

ỨNG DỤNG MÔ HÌNH TOÁN VÀ KỸ THUẬT GIS TRONG DỰ BÁO BIẾN ĐỘNG ĐẤT ĐAI TRÊN ĐỊA BÀN THÀNH PHỐ QUY NHƠN

Phan Văn Thơ, Ngô Anh Tú
Trường Đại học Quy Nhơn

Tóm tắt

Trong những năm gần đây, thành phố Quy Nhơn có tốc độ đô thị hóa diễn ra rất nhanh. Việc đánh giá và dự báo thay đổi sử dụng đất là giải pháp tiên đề quan trọng giúp thành phố Quy Nhơn quy hoạch, quản lý sử dụng hợp lý nguồn tài nguyên này, duy trì hệ sinh thái bền vững và phát triển kinh tế - xã hội của thành phố. Trong nghiên cứu này, sử dụng tư liệu ảnh viễn thám Landsat giai đoạn 2010 - 2020 đã thành lập bản đồ lớp phủ sử dụng đất, sau đó mạng thần kinh nhân tạo (ANN) kết hợp với Markov - CA được sử dụng để mô hình hóa thay đổi sử dụng đất thành phố Quy Nhơn. Nghiên cứu bước đầu cho thấy kết quả mô hình hóa so với kết quả phân loại lớp phủ sử dụng đất năm 2020 đạt tỷ lệ chính xác cao (hơn 85%). Kết quả này cho phép nghiên cứu dự báo sự thay đổi sử dụng đất thành phố Quy Nhơn đến năm 2025, 2035 và 2050. Kết quả phân tích tình hình sử dụng đất trong tương lai cho thấy, đất ở đô thị vẫn là loại hình biến động theo xu thế tăng nhanh về diện tích, điều này cho thấy được tốc độ đô thị hóa của thành phố Quy Nhơn trong thời gian sắp tới. Trong đó, các loại hình đất trống và đất chưa sử dụng sẽ được tận dụng và sử dụng trong quá trình phát triển.

Từ khóa: Mạng thần kinh nhân tạo (ANN); Markov - CA; Đô thị hóa; Mô hình hóa; Thay đổi sử dụng đất

Abstract

Applying mathematical models and GIS techniques in forecasting land cover, land use changes in Quy Nhon city

In recent years, the urbanization rate of Quy Nhon city has increased rapidly. The assessment and forecast of land use change is an important prerequisite solution that helps the local government of Quy Nhon city to plan, manage and use this resource properly, maintain a sustainable ecosystem and develop the economy and society. In this study, Landsat images for the period 2010 - 2020 were used to generate the land cover, land use maps. The Artificial Neural Network (ANN) with Markov - CA was also used to model the land use change of Quy Nhon city. The results showed that the modeling results were highly accurate (compared to the results of land use, land cover classification in 2020, the accuracy rate >85%). The model therefore was used to predict land use changes in Quy Nhon city in 2025, 2035 and 2050. Accordingly, urban land is still rapidly increasing in Quy Nhon city in years to come. Unused land and vacant land will be used economically for the development of the city.

Keywords: Artificial Neural Network (ANN); Markov - CA: Urbanization; Modeling; Land use change.

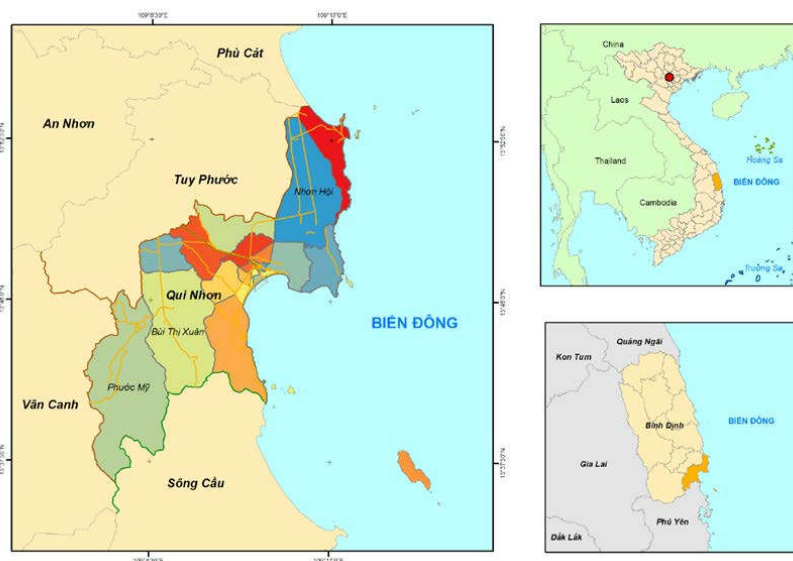
1. Giới thiệu

Toàn thế giới đang trải qua tốc độ tăng dân số đô thị nhanh chóng [1], và đô thị hóa là một trong những thay đổi toàn cầu rõ ràng nhất. Để giải quyết vấn đề này mỗi quốc gia cần xây dựng những chương trình, kế hoạch và chiến lược riêng phù hợp với hoàn cảnh, điều kiện của mình để sử dụng đất hợp lý.

Trong đó, dự báo thay đổi lớp phủ sử dụng đất được xem là công việc cần thiết trong quy hoạch sử dụng đất. Dự báo càng chính xác thì sẽ giúp các chính sách sử dụng đất được hiệu quả hơn, đáp ứng với yêu cầu đòi hỏi của thực tế về nhu cầu sử dụng đất. Hiện nay, việc thay đổi sử dụng đất là vấn đề đang được các nhà nghiên cứu cũng như các nhà quản lý đều rất quan tâm do hệ thống sử dụng đất rất phức tạp và có mối liên hệ chặt chẽ với hệ

thống xã hội và hệ sinh thái. Vì vậy, việc sử dụng đất không chỉ nói đến lớp đất và sinh khối trên mặt đất mà còn bao hàm cả mục đích khai thác mặt đất của con người.

