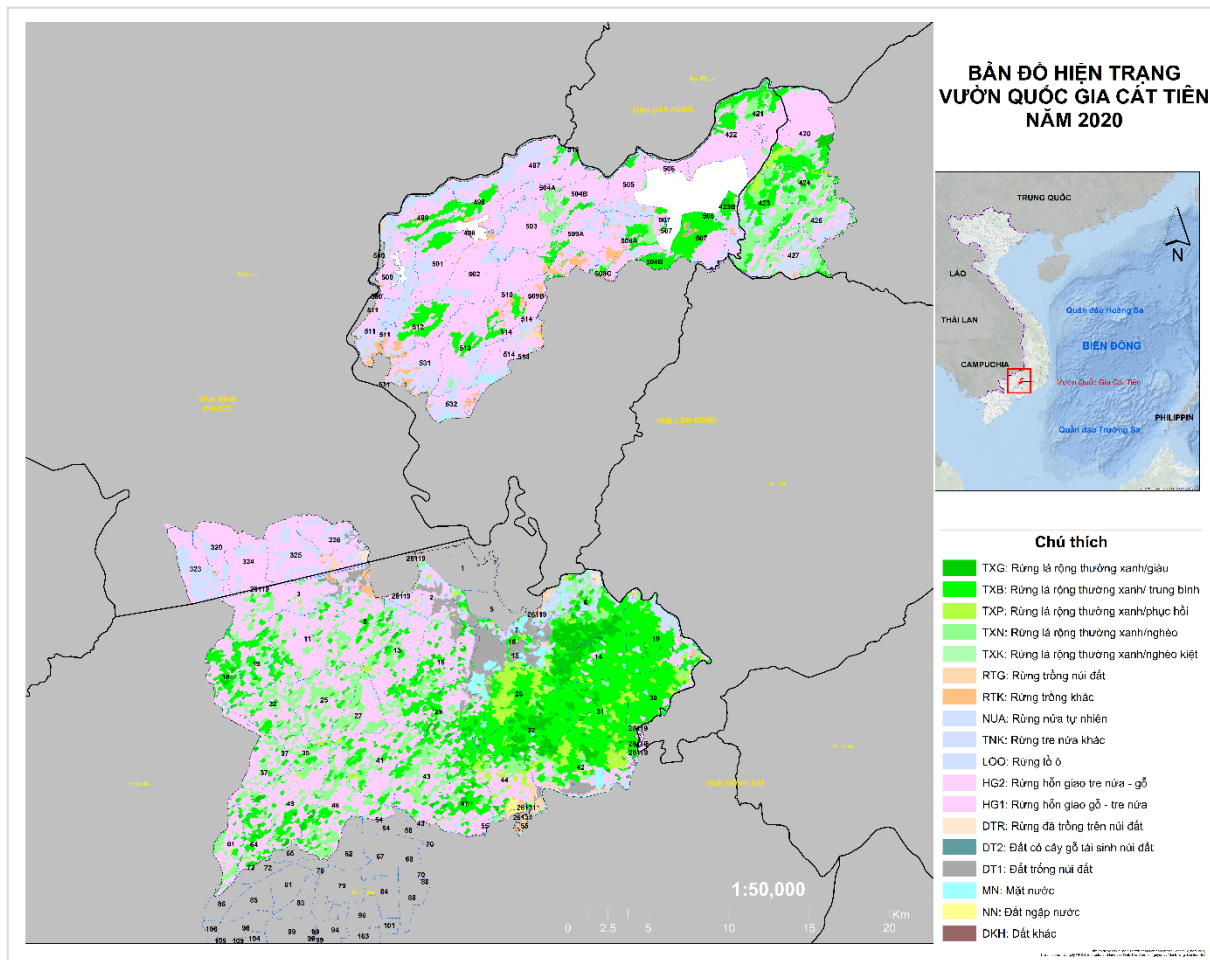
3. KẾT QUẢ

3.1. Hiện trạng rừng năm 2020

Kết quả phân tích hiện trạng rừng năm 2020 của mô hình máy vector hỗ trợ có độ tin cậy cao với độ chính xác phân loại là 0,96. Trong nghiên cứu này, diện tích tự nhiên của VQG Cát Tiên được phân loại thành 18 loại đất và loại rừng theo Thông tư số 33/2018/TT-BNNPTNT (Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn, 2018), với tổng diện tích là 71187,9 ha (**Hình 2** và **Hình 3**). Rừng