



ĐÁNH GIÁ VÀ DỰ BÁO BIẾN ĐỘNG ĐẤT ĐÔ THỊ KHU VỰC NỘI THÀNH THÀNH PHỐ HÀ NỘI BẰNG TƯ LIỆU VIỄN THÁM VÀ GIS

Trịnh Lê Hùng^{1*}, Nguyễn Thị Thu Nga¹, Vũ Danh Tuyên², Bùi Thu Phương²

¹ Học viện Kỹ thuật Quân sự

² Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường Hà Nội

Ngày Tòa soạn nhận được bài: 29-9-2016; ngày phản biện đánh giá: 30-11-2016; ngày chấp nhận đăng: 24-3-2017

TÓM TẮT

Cùng với sự phát triển kinh tế – xã hội, quá trình đô thị hóa đang diễn ra mạnh mẽ ở Việt Nam, đặc biệt ở các thành phố lớn. Đánh giá và dự báo biến động sử dụng đất là một vấn đề hết sức quan trọng, là tiền đề của quy hoạch sử dụng đất đai. Trong nghiên cứu này, chúng tôi sử dụng tư liệu ảnh vệ tinh Landsat trong bốn thời điểm từ năm 2000 đến năm 2015, mô hình Markov-CA, phương pháp phân tích đa chỉ tiêu và phương pháp hồi quy theo thời gian để đánh giá và dự báo sự thay đổi sử dụng đất đô thị khu vực nội thành Hà Nội đến năm 2020.

Từ khóa: biến động sử dụng đất, đô thị hóa, GIS, mô hình chuỗi Markov-CA, viễn thám.

ABSTRACT

Assessment and prediction of urban land use changes of Hanoi city using remote sensing and GIS techniques

Along with the development of economic society, the urbanization process is taking place strongly in Vietnam, especially in big cities. Assessment and prediction of land use changes is a very important issue, serving as a foundation for land use planning. In this study, we used Landsat multispectral images in 4 times from 2000 to 2015, CA_Markov model, the analytic hierarchy process method and regression models with time series data to assess and predict urban land use changes of Hanoi city until 2020.

Keywords: land use change, urbanization, GIS, Markov_CA model, remote sensing.

1. Mở đầu

Đô thị hóa là xu thế phát triển tất yếu của mọi quốc gia trên thế giới, đặc biệt là đối với những nước đang phát triển như Việt Nam. Quá trình đô thị hóa mạnh mẽ cùng với sự gia tăng dân số đã dẫn tới sự thay đổi lớn trong hiện trạng sử dụng đất ở hầu hết các tỉnh thành ở nước ta, đặc biệt là ở các thành phố lớn và các đô thị mới. Kết quả của quá trình đô thị hóa dẫn đến sự suy giảm nhanh chóng của đất nông nghiệp để nhường chỗ cho các loại hình khác như khu dân cư, khu công nghiệp, các công trình xây dựng công cộng.

Để nghiên cứu đánh giá và dự báo biến động sử dụng đất có nhiều phương pháp khác nhau. Các phương pháp truyền thống dựa trên các số liệu thống kê hàng năm, số liệu kiểm

* Email: trinhlehung125@gmail.com

kê, số liệu từ các cuộc điều tra... thường tốn nhiều thời gian và kinh phí cũng như không thể thể hiện được sự thay đổi của các đối tượng mặt đất từ trạng thái này sang trạng thái khác và vị trí không gian của các thay đổi đó. Công nghệ viễn thám với những ưu điểm nổi bật như diện tích phủ trùm rộng, thời gian cập nhật ngắn, tư liệu phong phú... có thể khắc phục được những hạn chế trên [4,5]. Không những thế, tư liệu viễn thám kết hợp với hệ thông tin địa lí (GIS) rất hữu hiệu trong việc xác định diện tích biến động của các đối tượng lớp phủ, hình thái biến động, mức độ biến động của từng đối tượng [1-3].

Cho đến nay, việc phân tích và phát hiện những biến động trong sử dụng đất bằng công nghệ viễn thám và GIS đã được áp dụng thành công tại nhiều quốc gia với các hệ sinh thái khác nhau. Có thể kể đến các nghiên cứu của Marina-Ramona Rujoiu-Mare và cộng sự (2016) sử dụng tư liệu viễn thám và GIS trong thành lập bản đồ biến động lớp phủ khu vực Prahova (Romania) [7]; nghiên cứu của Ezeomede, Igbokwe (2013) đánh giá biến động sử dụng đất và lớp phủ ở Nigeria từ tư liệu ảnh vệ tinh độ phân giải cao và GIS [6]; nghiên cứu của Lambin và cộng sự (2003) áp dụng cho khu vực nhiệt đới [8]; nghiên cứu của Rawat, Kumar (2015), Pandian và cộng sự (2014) đối với khu vực Ấn Độ [9, 10],...

Ở Việt Nam, các nghiên cứu về biến động sử dụng đất bằng tư liệu viễn thám và GIS đã được tiến hành ở nhiều địa phương. Nghiên cứu của Lê Thị Giang, Đào Thu Châu (2003) sử dụng tư liệu viễn thám đa thời gian theo dõi sự thay đổi sử dụng đất nông, lâm nghiệp ở Yên Châu, Sơn La [1]. Một số nghiên cứu khác đã đánh giá biến động và thành lập bản đồ biến động sử dụng đất từ tư liệu ảnh vệ tinh quang học SPOT và GIS (Lê Thị Thu Hà và cộng sự, 2014; Nguyễn Thị Thu Hiền và cộng sự, 2014) [2,3]. Bên cạnh tư liệu ảnh vệ tinh SPOT, tư liệu ảnh quang học độ phân giải trung bình Landsat cũng được sử dụng trong các nghiên cứu đánh giá biến động đất đô thị, biến động lớp phủ (Nguyễn Ngọc Phi, 2009; Vũ Minh Tuấn, Trịnh Lê Hùng, 2013) [4,5].

