

DOI:10.22144/ctu.jvn.2022.034

TÍCH HỢP CHUỖI MARKOV VÀ HỒI QUY LOGISTIC DỰ BÁO BIẾN ĐỘNG MỤC ĐÍCH SỬ DỤNG ĐẤT TẠI HUYỆN LÂM HÀ, TỈNH LÂM ĐỒNG

Nguyễn Hữu Cường¹, Nguyễn Văn Cương^{1*} và Nguyễn Thanh Hằng²

¹Khoa Quản lý đất đai, Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường Thành phố Hồ Chí Minh

²Khoa Khoa học Đại cương, Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường Thành phố Hồ Chí Minh

*Người chịu trách nhiệm về bài viết: Nguyễn Văn Cương (email: nvcuong@hcmunre.edu.vn)

Thông tin chung:

Ngày nhận bài: 11/10/2021

Ngày nhận bài sửa: 24/11/2021

Ngày duyệt đăng: 22/04/2022

Title:

Integration of Markov chain and logistic regression for prediction of changing land use purpose in Lam Ha district, Lam Dong province

Từ khóa:

Chuỗi Markov, hồi quy logistic, huyện Lâm Hà, thay đổi mục đích sử dụng đất

Keywords:

Change of land use purpose, Markov chain, Lam Ha district, logistic regression

ABSTRACT

Modeling is one of the key techniques in studying the dynamics of changing land use purpose. This study aimed to predict land-use change by applying the integration of Markov chain and logistic regression in Lam Ha district, Lam Dong province. The current land-use maps in 2010 and 2015 are used as the base maps for the land use simulation in 2020. After the model has been verified and validated by comparing the simulation map and the actual map in 2020 using the Kappa coefficient, the land-use prediction maps in 2025 and 2030 are generated. The forecast results in 2030 showed that Lam Ha district has a significant change in land use. The forecast of forest land in this area continues to sharply decline due to the expansion of residential areas and infrastructure. Information on land use changes is the foundation for planning local land-use policies to ensure sustainable development goals.

TÓM TẮT

Mô hình hóa là một kỹ thuật quan trọng để nghiên cứu các động lực thay đổi mục đích sử dụng đất. Mục tiêu của nghiên cứu là dự báo thay đổi sử dụng đất tại huyện Lâm Hà, tỉnh Lâm Đồng ứng dụng mô hình tích hợp chuỗi Markov và hồi quy logistic. Bản đồ hiện trạng sử dụng đất năm 2010 và 2015 được sử dụng làm bản đồ nền cho mô phỏng sử dụng đất năm 2020. Sau khi mô hình được đánh giá độ chính xác bằng cách so sánh bản đồ mô phỏng và bản đồ thực tế năm 2020 sử dụng hệ số Kappa, các bản đồ dự báo sử dụng đất các năm 2025 và 2030 được thành lập. Kết quả dự báo năm 2030 cho thấy có sự thay đổi lớn về sử dụng đất tại huyện Lâm Hà. Đất rừng được dự báo tiếp tục giảm mạnh do sự mở rộng các khu dân cư và cơ sở hạ tầng. Thông tin về những thay đổi sử dụng đất là căn cứ cho việc hoạch định các chính sách sử dụng đất ở địa phương đảm bảo mục tiêu phát triển bền vững.

1. GIỚI THIỆU

Phát triển bền vững về môi trường là yếu tố then chốt của phát triển bền vững và những thay đổi sử dụng đất được cho là nguyên nhân chính gây ra thay đổi hệ sinh thái toàn cầu (Lambin et al., 2001). Thay

đổi mục đích sử dụng đất là một quá trình phức tạp chịu tác động bởi hoạt động của con người và những thay đổi của môi trường tự nhiên. Những thập kỷ gần đây đã chứng kiến sự đô thị hóa nhanh chóng do sự gia tăng bùng nổ về dân số, đặc biệt là ở các nước

đang phát triển như Việt Nam, đã gây ra sự thu hẹp về diện tích đất nông nghiệp, đất rừng, đặt ra những thách thức nghiêm trọng đối với sự phát triển bền vững. Do đó, phân tích và dự báo biến động sử dụng đất được quan tâm đáng kể. Thông tin về những thay đổi mục đích sử dụng đất là rất quan trọng để làm căn cứ cho việc lập quy hoạch, kế hoạch sử dụng đất ở các cấp địa phương.

Mô hình hóa là một kỹ thuật quan trọng để nghiên cứu các động lực thay đổi mục đích sử dụng đất. Những tiến bộ nhanh chóng trong các mô hình không gian địa lý đã làm cho việc mô phỏng sự thay đổi sử dụng đất ngày càng trở nên khả thi hơn. Các mô hình không gian địa lý khác nhau, chẳng hạn như conversion of land use and its effects (CLUE), geographical modeling (GEOMOD), cellular automata (CA), markov chain (MC) và slope, land use, exclusion, urban growth, transportation and hillshade (SLEUTH) đã được sử dụng để đánh giá sự thay đổi sử dụng đất. Cũng giống như thế giới, đã có nhiều nghiên cứu về thay đổi sử dụng đất trên địa bàn Việt Nam. Müller and Zeller (2002) nghiên cứu các yếu tố địa lý, sinh thái nông nghiệp và kinh tế - xã hội của thay đổi sử dụng đất trong quá khứ ở hai huyện của tỉnh Đắk Lắk ở Tây Nguyên, Việt Nam và đánh giá ảnh hưởng của các chính sách phát triển nông thôn đến sự thay đổi lớp phủ đất. Castella and Verburg (2007) nghiên cứu cho khu vực Bắc Cạn sử dụng GIS kết hợp ba mô hình bao gồm SAMBA, LUPAS và CLUE theo hướng tiếp cận từ dưới lên trên và từ trên xuống dưới. Stephen (2009) dựa trên bốn nghiên cứu điển hình ở thôn và một nghiên cứu ở ba cấp huyện để xác định các thay đổi về lớp phủ và sử dụng đất ở vùng thượng lưu sông Cà của tỉnh Nghệ An và các sự kiện có thể gây ra ảnh hưởng đến lớp phủ và thay đổi sử dụng đất. Hoa và ctv. (2015) đã xây dựng mô hình mô phỏng thay đổi sử dụng đất vùng ven biển Đồng bằng sông Cửu Long dựa trên phương pháp CA kết hợp với phân tích đặc tính thích nghi đất đai trên hệ nền mô phỏng GAMA. Vũ và ctv. (2017) sử dụng phương pháp GIS và chuỗi Markov đánh giá biến động sử dụng đất đai, dự báo nhu cầu đất đai cho phát triển kinh tế-xã hội, nghiên cứu điển hình tại thành phố Cà Mau. Các nghiên cứu này bằng các cách tiếp cận khác nhau đã phần nào làm sáng tỏ các yếu tố thúc đẩy quá trình thay đổi sử dụng đất tại từng địa phương với các đặc trưng về tự nhiên, kinh tế và xã hội.