hỗn giao tre nửa và gỗ tự nhiên (HG2) có diện tích lớn nhất (22233,93 ha), chiếm 31,23% tổng diện tích tự nhiên của VQG. Rừng tự nhiên lồ ô và tre nửa có diện tích khá lớn (7668,57 ha), chiếm khoảng 10,77% diện tích của VQG. Đáng chú ý, VQG Cát Tiên có diện tích rừng thường xanh giàu (TXG) khoảng 1952,87 ha và diện tích mặt nước (MN) khoảng 991,81 ha.



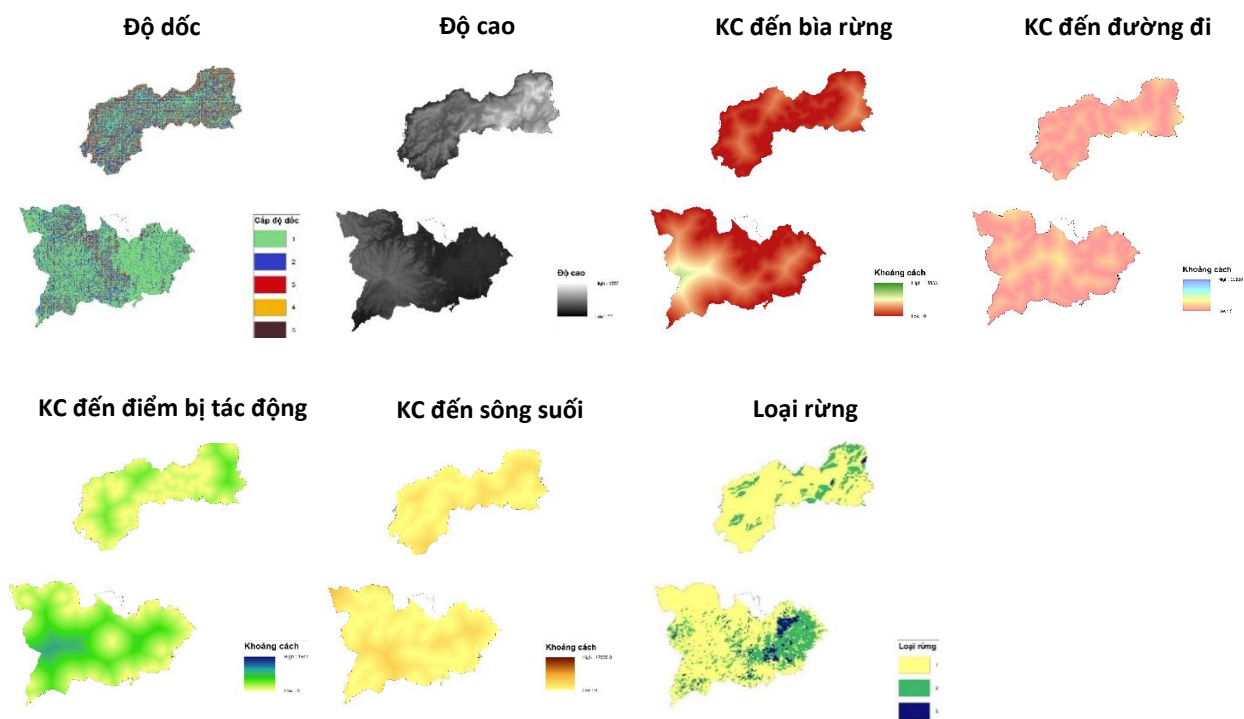
Hình 2. Diện tích các loại rừng và sử dụng đất tại VQG Cát Tiên năm 2020 (ha)