Thành phố Quy Nhơn, trực thuộc tỉnh Bình Định hiện có 16 phường và 5 xã trong đó có 1 xã đảo, 3 xã bán đảo và 1 xã miền núi, với tổng diện tích tự nhiên là 28.536,62 ha. Trong những năm gần đây, tốc độ đô thị hóa tại thành phố Quy Nhơn diễn ra nhanh [2]. Với sự tăng lên của loại hình sử dụng đất đô thị, đã cho thấy được quy mô và tốc độ đô thị hóa thành phố Quy Nhơn trong những năm qua. Với quỹ đất có hạn và đặc thù vị trí địa lý thành phố Quy Nhơn, vấn đề đô thị hóa vừa là thuận lợi nhưng cũng đầy khó khăn cho thành phố hiện nay trong công tác quản lý và sử dụng hiệu quả nguồn tài nguyên đất đai.



Hình 1: Sơ đồ khu vực nghiên cứu thành phố Quy Nhơn

Việc nghiên cứu và dự báo sự thay đổi sử dụng đất theo thời gian là vấn đề cần thiết cho các cơ quan quản lý của thành phố. Để nắm được tình hình sử dụng đất một cách tổng thể nhằm phục vụ quy

hoạch và định hướng phát triển. Hệ thống thông tin địa lý (Geographic Information System - GIS) có những hạn chế trong việc mô hình hóa sự thay đổi sử dụng đất theo thời gian, nhưng việc tích hợp mạng

tự động như Cellular Automaton (CA) với ANN, Regression và GIS đã tạo nên khả năng ứng dụng lớn hơn và rộng rãi hơn. Hiện nay có khá nhiều đề tài ứng dụng Viễn thám và GIS đánh giá biến động hiện trạng sử dụng đất trên thế giới như việc sử dụng mô hình LCM (Land change model) và Geomod để mô phỏng sự thay đổi của rừng và đánh giá phá rừng tại Silawesi, Indonesia, kết quả mô hình cho thấy LCM có sử dụng CA để mô phỏng có mức độ chính xác cao hơn mô hình còn lại [3]. Ngoài ra, mô hình Markov - CA cũng đã được sử dụng để dự báo sự thay đổi sử dụng đất nhằm cải thiện dự báo về mặt không gian cho thành phố theo nhiều kịch bản [4]. Một nghiên cứu kết hợp mô hình Markov - CA và hồi quy đa biến tiến hành mô hình-mô phỏng kết quả mở rộng đô thị tại Kirkuk, Iraq trong vòng ba thập kỷ, kết quả khẳng định rằng mô hình Markov - CA có tính ứng dụng cao và mức độ linh hoạt trong thay đổi lớp phủ sử dụng đất [5]. Hiện nay ngoài việc sử dụng Markov - CA để mô phỏng các nghiên cứu gần đây đã tích hợp ANN với thuật toán để tăng tính chính xác cho mô hình như nghiên cứu điển hình tại thành phố Irbid, Jordan [6], kết quả dự báo sự thay đổi của thành phố Irbid tới năm 2021 và năm 2027 với độ chính xác của mô hình lên tới 90,04%. Nghiên cứu của Muhammad Hadi Saputra và cộng sự [7] sử dụng CA và ANN để dự đoán những thay đổi về độ che phủ đất ở Bắc Sumatra, Indonesia đến năm 2050 và 2070 kết quả mô hình khá chính xác và có ích trong việc đề xuất các phương án để bảo tồn rừng, sử dụng đất quản lý và phát triển, và quản lý phân bố loài trong tương lai tại Bắc Sumatra.

Bugđay và cộng sự [8] cũng đánh giá sự mở rộng đô thị tại vùng Tây Bắc của Thổ Nhĩ Kỳ có sử dụng ANN kết hợp với dữ liệu viễn thám để đánh giá sự thay đổi sử dụng đất đến năm 2027 dựa vào kết quả phân loại của ba thời điểm sử dụng đất từ 2000 - 2007 - 2017 và kết quả mô hình dự báo đạt mức độ khá chính xác 90,1%. Như vậy, trên thế giới hiện nay có rất nhiều các nghiên cứu ứng dụng mô hình Markov - CA và ANN trong dự báo đánh giá xu thế mở rộng đô thị và đánh giá biến động sử dụng đất trong tương lai với kết quả đạt độ chính xác khá cao.

Tại Việt Nam hiện đã có những ứng dụng GIS và Markov dự báo sự thay đổi sử dụng đất điển hình như nghiên cứu đánh giá sự biến động thay đổi sử dụng đất tại quận Thủ Đức, thành phố Hồ Chí Minh đã sử dụng chuỗi Markov để dự báo sự phát triển đô thị đến năm 2026 [9]. Ngoài ra, mô hình Markov - CA cũng được sử dụng trong nghiên cứu sự thay đổi các loại hình sử dụng đất và đưa ra hướng sử dụng đất cho các loại hình cây trồng hợp lý cho khu vực đến năm 2020 [10]. Như vậy, các nghiên cứu hiện nay đã sử dụng mô hình tích hợp Markov - CA để dự báo sự thay đổi sử dụng đất và có kết quả có độ chính xác đáng tin cậy. Tuy nhiên các nghiên cứu hiện nay vẫn chưa tích hợp mô hình toán ANN trong nghiên cứu dự báo thay đổi sử dụng đất. Đây là lý do nghiên cứu lựa chọn tích hợp mô hình ANN với mô hình Markov - CA để mô hình hóa và dự báo xu thế biến động trên địa bàn thành phố Quy Nhơn đến năm 2025, 2035 và 2050. Việc nghiên cứu ứng dụng mô hình toán ANN và Markov - CA giúp bổ sung thêm phương pháp luận trong nghiên cứu

Nghiên cứu

về dự báo thay đổi lớp phủ sử dụng đất tại thành phố Quy Nhơn và Việt Nam. Ngoài ra, kết quả góp phần nâng cao chất lượng quy hoạch và tạo thuận lợi cho theo dõi điều chỉnh quy hoạch và sử dụng hợp lý có hiệu quả.