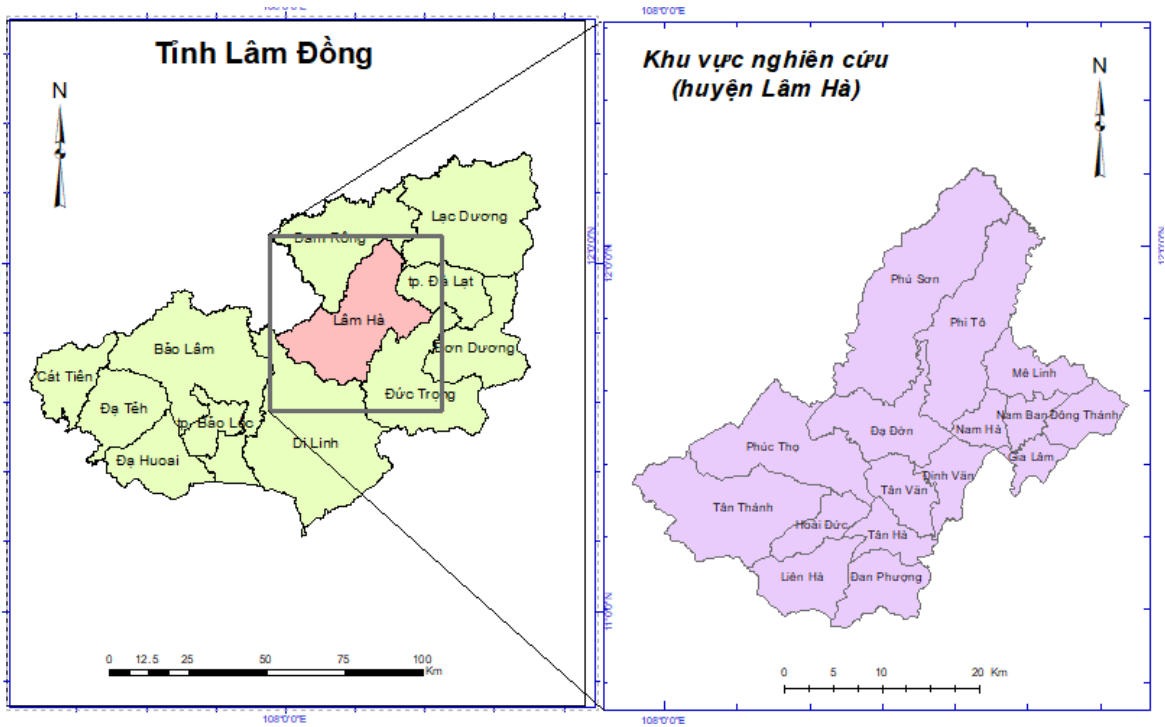
Mô hình chuỗi Markov là cách tiếp cận phổ biến nhất được sử dụng để mô phỏng động lực sử dụng đất. Tuy nhiên, rất khó để mô phỏng mô hình không gian của sự thay đổi sử dụng đất bằng mô hình chuỗi Markov, nên nó thường được tích hợp với một mô hình phân tích không gian khác, đơn cử như mô hình tích hợp CA-Markov (Wang et al., 2012). Tuy nhiên, nhược điểm của CA là không tính đến những yếu tố trực tiếp thúc đẩy sự thay đổi sử dụng đất. Theo các phương pháp được sử dụng để tạo ra bề mặt xác suất của các yếu tố thúc đẩy, các nghiên cứu về mô hình biến đổi sử dụng đất có thể được chia thành hai loại, đó là phương pháp đánh giá đa tiêu chí (MCE) và phương pháp hồi quy logistic. So với phương pháp MCE, hồi quy logistic là một phương pháp dễ dàng và hiệu quả hơn để tạo bản đồ phù hợp (Arsanjani et al., 2013). Mô hình logistic có thể dễ dàng xác định ảnh hưởng của các yếu tố thúc đẩy và cung cấp mức độ tin cậy về sự đóng góp của chúng. Do đó, phương pháp này ngày càng trở nên phổ biến đối với các mô phỏng biến động sử dụng đất trên toàn thế giới.

Mục tiêu của nghiên cứu này là sử dụng mô hình tích hợp chuỗi Markov và hồi quy logistic để dự báo thay đổi sử dụng đất, được áp dụng tại huyện Lâm Hà, tỉnh Lâm Đồng.

2. DỮ LIỆU, PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU VÀ QUY TRÌNH THỰC HIỆN

2.1. Địa bàn và dữ liệu nghiên cứu

Huyện Lâm Hà nằm ở phía Tây Bắc tỉnh Lâm Đồng, ở tọa độ vĩ tuyến $11^{\circ}40'$ – $12^{\circ}05'$, kinh tuyến $107^{\circ}57'$ – $108^{\circ}25'$. Phía Bắc giáp thành phố Đà Lạt và huyện Lạc Dương, phía Nam giáp huyện Di Linh, phía Đông giáp huyện Đức Trọng, phía Tây giáp huyện Đam Rông và tỉnh Đắk Nông. Diện tích tự nhiên khoảng 93.000 ha, chiếm khoảng 9,5% diện tích tỉnh Lâm Đồng. Lâm Hà nằm trên cao nguyên Di Linh và một phần cao nguyên Lang Biang, có độ cao trung bình trên 900 m so với mực nước biển. Địa hình tương đối phức tạp, bị chia cắt bởi nhiều sông suối, có 3 dạng địa hình chính: dốc núi cao, đồi thấp và thung lũng. Lâm Hà có các loại đất chính đó là đất phù sa, đất dốc tụ, trong đó đất đỏ bazan phù hợp với việc trồng các loại cây như chè, cà phê, dâu tằm (Ủy ban nhân dân huyện Lâm Hà, 2020).

