

SỬ DỤNG ẢNH LANDSAT VÀ MÔ HÌNH MẠNG THẦN KINH NHÂN TẠO - MARKOV DỰ BÁO BIẾN ĐỘNG SỬ DỤNG ĐẤT TẠI BẢO LÂM, LÂM ĐỒNG

Nguyễn Văn Cường, Nguyễn Hữu Cường, Nguyễn Thanh Hằng

Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường TP. Hồ Chí Minh

<https://doi.org/10.55250/jo.vnuf.2023.3.051-060>

TÓM TẮT

Biến động sử dụng đất đai không chỉ phản ánh quá trình phát triển của các yếu tố kinh tế - xã hội mà còn là kết quả của sự linh hoạt trong chính sách đất đai của nhà quản lý. Mục đích của nghiên cứu này là dự báo biến động sử dụng đất trên địa bàn huyện Bảo Lâm, tỉnh Lâm Đồng thông qua việc khai thác thông tin ảnh Landsat đa thời gian cùng mô hình tích hợp mạng thần kinh nhân tạo - chuỗi Markov. Trong đó, ảnh vệ tinh được dùng để giải đoán thành lập bản đồ thực phủ/hiện trạng sử dụng đất các năm 2010, 2015 và 2020. Từ kết quả giải đoán này, nghiên cứu đã sử dụng mô hình mạng thần kinh nhân tạo - chuỗi Markov để phân tích, dự báo biến động sử dụng đất cho 6 nhóm đất trong các năm 2025 và 2030. Kết quả dự báo đến năm 2030, diện tích lớp phủ rừng có xu hướng giảm mạnh chỉ còn 62.375,25 ha, chiếm 42,63% tổng diện tích tự nhiên và giảm 12.651,28 ha tương đương 16,68% so với hiện trạng sử dụng đất năm 2020 của huyện Bảo Lâm.

Từ khóa: Bảo Lâm, biến động sử dụng đất, chuỗi Markov, Neural network, viễn thám.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Biến động thực phủ/sử dụng đất là kết quả tổng hợp của nhiều hoạt động kinh tế, văn hóa, xã hội của con người trong quá trình khai thác sử dụng đất đai [1]. Đối với các nhà quản lý, việc đánh giá, phân tích, dự báo biến động thực phủ hay sử dụng đất là cần thiết để xây dựng các phương án quy hoạch cũng như hoạch định các chính sách đất đai cho tương lai nhằm đảm bảo xã hội phát triển ổn định, bền vững [2].

Nghiên cứu phân tích biến động đất đai theo không gian trên cơ sở chồng xếp các lớp hiện trạng sử dụng đất bằng công cụ GIS để phân tích các thay đổi sử dụng đất trong quá khứ [3, 4]. Tuy nhiên, nhu cầu của các nhà quản lý đất đai không chỉ giới hạn trong phạm vi phân tích biến động thông tin không gian sử dụng đất đất đai quá khứ mà còn cần các dự báo biến động cho các năm tiếp theo. Mô hình Cellular Automata-Markov là công cụ được sử dụng phổ biến để phân tích biến động thông tin không gian trong quá khứ cũng như dự báo sự thay đổi sử dụng đất trong tương lai [5, 6]. Tuy nhiên, biến động thực phủ hay sử dụng đất đai không chỉ mang yếu tố lịch sử theo vị trí không gian mà còn chịu

sự tác động của nhiều yếu tố về tự nhiên, kinh tế, xã hội. Các yếu tố này có các mức độ tác động khác nhau và có khả năng được mô phỏng bằng hàm hồi quy logictisc [7, 8]. Bên cạnh đó, ảnh vệ tinh được xem là nguồn dữ liệu quan trọng và hiệu quả trong việc nghiên cứu các thông tin biến động mặt đất [9]. Vì vậy, việc sử dụng dữ liệu viễn thám đa thời gian để phân tích biến động thực phủ hay sử dụng đất còn được kết hợp với các yếu tố tự nhiên, kinh tế, xã hội, môi trường để xây dựng hàm hồi quy và chuỗi Markov nhằm mô phỏng, dự báo biến động về quy mô diện tích cũng như vị trí thay đổi các loại đất trong tương lai [10, 11].

Mạng thần kinh nhân tạo (Artificial neural network - ANN) là công cụ mạnh mẽ sử dụng phương pháp học máy để định lượng, lập mô hình hành vi và mẫu phức tạp. ANN được sử dụng để nhận dạng mẫu trong nhiều lĩnh vực khác nhau, chẳng hạn như kinh tế học, y học, dự báo thời tiết, kỹ thuật cơ khí, viễn thám. Việc sử dụng mạng thần kinh đã tăng lên đáng kể trong vài năm qua do những tiến bộ về hiệu suất tính toán [12] và sự sẵn có ngày càng tăng của phần mềm ANN mạnh mẽ và linh hoạt. Trong nghiên

cứu mô phỏng thay đổi sử dụng đất, ANN được sử dụng dựa trên các sự kiện lịch sử và các yếu tố tác động [13].

Mục tiêu của nghiên cứu này là sử dụng kết hợp ANN và chuỗi Markov để phân tích các thông tin mặt đất thu nhận từ ảnh vệ tinh đa thời gian trên địa bàn huyện Bảo Lâm, tỉnh Lâm Đồng. Từ đó, nghiên cứu tiến hành phân tích, đánh giá các sự thay đổi thực phủ trong không gian theo thời gian dưới sự tác động của 6 nhóm yếu tố khác nhau nhằm tìm ra quy luật biến động sử dụng đất. Tiếp theo, nghiên cứu dự báo xu hướng biến động sử dụng đất dài theo không gian và thời gian cho huyện Bảo Lâm đến năm 2030. Nghiên cứu này sẽ giúp các nhà quy hoạch, các nhà quản lý và hoạch định chính sách đất đai có được sự đánh giá, phân tích khách quan hơn để ban hành các chính sách, chiến lược khai thác, sử dụng nguồn tài nguyên đất hợp lý, bền vững trên địa bàn huyện Bảo Lâm.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Địa bàn nghiên cứu