2. Dữ liệu và phương pháp

2.1. Dữ liệu nghiên cứu

Để thực hiện nghiên cứu này, ảnh vệ tinh Landsat được thu thập qua các thời điểm 2010, 2015, 2020. Ảnh được tải từ

Cục khảo sát Địa chất Hoa Kỳ với cột/hàng tương ứng là 123/51 cho các năm. Ngoài ra, để phục vụ việc giải đoán ảnh, 80 mẫu được thu thập bằng hệ thống định vị toàn cầu GPS và phần mềm Google Earth. Các điểm lấy mẫu được phân bố đều trên địa bàn thành phố Quy Nhơn cho 5 loại hình lớp phủ sử dụng đất. Dữ liệu mô hình số độ cao (Digital Elevation Model - DEM) cũng được sử dụng để tính toán mô hình số độ cao và độ dốc cho nghiên cứu.

Bảng 1. Thông tin dữ liệu nghiên cứu

STT	Dữ liệu	Kiểu dữ liệu/ Độ phân giải	Năm	Nguồn
1	LT51230502010028BKT00	Geotif/30	2010	Cục Địa chất Hoa Kỳ
2	LC81230512015186LGN01	Geotif/30	2015	Cục Địa chất Hoa Kỳ
3	LC81230512020152LGN00	Geotif/30	2020	Cục Địa chất Hoa Kỳ
4	DEM	Raster/12.5	2011	Cơ sở vệ tinh Alaska
5	GPS	GPX	2020	Khảo sát thực địa
6	Dữ liệu giao thông	Shapfile	2020	Openstreet map
7	Dữ liệu điểm dịch vụ, du lịch	Shapfile	2020	Openstreet map
8	Trung tâm hành chính	Shapfile	2020	Openstreet map
9	Thủy hệ (sông suối, ao hồ...)	Shapfile	2020	Openstreet map

2.2. Các yếu tố ảnh hưởng đến sự thay đổi lớp phủ sử dụng đất

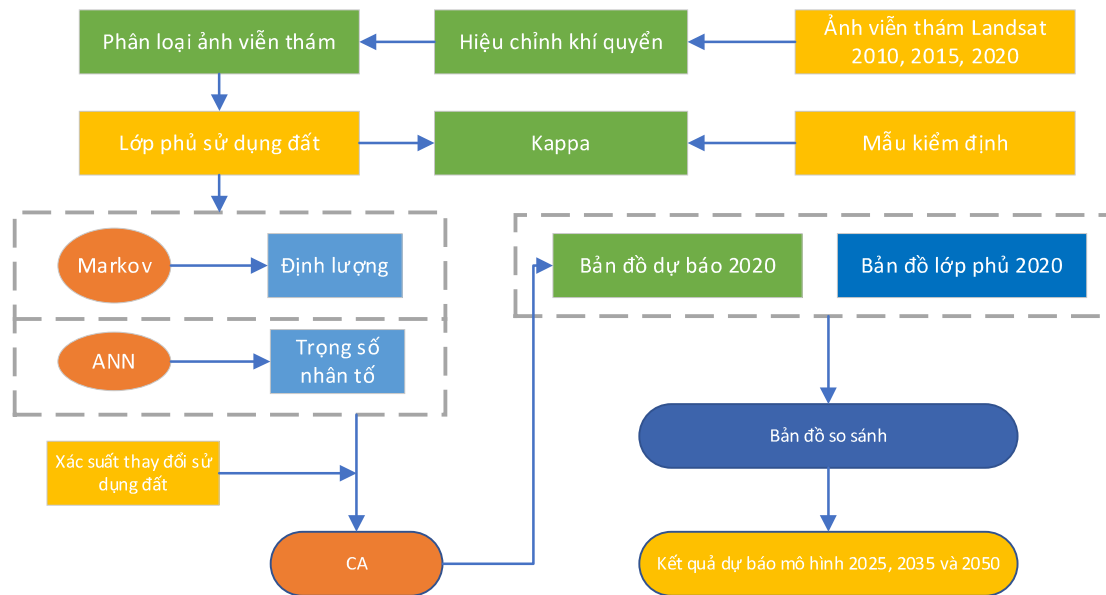
Có nhiều các yếu tố ảnh hưởng đến sự phát triển của đô thị. Tuy nhiên, trong nghiên cứu này đã xác định được một số yếu tố quan trọng và có liên quan trực tiếp tới sự phát triển đô thị thành phố Quy Nhơn đó chính là các yếu tố về sự phân bố không gian về độ cao địa hình, độ dốc, khoảng cách đến đường giao thông, khoảng cách tới vùng đô thị, khoảng cách tới trung tâm xã/phường, khoảng cách đến các điểm du lịch - dịch vụ. Ngoài ra, lớp phân vùng hạn chế phát triển cũng được đưa vào trong mô hình trong đó vùng hạn

chế sẽ được mã hóa thành giá trị 0 và vùng phát triển với giá trị mã hóa là 1. Nghiên cứu sử dụng các dữ liệu được thu thập và sử dụng hàm khoảng cách trong GIS để tiến hành xây dựng các biến nhân tố ảnh hưởng trong mô hình.

2.3. Quy trình và phương pháp nghiên cứu

2.3.1. Quy trình nghiên cứu

Nghiên cứu xây dựng quy trình ứng dụng mô hình hóa thay đổi lớp phủ sử dụng đất cho khu vực thành phố Quy Nhơn đến năm 2025, 2035 và 2050 như Hình 2 sau:



Hình 2: Quy trình dự báo biến động sử dụng đất thành phố Quy Nhơn

2.3.2. Phương pháp nghiên cứu

2.3.2.1. Phương pháp ứng dụng viễn thám

Nghiên cứu tiến hành hiệu chỉnh nhiễu do ảnh hưởng của khí quyển bằng mô hình FLAASH nhằm để loại bỏ nhiễu từ hiệu ứng khí quyển và thực hiện tăng cường chất lượng ảnh, sau đó tiến hành cắt ảnh cho khu vực nghiên cứu. Trong nghiên cứu này sử dụng phương pháp phân loại định hướng đối tượng để phân loại ảnh viễn thám qua các năm 2010, 2015 và 2020 với sự hỗ trợ của phần mềm QGIS 3.4. Kết quả sau phân loại được kiểm tra độ chính xác dựa vào hệ số Kappa [11].

$$K = \frac{N \sum_{i=1}^r n_{ii} - \sum_{i=1}^r (n_{i+} \cdot n_{+i})}{N^2 - \sum_{i=1}^r (n_{i+} \cdot n_{+i})} \quad (1)$$

N - Tổng số pixels lấy mẫu hay tổng số mẫu; n_{ii} - Số pixels hay số mẫu phân loại chính xác của lớp thứ i ; n_{i+} - Tổng số pixels hay số mẫu điều tra của lớp thứ i ; n_{+i} - Tổng số pixels hay số mẫu lớp thứ i sau điều tra.