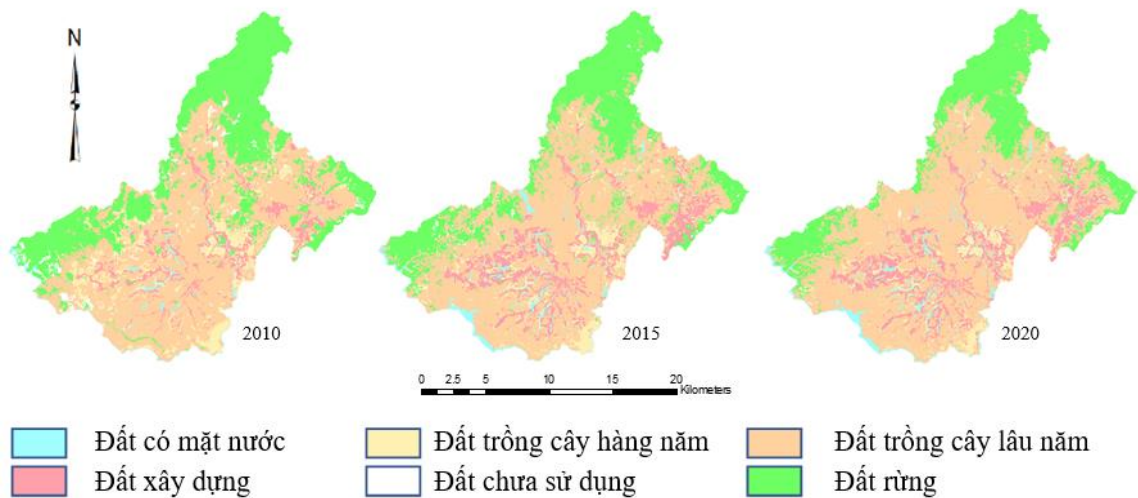


Hình 1. Vị trí địa bàn nghiên cứu

Nguồn: Ủy ban nhân dân huyện Lâm Hà, 2020

Biến động sử dụng đất của huyện giai đoạn từ năm 2010 đến năm 2020 được phân tích để tiến hành dự báo. Dữ liệu phục vụ phân tích là các bản đồ hiện trạng sử dụng đất các năm 2010, 2015, 2020 và bản đồ địa hình huyện Lâm Hà. Sau khi phân tích hiện trạng các loại đất của địa phương, nghiên cứu sử

dụng GIS gộp và phân tích biến động 6 loại đất đặc trưng sau: đất rừng, đất trồng cây lâu năm, đất trồng cây hàng năm, đất xây dựng, đất có mặt nước và đất chưa sử dụng.



Hình 2. Bản đồ hiện trạng sử dụng đất huyện Lâm Hà các năm 2010, 2015 và 2020

2.2. Phương pháp nghiên cứu

2.2.1. Chuỗi Markov

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) (Houet & Hubert-Moy, 2006). Dựa trên định lý Bayes về xác suất có điều kiện, sự thay đổi sử dụng đất được tính theo công thức sau (Sang et al., 2011):

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

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:

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

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 (Ye & Bai, 2008). Để giải quyết vấn đề này, mô hình chuỗi Markov đã được tích hợp không gian với mô hình logistic.

2.2.2. Hồi quy logistic

Trong môi trường mô hình GIS raster, các lớp dữ liệu được nối với nhau để tạo thành một mạng lưới các ô. Bản chất của thay đổi sử dụng đất của một ô là giá trị nhị phân: giá trị 1 đại diện cho có sự hiện diện của thay đổi sử dụng đất hoặc giá trị 0 đại diện cho không có sự hiện diện của thay đổi sử dụng đất (Verburg et al., 2004). Biến phụ thuộc của mô hình hồi quy logistic là một hàm xác suất của một trong các loại hình sử dụng đất. Mô hình được phát biểu:

$$P(y = 1 \parallel X_1, X_2, \dots, X_n) = \frac{\exp(\sum_{i=1}^n B_i X_i)}{1 + \exp(\sum_{i=1}^n B_i X_i)} \tag{3}$$

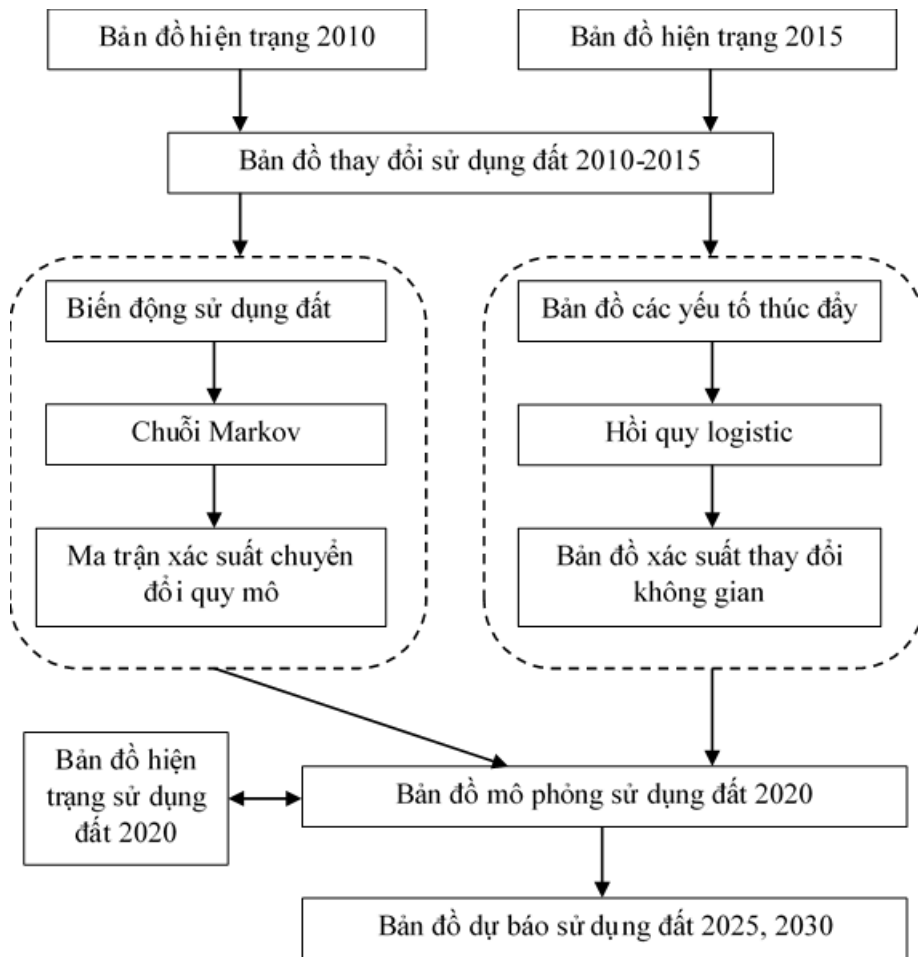
Trong đó: P là xác suất của từng điểm ảnh (pixel) cho sự xuất hiện của loại hình sử dụng đất xem xét và $X = (x_1, x_2, x_3, \dots, x_n)$ là những biến độc lập tương ứng với các yếu tố động lực. Các hệ số $B = (b_0, b_1, b_2, b_3, \dots, b_n)$ được ước tính thông qua hồi quy logistic dùng mẫu của lớp sử dụng đất hiện trạng. Giá trị xác suất xuất hiện của loại hình sử dụng đất liên tục từ 0 đến 1 nên chuyển sang dạng hồi quy tuyến tính.

$$\ln\left(\frac{P}{(1-P)}\right) = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 + \dots + b_nx_n + \varepsilon \tag{4}$$

Như vậy, tại mỗi điểm ảnh (pixel), ta xác định được xác suất xuất hiện của loại đất xem xét ứng dụng GIS với phân tích hồi quy logistic. Trong đó, GIS đóng vai trò phân tích và trích xuất dữ liệu cho phân tích hồi quy.