Hà Nội là thủ đô của Việt Nam, là nơi có sự thay đổi hết sức mạnh mẽ trong sử dụng đất, đặc biệt ở các quận mới thành lập. Bài báo này trình bày kết quả nghiên cứu đánh giá và dự báo biến động sử dụng đất khu vực nội thành Hà Nội đến năm 2020 từ tư liệu ảnh vệ tinh Landsat và GIS trên cơ sở mô hình chuỗi Markov-CA.

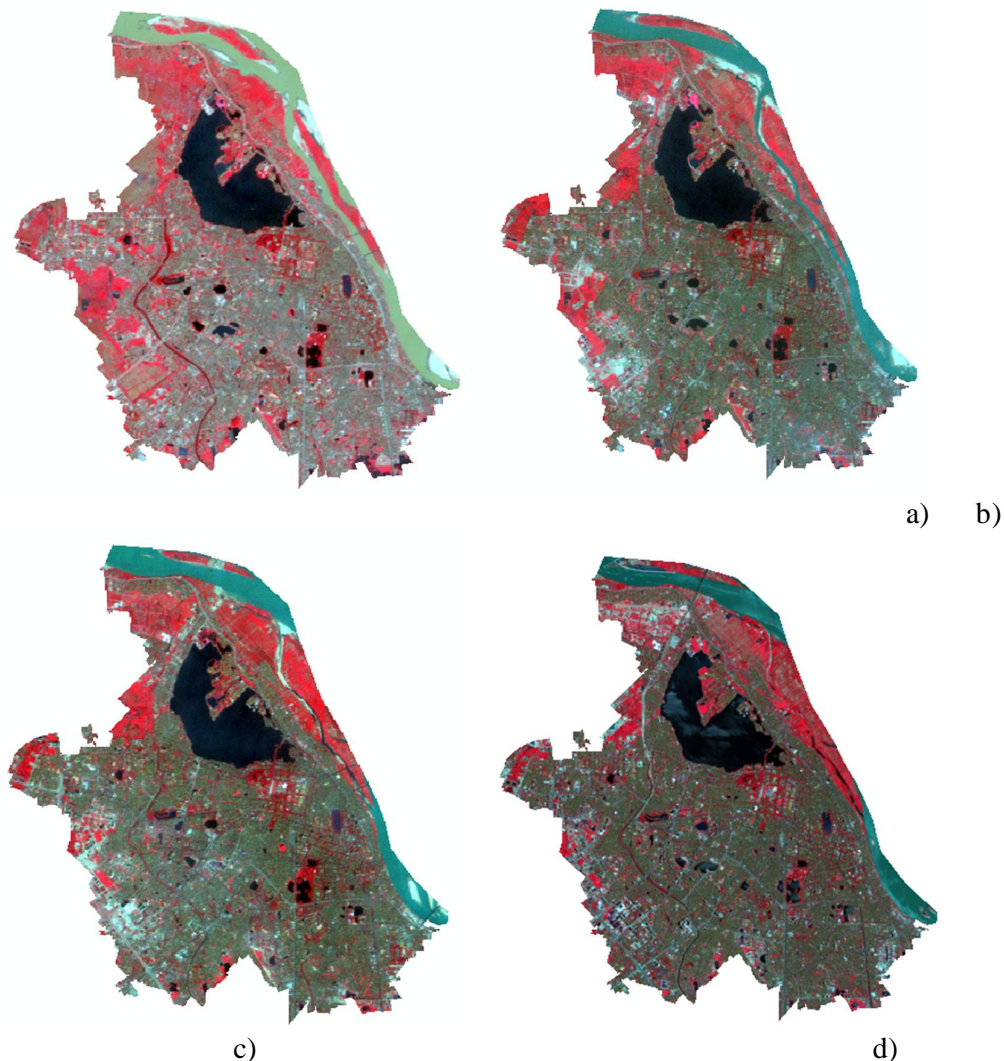
2. Dữ liệu và phương pháp nghiên cứu

2.1. Dữ liệu

Dữ liệu viễn thám sử dụng trong nghiên cứu là ảnh vệ tinh quang học Landsat 7 ETM+ ngày 04 – 11 – 2000 bao gồm 8 kênh ảnh, ảnh Landsat TM ngày 26 – 11 – 2005 và 08 – 11 – 2010 bao gồm 7 kênh ảnh, ảnh Landsat 8 ngày 01 – 07 – 2015 bao gồm 11 kênh ảnh. Các cảnh ảnh đều được chụp ở điều kiện thời tiết tốt, không bị ảnh hưởng bởi mây và sương mù.

Tư liệu ảnh vệ tinh Landsat sau khi tải về từ website <http://glovis.usgs.gov> được hiệu chỉnh phổ và nắn chỉnh hình học về hệ tọa độ VN2000, sau đó cắt theo ranh giới hành chính nội thành thành phố Hà Nội. Ảnh Landsat ở tổ hợp màu RGB:432 (đối với ảnh Landsat TM, ETM+) và RGB:543 (đối với ảnh Landsat 8) được thể hiện trên Hình 1.