2.3.2.2. Phương pháp fuzzy logic

Nghiên cứu lựa chọn phương pháp fuzzy logic để sử dụng trong đánh giá và xây dựng các yếu tố không gian ảnh hưởng đến quá trình đô thị. Trong nghiên cứu này sử dụng phương pháp thành viên mờ cao được gán cho các giá trị lớn để chuẩn hóa các lớp dữ liệu đầu vào cho mô hình giá trị của các lớp thông tin sẽ từ 0 cho đến 1 với cấp độ thích hợp tăng dần đối với sự mở rộng của đô thị.

2.3.2.3. Mô hình toán Markov

Trong toán học, chuỗi Markov là một quá trình ngẫu nhiên thời gian rời rạc. Trong nghiên cứu này, mô hình được áp dụng dựa trên số quá trình ngẫu nhiên, $X(t)$, cho bất kỳ thời điểm nào trong nghiên cứu về dự báo. Mô hình được áp dụng dựa trên quá trình ngẫu nhiên, $X(t)$, cho bất kỳ thời điểm nào, $t_1 < t_2 < \dots < t_n < t_{n+1}$; do đó, quá trình ngẫu nhiên sẽ theo công thức [12].

Nghiên cứu

$$FX = (x(tn+1) \leq xn+1 | X(tn)) = xn, X(tn-1), \dots, X(t1) = FX(X(tn+1) \leq xn+1 | X(tn) = xn \quad (2)$$

Trong đó, t_n là thời điểm hiện tại và t_{n+1} biểu thị mốc thời gian trong tương lai; t_1, t_2, \dots, t_{n-1} đại diện cho thời gian trong quá khứ. Theo dữ liệu hiện tại, tương lai độc lập với quá khứ. Nói cách khác, quá trình ngẫu nhiên trong tương lai không phụ thuộc vào vị trí hiện tại cũng như vị trí của nó. Nếu chuỗi Markov được biểu diễn bởi X_k , và x_n là tập hợp N trạng thái $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$, thì xác suất chuyển tiếp từ trạng thái i sang trạng thái j trong một thời gian tức thời [13].

$$P_{i,j} \Pr(X[k+1]=j | X[k]=i) \quad (3)$$

Như vậy, chuỗi Markov được dùng để xây dựng ma trận chuyển tiếp các mốc thời gian trước và thời điểm trong tương lai cho dự báo, dựa vào các lớp bản đồ lớp phủ sử dụng đất của hai thời điểm, kết quả của quá trình chung chuyển sẽ cho ra kết quả thay đổi theo xác suất của các loại hình lớp phủ sử dụng đất theo tiến trình thời gian trong tương lai.

2.3.2.4. Mô hình toán CA

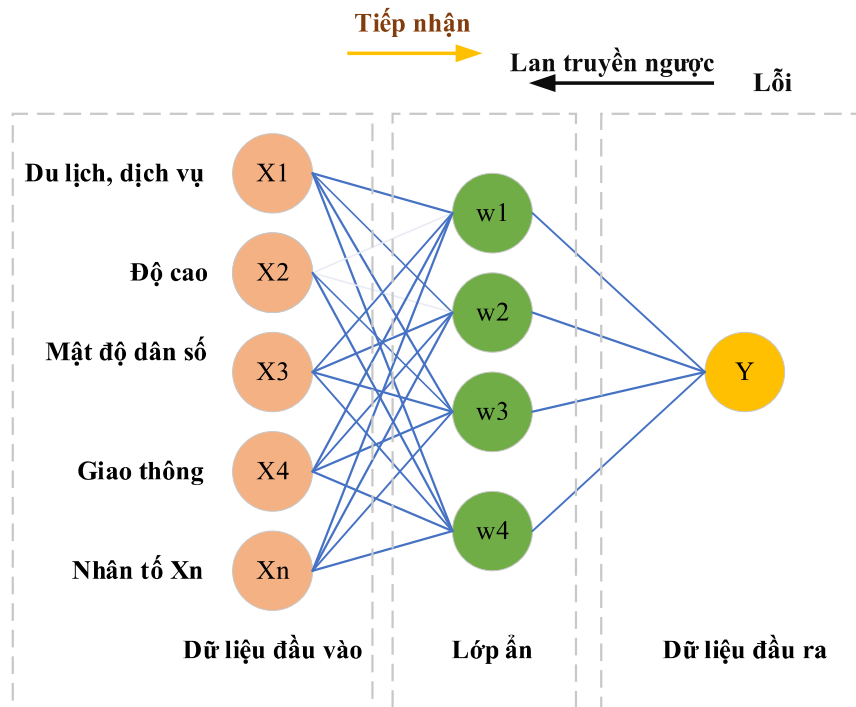
CA - mô hình tế bào tự động là một kỹ thuật mô hình hóa không gian đã được sử dụng rộng rãi trong việc mô phỏng các hệ thống đô thị. CA phổ biến đến từ khả năng mô hình hóa vùng lân cận, được coi là yếu tố không gian thiết yếu phản ánh động lực của các thay đổi lớp phủ sử dụng đất. CA giả định rằng một khu vực có xu hướng chuyển sang sử dụng đất cao hơn danh mục nếu các khu vực lân cận thuộc danh mục đó [14]. Nguyên tắc cơ bản của CA trong bài toán dự báo thay đổi đô thị

đó là quá trình hình thành đô thị của quá khứ sẽ ảnh hưởng đến sự phát triển đô thị trong tương lai thông qua các mối tương tác cục bộ tạo thành mô hình tăng trưởng đô thị toàn cầu [15].