2.3. Quy trình nghiên cứu

Mô hình tích hợp chuỗi Markov – hồi quy logistic dự báo thay đổi sử dụng đất bao gồm các bước cơ bản sau: (1) Chuỗi Markov xây dựng ma trận xác suất thay đổi về mặt quy mô giữa các loại hình sử dụng đất dựa vào sự thay đổi giá trị các pixel bằng cách chồng xếp các bản đồ sử dụng đất trong quá khứ; (2) Thành lập bản đồ xác suất chuyển đổi không gian giữa các loại đất dựa vào phân tích mô hình hồi quy logistic; (3) Bản đồ mô phỏng biến động sử dụng đất được thành lập bằng quá trình phân bố, bắt đầu từ giá trị xác suất của các ô lưới từ lớn nhất trở xuống. Mô hình được đánh giá độ chính xác dựa vào hệ số Kappa bằng cách so sánh từng cặp pixel ảnh (pixel by pixel comparison) giữa bản đồ mô phỏng sử dụng đất theo mô hình và bản đồ hiện trạng sử dụng đất để xem xét sự thống nhất (Wang et al., 2012). Các phân tích dựa vào phần mềm MOLUSCE (Modules for Land Use Change Evaluation), một plugin của QGIS.



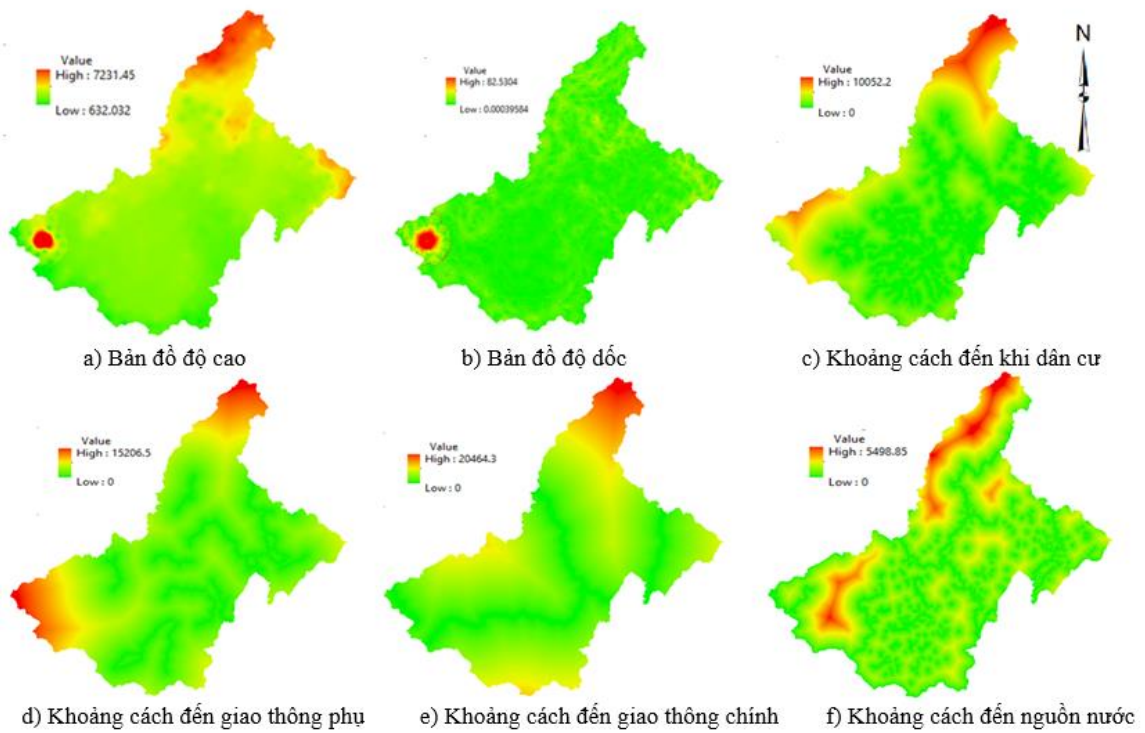
Hình 3. Quy trình thực hiện nghiên cứu

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Các yếu tố ảnh hưởng đến thay đổi mục đích sử dụng đất

Để xây dựng bản đồ không gian xác suất chuyển đổi sử dụng đất bằng mô hình logistic cần xây dựng các bản đồ chuyên đề từng yếu tố tác động đến thay đổi sử dụng đất. Các vị trí (pixel) khác nhau của cùng một loại đất sẽ có xác suất chuyển đổi khác nhau sang các loại đất khác. Trong nghiên cứu này, dữ liệu các yếu tố tác động đến sự thay đổi sử dụng đất được xây dựng dưới dạng bản đồ khoảng cách Euclid (Euclidean Distance maps), bao gồm: bản đồ khoảng cách đến đường giao thông chính, khoảng

cách đến đường giao thông phụ, khoảng cách đến nguồn nước, khoảng cách đến khu dân cư, độ cao, độ dốc. Tất cả các bản đồ nói trên được thực hiện trong môi trường ArcGIS dưới dạng raster với các ô lưới có kích thước 30 x 30 m, được xem là phù hợp với quy mô vùng nghiên cứu. Bản đồ các yếu tố ảnh hưởng được thể hiện ở Hình 4. Các bản đồ này được chồng xếp lên nhau cùng bản đồ hiện trạng sử dụng đất, tại mỗi vị trí pixel sẽ có các giá trị tương ứng với từng bản đồ yếu tố và được sử dụng như các biến độc lập trong mô hình phân tích hồi quy logistic. Biến phụ thuộc là giá trị nhị phân (có/không) của loại đất tại vị trí pixel xem xét. Kết quả mô hình là xác suất chuyển đổi về mặt không gian tại từng vị trí pixel của mỗi loại đất được tính theo công thức (3).