Ngoài ra, trong nghiên cứu cũng sử dụng bản đồ địa hình tỉ lệ 1:50.000, mô hình số độ cao (DEM) và các số liệu về giao thông, thủy hệ, quy hoạch... nhằm xác định các nhân tố ảnh hưởng đến sự thay đổi đất đô thị khu vực Hà Nội.



Hình 1. Ảnh vệ tinh Landsat khu vực nội thành Hà Nội
(a, 04 – 11 – 2000; b, 26 – 11 – 2005; c, 08 – 11 – 2010 và d, 01 – 07 – 2015)

2.2. Phương pháp nghiên cứu

Mô hình dự báo biến động sử dụng đất Markov – Cellular Automata (Markov-CA) dựa trên hai lớp bản đồ được đưa vào để xây dựng ma trận chuyển đổi. Trong phương pháp này, mô hình sẽ duyệt từng kiểu sử dụng đất và tiến hành xác định số pixel chuyển đổi của các kiểu sử dụng đất thời điểm t sang kiểu sử dụng đất khác vào thời điểm $t+1$ để tính số lượng pixel chuyển đổi và quy ra tỉ lệ phần trăm thay đổi của từng kiểu sử dụng đất.

$$L_{(t+1)} = P_{ij} * L_{(t)}$$

$$P_{ij} = \begin{bmatrix} P_{11} & P_{12} & \dots & P_{1m} \\ P_{21} & P_{22} & \dots & P_{2m} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ P_{m1} & P_{m2} & \dots & P_{mm} \end{bmatrix}, \text{ trong đó } 0 \leq P_{ij} < 1, \quad \sum_{j=1}^m P_{ij} = 1 \quad (1.1)$$

Trong đó P_{ij} là ma trận chuyển đổi xác suất của loại đất (i) sang loại đất (j).

Phương pháp phân tích đa chỉ tiêu (AHP) được sử dụng để xác định trọng số của các nhân tố ảnh hưởng đến sự thay đổi sử dụng đất. Các nhân tố được chia thành hai nhóm: nhóm hạn chế khả năng phát triển của đất đô thị (bao gồm giới hạn thủy hệ; giới hạn đất phi dân cư, đất giao thông) và nhóm nhân tố ảnh hưởng tích cực đến khả năng phát triển đất đô thị (khoảng cách tới đường giao thông chính; khoảng cách tới đường giao thông phụ; điểm dân cư) (Bảng 1).

Bảng 1. Các nhân tố ảnh hưởng tới quá trình biến động đất đô thị

STT	Loại nhân tố	Tên chỉ tiêu	Giới hạn
1	Hạn chế	Giới hạn thủy hệ	Đất ở đô thị không thể phát triển vào những vùng ao hồ, sông, quá gần ven sông hoặc những khu thủy hệ trong quy hoạch tương lai
2		Giới hạn đất phi dân cư, đất giao thông	Các khu hành chính – doanh nghiệp, đất công trình, đất công Nhà nước, đất trong diện quy hoạch
3	Nhân tố phát triển	Khoảng cách tới đường giao thông chính (cao tốc, quốc lộ, tỉnh lộ, đường sắt)	Các khu dân cư thường mở rộng ở gần và dọc hệ thống đường giao thông thuận lợi cho phát triển kinh tế
4		Khoảng cách tới đường giao thông phụ (đường trong nội thành, các loại đường nhỏ nội thị...)	
5		Các điểm dân cư đã có	Đất ở đô thị thường có khả năng mở rộng cao hơn từ điểm dân cư đã có