Bảo Lâm là huyện một trong những huyện có diện tích lớn cũng như là huyện có tỷ lệ đất rừng cao thuộc tỉnh Lâm Đồng. Diện tích tự nhiên của huyện khoảng 146 ngàn héc ta và tỷ lệ đất rừng của huyện, theo số liệu thống kê năm 2020, chiếm hơn 50% diện tích tự nhiên. Bảo Lâm có độ cao trung bình khoảng 900m so với mực nước biển. Bên cạnh đó, huyện là nơi bắt nguồn của sông La Ngà và nhiều dòng suối chính của sông Đa Dâng như: Đa Tong Krong, Đa Dung Krian, Đa Riam, Đa Bình... Do đó, diện tích rừng của huyện có vai trò lớn trong việc điều tiết, kiểm soát tự nhiên đối với nước mặt và nước mạch. Cụ thể, rừng giúp tăng khả năng thấm thấu nước mưa vào trong lòng đất, giảm tốc độ dòng chảy bề mặt, hạn chế nguy cơ lũ quét cho mùa mưa. Bên cạnh đó, lượng nước này sẽ được giữ lại trong đất để cung cấp cho hệ thống thủy hệ vào mùa khô giúp cho sản xuất và sinh hoạt của người dân trên địa bàn một số huyện thuộc tỉnh Lâm Đồng và tỉnh Đồng Nai

cũng như các đơn vị hành chính khác thuộc lưu vực sông La Ngà, Đa Dâng...[14].

2.2. Dữ liệu nghiên cứu

Dữ liệu chính của nghiên cứu sử dụng chính là ảnh vệ tinh Landsat các năm 2010, 2015 và 2020 (Bảng 1 và Hình 1). Các ảnh này được tải từ <https://earthexplorer.usgs.gov/> [15]. Bên cạnh đó, nghiên cứu sử dụng bản đồ hiện trạng sử dụng đất của huyện Bảo Lâm các năm tương ứng, bản đồ ranh giới hành chính, bản đồ ảnh Google Earth. Ngoài ra, nghiên cứu sử dụng kết hợp kết quả điều tra thực địa và số liệu thống kê của huyện Bảo Lâm.

2.3. Phương pháp nghiên cứu

2.3.1. Phương pháp giải đoán ảnh viễn thám

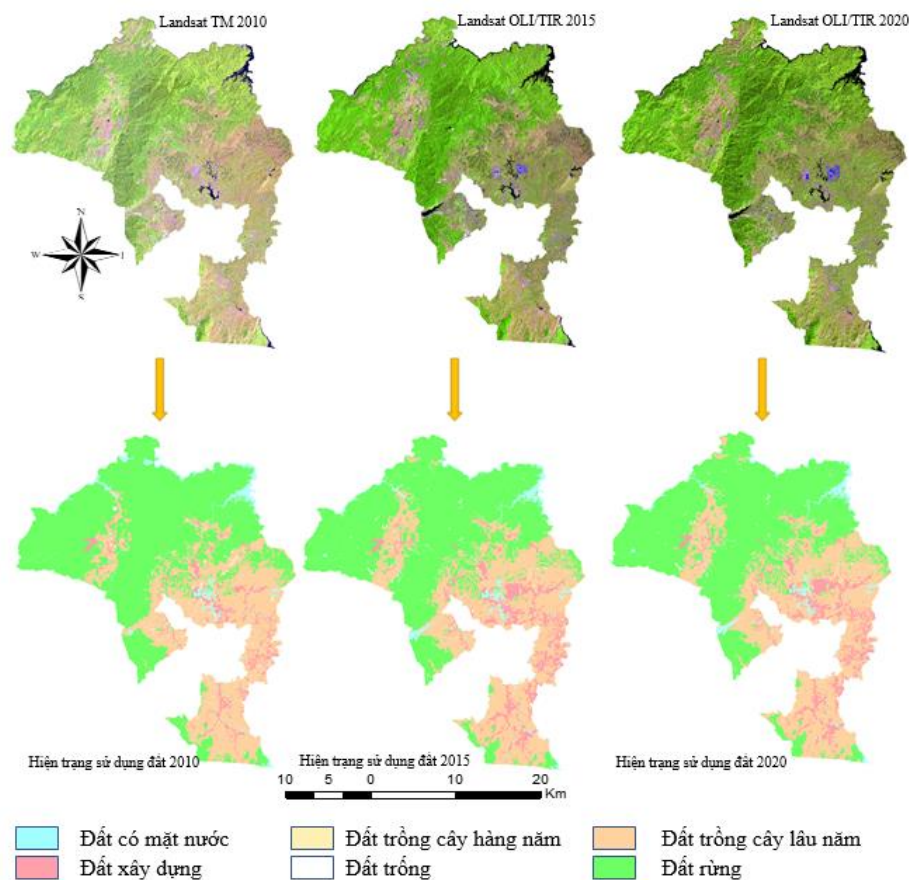
Để thành lập bản đồ thực phủ/ hiện trạng sử dụng đất các năm 2010, 2015 và 2020, nghiên cứu sử dụng giải đoán ảnh viễn thám theo phương pháp có giám sát [16]. Nghiên cứu sử dụng ảnh vệ tinh Landsat các năm 2010, 2015 và 2020. Bên cạnh đó, Tuy nghiên cứu đã thu thập bản đồ hiện trạng sử dụng đất các năm 2010, 2015 và 2020 nhưng các bản đồ này thể hiện hiện trạng sử dụng đất theo mục tiêu pháp lý trong công tác quản lý đất đai được các cơ quan quản lý đất đai thành lập trong các kỳ kiểm kê đất đai. Trong khi đó, nghiên cứu hướng đến mục tiêu hiện trạng sử dụng đất theo lớp phủ mặt đất. Do đó, các loại bản đồ này cùng với các dữ liệu khác như: bản đồ ranh giới hành chính của huyện Bảo Lâm, ảnh vệ tinh Google earth để hỗ trợ cho quá trình giải đoán, phân loại ảnh Landsat trên phần mềm ENVI version 5.3. Kết quả của quá trình này, nghiên cứu đã phân loại giải đoán được 6 loại hình sử dụng đất gồm: đất có mặt nước (gồm sông, suối, kênh, mương, ao hồ), đất trồng cây hàng năm (đất trồng lúa nước, đất trồng lúa nương, hoa màu...), đất trồng cây lâu năm (đất trồng cây chè, cây cà phê, cây ăn quả...), đất xây dựng (đất xây dựng trong khu dân cư, đường giao thông, đất khu công nghiệp, nhà máy...), đất rừng (các loại cây lá kim như thông, cây lá rộng như cây dầu...), đất

trông. Quá trình thực hiện giải đoán ảnh Landsat bằng phần mềm ENVI 5.3, gồm các bước như sau: (1) Nắn chỉnh hình học; (2) Tăng cường chất lượng ảnh và cắt ảnh; (3) Lập khóa giải đoán ảnh; (4) Phân loại ảnh viễn thám theo

phương pháp có giám sát; (5) Đánh giá kết quả phân loại. Độ chính xác của giải đoán được đánh giá theo hệ số Kappa với độ chính xác từ 0,93 đến 0,96 và độ chính xác toàn cục trong khoảng từ 95% đến 97% (Bảng 2).