Hình 3. Hiện trạng loại rừng và sử dụng đất tại VQG Cát Tiên năm 2020

3.2. Yếu tố nguy cơ

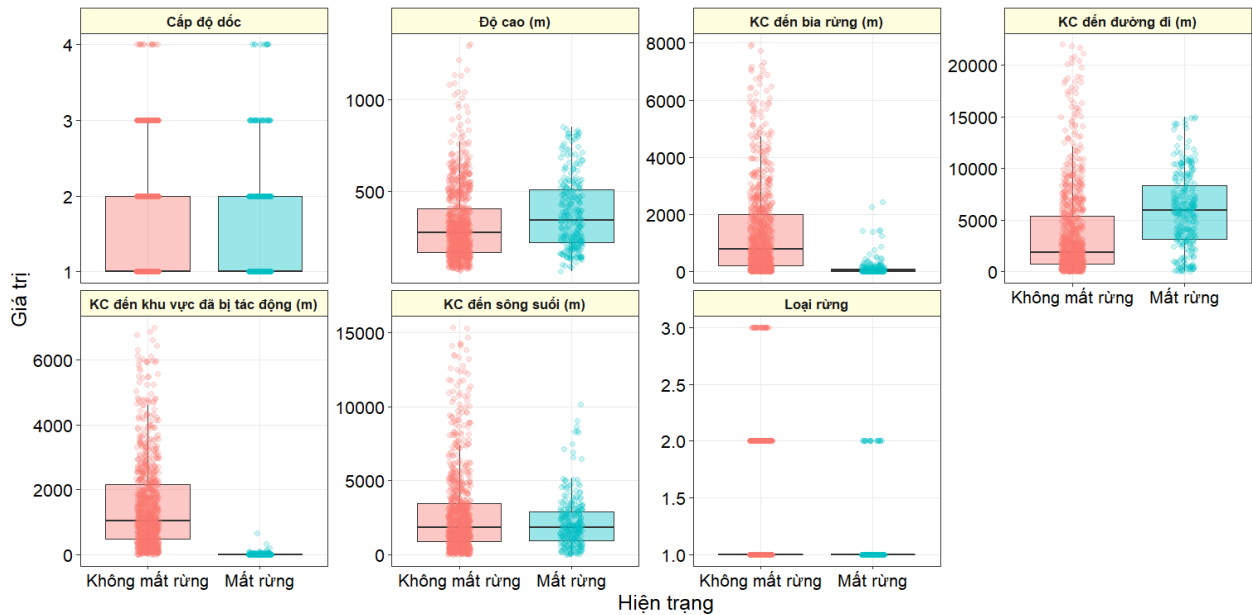
Các lớp yếu tố nguy cơ tại khu vực nghiên cứu được chuyển về định dạng raster với độ phân giải 10 m (Hình 4). Kiểm định Wilcoxon được sử dụng để xem xét sự khác biệt của các điểm mẫu giữa khu vực không mất rừng và mất rừng (Bảng 3 và Hình 5). Ngoại trừ hai biến số là độ dốc và khoảng cách đến sông suối, các biến số còn lại đều thể hiện sự khác biệt có ý nghĩa thống kê giữa nhóm không mất rừng và nhóm mất rừng. Điển hình, tính trung bình thì khoảng cách đến bìa rừng của các điểm mất rừng (114,2 m) ngắn hơn so với các điểm không bị mất rừng (1368,0 m). Điều này chỉ ra rằng các diện tích rừng tự nhiên nằm gần bìa rừng thì có khả năng bị tác động cao. Giá trị loại rừng của nhóm mất rừng (1,1) thấp hơn so nhóm không mất rừng (1,3). Kết quả quan sát này phản ánh hiện tượng rừng nghèo có nguy cơ bị xâm lấn hay chuyển đổi mục đích sử dụng đất cao hơn so với rừng trung bình và rừng giàu.



Hình 4. Phân bố không gian của các yếu tố nguy cơ tại VQG Cát Tiên

Bảng 3. So sánh giá trị các điểm mẫu giữa 2 nhóm không mất rừng và mất rừng

Biến số	Trung bình (Độ lệch chuẩn)		Trị số P
	Không mất rừng (n = 908)	Mất rừng (n = 270)	
Cấp độ dốc	1,5 (0,7)	1,6 (0,8)	0.101
Độ cao (m)	318,4 (200)	377,2 (196,0)	< 0.001
KC đến bìa rừng (m)	1368,0 (1574,5)	114,2 (287,9)	< 0.001
KC đến đường đi (m)	3655,7 (4282,6)	5880,2 (3637,2)	< 0.001
KC đến khu vực bị tác động trước đây (m)	1494,7 (1375,6)	18,4 (49,1)	< 0.001
KC đến sông suối (m)	2780,2 (2861,2)	2162,9 (1718,0)	0.253
Loại rừng	1,3 (0,5)	1,1 (0,3)	< 0.001