Hình 4. Bản đồ các yếu tố tác động

3.2. Phân tích thay đổi mục đích sử dụng đất

Lâm Hà là huyện thuộc vùng đồi núi, có điều kiện thuận lợi về đất đai và khí hậu nên diện tích đất rừng và cây lâu năm chiếm tỷ lệ lớn. Kết quả trích xuất từ bản đồ sử dụng đất năm 2020 cho thấy đất nông nghiệp (bao gồm đất trồng cây lâu năm và cây

hàng năm) có diện tích 57.037,77 ha, chiếm 61,32% diện tích tự nhiên, tiếp đến diện tích đất rừng 20.708,91 ha, chiếm 22,26% diện tích tự nhiên. Diện tích các loại đất xây dựng, mặt nước và đất chưa sử dụng chiếm lần lượt 12,46%, 3,60% và 0,35% (Bảng 1).

Bảng 1. Hiện trạng sử dụng đất qua các năm ở huyện Lâm Hà

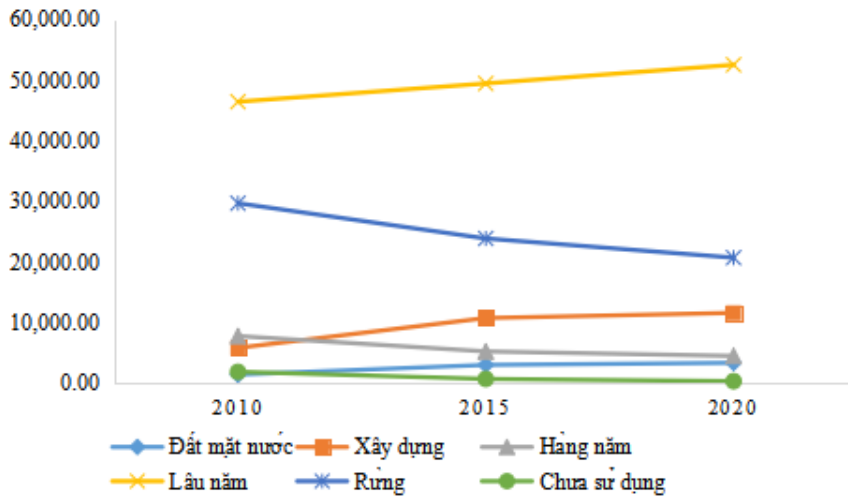
Loại đất	Năm 2010		Năm 2015		Năm 2020	
	Diện tích (Ha)	Tỷ lệ (%)	Diện tích (Ha)	Tỷ lệ (%)	Diện tích (Ha)	Tỷ lệ (%)
Đất mặt nước	1.413,72	1,52	3.008,16	3,23	3.351,51	3,60
Đất xây dựng	5.824,98	6,26	10.745,64	11,55	11.594,61	12,46
Cây hàng năm	7.770,96	8,35	5.236,11	5,63	4.493,34	4,83
Cây lâu năm	46.451,97	49,94	49.461,66	53,17	52.544,43	56,49
Đất rừng	29.694,96	31,92	23.876,46	25,67	20.708,91	22,26
Đất chưa sử dụng	1.865,16	2,01	693,72	0,75	328,95	0,35
Tổng cộng	93.021,75	100,00	93.021,75	100,00	93.021,75	100,00

Trong giai đoạn từ năm 2010 đến năm 2020, địa bàn huyện Lâm Hà có sự thay đổi lớn về sử dụng đất theo chiều hướng giảm diện tích đất rừng, cây hàng năm và chưa sử dụng, tăng diện tích đất cây lâu năm, xây dựng và mặt nước. Diện tích biến động được thể hiện tại Bảng 2. Xu thế biến động sử dụng đất này không chỉ riêng của huyện Lâm Hà mà cũng là xu thế chung của toàn tỉnh Lâm Đồng và rộng hơn là vùng Tây Nguyên. Diện tích rừng ngày càng giảm

đi để thay thế vào đây là phát triển nông nghiệp với các cây công nghiệp lâu năm có giá trị cao như cà phê, chè, ca cao. Việc khai thác địa hình đồi núi với nhiều tiềm năng trong phát triển thủy điện, các hồ chứa nước cũng làm giảm đáng kể diện tích đất rừng. Ngoài ra, sự bùng nổ về dân số cũng là nguyên nhân mở rộng các đô thị, khu dân cư và cơ sở hạ tầng, làm cho đất rừng càng bị thu hẹp.

Bảng 2. Biến động sử dụng đất qua các giai đoạn tại huyện Lâm Hà

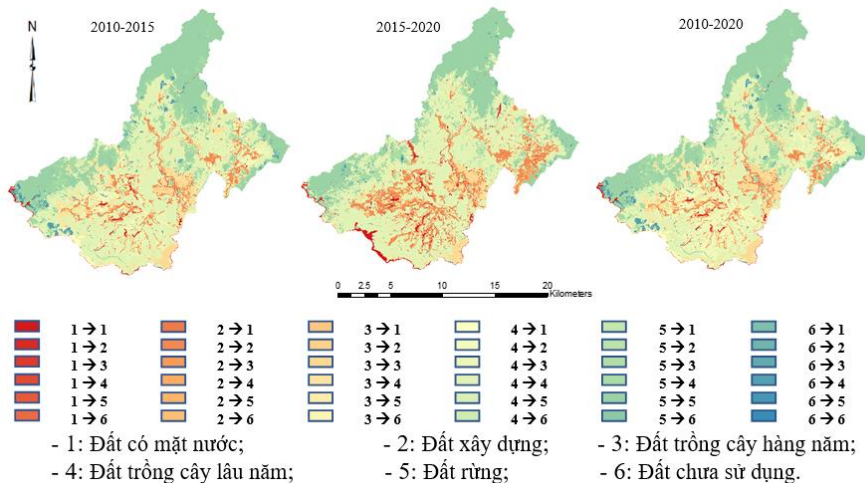
Loại đất	2010–2015		2015–2020		2010–2020	
	Biến động (ha)	Tỷ lệ (%)	Biến động (ha)	Tỷ lệ (%)	Biến động (ha)	Tỷ lệ (%)
Đất mặt nước	1.594,44	1,76	343,35	0,38	1.937,79	2,14
Đất xây dựng	4.920,66	5,45	848,97	0,94	5.769,63	6,39
Cây hàng năm	-2.534,85	-2,81	-742,77	-0,82	-3.277,62	-3,63
Cây lâu năm	3.009,69	3,33	3.082,77	3,41	6.092,46	6,74
Đất rừng	-5.818,50	-6,44	-3.167,55	-3,51	-8.986,05	-9,95
Đất chưa sử dụng	-1.171,44	-1,30	-364,77	-0,40	-1.536,21	-1,70



Hình 5. Biến động quy mô sử dụng đất các giai đoạn

Trong giai đoạn này, diện tích đất rừng trên địa bàn huyện đã giảm 8.986,05 ha do chuyển đổi mục đích sử dụng đất rừng sang đất nông nghiệp, bao gồm cả cây trồng lâu năm có giá trị cao và các cây trồng khác và chuyển đổi mục đích sử dụng đất rừng sang xây dựng cơ sở hạ tầng. Đất trồng cây hàng

năm và chưa sử dụng cũng lần lượt giảm 3.277,62 ha và 1.536,21 ha. Trong khi đó, đất trồng cây lâu năm tăng nhiều nhất với 6.092,46 ha, tiếp đó là đất xây dựng 5.769,63 ha và đất có mặt nước 1.937,79 ha. Biến động sử dụng đất về không gian huyện được thể hiện tại Hình 6.