Bảng 1. Thống kê ảnh viễn thám Landsat nghiên cứu

Mã ảnh	Ngày chụp	Độ phân giải (m)	Path/row
LT05_L1TP_124052_20100204_20200825_02_T1	04/02/2010	30 x 30	124/52
LC08_L1TP_124052_20150218_20200909_02_T1	18/02/2015	30 x 30	124/52
LC08_L1TP_124052_20200115_20200824_02_T1	15/01/2020	30 x 30	124/52

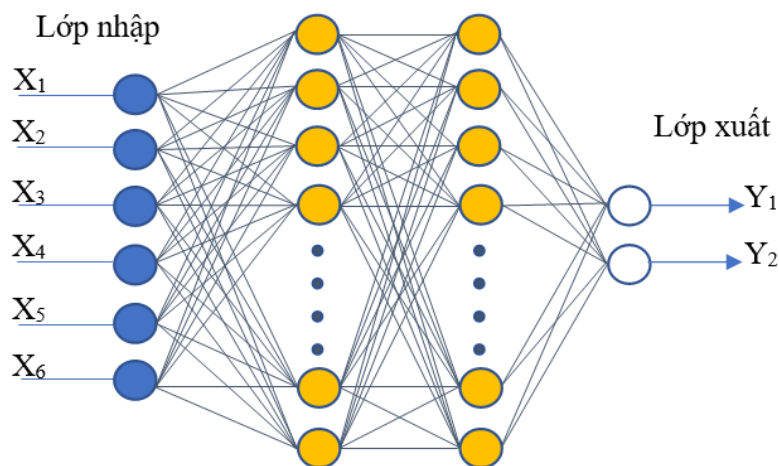


Hình 1. Bản đồ thực phủ/hiện trạng sử dụng đất giải đoán từ ảnh vệ tinh các năm

2.3.2. Mô hình mạng thần kinh nhân tạo (Artificial neural network)

Nghiên cứu sử dụng mô hình mạng thần kinh nhân tạo (Artificial neural network) trong phần mềm IDRISI để phân tích, dự báo khả năng thay đổi trạng thái sử dụng đất của các. Cấu trúc mạng thần kinh nhân tạo bao gồm: tập lớp nhập, tập các lớp ẩn và tập lớp xuất [17]. Trong đó, các lớp vào là các nhân tố tác động

đến sự thay đổi sử dụng đất đai được xem là tập lớp nhập. Nghiên cứu này sử dụng 6 neural lớp nhập (X_i) các yếu tố tác động đến khả năng thay đổi hiện trạng sử dụng đất, 2 đến 3 lớp ẩn và 1 lớp xuất (Y_i) với khả năng thay đổi của các loại hình sử dụng đất (Hình 2). Kết quả phân tích mạng thần kinh nhân tạo trên phần mềm IDRISI là bản đồ xác suất khả năng chuyển đổi các loại đất trong không gian trên địa bàn nghiên cứu.



- X_i : Các yếu tố tác động đến khả năng thay đổi hiện trạng sử dụng đất
- Y_i : Khả năng thay đổi của các loại hình sử dụng đất

Hình 2. Cấu trúc mạng thần kinh nhân tạo (Artificial neural network)

2.3.3. Chuỗi Markov

Nghiên cứu phân tích đánh giá và dự báo trạng thái sử dụng đất theo thời gian dựa trên cơ sở của chuỗi Markov. Nguyên lý là coi thay đổi sử dụng đất là một quá trình ngẫu nhiên diễn ra theo một trình tự các bước thông qua một tập hợp các trạng thái [18].

Mô hình chuỗi Markov là một mô hình quá trình ngẫu nhiên mô tả khả năng một trạng thái (t_1) chuyển sang trạng thái khác (t_2) [19]. Dựa trên định lý Bayes về xác suất có điều kiện, sự thay đổi sử dụng đất được tính theo công thức [20]:

$$S_{(t+1)} = P_{ij} \times S_{(t)} \quad (1)$$

Trong đó $S(t)$ và $S(t + 1)$ là các trạng thái của hệ thống tại thời điểm t và $(t + 1)$. P_{ij} là ma trận xác suất chuyển trạng thái ở một trạng thái và được tính như sau:

$$P = \begin{bmatrix} P_{11} & P_{12} & \dots & P_{1n} \\ P_{21} & P_{22} & \dots & P_{2n} \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ P_{n1} & P_{n2} & \dots & P_{nn} \end{bmatrix} \quad (2)$$