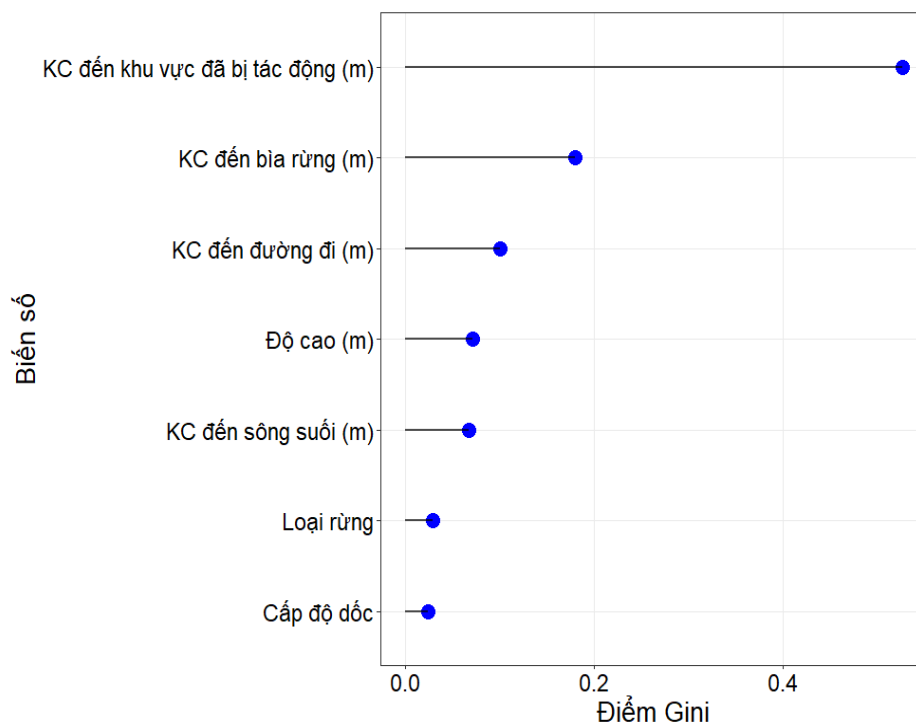


Hình 5. Đặc điểm phân bố của các yếu tố nguy cơ ở nhóm mất rừng và không mất rừng

3.3. Dự báo nguy cơ mất rừng

Tầm quan trọng của các biến số trong mô hình ANN được chúng tôi đánh giá thông qua điểm số Gini. Khoảng cách đến khu vực rừng đã bị tác động có điểm Gini cao nhất (Gini = 0,57), trong khi đó độ dốc có điểm số Gini thấp nhất (Gini = 0,024) (**Hình 6**). Do vậy, chúng tôi đã loại bỏ biến số độ dốc ra khỏi tập biến đầu vào trong mô hình ANN. Mô hình ANN được xây dựng để dự báo nguy cơ mất rừng tại VQG Cát Tiên có độ chính xác (0,92), hệ số Kappa (0,74) và chỉ số AUC (0,96) tính toán từ tập kiểm định khá cao. Các chỉ số đánh giá này chỉ ra rằng mô hình được xây dựng có thể được sử dụng để dự báo nguy cơ mất rừng tại VQG Cát Tiên với độ tin cậy khá tốt.