Trong CA, khu vực được chia thành các ô lưới (cell). Mỗi ô tương đương với một pixel trên bản đồ. Trạng thái di động đại diện cho các lớp phủ sử dụng đất. Trạng thái của ô trong bước tiếp theo phụ thuộc vào trạng thái hiện tại cũng như trạng thái của các ô xung quanh theo một tập hợp các quy tắc chuyển tiếp. Von Neumann và Moore là hai kiểu lựa chọn vùng lân cận điển hình trong CA [14]. Nghiên cứu này sử dụng vùng lân cận 9 x 9 của bộ lọc Moore để xây dựng các quy tắc chuyển đổi phục vụ dự đoán tương lai thay đổi lớp phủ sử dụng đất.

2.3.2.5. Mô hình mạng thần kinh nhân tạo (ANN)

Mạng thần kinh nhân tạo (ANN) là một kỹ thuật học máy giúp được sử dụng để mô hình hóa các dữ liệu đầu vào và các bước ra quyết định cho mô hình. Nghiên cứu này sử dụng một mạng ANN truyền thẳng hai lớp. Ngoài lớp đầu vào, mạng lưới có một lớp ẩn và một lớp đầu ra. Đầu vào là vectơ một chiều có kích thước "M" chỉ ra giá trị của các biến số tự nhiên và kinh tế xã hội "X_n". Lớp ẩn bao gồm "Wi" nút ẩn, mỗi nút là một nơ-ron sử dụng chức năng kích hoạt phi tuyến tính để thu được ánh xạ phi tuyến tính từ đầu vào đến đầu ra "Y".



Hình 3: Cấu trúc ANN trong dự báo các biến nhân tố mô hình sử dụng đất

Cấu trúc của ANN sử dụng trong nghiên cứu này được thể hiện trong Hình 3. Với các đường biểu diễn kết nối với trọng số giữa các nút trong một lớp và các lớp tiếp theo. ANN được huấn luyện bằng cách sử dụng thuật toán lan truyền ngược (BP) để tìm các trọng số của nhân tố bằng cách sử dụng phương pháp học có giám sát, tức là sử dụng các điểm dữ liệu đã được phân loại [6]. Sau đó, biểu diễn đầu vào của các điểm dữ liệu đã được phân loại trước đó chảy qua mạng lưới. Đầu vào được nhân với trọng số và các hàm kích hoạt có thể phân biệt phi tuyến tính được áp dụng. Đầu ra của mạng và lớp thực tế của điểm được sử dụng để tính toán lỗi. Lỗi là một tập hợp các điểm dữ liệu được phân loại sai. Lỗi được truyền ngược thông qua mạng theo hướng ngược lại để điều chỉnh trọng số của mạng nơron. Các trọng số được cập nhật theo tốc độ học bằng cách sử dụng hàm tối ưu dựa trên độ dốc tiềm năng [6]. Quá trình này thực hiện lặp đi lặp lại cho đến

khi lỗi ổn định ở mức thấp. Trong nghiên cứu này dữ liệu đào tạo là một tập hợp các điểm ngẫu nhiên được chọn từ bản đồ của năm 2010. Mỗi pixel được biểu diễn bằng một vectơ bao gồm giá trị của tám yếu tố ảnh hưởng như: Yếu tố độ cao, khoảng cách đến đường giao thông, mật độ dân số, khoảng cách đến đường sắt, độ dốc, khoảng cách đến điểm du lịch - dịch vụ, khoảng cách đến trung tâm hành chính đến quá trình mở rộng của đô thị. Ngoài ra, mỗi pixel cũng được gán cho một loại hình sử dụng đất thu được từ bản đồ tương ứng của năm 2015. Một ANN được học để quyết định xem mỗi pixel trong bản đồ của năm 2015 sẽ được chuyển thành lớp đô thị hay không phải đô thị. Các bản đồ xác suất được sử dụng làm bản đồ chuyển tiếp tiềm năng để cải thiện Markov - CA. Toàn bộ quá trình này được thực hiện thông qua sự hỗ trợ của phần mềm GeoSOS - FLUS để huấn luyện ANN và tạo bản đồ chuyển đổi tiềm năng.

Nghiên cứu

2.3.2.6. Kiểm định mô hình

Kiểm định sự chính xác của mô hình dự báo là việc rất cần thiết để ước tính mức độ chính xác trong bất kỳ mô hình thay đổi dự đoán nào và trong nghiên cứu này sử dụng chỉ số K_{no} để đánh giá sai số về số lượng và về vị trí giữa hai bản đồ. Số liệu thống kê K_{no} được sử dụng để phản ánh độ chính xác của mô hình, dựa vào thông tin không gian của bản đồ lớp phủ sử dụng đất và bản đồ dự báo mô phỏng [16].

$$K_{no} = \frac{(P_0 - P_c)}{(1 - P_c)} = \frac{\left(\frac{n}{N} - \frac{1}{A}\right)}{\left(1 - \frac{1}{A}\right)} \quad (4)$$

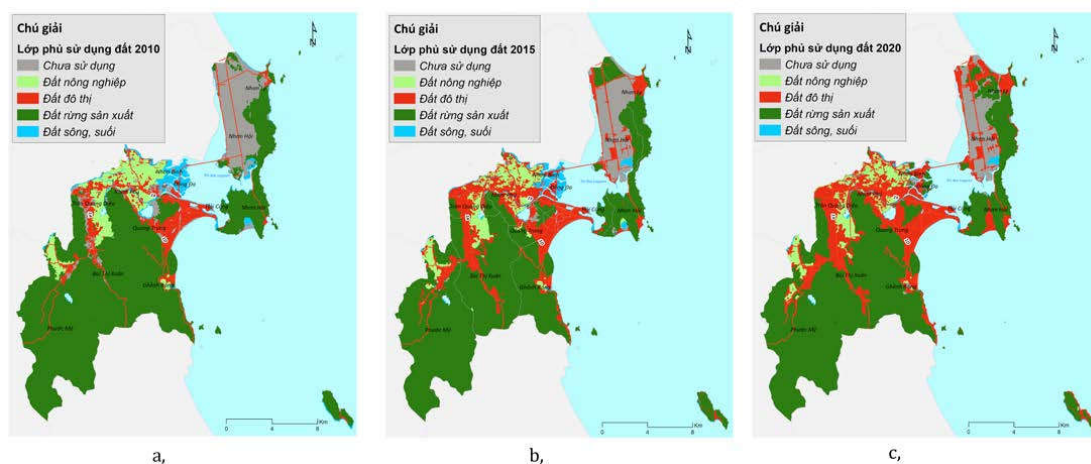
Trong đó: P_0 là phần trăm của lớp phủ thực tế được phân loại, P_c là mô phỏng lớp phủ dự đoán, N là tổng số pixel raster trong lớp phủ, n là số pixel tương ứng chính xác và A là số lượng của lớp phủ. Kết quả của giá trị này thường từ 0 đến 1. Giá trị K_{no} dưới 0,4 cho thấy độ chính xác kém hơn và ít nhất quán; trong khi $0,4 \leq$