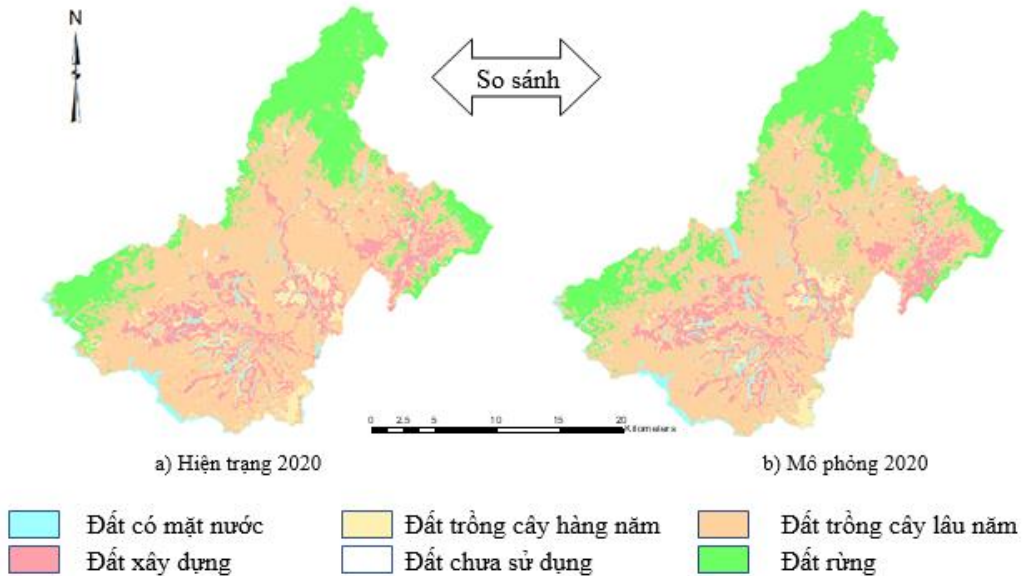
Hình 6. Biến động không gian sử dụng đất các giai đoạn

3.3. Đánh giá mô hình

Các mô hình nói chung không bao giờ là hoàn hảo khi so sánh giữa kết quả mô phỏng và thực tế. Do đó, khi sử dụng mô hình để dự báo, việc đánh giá mô hình luôn được tiến hành. Đối với các mô hình mô phỏng không gian, độ chính xác của mô hình được đánh giá dựa vào sự so sánh giữa bản đồ mô phỏng và bản đồ thực tế tại cùng một thời điểm, thường dựa trên so sánh từng pixel một. Một trong những phương pháp được sử dụng phổ biến nhất là sử dụng hệ số Kappa. Kết quả tính chỉ số Kappa sẽ

cho giá trị nằm trong khoảng -1 đến +1, giá trị càng gần +1 thể hiện độ chính xác càng cao.

Để đánh giá mô hình thay đổi sử dụng đất, nghiên cứu tiến hành so sánh bản đồ mô phỏng sử dụng đất năm 2020 với bản đồ hiện trạng sử dụng đất thực tế năm 2020 (Hình 7) sử dụng hệ số Kappa. Bản đồ mô phỏng sử dụng đất năm 2020 được thực hiện dựa trên bản đồ sử dụng đất năm 2010 và 2015. Kết quả đánh giá cho thấy hệ số Kappa tổng thể bằng 0,73, ở mức khá (Landis & Koch, 1977) và mô hình có thể chấp nhận được để tiến hành dự báo cho những giai đoạn tiếp theo trong tương lai.



Hình 7. Đánh giá mô hình mô phỏng

3.4. Dự báo thay đổi mục đích sử dụng đất

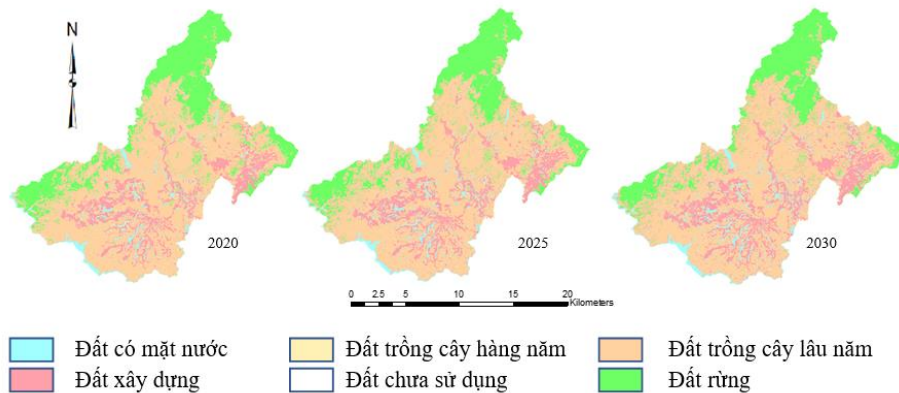
Mô hình dự báo thay đổi mục đích sử dụng đất cho các giai đoạn 5 năm tiếp theo (năm 2025 và 2030) được thực hiện. Mô hình chuỗi Markov được sử dụng để tính toán ma trận xác suất chuyển đổi giữa các loại đất về mặt quy mô trong tương lai nhờ việc phân tích thay đổi trong quá khứ bằng cách chồng xếp bản đồ sử dụng đất các năm 2010, 2015 và 2020 theo công thức (2) (Bảng 3). Kết quả mô hình đến năm 2025 cho thấy diện tích đất rừng tại địa bàn nghiên cứu vẫn giữ nguyên có xác suất 0,830, chuyển sang đất trồng cây lâu năm với xác suất 0,166. Phân tích tương tự đối với các loại đất khác. Ma trận xác suất chuyển đổi được sử dụng để xác định diện tích sẽ thay đổi của từng loại đất theo công thức (1) và quy đổi sang số lượng pixel tương ứng. Tuy nhiên, mô hình chuỗi Markov không rõ

ràng về mặt không gian nên cần tích hợp với mô hình phân tích không gian khác.