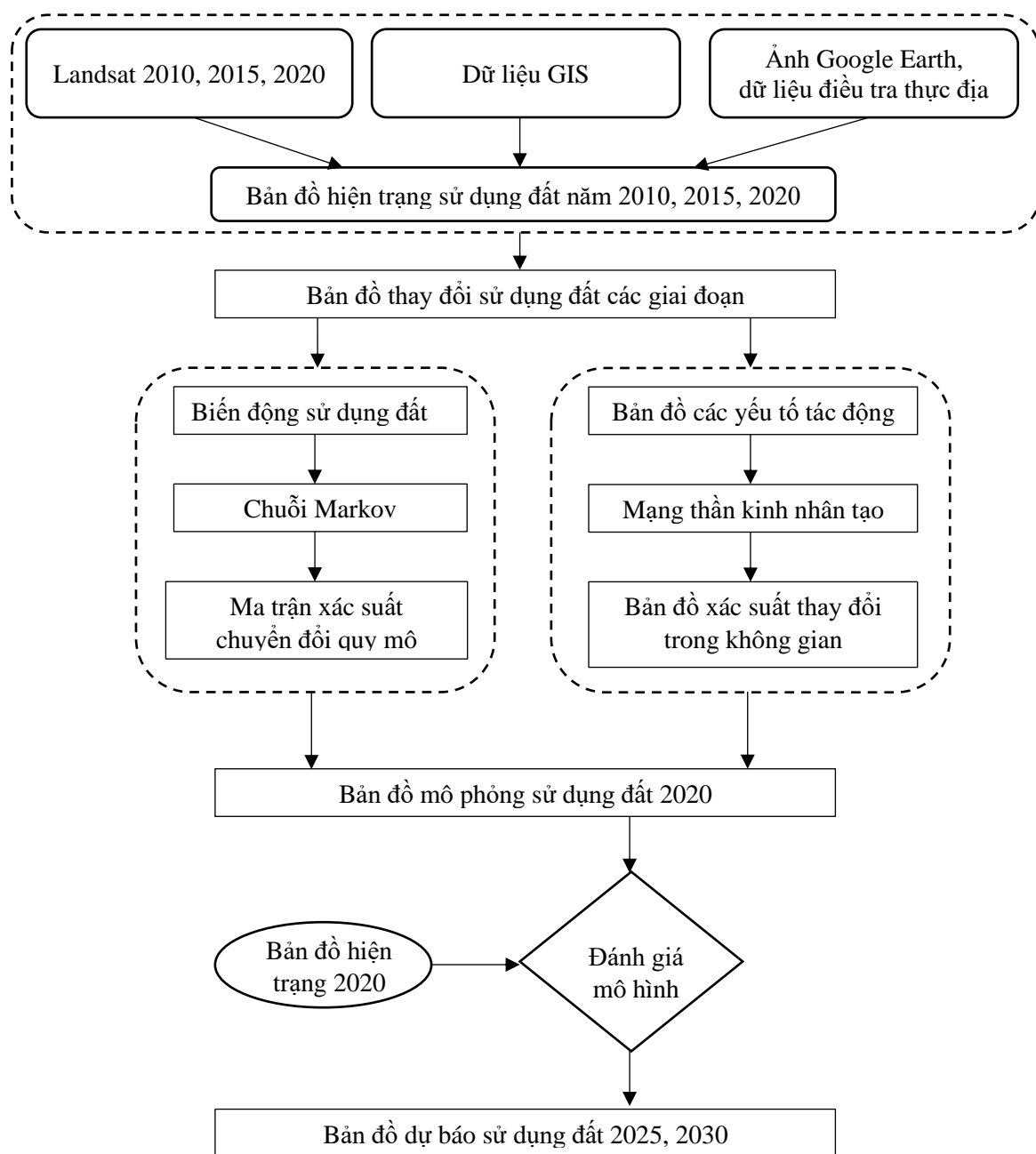
Trong đó: $0 \leq P_{ij} \leq 1$ và $\sum_{j=1}^n P_{ij} = 1$.

Tuy nhiên, trong mô hình chuỗi Markov chỉ đưa ra xác suất chuyển đổi theo quy mô diện tích, sự phân bố theo không gian của các loại lớp phủ đất là không xác định [21]. Để giải

quyết vấn đề này, nghiên cứu đã sử dụng kết hợp mạng trí tuệ nhân tạo (Artificial neural network) và chuỗi Markov để phân tích để tìm ra quy luật về khả năng thay đổi trạng thái của các loại đất đai trong không gian dưới tác động các yếu tố tác động như: độ dốc, độ cao, khoảng cách đến giao thông chính, khoảng cách đến giao thông phụ, khoảng cách đến khu dân cư, khoảng cách đến nguồn nước.

2.3.4. Quy trình nghiên cứu

Nghiên cứu thực hiện thu thập dữ liệu ảnh Landsat các năm 2010, 2015 và 2020 cũng như các loại dữ liệu khác gồm các loại bản đồ hiện trạng sử dụng đất của huyện Bảo Lâm qua trong cùng giai đoạn và các dữ liệu ảnh google Earth. Từ nguồn dữ liệu này, nghiên cứu tiến hành phân tích, giải đoán thành lập các bản đồ dữ liệu đầu vào để phân tích đánh giá biến động cho giai đoạn 2010-2015. Bên cạnh đó, nghiên cứu sử dụng mạng thần kinh nhân tạo để phân tích khả năng thay đổi của các loại đất trong không gian cũng như phân tích chuỗi Markov để dự báo mô phỏng hiện trạng sử dụng đất năm 2020. Kết quả dự báo này được đánh giá kiểm chứng với bản đồ hiện trạng năm 2020 mà đã được thành lập trước đó. Tiếp đến, nghiên cứu tiếp tục dự báo cho các năm 2025 và năm 2030 (Hình 3).



Hình 3. Quy trình thực hiện nghiên cứu

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Xây dựng bản đồ thực phủ/ hiện trạng sử dụng đất từ ảnh viễn thám

Hiện trạng sử dụng đất các năm 2010, 2015 và 2020 được giải đoán từ viễn thám theo phương pháp giải đoán có giám sát. 6 loại hình sử dụng đất được giải đoán gồm: đất có mặt

nước, đất xây dựng, đất cây hàng năm, đất trồng cây lâu năm, đất rừng, đất trống (Hình 1). Độ chính xác phân loại ảnh được thể hiện thông qua chỉ số Kappa với độ chính xác toàn cục từ khoảng 95% đến trên 97% và hệ số Kappa từ 0,93 đến 0,97 (Bảng 2).