$K_{no} \leq 0,75$ độ chính xác là vừa phải; và khi K_{no} lớn hơn 0,75, thì mức độ nhất quán giữa hai bản đồ lớp phủ và cho kết quả độ chính xác có thể sử dụng để ước tính cho các mô hình tiếp theo [17]

3. Kết quả và thảo luận

3.1. Kết quả phân loại ảnh viễn thám

Sau khi phân mảnh đối tượng bằng tính năng phân ngưỡng theo định hướng đối tượng kết quả thu được bản đồ lớp phủ sử dụng đất và sau đó tiến hành đánh giá sau phân loại, kết quả thu được độ chính xác với các mẫu kiểm chứng với thực tế lần lượt như sau: Ảnh phân loại năm 2010 có độ chính xác $K \sim 0,72$; ảnh phân loại năm 2015 có độ chính xác $K \sim 0,81$ ảnh phân loại năm 2020 thì $K \sim 0,85$. Như vậy, hệ số Kappa dao động trong khoảng từ 0,7 - 0,85. Với ảnh Landsat có độ phân giải trung bình thì kết quả hệ số Kappa của nghiên cứu nằm trong khoảng chấp nhận được, và có thể làm cơ sở để phân tích các cho các nội dung tiếp theo.



Hình 4: Hình ảnh lớp phủ sử dụng đất thành phố Quy Nhơn giai đoạn 2010 - 2020

Kết quả phân loại lớp phủ sử dụng đất cho thấy được quá trình biến động trực quan về mặt không gian các loại hình sử dụng đất tại khu vực nghiên cứu, trong đó

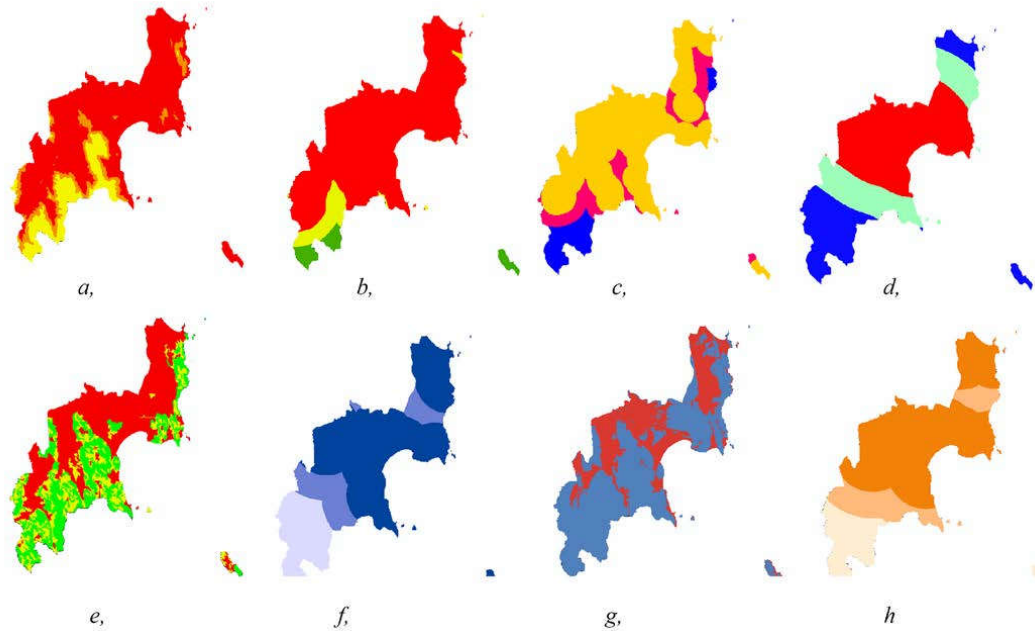
loại hình đất đô thị tăng lên nhanh chóng và mở rộng về hướng Bắc và hướng Tây, Tây Nam khu vực thành phố Quy Nhơn. Giai đoạn 2010 - 2020 cho thấy được tốc

độ phát triển nhanh chóng, với cơ sở hạ tầng được mở rộng khu vực này, và các loại hình sử dụng đất như đất lúa, đất rừng, đất chưa sử dụng có xu hướng giảm để chuyển sang loại hình đất đô thị và xây dựng trong những năm tiếp theo.

3.2. Xây dựng các biến nhân tố ảnh hưởng đến quá trình đô thị hóa

Trong nghiên cứu đã chia thành những yếu tố nhỏ như sau: Yếu tố độ cao, khoảng cách đến đường giao thông, mật độ dân số, khoảng cách đến đường sắt, độ dốc, khoảng cách đến điểm du lịch - dịch

vụ, khoảng cách đến trung tâm hành chính sau đó tiến hành mờ hóa các lớp thông tin theo cấp độ từ 0 - 1 để đưa vào mô hình dự báo. Ngoài ra, nghiên cứu cũng xác định vùng hạn chế cho sự phát triển thành phố thông qua lớp mặt nước sông suối, chỉ cho phép mô hình mở rộng ra các loại hình sử dụng đất nông nghiệp, đất rừng và đất chưa sử dụng hạn chế mở rộng các khu vực đầm, sông suối ảnh hưởng đến thay đổi dòng chảy gây ra những vấn đề ngập lụt và phá hủy cảnh quan sinh thái cho thành phố. Quá trình xây dựng đã tính toán kết quả được thể hiện qua Hình 5.