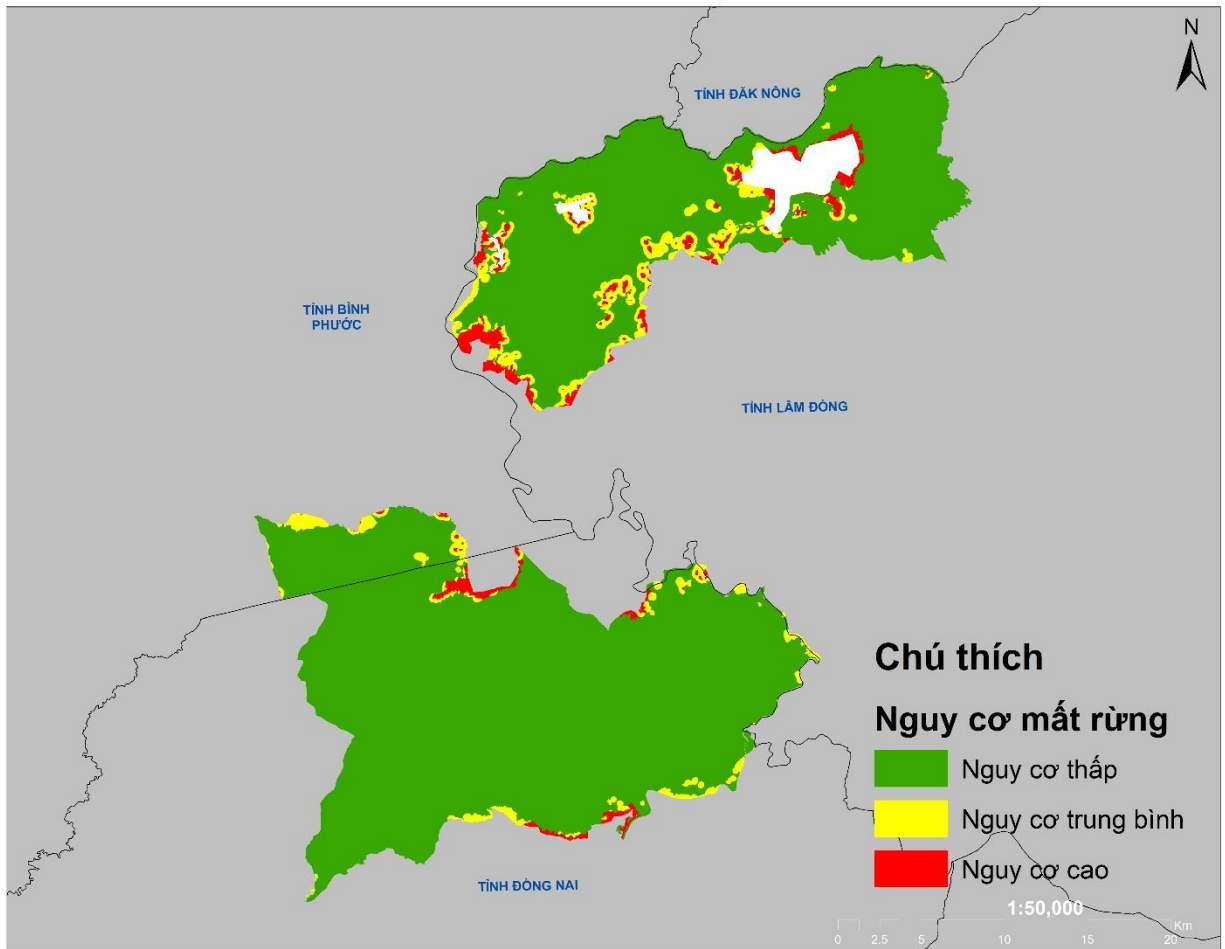
Sử dụng mô hình ANN, chúng tôi dự báo xác suất mất rừng cho toàn bộ diện tích của VQG Cát Tiên. Nguy cơ mất rừng được phân chia thành ba cấp bao gồm cấp nguy cơ thấp (ngưỡng xác suất từ 0-0,25), nguy cơ trung bình (0,25-0,5) và nguy cơ cao (> 0,5) (**Hình 7**). Diện tích thuộc cấp nguy cơ cao là khoảng 2079,9 ha, chiếm 2,92% tổng diện tích của VQG Cát Tiên. Trong 11 xã có diện tích nằm trong địa phận của VQG Cát Tiên thì xã Tà Lài có tỷ lệ cấp nguy cơ cao lớn nhất, chiếm 53,04% diện tích của xã nằm trong ranh giới của VQG (**Bảng 4**). Các xã có diện tích lớn về cấp nguy cơ cao bao gồm Phước Cát 2 (781,83 ha), tiếp theo là Đồng Nai Thượng (502,96 ha) và Đắk Lua (435,41 ha). Trong khi đó, ba xã là Đạ Kho, Phú Lý và Thanh Sơn không có diện tích thuộc cấp nguy cơ cao.