Sản phẩm đầu ra của mô hình hồi quy logistic là bề mặt xác suất xuất hiện biến phụ thuộc, cho thấy tiềm năng thay đổi giữa các loại đất. Bề mặt xác suất cho biết mỗi pixel sẽ được thay đổi với một lượng xác suất cụ thể, với giá trị dao động trong khoảng từ 0 đến 1 tương ứng xác suất từ thấp đến cao. Tuy nhiên, cách tiếp cận này không thể xác định số lượng thay đổi. Do đó, bản đồ xác suất này sẽ được tích hợp với mô hình chuỗi Markov để định lượng quy mô và không gian của các thay đổi giữa các loại hình sử dụng đất. Bản đồ dự báo sử dụng đất được thành lập bằng quá trình phân bố số lượng pixel, được xác định bởi chuỗi Markov, lên bản đồ xác suất bề mặt, bắt đầu từ giá trị xác suất của các ô lưới từ lớn nhất trở xuống. Kết quả được thể hiện tại Hình 8.

Bảng 3. Ma trận xác suất chuyển đổi

Loại đất		Đất mặt nước	Đất xây dựng	Cây hàng năm	Cây lâu năm	Đất rừng	Đất chưa sử dụng
Giá trị xác suất của năm 2025	Đất mặt nước	0,921307	0,011965	0,019717	0,043048	0,003963	0,000000
	Đất xây dựng	0,003598	0,990631	0,001849	0,003892	0,000029	0,000000
	Cây hàng năm	0,210878	0,044291	0,541391	0,203440	0,000000	0,000000
	Cây lâu năm	0,010096	0,039588	0,008928	0,913434	0,027953	0,000000
	Đất rừng	0,003224	0,000228	0,000114	0,166091	0,830343	0,000000
	Đất chưa sử dụng	0,034364	0,020619	0,025773	0,456186	0,001718	0,461340
Giá trị xác suất của năm 2030	Đất mặt nước	0,916690	0,017735	0,014230	0,048348	0,002998	0,000000
	Đất xây dựng	0,004053	0,987639	0,001725	0,006232	0,000350	0,000000
	Cây hàng năm	0,187059	0,051651	0,614364	0,146925	0,000000	0,000000
	Cây lâu năm	0,010744	0,049103	0,010717	0,901243	0,028193	0,000000
	Đất rừng	0,004726	0,002847	0,000634	0,155671	0,836122	0,000000
	Đất chưa sử dụng	0,080074	0,035382	0,080074	0,143389	0,003724	0,657356



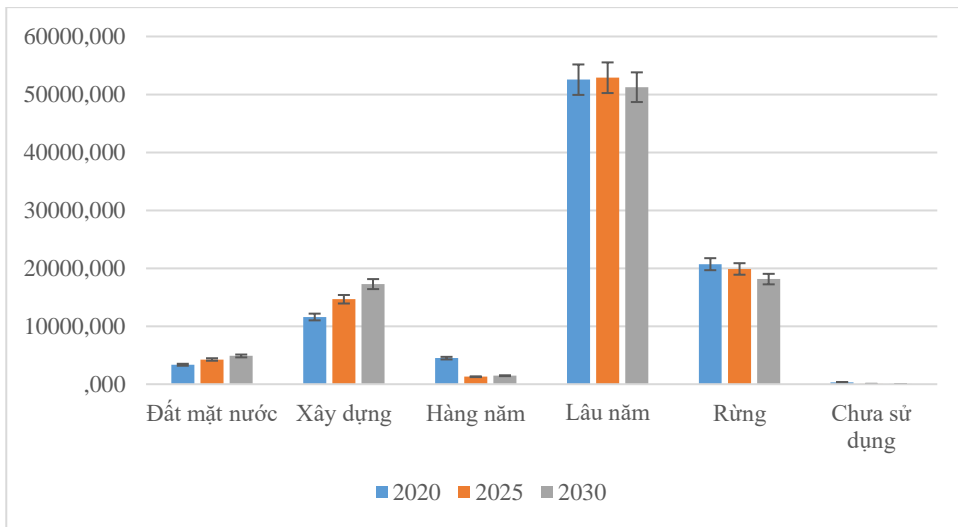
Hình 8. Bản đồ dự báo thay đổi sử dụng đất năm 2025 và 2030

Mô hình dự báo đến năm 2030 cho thấy diện tích đất rừng tiếp tục giảm mạnh 2.574,99 ha (từ 20.708,91 ha vào năm 2020 xuống còn 18.133,92 ha vào năm 2030), trong đó giảm nhiều ở giai đoạn 2025 – 2030 với 1.749,51 ha. Tương tự xu thế biến động đất rừng, diện tích nhóm đất nông nghiệp trên địa bàn nghiên cứu theo dự báo đến năm 2030 cũng sẽ giảm. Trong đó, diện tích đất trồng cây hằng năm giảm 3.032,01 ha, từ 4.493,34 ha năm 2020 xuống còn 1.461,33 ha năm 2030. Diện tích đất trồng cây lâu năm giảm 1.296,99 ha, từ 52.544,43 ha năm

2020 xuống còn 51.247,44 ha năm 2030. Trong khi đó, sự mở rộng các khu dân cư, sản xuất công nghiệp, phát triển cơ sở hạ tầng, thủy điện và các hồ chứa nước sẽ làm tăng thêm diện tích đất xây dựng và mặt nước lên lần lượt 5.678,37 ha và 1.522,80 ha trong giai đoạn từ năm 2020 đến năm 2030. Trong đó, diện tích đất xây dựng tăng từ 11.594,61 ha lên 17.272,98 ha. Diện tích đất mặt nước tăng từ 3.351,51 ha lên 4.874,31 ha. Diện tích hai loại đất này theo mô hình tăng với tốc độ khá đồng đều trong toàn giai đoạn dự báo (Bảng 4).