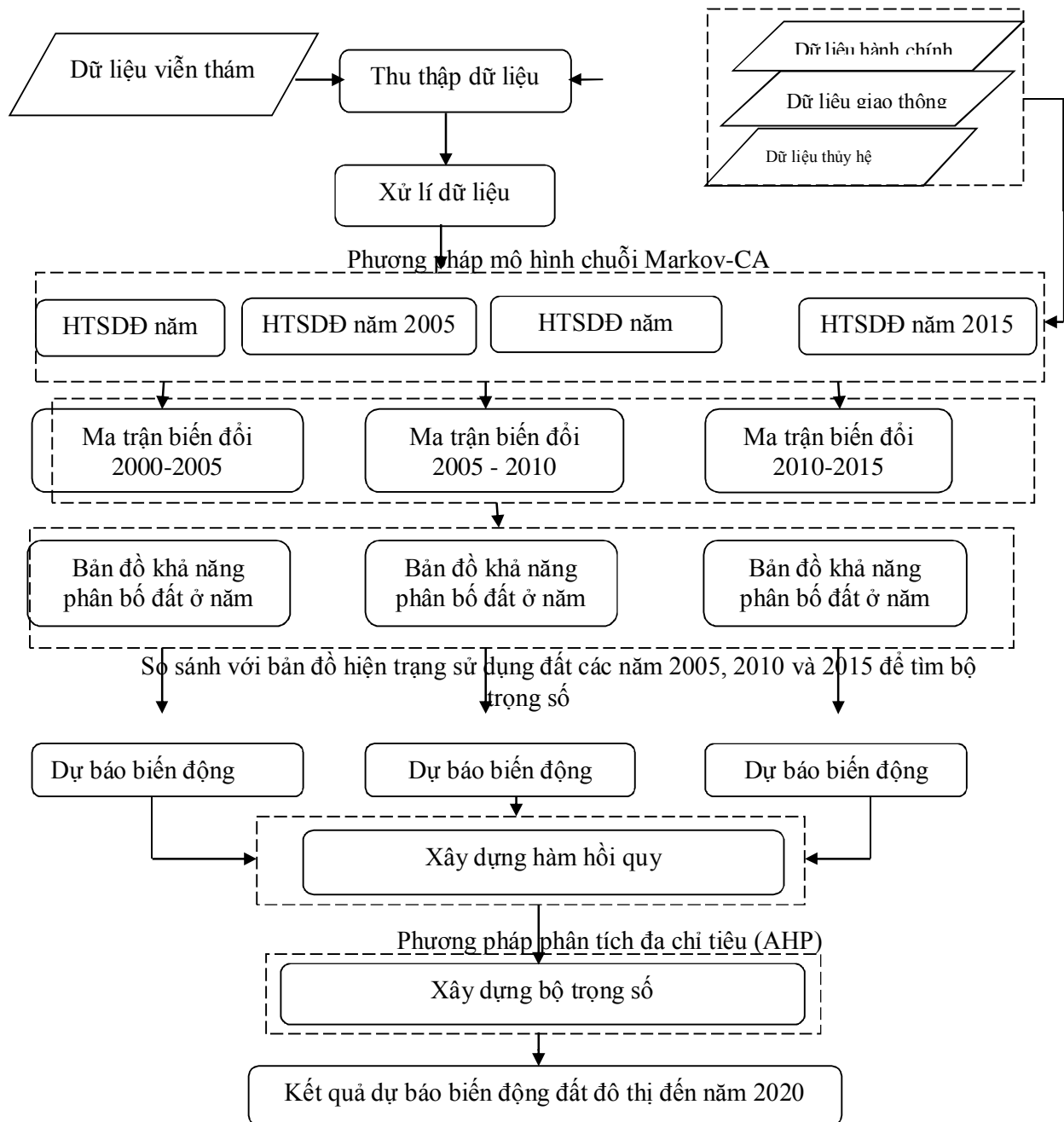
Do bộ trọng số của các nhân tố ảnh hưởng đến sự thay đổi sử dụng đất không cố định cho tất cả các giai đoạn, do vậy cần xây dựng hàm số phù hợp với sự biến thiên ấy để xác định bộ trọng số tại thời điểm gần nhất. Điều này sẽ giúp nâng cao độ chính xác của kết quả dự báo biến động sử dụng đất. Hàm số này được xác định dựa trên phương pháp hồi quy theo thời gian (*regression models with time series data*). Bản chất của quá trình này là sự khái quát hóa xu hướng biến động của dãy số bằng một hàm toán học mô tả một cách gần đúng biến động thực tế của hàm lí thuyết. Các hàm số biểu hiện xu hướng phát triển xác định theo logic nội tại của dãy số. Hàm số biến động có dạng tổng quát như sau:

$$\hat{y}_t = f(t, b_0, b_1, \dots, b_n) \quad (1.2)$$

Trong đó: \hat{y}_t - hàm số lí thuyết; $t=0,1,2,\dots,n$: thứ tự thời gian; b_0, b_1,\dots,b_n là các tham số.

Để lựa chọn đúng đắn dạng của phương trình hồi quy cần dựa vào phân tích đặc điểm biến động của hiện tượng qua thời gian, đồng thời kết hợp với một số phương pháp khác như dựa vào đồ thị, sai phân hay dựa vào sai số chuẩn của mô hình các hàm xu thế.

Tổng quát hóa của quy trình được minh họa trên Hình 2.



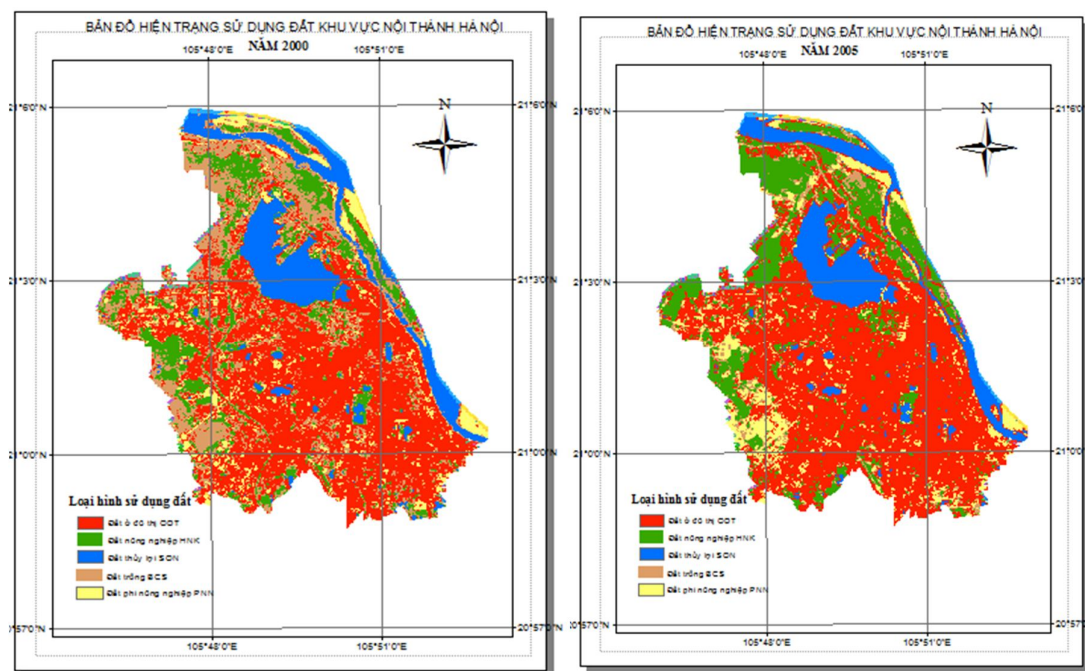
Hình 2. Quy trình dự báo biến động sử dụng đất đến năm 2020 khu vực nghiên cứu