Hình 6. Điểm số Gini thể hiện tầm quan trọng của các yếu tố

Bảng 4. Diện tích các cấp nguy cơ mất rừng phân chia theo ranh giới xã

STT	Xã	Cấp nguy cơ			Tỷ lệ cấp nguy cơ cao (%)
		Thấp	Trung bình	Cao	
1	Phước Cát 2	10940,62	1248,32	781,83	6,03
2	Đồng Nai Thượng	5935,59	767,94	502,96	6,98
3	Đắk Lua	35480,12	965,53	435,41	1,18
4	Tà Lài	79,22	13,36	104,55	53,04
5	Gia Viễn	592,55	193,38	95,50	10,84
6	Tiên Hoàng	381,53	397,77	93,02	10,66
7	Lộc Bắc	5371,58	57,22	34,64	0,63
8	Đăng Hà	3873,34	485,59	32,07	0,73
9	Đạ Kho	56,38	0,00	0,00	0,00
10	Phú Lý	2248,38	5,77	0,00	0,00
11	Thanh Sơn	13,79	0,00	0,00	0,00
	Tổng	64973,09	4134,87	2079,99	



Hình 7. Phân bố các cấp dự báo nguy cơ mất rừng tại VQG Cát Tiên

4. THẢO LUẬN

Mất rừng được định nghĩa là sự chuyển đổi rừng sang đất không có rừng do tác động của con người và hoặc do các yếu tố tự nhiên (Shvidenko, 2008). Hiện nay, rừng tự nhiên ở nhiều quốc gia trên thế giới đang bị phá hủy và suy thoái nghiêm trọng (Bonan, 2008). Có nhiều nguyên nhân dẫn đến mất rừng và suy thoái rừng. Ở Việt Nam, các nguyên nhân chính gây mất rừng tự nhiên là do (1) chuyển đổi rừng tự nhiên sang rừng trồng và đất nông nghiệp, và (2) xây dựng đường giao thông, khu dân cư và các công trình thủy điện (Ty và Nghi, 2017; ICEM, 2008). Tại VQG Cát Tiên, tài nguyên rừng và đa dạng sinh học đã và đang chịu áp lực từ các hoạt động lấn chiếm rừng, khai thác và săn bắn trái phép (Dinh et al, 2012). Dự báo nguy cơ mất rừng từ nguồn dữ liệu sẵn có là hoạt động cần thiết nhằm hỗ trợ hữu hiệu cho công tác quản lý bảo vệ tài nguyên rừng và đa dạng sinh học.

Nghiên cứu đã dự báo và phân chia nguy cơ mất rừng tại VQG Cát Tiên thành ba cấp là nguy cơ thấp, trung bình và cao. Tại các khu vực có nguy cơ mất rừng cao, cần có sự tăng cường các biện pháp và hoạt động tuần tra bảo vệ rừng, nhằm hạn chế tối đa sự xâm hại vào tài nguyên rừng và đa dạng sinh học. Cơ sở dữ liệu số về hiện trạng rừng và phân cấp nguy cơ mất rừng tại VQG là các sản phẩm của nghiên cứu. Các kỹ thuật viên và kiểm lâm viên có thể sử dụng và cập nhật các dữ liệu này ngoài hiện trường thông qua các ứng dụng trên điện thoại thông minh từ đó hoàn thiện hơn cơ sở dữ liệu của VQG.

Các mô hình thống kê và học máy như ANN có một số hạn chế nhất định (Mas và cộng sự, 2004). Trong dự báo nguy cơ mất rừng, mô hình dự báo có thể bị ảnh hưởng bởi nhiều yếu tố, đặc biệt là sự thay đổi về chính sách phát triển kinh tế-xã hội tại khu vực thực hiện. Mô hình dự báo được áp dụng với giả định rằng các yếu tố nguy cơ sẽ không có sự thay đổi lớn trong tương lai (Aguilar-Amuchastegui và cộng sự, 2014). Trong nghiên cứu của chúng tôi, với giả định rằng không có sự thay đổi đáng kể trong quy hoạch và chính sách phát triển tại VQG Cát Tiên và tại các xã vùng đệm, bản đồ nguy cơ mất rừng có thể được sử dụng để dự báo nguy cơ mất rừng tự nhiên trong giai đoạn 2020-2025, qua đó hỗ trợ thiết thực cho công tác quản lý bảo vệ tài nguyên rừng và bảo tồn đa dạng sinh học.