Bảng 2. Kết quả giải đoán ảnh viễn thám

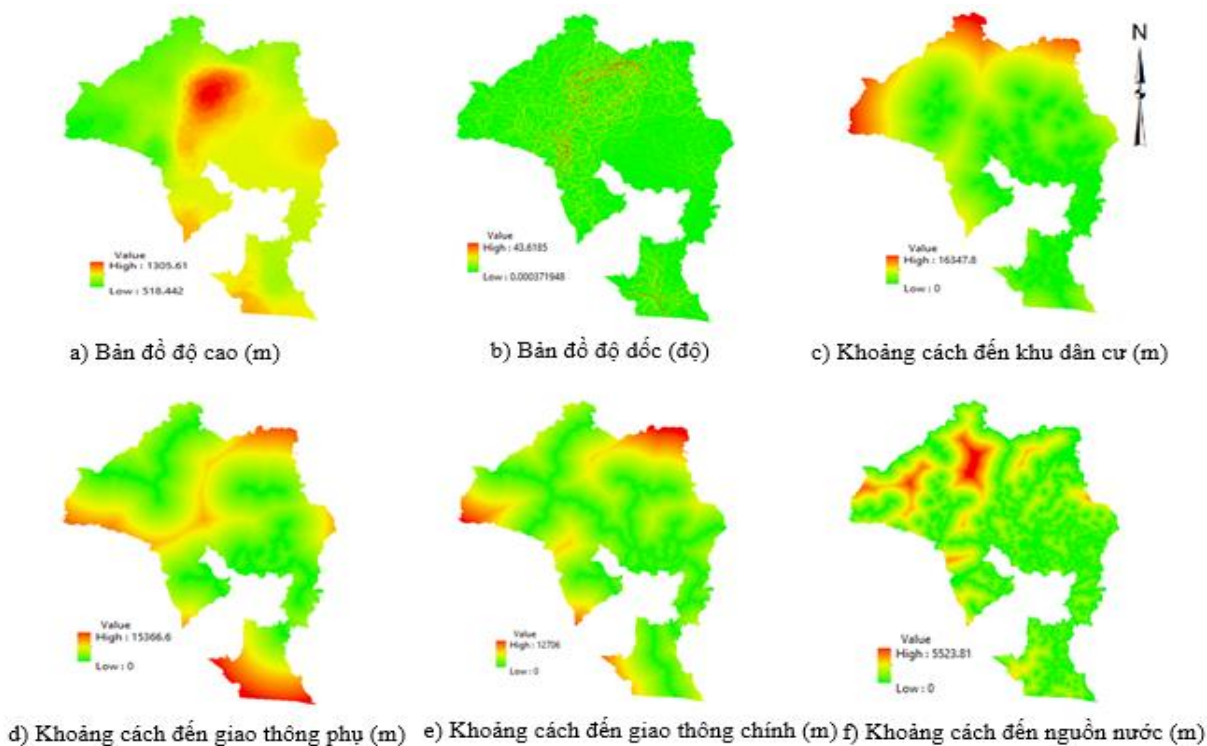
Năm	Độ chính xác toàn cục (%)	Hệ số kappa
2010	96,2	0,95
2015	97,6	0,97
2020	95,1	0,93

3.2. Dự báo thay đổi sử dụng đất

3.2.1. Các yếu tố tác động đến thay đổi sử dụng đất

Các yếu tố tác động được sử dụng trong nghiên cứu gồm: bản đồ khoảng cách đến đường giao thông chính, bản đồ khoảng cách đến đường giao thông phụ, bản đồ khoảng cách đến nguồn nước, bản đồ khoảng cách đến khu dân cư, bản đồ độ dốc và bản đồ độ cao. Phần mềm Arcgis 10.8 được sử dụng thành lập các bản đồ yếu tố tác động từ dữ liệu bản đồ hiện trạng sử dụng đất và bản đồ địa hình của huyện Bảo Lâm. Do địa bàn nghiên cứu thuộc khu vực tây nguyên, có địa hình cao, độ dốc lớn nên các yếu

tố tự nhiên về độ dốc, độ cao, nguồn nước ảnh hưởng đến sự phát triển của các loại thực phủ cũng như việc khai thác sử dụng đất của người dân trên địa bàn. Bên cạnh đó, các yếu tố về kinh tế xã hội như khu dân cư, giao thông chính, giao thông phụ tác động đến hành vi lựa chọn sử dụng đất của người sử dụng. Các loại bản đồ này được xây dựng dưới dạng raster với kích thước các pixel 30 m x 30 m (Hình 4). Mỗi yếu tố tác động đều có ảnh hưởng khác nhau đến sự thay đổi sử dụng đất trên địa bàn huyện Bảo Lâm để phân tích đánh giá các mức độ tác động đến khả năng thay đổi hiện trạng sử dụng đất của từng loại đất trên địa bàn nghiên cứu.



Hình 4. Bản đồ các yếu tố tác động

3.2.2 Biến động hiện trạng sử dụng đất đất đai

Sự thay đổi sử dụng đất, giai đoạn từ năm 2010 đến năm 2020, trên địa bàn huyện Bảo Lâm theo hướng giảm mạnh các loại đất rừng, đất trồng và đất mặt nước. Trong đó, tăng mạnh loại đất cây lâu năm và đất xây dựng do quá trình đô thị hóa cũng như chuyển đổi cơ cấu cây trồng của huyện tăng diện tích trồng cây lâu năm. Cụ thể, diện tích đất rừng giảm mạnh nhất 11.128,22 ha, tiếp theo là đất có mặt nước giảm