3. Kết quả thực nghiệm

3.1. Phân loại ảnh

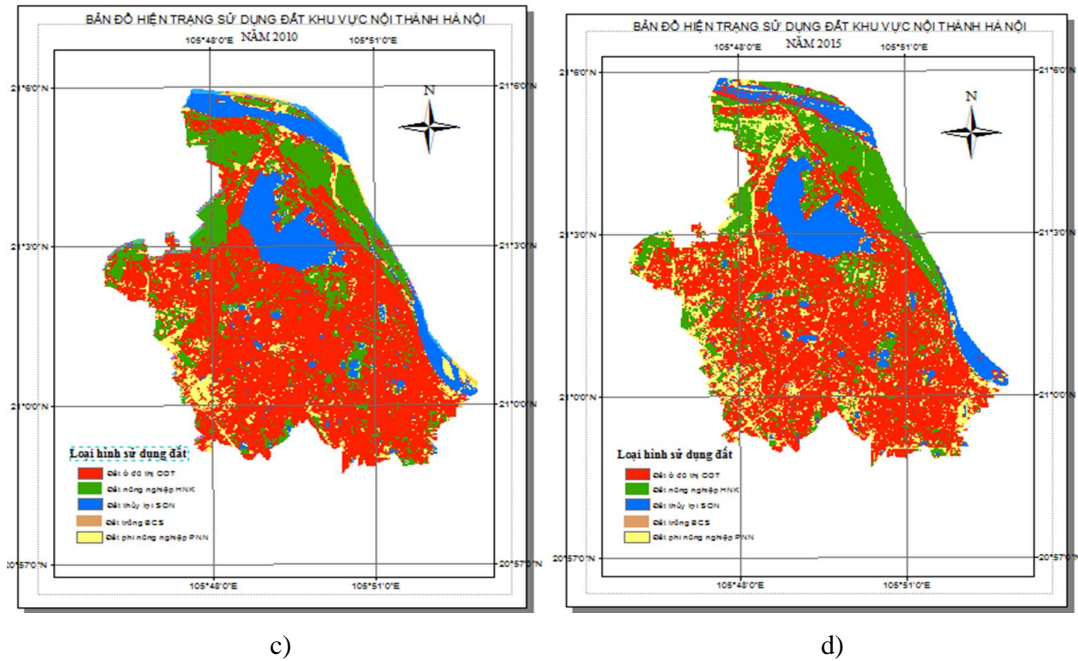
Trong nghiên cứu sử dụng phương pháp phân loại xác suất cực đại (Maximum likelihood) để thành lập bản đồ hiện trạng sử dụng đất. Với tư liệu ảnh vệ tinh Landsat khu vực nội thành thành phố Hà Nội tiến hành chọn dữ liệu mẫu đối với 5 lớp đối tượng sử dụng đất: Đất ở đô thị (ODT), đất nông nghiệp (HNK), đất thủy lợi (SON), đất trồng (BCS) và đất phi nông nghiệp (PNN). Bản đồ hiện trạng sử dụng đất khu vực nội thành thành phố Hà Nội thành lập từ tư liệu ảnh vệ tinh Landsat các năm 2000, 2005, 2010 và 2015 được thể hiện trên Hình 3.

Độ chính xác của kết quả phân loại được đánh giá bằng chỉ số Kappa dựa trên dữ liệu mẫu kiểm tra. Kết quả nhận được cho thấy, chỉ số Kappa đối với kết quả phân loại sử dụng đất khu vực nội thành thành phố Hà Nội trong các năm 2000, 2005, 2010 và 2015 đạt lần lượt là 0,86; 0,91; 0,87 và 0,90. Sự nhầm lẫn giữa các lớp phân loại xảy ra chủ yếu giữa đất ở đô thị và đất phi nông nghiệp, đất trồng. Nguyên nhân là do trên ảnh vệ tinh Landsat, cấu trúc và phổ phản xạ của các đối tượng này không có sự khác biệt lớn.



a)

b)



Hình 3. Bản đồ hiện trạng sử dụng đất khu vực nội thành Hà Nội năm 2000 (a), 2005 (b), 2010 (c) và 2015 (d)