Hình 5: Nhân tố fuzzy logic mờ ảnh hưởng đến quá trình đô thị hóa trong đó a, độ cao; b, khoảng cách đến đường giao thông; c, mật độ dân số; d, khoảng cách đến đường sắt; e, độ dốc; g, khoảng cách đến điểm du lịch - dịch vụ; h, khoảng cách đến trung tâm hành chính

3.3. Ứng dụng mô hình toán Markov - ANN và CA trong dự báo thay đổi lớp phủ sử dụng đất

Nghiên cứu tiến hành xây dựng quy luật chuyển đổi các loại hình lớp phủ sử dụng đất trong đó tất cả các loại hình đều có thể cho phép chuyển đổi sang đất đô thị, tuy nhiên loại hình đất đô thị không

cho phép chuyển đổi sang các loại hình lớp phủ sử dụng đất khác.

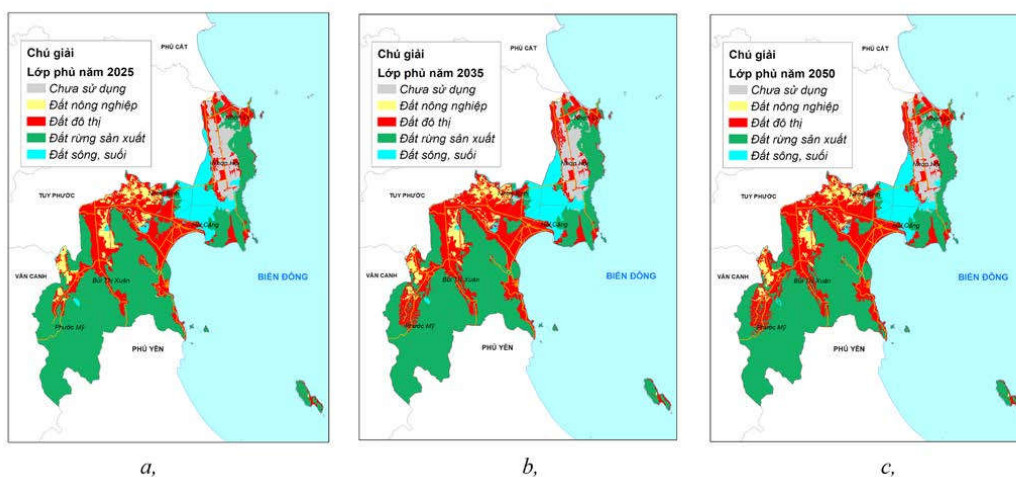
Sau khi xây dựng quy luật chuyển đổi, nghiên cứu cũng tiến hành sử dụng Markov để tính toán tỷ lệ xác suất chuyển đổi các loại hình lớp phủ sử dụng đất và tiến hành dự báo các loại hình lớp phủ cho năm 2020 để tiến hành đưa các thông số vào mô hình để tính toán.

Bảng 3. Quy luật chuyển đổi loại hình lớp phủ sử dụng đất

	1. Đất trống	2. Đất nông nghiệp	3. Đất đô thị	4. Rừng	5. Sông suối
1. Đất trống	1	1	1	1	0
2. Đất nông nghiệp	1	1	1	1	0
3. Đất đô thị	0	0	0	0	0
4. Rừng	1	1	1	1	0
5. Sông suối	1	1	1	1	0

Với kết quả của biến nhân tố và diện tích dự báo năm 2020, nghiên cứu đã tiến hành sử dụng ANN tiến hành xây dựng bản đồ phân vùng thích hợp chuyển đổi các loại hình lớp phủ sử dụng đất và sử dụng CA để mô hình hóa các giá trị theo giá trị dự báo. Kết quả dự báo năm 2020 sau đó được kiểm chứng với kết quả phân loại năm 2020 thông qua chức năng kiểm chứng để so sánh kết quả mô hình hóa đến năm 2020 và ảnh phân loại năm 2020. Kết quả mô hình hóa đạt tỷ lệ chính xác khá

cao với Kno đạt độ chính xác hơn 85% với kết quả phân loại năm 2020. Như vậy, diện tích các loại đất giữa bản đồ phân loại sử dụng đất năm 2020 và bản đồ dự báo sử dụng đất 2020 không chênh lệch nhau nhiều. Đây là cơ sở hết sức quan trọng để sử dụng mô hình dự báo thay đổi sử dụng đất cho những năm tiếp theo. Do đó, nghiên cứu tiếp tục sử dụng mô hình hóa để mô phỏng sự thay đổi sử dụng đất thành phố Quy Nhơn đến năm 2025, 2035 và 2050.



Hình 6: Dự báo lớp phủ sử dụng đất; a, năm 2025; b, năm 2035; c, năm 2050

Qua Hình 6 cho thấy được tốc độ đô thị hóa thành phố trong giai đoạn 2025; 2035 và 2050 này khá nhanh, với quỹ đất trống của khu kinh tế Nhơn Hội được đưa vào sử dụng nhiều hơn trong những năm gần đây.

4. Kết luận

Nghiên cứu đã thực hiện phân loại ảnh viễn thám giai đoạn 2015 - 2020 từ

kết quả phân loại ảnh của thành phố Quy Nhơn kết quả cho thấy đất nông nghiệp, đất sông suối, đất trống và rừng giảm mạnh, còn diện tích đất đô thị tăng rất nhanh qua các năm do sự tăng nhanh của dân số và đô thị hóa. Thuật toán Markov - CA và ANN được sử dụng để mô hình hóa thay đổi lớp phủ sử dụng đất thành

phố Quy Nhơn cho năm 2020 dựa vào kết quả phân loại giai đoạn 2010 - 2015 và các yếu tố ảnh hưởng đến thay đổi lớp phủ sử dụng đất. Sau đó nghiên cứu đã tiến hành kiểm chứng kết quả mô hình hóa năm 2020 và kết quả phân loại năm 2020, kết quả kiểm định cho thấy mô hình hóa dự báo thay đổi lớp phủ sử dụng đất đạt tỷ lệ chính xác cao, hơn 85% so với kết quả phân loại năm 2020.