5. TÀI LIỆU THAM KHẢO

Abdi AM (2019). Land cover and land use classification performance of machine learning algorithms in a boreal landscape using Sentinel-2 data. *GIScience & Remote Sensing*, DOI: 10.1080/15481603.2019.1650447.

Aguilar-Amuchastegui et al. (2014). Identifying areas of deforestation risk for REDD+ using a species modeling tool. *Carbon Balance and Management*. 9:10.

Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn (2018). Thông tư 33/2018/TT-BNNPTNT Quy định về điều tra, kiểm tra và theo dõi diễn biến rừng.

Bonan GB (2008). Forests and climate change: forcings, feedbacks, and the climate benefits of forests. *Science*.320 (5882):1444-1449.

Dinh TS, Hyakumura K, Ogata K (2012). Livelihoods and Local Ecological Knowledge in Cat Tien Biosphere Reserve, Vietnam: Opportunities and Challenges for Biodiversity Conservation. In Natarajan, I. *The Biosphere*, ISBN 978-953-51-0292- 2, InTech, chapter 13: 261-284, DOI: 10.5772/33021.

FAO (2006). *Global Forest Resources Assessment 2005*, Rome.

Harris NL et al. (2009). A scalable approach for setting avoided deforestation baseline'. In: C. Palmer and S. Engel (eds). *Avoided Deforestation: Prospects for Mitigating Climate Change*, London: Routledge.

Houghton RA (2016). Deforestation. In: *Biological and Environmental Hazards, Risks, and Disasters*. Eds. Shroder JF and Sivanpillai R. Amsterdam: Elsevier.

ICEM (2008). *Strategic Environmental Assessment of the Quang Nam Province Hydropower Plan for the Vu Gia-Thu Bon River Basin*, Prepared for the ADB, MONRE, MOITT & EVN, Hanoi, Viet Nam.

Mas et al. (2014). Modelling deforestation using GIS and artificial neural networks. *Environmental Modelling & Software*. 19(5):461-471.

Matthews RB et al. (2014). Implementing REDD+ (Reducing Emissions from Deforestation and Degradation): evidence on governance, evaluation and impacts from the REDD-ALERT project. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*. 19: 907–925.

Max Kuhn (2020). caret: Classification and Regression Training. R package version 6.0-86. <https://CRAN.R-project.org/package=caret>.

Polet G, Ling S. 2004. Protecting mammal diversity: opportunities and constraints for pragmatic conservation management in Cat Tien National Park, Vietnam. *Oryx*. 38(2):186–196.

R Core Team (2019). *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.

Saha et al. (2020). Predicting the deforestation probability using the binary logistic regression, random forest, ensemble rotational forest, REPTree: A case study at the Gumani River Basin, India. *Science of Total Environment*. 730.

Salek L and Sloup R (2012) Economic evaluation of proposed pure and mixed stands in Central Viet nam highlands. *Journal of Agriculture and Rural Development in the Tropics and Subtropics* 113: 21–29.

Shvidenko A (2008). Deforestation. In: *Encyclopedia of Ecology*. Eds. Jorgenssen SE and Fath BD. Amsterdam: Elsevier.

Sterling EJ and Hurley MM (2005). Conserving biodiversity in Vietnam: Applying biogeography to conservation research. *Proceedings of the California Academy of Sciences*, 56, 98.

Ty PH and Nghi TH (2017). Hydropower plant development and forest recompensing plantation in Viet Nam. *Tropenbos Viet Nam*.

Vieira GC et al. (2018). Prognoses of diameter and height of trees of eucalyptus using artificial intelligence. *Science of The Total Environment*, 619–620: 1473–1481.

Vietnam Environment Monitor (2005): Biodiversity (English). Washington, D.C: World Bank Group. <http://documents.worldbank.org/curated/en/879611468311116866/Vietnam-Environment-Monitor-2005-Biodiversity>.

World Bank (2019). Forest Country Note – Vietnam. World Bank, Washington, DC.

Báo cáo nghiên cứu

“Dự báo nguy cơ mất rừng tại Vườn Quốc gia Cát Tiên”

Tài trợ bởi

Dự án “Bảo tồn, sử dụng bền vững đa dạng sinh học và các dịch vụ hệ sinh thái rừng tại Việt Nam (Dự án GIZ-Bio)