3.2. Đánh giá biến động sử dụng đất

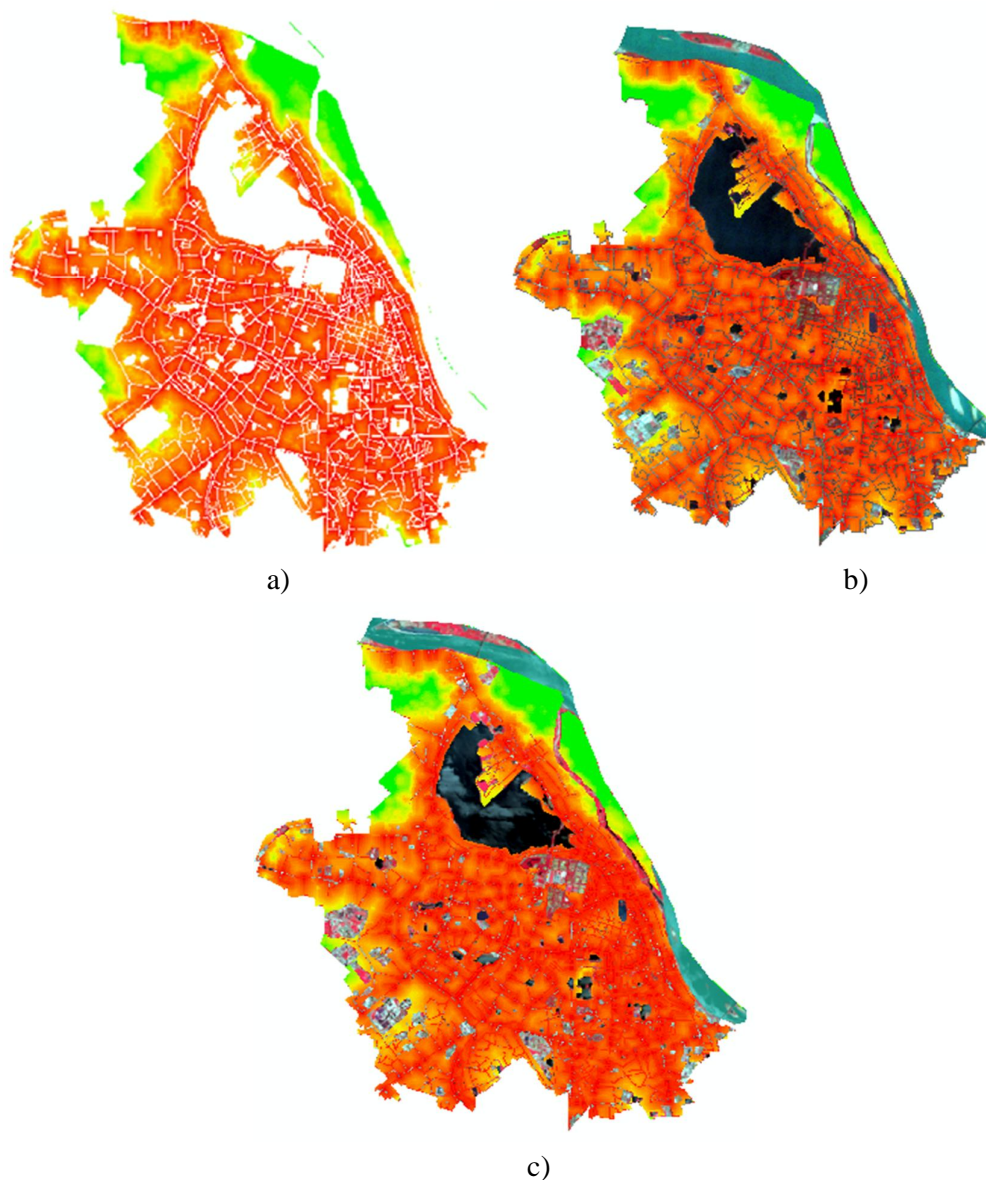
Từ kết quả phân loại ảnh vệ tinh Landsat giai đoạn 2000 – 2015 cho thấy, sự thay đổi mạnh mẽ trong sử dụng đất khu vực nội thành thành phố Hà Nội diễn ra chủ yếu ở đất ở đô thị và đất nông nghiệp (Bảng 2). Diện tích đất ở đô thị năm 2000 chiếm 40,36% tổng diện tích khu vực nghiên cứu đã tăng lên 48,55%, 54,36% và 57,95% vào các năm 2005, 2010 và 2015 tương ứng. Diện tích đất nông nghiệp giảm nhẹ trong giai đoạn 2000 – 2005 (từ 20,93% xuống 19,29%), giảm rất mạnh trong các năm 2010 (13,98%) và 2015 (12,91%). Trong khi đó, diện tích đất thủy lợi không có sự thay đổi đáng kể. Diện tích đất trống có xu hướng giảm dần, trong khi diện tích đất phi nông nghiệp tăng lên trong giai đoạn 2000 – 2015.

Bảng 2. Kết quả phân loại hiện trạng sử dụng đất khu vực nội thành thành phố Hà Nội từ tư liệu ảnh vệ tinh Landsat

STT	Loại sử dụng đất	Diện tích							
		Năm 2000		Năm 2005		Năm 2010		Năm 2015	
		ha	%	ha	%	ha	%	ha	%
1	ODT	34519	40.36	41524	48.55	46493	54.36	49563	57.95
2	HNK	17901	20.93	16498	19.29	11957	13.98	11042	12.91
3	SON	12145	14.20	12248	14.32	11777	13.77	10007	11.70
4	BCS	14412	16.85	6748	7.89	5936	6.94	5166	6.04
5	PNN	6551	7.66	8519	9.96	9365	10.95	9750	11.40

3.3. Dự báo biến động đất ở đô thị

Để dự báo biến động đất ở đô thị, vấn đề quan trọng là xác định bộ trọng số của các nhân tố ảnh hưởng đến sự thay đổi sử dụng đất trên cơ sở phương pháp AHP nghịch. Trong nghiên cứu sử dụng mô hình Markov_CA xác định ma trận biến đổi diện tích đất ở (ODT), kết hợp các nhân tố ảnh hưởng (hiện trạng đất ở, thủy hệ, giao thông và quy hoạch) để xây dựng bản đồ khả năng chuyển đổi sử dụng đất ở các năm 2005, 2010 và 2015 (Hình 4, các pixel màu đỏ đại diện cho đất ở).