Bảng 4. Dự báo sử dụng đất huyện Lâm Hà

Loại đất	Thực tế 2020		Dự báo 2025		Dự báo 2030	
	Diện tích (Ha)	Tỷ lệ (%)	Diện tích (Ha)	Tỷ lệ (%)	Diện tích (Ha)	Tỷ lệ (%)
Đất mặt nước	3.351,51	3,60	4.262,85	4,58	4.874,31	5,24
Đất xây dựng	11.594,61	12,46	14.657,04	15,76	17.272,98	18,57
Cây hàng năm	4.493,34	4,83	1.289,43	1,39	1.461,33	1,57
Cây lâu năm	52.544,43	56,49	52.880,67	56,85	51.247,44	55,09
Đất rừng	20.708,91	22,26	19.883,43	21,38	18.133,92	19,49
Đất chưa sử dụng	328,95	0,35	48,33	0,05	31,77	0,03
Tổng cộng	93.021,75	100,00	93.021,75	100,00	93.021,75	100,00



Hình 9. Dự báo cơ cấu sử dụng đất năm 2025 và 2030

Kết quả dự báo nhìn chung cho thấy có sự thay đổi lớn về sử dụng đất tại địa bàn huyện Lâm Hà trong tương lai, đặc biệt là diện tích đất rừng giảm mạnh do hoạt động của con người trong việc đẩy mạnh sản xuất nông nghiệp, mở rộng đô thị, khu dân cư và cơ sở hạ tầng. Tuy nhiên, cũng giống như các mô hình hồi quy khác, kết quả dự báo trong tương lai đạt độ chính xác cao khi các điều kiện trong tương lai và quá khứ phải tương đồng nhau. Điều này có nghĩa kết quả dự báo thay đổi sử dụng đất sử dụng mô hình hồi quy đạt sự tin tưởng khi trong tương lai tại địa phương vẫn giữ các mục tiêu phát triển kinh tế xã hội, cũng như các chính sách sử dụng đất đai như trong thời gian qua. Bên cạnh đó, việc kế thừa các bản đồ hiện trạng sử dụng đất để phân tích biến động cũng có thể mang đến những sai số do việc thay đổi chỉ tiêu kiểm kê đất đai giữa các thời kỳ.

4. KẾT LUẬN

Nghiên cứu đã sử dụng mô hình tích hợp chuỗi Markov và hồi quy logistic để dự báo biến động sử

dụng đất, được thử nghiệm tại huyện Lâm Hà. Trong đó, chuỗi Markov được sử dụng để xây dựng ma trận xác suất thay đổi về mặt quy mô giữa các loại hình sử dụng đất, hồi quy logistic tạo ra bề mặt xác suất thay đổi mục đích sử dụng đất. Mô hình logistic có ưu điểm xác định định lượng ảnh hưởng của các yếu tố thúc đẩy và cũng cung cấp mức độ tin cậy về sự đóng góp của chúng trong tiến trình thay đổi mục đích sử dụng đất. Bản đồ hiện trạng sử dụng đất huyện Lâm Hà các năm 2010, 2015 và 2020 cùng các bản đồ các yếu tố thúc đẩy đã được sử dụng để tiến hành phân tích và dự báo. Mô hình tiến hành dự báo cho năm 2030 và cho thấy có sự thay đổi lớn về mục đích sử dụng đất tại địa phương. Động lực thay đổi mục đích sử dụng đất ngoài sự khác biệt về mặt tự nhiên, khoảng cách đến cơ sở hạ tầng còn phải tính đến các yếu tố kinh tế, xã hội khác như dân tộc, mật độ dân số, thị trường. Do đó, mô hình cần được thiết kế để liên kết đầy đủ các yếu tố thúc đẩy này để kết quả dự báo đạt độ chính xác cao hơn.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

Arsanjani J.J., Helbich M., Kainz W., & Bolorani A.D. (2013). Integration of logistic regression, markov chain and cellular automata models to simulate urban expansion. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 21, 265–275. <https://doi.org/10.1016/j.jag.2011.12.014>

Castella J.C., & Verburg P.H. (2007). Combination of process-oriented and pattern-oriented models of land-use change in a mountain area of Vietnam.

Ecological Modelling, 202(3–4), 410–420. <https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2006.11.011>

Houet T., & Hubert-Moy L. (2006). Modeling and projecting land-use and land-cover changes with Cellular Automaton in considering landscape trajectories: An improvement for simulation of plausible future states. *EARSeL eProceedings, European Association of Remote Sensing Laboratories*, 5(1), 63-76.

Lambin E.F., Turner B.L., Geist H.J., Agbola S.B., Angelsen A., Bruce J.W., Coomes O.T., Dirzo

- R., Fischer G.W., Folke C., George P.S., Homewood K., Imbernon J., Leemans R., Li X., Moran E.F., Mortimore M.J., Ramakrishnan P.S., Richards J.F., Skånes H., Steffen W., Stone G.D., Svedin U., Veldkamp T.A., Vogel C., & Xu J. (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)
- Landis J.R., & Koch G.G. (1977). The measurement of observer agreement for categorical data. *Biometrics*, 33(1), 159–174. <https://doi.org/10.2307/2529310>
- Müller 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/10.1016/S0169-5150\(02\)00073-7](https://doi.org/10.1016/S0169-5150(02)00073-7)
- Hoa, N. T., Minh, V. Q., Quang, T. C., Tuấn, V. Q., & Lợi, P. Đ., (2015). Mô hình macro mô phỏng sự thay đổi sử dụng đất vùng ven biển đồng bằng sông Cửu Long trong điều kiện nước biển dâng. *Hội thảo GIS toàn quốc, Đại học KHTN Hà Nội*. 473-478.
- Vũ, P. H., Vũ, P. T., Tú, T. C., & Minh, V. Q., (2017). Ứng dụng hệ thống thông tin địa lý và chuỗi Markov trong đánh giá biến động và dự báo nhu cầu sử dụng đất đai. *Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ, Số chuyên đề: Công nghệ thông tin*, 119-124. <https://doi.org/10.22144/ctu.jsi.2017.016>
- 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>
- Stephen J.L. (2009). Dynamics of land cover and land use changes in the upper Ca river basin of Nghe An, Vietnam (Land use changes in the uplands of Southeast Asia: Proximate and distant causes). *Southeast Asian Studies*, 47(3), 287–308. https://doi.org/10.20495/tak.47.3_287
- Ủy ban nhân dân huyện Lâm Hà, ngày truy cập 23/09/2021. Địa chỉ <https://lamha.lamdong.gov.vn/>.
- Verburg P., Nijs T., Eck J.V., Visser H., & Jong K.D. (2004). A method to analyse neighbourhood characteristics of land use patterns. *Computers, Environment and Urban Systems*, 28(6), 667–690. <https://doi.org/10.1016/j.compenvurbsys.2003.07.001>
- Wang S.Q., Zheng X.Q., & Zang X.B. (2012). Accuracy assessments of land use change simulation based on Markov-cellular automata model. *Procedia Environmental Sciences*, 13, 1238–1245. <https://doi.org/10.1016/j.proenv.2012.01.117>
- Ye B., & Bai Z. (2008). Simulating land use/cover changes of Nenjiang County based on CA–Markov model. In: Li D. (Eds), *Computer and Computing Technologies in Agriculture: Part of the The International Federation for Information Processing book series, vol 258* (pp. 321-329). Springer. https://doi.org/10.1007/978-0-387-77251-6_35