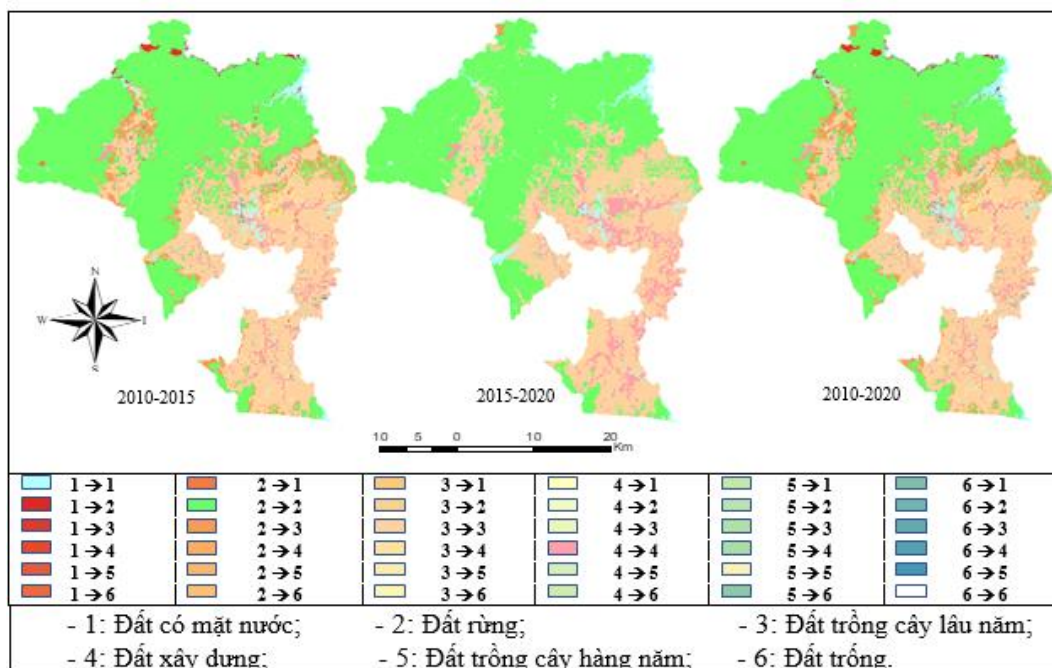
356,50 ha do chuyển sang các loại đất khác. Quá trình đô thị hóa của huyện Bảo Lâm đã kéo theo diện tích đất xây dựng tăng nhanh với 7.446,44 ha và sự chuyển dịch cơ cấu cây trồng sang các loại cây lâu năm có hiệu quả kinh tế cao là 4.317,97 ha. Xu hướng biến động hiện trạng sử dụng đất này là xu thế chung của không chỉ huyện Bảo Lâm mà còn là xu thế chung của cả tỉnh Lâm Đồng cũng như của khu vực Tây Nguyên. Xu thế này có nhiều nguyên nhân khác

nhau: (i) do sự chuyển dịch từ việc giảm diện tích rừng để mở rộng diện tích canh tác các loại cây lâu năm có giá trị kinh tế như: chè, cà phê, bơ, các loại cây ăn quả và cây công nghiệp lâu năm có giá trị khác; (ii) sự chuyển dịch cơ cấu cây trồng từ cây hàng năm ngắn ngày sang các loại cây lâu năm có giá trị kinh tế hơn cũng như giải quyết vấn đề nước tưới trong mùa khô của

Bảo Lâm nói riêng và của Tây Nguyên nói chung; (iii) việc chuyển đổi cơ cấu sử dụng đất do nhu cầu phát triển kinh tế của huyện gồm mở rộng đô thị, xây dựng cơ sở hạ tầng, đặc biệt trên địa bàn huyện có nhà máy khai thác Bô xít (Bauxite) Tân Rai. Sự biến động đất đai này của huyện được thể hiện trong Bảng 3 và Hình 5.

Bảng 3. Hiện trạng và biến động sử dụng đất các năm huyện Bảo Lâm

Loại đất	Hiện trạng các năm (ha)			Biến động các giai đoạn (ha)		
	2010	2015	2020	2010 - 2015	2015 - 2020	2010 - 2020
Đất mặt nước	5.060,00	4.811,50	4.703,50	- 248,50	- 108,00	- 356,50
Đất rừng	86.154,75	79.025,25	75.026,53	- 7.129,50	- 3.998,72	- 11.128,22
Cây lâu năm	47.611,25	50.819,25	51.929,22	3.208,00	1.109,97	4.317,97
Đất xây dựng	6.345,25	10.773,00	13.791,69	4.427,75	3.018,69	7.446,44
Cây hàng năm	305,75	252,25	252,02	- 53,50	- 0,23	- 53,73
Đất trống	826,25	622,00	600,29	- 204,25	- 21,71	- 225,96
Tổng cộng	146.303,25	146.303,25	146.303,25	0,00	0,00	0,00

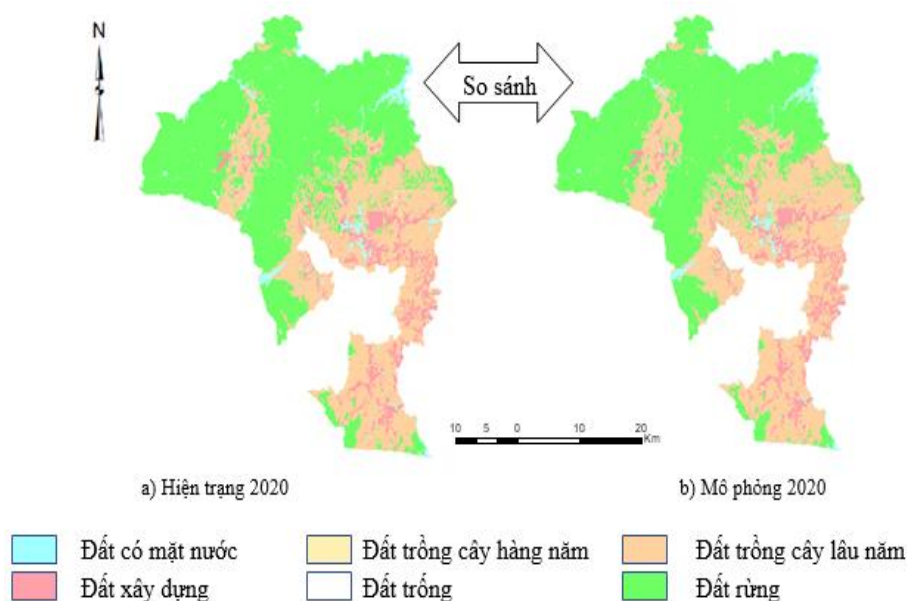


Hình 5. Biến động hiện trạng sử dụng đất đai qua các năm tại huyện Bảo Lâm

3.2.3. Đánh giá mô hình

Bản đồ mô phỏng sử dụng đất năm 2020 được tạo ra bởi mô hình tích hợp chuỗi Markov-mô hình mạng thần kinh nhân tạo dựa trên bản đồ sử dụng đất năm 2010 và 2015. Bản đồ kết quả này được so sánh với bản đồ hiện trạng sử dụng đất năm 2020 của huyện Bảo Lâm

(hình 6) để đánh giá độ chính xác mô hình dự báo thông qua các chỉ số Kappa lớn hơn 0,9 và ở mức tốt [22]. Từ kết quả đánh giá các chỉ số thống kê này, nghiên cứu tiến hành dự báo biến động đất đai đến năm 2025 và 2030 cho địa bàn huyện Bảo Lâm.