Hình 4. Kết quả xác định khả năng chuyển đổi sử dụng đất ở năm 2005 (a), 2010 (b) và 2015 (c)

Kết quả nhận được sẽ được so sánh với bản đồ hiện trạng sử dụng đất ở các năm 2005, 2010 và 2015 để tìm ra bộ trọng số phù hợp. Bộ trọng số này sẽ được sử dụng để xây dựng bản đồ dự báo biến động đất ở các năm 2005, 2010 và 2015 (Hình 5), sau đó so sánh với bản đồ hiện trạng đất ở cùng thời gian để đánh giá độ chính xác. Kết quả nhận được cho thấy, độ chính xác của kết quả dự báo biến động đất ở đô thị năm 2005 so với bản đồ hiện trạng năm 2005 đạt 83,5%. Đối với kết quả dự báo biến động đất ở đô thị năm 2010 và 2015, độ chính xác đạt được lần lượt là 81,2% và 80,8%. Như vậy, có thể khẳng định độ chính xác của kết quả dự báo biến động đất ở đô thị là đảm bảo.

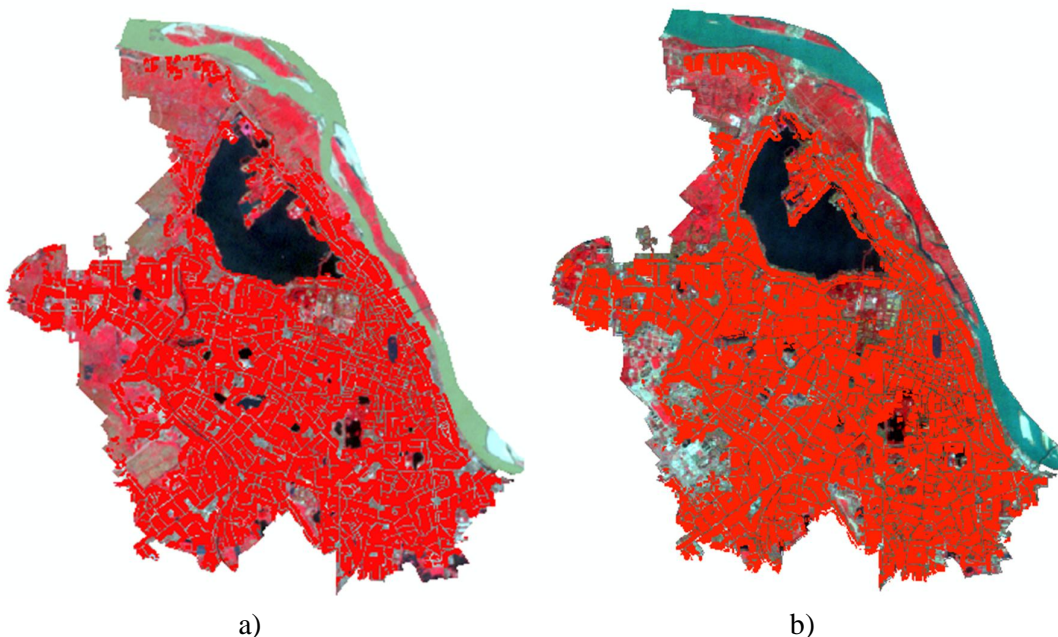
Phân tích kết quả đánh giá biến động đất đô thị khu vực nội thành thành phố Hà Nội giai đoạn 2000 – 2005, 2005 – 2010, 2010 – 2015 cho thấy, diện tích đất đô thị tăng lên qua từng giai đoạn, tuy nhiên tốc độ tăng giảm dần (mức giảm tốc độ tăng trong các giai đoạn gần như bằng nhau). Do vậy, để dự báo sự thay đổi đất ở đô thị cho đến năm 2020, có thể sử dụng hàm xu hướng dạng mũ. Kết quả xây dựng hàm xu hướng biến động đất đô thị trong nghiên cứu này được thể hiện qua công thức sau:

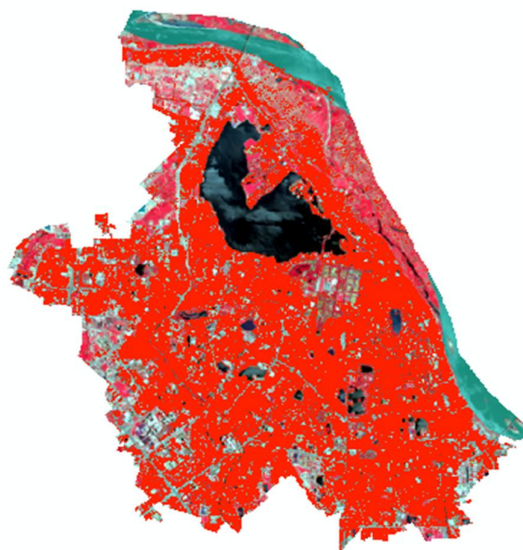
$$y = 42.630,1 \times 1,06^t \quad (1.3)$$

Trong đó y là diện tích đất đô thị (ha) dự báo, t là khoảng thời gian.