Bằng mô hình Markov - CA và ANN nghiên cứu đã tiếp tục dự báo thay đổi sử dụng đất khu vực nghiên cứu tới năm 2025, 2035 và 2050, với diện tích các loại hình sử dụng đất trồng, đất rừng và đất nông nghiệp giảm, trong khi đó đất đô thị tăng nhanh về diện tích. Như vậy, kết quả mô hình hóa thay đổi lớp phủ sử dụng đất thành phố Quy Nhơn đã cho thấy thay đổi về mặt không gian của đất đô thị có xu hướng mở rộng về phía Tây Bắc và Đông Bắc.

Với dự báo tốc độ biến động như trên trong thời gian tới thành phố nên có những chính sách sử dụng đất hợp lý, đặc biệt là đất sông suối cũng bị ảnh hưởng quá trình đô thị hóa. Trong đó, với diễn biến tình hình biến đổi khí hậu như hiện nay việc lấp dần những khu rừng ngập mặn tại khu vực Bắc sông Hà Thanh để chuyển sang đất đô thị, các nhà quản lý cũng cần có sự xem xét và đánh giá tác dụng của rừng ngập mặn để có chính sách bảo vệ những khu rừng này, góp phần tạo môi trường xanh và ứng phó với biến đổi khí hậu của thành phố như hiện nay.

Lời cảm ơn: Nghiên cứu này được thực hiện trong khuôn khổ đề tài khoa học công nghệ cấp cơ sở của Trường Đại học Quy Nhơn với mã số T2020.664.12.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. M. Ridd and J. Hipple (2006). *Remote sensing of human settlements: Manual of remote sensing (Vol. 5)*. Bethesda: American Society for Photogrammetry and Remote Sensing.
- [2]. Vu Kim Chi and Nguyen Thi Thuy Hang (2016). *Coastal urban development in Quy Nhon, Vietnam, in the context of climate change*. DOI:10.4324/9781315620701.
- [3]. I. Nahib, R. W. Turmudi, J. Suryanta, R. S. Dewi, and S. Lestari (2018). *Comparing of Land Change Modeler and Geomod Modeling for the Assessment of Deforestation*.
- [4]. F. Jahanishakib, S. H. Mirkarimi, A. Salmanmahiny, and F. Poodat (2018). *Land use change modeling through scenario-based cellular automata Markov: improving spatial forecasting*. Environmental monitoring and assessment, Vol. 190, No. 6, pp. 1 - 19, Art. no.
- [5]. N. Q. Omar, M. S. S. Ahamad, W. Hussin, and N. J. I. Samat (2014). *Modelling land-use and land-cover changes using Markov - CA, and multiple decision making in Kirkuk city*. Vol. 2, No. 1, pp. 29 - 42, Art. no.
- [6]. A. Gharaibeh, A. Shaamala, R. Obeidat, and S. J. H. Al-Kofahi (2020). *Improving land - use change modeling by integrating ANN with Cellular Automata - Markov Chain model*. Vol. 6, No. 9, p. e 05092, Art. no.
- [7]. M. H. Saputra and H. S. J. S. Lee (2019). *Prediction of land use and land cover changes for north sumatra, indonesia, using an artificial-neural-network-based cellular automaton*. Vol. 11, No. 11, p. 3024, Art. no.
- [8]. E. Buğday and S. E. J. C. Buğday (2019). *Modeling and simulating land use/cover change using artificial neural network from remotely sensing data*. Vol. 25, No. 2, pp. 246 - 254, Art. no.
- [9]. V. M. Tuấn (2011). *Ứng dụng Viễn thám và GIS đánh giá biến động và dự báo đất đô thị tại phường Hiệp Bình Phước, quận*

Nghiên cứu

Thủ Đức. Kỹ yếu hội thảo GIS toàn quốc năm 2011, Vol. quyển 1.

[10]. D. V. V. Quân (2007). *Đánh giá tổng hợp điều kiện địa lý phục vụ xác lập mô hình hệ kinh tế sinh thái khu vực ven biển huyện Triệu Phong, tỉnh Quảng Trị*. Luận văn thạc sĩ, Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, Đại học Quốc gia Hà Nội.

[11]. Giles M. Foody (2020). *Explaining the unsuitability of the kappa coefficient in the assessment and comparison of the accuracy of thematic maps obtained by image classification*. Vol. 239, p. 111630, Art. no.

[12]. S. K. Singh, S. Mustak, P. K. Srivastava, S. Szabó, and T. J. E. P. Islam (2015). *Predicting spatial and decadal LULC changes through cellular automata Markov chain models using earth observation datasets and geo-information*. Vol. 2, No. 1, pp. 61 - 78, Art. no.

[13]. H. Khawaldah, I. Farhan, N. J. G. J. o. E. S. Alzboun, and Management (2020). *Simulation and prediction of land use and land cover change using GIS, remote sensing and CA - Markov model*. Vol. 6, No. 2, pp. 215 - 232, Art. no.

[14]. H. Memarian, S. K. Balasundram, J. B. Talib, C. T. B. Sung, A. M. Sood, and K. Abbaspour (2012). *Validation of CA - Markov for simulation of land use and cover change in the Langat Basin, Malaysia*.

[15]. I. Santé, A. M. García, D. Miranda, R. J. L. Crecente, and u. planning (2010). *Cellular automata models for the simulation of real - world urban processes: A review and analysis*. Vol. 96, No. 2, pp. 108 - 122, Art. no.

[16]. R. G. Pontius Jr and M. J. I. J. o. R. S. Millones (2011). *Death to Kappa: birth of quantity disagreement and allocation disagreement for accuracy assessment*. Vol. 32, No. 15, pp. 4407 - 4429, Art. no.

[17]. H.-h. FENG, H.-p. LIU, B.-x. ZHOU, X.-g. MAO, X.-f. J. G. ZHAO, and G.-I. Science (2012). *Study on the Parameters Behavior of the SLEUTH Model*. P. 06, Art. no.

BBT nhận bài: 18/6/2021; Phản biện xong: 23/6/2021; Chấp nhận đăng: 22/9/2021