Hình 6. Đánh giá mô hình dự báo

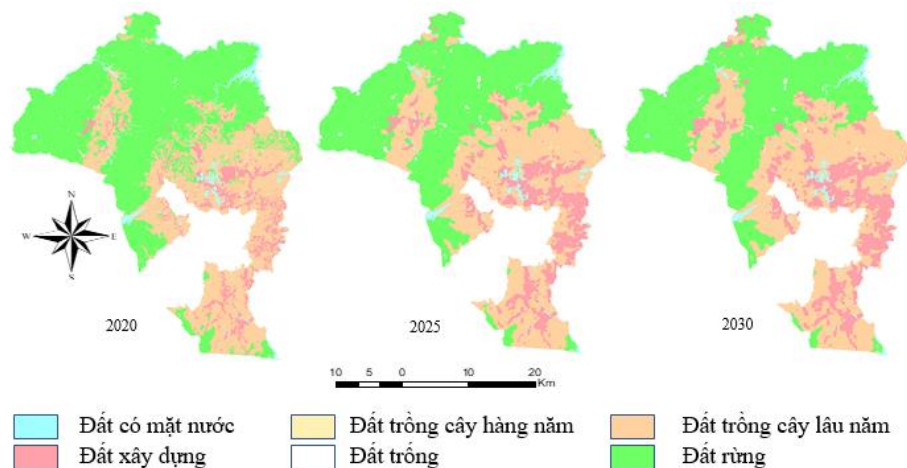
3.2.4. Kết quả dự báo

Kết quả dự báo sự thay đổi sử dụng đất trên địa bàn huyện Bảo Lâm với giai đoạn mỗi 5 năm trên cơ sở nghiên cứu mô hình mạng thần kinh nhân tạo và chuỗi Markov cho thấy, diện tích đất rừng và đất mặt nước tiếp tục giảm mạnh

trong giai đoạn 2020 – 2030 với 12.651,28 ha và 294,50 ha cho mỗi loại. Diện tích đất tăng trong giai đoạn này là đất xây dựng và đất cây lâu năm tương ứng với 9.756,31 ha và 3.227,53 ha (Bảng 5).

Bảng 5. Dự báo thay đổi sử dụng đất huyện Bảo Lâm

Loại đất	Diện tích các năm (ha)			Biến động các giai đoạn (ha)		
	2020	2025	2030	2020 - 2025	2025 - 2025	2020 - 2030
Đất mặt nước	4.703,50	4.504,50	4.409,00	-199,00	-95,50	-294,50
Đất rừng	75.026,53	67.230,25	62.375,25	-7.796,28	-4.855,00	-12.651,28
Cây lâu năm	51.929,22	54.291,75	55.156,75	2.362,53	865,00	3.227,53
Đất xây dựng	13.791,69	19.445,00	23.548,00	5.653,31	4.103,00	9.756,31
Cây hàng năm	252,02	272,25	282,25	20,23	10,00	30,23
Đất trống	600,29	559,5	532	-40,79	-27,50	-68,29
Tổng cộng	146.303,25	146.303,25	146.303,25	0,00	0,00	0,00



Hình 7. Bản đồ dự báo sử dụng đất các năm 2025 và 2030

4. KẾT LUẬN

Nghiên cứu đã phân tích được sự biến động hiện trạng sử dụng đất trên địa bàn huyện Bảo Lâm từ 2010 đến 2020 từ nguồn dữ liệu ảnh vệ tinh đa thời gian và các loại bản đồ liên quan. Trong giai đoạn này, diện tích đất rừng của địa phương giảm nhanh 11.128,22 ha và diện tích đất xây dựng của địa phương tăng thêm 7.446,44 ha và diện tích đất trồng cây lâu năm cũng tăng thêm 4.317,97 ha. Bên cạnh đó, nghiên cứu đã dự báo biến động hiện trạng sử dụng đất đai trong gian đoạn 2020-2030 bằng mô hình tích hợp mạng thần kinh nhân tạo và chuỗi Markov. Trong giai đoạn dự báo, diện tích đất rừng của địa phương tiếp tục giảm thêm 12.651,28 ha, diện tích đất xây dựng và đất trồng cây lâu năm tăng thêm lần lượt là 9756,31 ha và 3.227,53 ha. Kết quả nghiên cứu này giúp các nhà quản lý đất đai của huyện Bảo Lâm cũng như các cơ quan quản lý đất đai của tỉnh Lâm Đồng đưa ra các chính sách quản lý, khai thác, điều tiết, kiểm soát việc chuyển dịch cơ cấu khai thác sử dụng đất đai giúp thúc đẩy sự phát triển kinh tế nhưng vẫn giữ được tiềm năng đất rừng của địa phương. Tuy nhiên, nghiên cứu còn hạn chế, chưa phân tích được các yếu tố kinh tế, xã hội và chính sách pháp luật tác động đến việc dự báo biến động sử dụng đất đai của Bảo Lâm.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. Lambin E. F., Turner B. L., Geist H. J., Agbola S. B., Angelsen A., Bruce J. W., Coomes O. T., DirzoR., Fischer G. & Folke C. (2001). The causes of land-use and land-cover change: moving beyond the myths. *Global environmental change*. 11(4): 261-269. [https://doi.org/10.1016/S0959-3780\(01\)00007-3](https://doi.org/10.1016/S0959-3780(01)00007-3).

[2]. Tahir M., Imam E. & Hussain T. (2013). Evaluation of land use/land cover changes in Mekelle City, Ethiopia using Remote Sensing and GIS. *Computational Ecology Software*. 3(1): 9-16. <https://doi.org/10.0000/issn-2220-721x-compu ecol-2013-v3-0002>.

[3]. Loannis M. & Meliadis M. (2011). Multi-temporal Landsat image classification and change analysis of land cover/use in the Prefecture of Thessaloiniki, Greece. *Proceedings of the International Academy of Ecology and Environmental Sciences*. 1(1): 15-25. <https://doi.org/10.0000/issn-2220-721x-compu ecol-2013-v3-0002>.