Như vậy, diện tích dự báo đất đô thị khu vực nội thành thành phố Hà Nội năm 2020 được xác định như sau:

$$y = 42.630,1 \times 1,06^5 = 57.048,56 (ha) \quad (1.4)$$

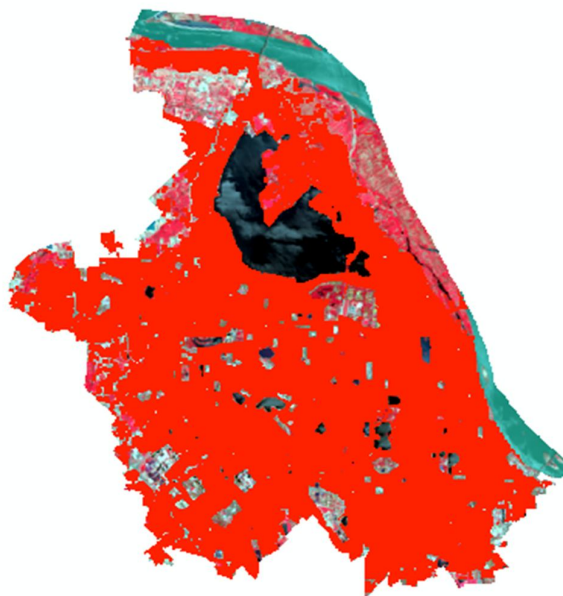




c)

Hình 5. Kết quả dự báo biến động đất đô thị (màu đỏ) năm 2005 (a), 2010 (b) và 2015 (c)

Kết quả dự báo phân bố không gian đất đô thị khu vực nội thành thành phố Hà Nội năm 2020 theo phương pháp mô hình chuỗi Markov-CA được trình bày trên Hình 6, trong đó các pixel màu đỏ đại diện cho các khu vực đất ở đô thị.



Hình 6. Kết quả dự báo biến động đất đô thị khu vực nội thành Hà Nội năm 2020

4. Kết luận

Ứng dụng công nghệ viễn thám và GIS đánh giá và dự báo biến động sử dụng đất trên cơ sở mô hình chuỗi Markov-CA là một cách tiếp cận hiệu quả, cho phép thể hiện sự thay đổi của các loại hình sử dụng đất không chỉ đơn thuần là thống kê diện tích mà còn mô phỏng được sự biến động về mặt không gian.

Trong nghiên cứu đã tiến hành xem xét, đánh giá biến động sử dụng đất khu vực nội thành thành phố Hà Nội giai đoạn 2000 – 2015, từ đó dự báo biến động đất ở đô thị cho đến năm 2020. Kết quả nhận được cho thấy, đến năm 2020, dự báo diện tích đất ở đô thị khu vực nội thành Hà Nội đạt 57.048,56 ha, tăng 15,1% so với năm 2015.

Kết quả nhận được trong nghiên cứu có thể cung cấp cơ sở khoa học giúp các nhà quản lý đưa ra các biện pháp phục vụ công tác quy hoạch và sử dụng đất bền vững.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Nguyễn Ngọc Phi, “Ứng dụng viễn thám theo dõi biến động đất đô thị thành phố Vinh, tỉnh Nghệ An,” *Tạp chí Địa chất*, số 310, 2009.
- [2] Vũ Minh Tuấn, Trịnh Lê Hùng, “Ứng dụng viễn thám và GIS nghiên cứu mối quan hệ giữa thảm thực vật và xói mòn đất huyện Di Linh, tỉnh Lâm Đồng,” *Tạp chí Khoa học Đại học Huế*, tập 87, số 9, tr. 213 – 224, 2013.
- [3] Lê Thị Giang, Đào Thu Châu, “Tìm hiểu sự thay đổi sử dụng đất nông lâm nghiệp tại huyện Yên Châu, tỉnh Sơn La qua việc sử dụng kỹ thuật giải đoán ảnh viễn thám,” *Tạp chí Khoa học đất*, số 17, tr. 169 – 174, 2003.
- [4] Lê Thị Thu Hà, Phạm Thị Làn, Nguyễn Tiến Quỳnh, “Đánh giá và dự báo biến động sử dụng đất khu vực cửa sông Ba Lạt dựa trên tư liệu viễn thám đa thời gian và GIS,” *Tạp chí Khoa học Kỹ thuật Mỏ – Địa chất*, số 48, tr. 13 – 19, 2014.
- [5] Nguyễn Thị Thu Hiền, Phạm Vọng Thành, Nguyễn Khắc Thời, “Đánh giá biến động sử dụng đất/lớp phủ huyện Tiên Yên, tỉnh Quảng Ninh giai đoạn 2000 – 2010,” *Tạp chí Khoa học và Phát triển*, tập 12, số 1, tr. 43 – 51, 2014.
- [6] Marina-Ramona Rujoiu-Mare, Bogdan-Andrei Mihai, “Mapping land cover using remote sensing data and GIS techniques: a case study of Prahova Subcarpathians,” *Procedia Environmental Sciences*, vol. 32, pp.244 – pp.255, 2016.
- [7] Ezeomodo I., Igbokwe J., “Mapping and analysis of land use and land cover for a sustainable development using high resolution satellite images and GIS,” *Remote Sensing for Landuse and Planning*, 6421, pp.1 – pp.18, 2013.

- [8] Eric F. Lambin, Helmut J. Geist, Erika Lepers, “Dynamics of land-use and land cover change in tropical regions,” *Environment and Resources*, vol. 28, pp.205 – pp.241, 2003.
- [9] J.S. Rawat, Manish Kumar, “Monitoring land use/cover change using remote sensing and GIS techniques: A case study of Hawalbagh block, district Almora, Uttarakhand, India,” *The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Science*, vol. 18, pp.77 – pp.84, 2015.
- [10] Pandian M., Rajagopal N., Sakthivel G., Amrutha D.E., “Land use and land cover change detection using remote sensing and GIS in parts of Coimbatore and Tiruppur districts, Tamil Nadu, India,” *International Journal of Remote Sensing and Geoscience*, vol.3, Issue 1, pp.15 – 20, 2014.