[4]. Nguyễn Hải Hòa (2016). Ứng dụng viễn thám

landsat đa thời gian và gis đánh giá biến động diện tích rừng ngập mặn ven biển huyện Tiên Yên, tỉnh Quảng Ninh giai đoạn 1994 - 2015. *Tạp chí Khoa học Lâm nghiệp*. 1/2016 (4208 - 4217).

[5]. Memarian H., Balasundram S. K., Talib J. B., Sung C. T. B., Sood A. M. & Abbaspour K. (2012). Validation of CA-Markov for simulation of land use and cover change in the Langat Basin, Malaysia. *Journal of Geographic Information System*. 4: 542-554. <https://doi.org/10.4236/jgis.2012.46059>.

[6]. Li S., Jin B., Wei X., Jiang Y. & Wang J. (2015). Using Ca-Markov Model to Model the spatiotemporal change of land use/cover in Fuxian Lake for decision support. *ISPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing Spatial Information Sciences*. 2(4): 163. <https://doi.org/10.5194/isprsannals-II-4-W2-163-2015>.

[7]. Lambin E. F. (1997). Modelling and monitoring land-cover change processes in tropical regions. *Progress in physical geography*. 21(3): 375-393. <https://doi.org/10.1177/030913339702100303>.

[8]. Muller D. & Zeller M. (2002). Land use dynamics in the central highlands of Vietnam: a spatial model combining village survey data with satellite imagery interpretation. *Agricultural Economics*. 27(3): 333-354. <https://doi.org/10.1111/j.1574-0862.2002.tb00124.x>.

[9]. Palmer A. R. & Fortescue A. (2004). Remote sensing and change detection in rangelands. *African Journal of Range Forage Science*. 21(2): 123-128. <https://doi.org/10.2989/10220110409485843>.

[10]. Wu Q., Li H.-q., Wang R.-s., Paulussen J., He Y., Wang M., Wang M., Wang B. & Wang, Z. (2006). Monitoring and predicting land use change in Beijing using remote sensing and GIS. *Landscape and Urban Planning*. 78(4): 322-333. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2005.10.002>.

[11]. Nguyễn Hữu Cường & Nguyễn Văn Cương (2021). Nghiên cứu biến động sử dụng đất bằng ảnh viễn thám và mô hình Markov - hồi quy Logistic tại Cát Tiên, Lâm Đồng. *Tạp chí Khoa học và Công nghệ Nông nghiệp Việt Nam*. 11 (132): 7 (107-113).

[12]. Skapura D. M. (1996). *Building Neural Networks*. Addison-Wesley Professional, New York, NY. <https://dl.acm.org/doi/book/10.5555/217718>.

[13]. Saputra M. H. & Lee H. S. (2019). Prediction of land use and land cover changes for north sumatra, indonesia, using an artificial-neural-network-based cellular automaton. *Sustainability*. 11(11): 3024. <https://doi.org/10.3390/su11113024>.

[14]. UBND huyện Bảo Lâm (2022). Điều kiện tự nhiên dân số. Truy cập từ <https://baolam.lamdong.gov.vn/> ngày 11/06/2022.

[15]. Khảo sát địa chất Hoa Kỳ (USGS) (2022). EarthExplorer - Home [Online]. Retrieved from <https://earthexplorer.usgs.gov/> on July 06, 2022.

[16]. Perumal K. & Bhaskaran R. (2010). Supervised

classification performance of multispectral images. arXiv preprint arXiv: 2(2). <https://doi.org/10.48550/arXiv.1002.4046>.

[17]. Lek S. & Guegan J.-F. (2000). Artificial Neuronal Networks Application to Ecology and Evolution. Springer, Berlin, German. XXVI, 262. <https://doi.org/10.1007/978-3-642-57030-8>.

[18]. Geyer C. J. (1992). Practical markov chain monte carlo. Statistical science. 7(4): 473-483. <https://doi.org/10.1214/ss/1177011137>.

[19]. Houet T., & Hubert-Moy L. (2006). Modeling and projecting land-use and land-cover changes with Cellular Automaton in considering landscape trajectories. EARSeL eProceedings. 5(1): 63-76. Retrieved from <https://shs.hal.science/halshs-00195847> on July 10, 2022.

[20]. Sang L., Zhang C., Yang J., Zhu D. & Yun W. (2011). Simulation of land use spatial pattern of towns

and villages based on CA-Markov model. Mathematical and Computer Modelling. 54(3): 938-943. <https://doi.org/10.1016/j.mcm.2010.11.019>.

[21]. Ye B., & Bai Z. (2008). Simulating land use/cover changes of Nenjiang County based on CA-Markov model. Computer And Computing Technologies In Agriculture, Volume I: First IFIP TC 12 International Conference on Computer and Computing Technologies in Agriculture (CCTA 2007), Wuyishan, China, August 18-20, 2007 1. Springer. 321-329. https://doi.org/10.1007/978-0-387-77251-6_35.

[22]. Foody G. M. (2020). Explaining the unsuitability of the kappa coefficient in the assessment and comparison of the accuracy of thematic maps obtained by image classification. Remote Sensing of Environment. 239: 111630. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2019.111630>.

USING LANDSAT AND ARTIFICIAL NEURAL NETWORK - MARKOV CHAIN MODEL IN LAND-USE CHANGES IN BAO LAM, LAM DONG

Nguyen Van Cuong, Nguyen Huu Cuong, Nguyen Thanh Hang
Ho Chi Minh City University of Natural Resources and Environment

ABSTRACT

Land-use changes do result not only from socioeconomic factors but are also affected by government policies. This study concentrates on predicting the land-use changes in Bao Lam district, Lam Dong province by using both Landsat data and the combined model of Artificial neural network and Markov chain. Land-use/ Land-cover maps which were created from multi-time remote sensing images were analyzed and used to predict the changes of the 6 land-use types in 2025, and 2030 using the model of neural network – Markov chain. In 2030, the forest area will be 62,375.25 hectares and account for 42.63% of Bao Lam's natural area. This means the area will be significantly decreased by 12,651.28 hectares, which takes up about 16.68% compared to the data in 2020.

Keywords: Bao Lam, land-use changes, Markov chain, Neural network, remote sensing.

Ngày nhận bài : 10/01/2023

Ngày phản biện : 04/04/2023

Ngày quyết định đăng : 20/04/2023