



Tạp chí Khoa học Kỹ thuật Mỏ - Địa chất

Trang điện tử: <http://tapchi.humg.edu.vn/>



Ứng dụng mô hình biến động đất đai - Land Change Modeler dự báo biến động sử dụng đất huyện Thái Thụy, Thái Bình

Phạm Thị Làn ^{1,*}, Lê Thị Thu Hà ¹, Đặng Văn Dũng ¹, Nguyễn Văn Thông ¹

¹ Khoa Trắc địa - Bản đồ và Quản lý đất đai, Trường Đại học Mỏ - Địa chất, Việt Nam

THÔNG TIN BÀI BÁO

TÓM TẮT

Quá trình:

Nhận bài 15/8/2016

Chấp nhận 20/9/2016

Đăng online 20/12/2016

Từ khóa:

Sử dụng đất

Dự báo sử dụng đất

Mô hình land change

modeler

Mô hình biến động sử dụng đất là một công cụ hữu hiệu trong việc đánh giá tác nhân biến động và dự báo sử dụng đất. Mục tiêu của bài báo là dự báo biến động sử dụng đất năm 2021 huyện Thái Thụy, Thái Bình trên cơ sở ứng dụng mô hình biến động đất đai - LCM (Land Change Modeler). Mô hình biến động đất đai - LCM sử dụng kết hợp mạng nơ ron nhân tạo và mô hình CA-Markov. Dữ liệu sử dụng trong mô hình bao gồm: dữ liệu sử dụng đất 1989, 2001, 2005, 2013, dữ liệu địa mạo, thổ nhưỡng, khoảng cách tới đường bờ, xói lở và bồi tụ. Mạng nơ ron nhân tạo được sử dụng để xác định xác suất chuyển đổi trên không gian của các loại hình sử dụng đất. Tiếp theo, các kết quả từ mô hình Mạng nhân tạo sẽ được đưa vào trong mô hình CA-Markov nhằm dự báo định lượng sử dụng đất. Độ chính xác của mô hình biến động đất đai - LCM dự báo năm 2009 và 2013 với hệ số kappa lần lượt là 0,71 và 0,74. 2. Kết quả mô hình dự báo biến động sử dụng đất từ 2013 đến năm 2021 có những đặc điểm sau: dân cư tăng từ 14,53% lên 16,9%; đất nuôi trồng thủy sản sẽ tăng từ 6,12% lên 7,38% và đất rừng ngập mặn sẽ tăng từ 4,17% lên 4,8%. Trong khi đó, đất lúa và hoa màu sẽ giảm từ 46,69% xuống 44,43%.

© 2016 Trường Đại học Mỏ - Địa chất. Tất cả các quyền được bảo đảm.

1. Đặt vấn đề

Biến động sử dụng đất đóng vai trò chủ yếu đến biến động môi trường và góp phần gây nên biến đổi toàn cầu William và Turner, 1991; Dale 1997). Ngày nay, cùng với sự phát triển của đất nước, đất đai ngày càng biến động mạnh mẽ nhằm đáp ứng nhu cầu của xã hội. Khu vực huyện Thái Thụy, Thái Bình là nơi có biến động sử dụng đất tương đối mạnh mẽ. Xu hướng chung về biến động sử dụng đất của huyện trong những năm

qua là đất trồng lúa và hoa màu giảm để chuyển sang đất ở, đất khu công nghiệp và đất nuôi trồng thủy sản. Có nhiều nguyên nhân dẫn đến sự biến động này bao gồm cả yếu tố tự nhiên và kinh tế - xã hội. Việc xác định các nguyên nhân dẫn đến biến động sử dụng đất đòi hỏi hiểu cả cách mà con người đưa ra quyết định sử dụng đất và sự tương tác giữa các yếu tố tự nhiên và xã hội ảnh hưởng đến việc ra quyết định đó (Lambin và Geist, 2007). Do vậy, nghiên cứu, dự báo biến động sử dụng đất được xem là một trong những nghiên cứu quan trọng trợ giúp các nhà quản lý và quy hoạch đưa ra quyết định sử dụng đất một cách bền vững.

*Tác giả liên hệ.

E-mail: phamthilan@humg.edu.vn

Những năm gần đây các nhà khoa học đã xây dựng lý thuyết mô hình GIS trong nghiên cứu biến động sử dụng đất. Mô hình GIS là một công cụ hữu hiệu nghiên cứu biến động sử dụng đất vì khả năng tích hợp việc xác định biến động sử dụng đất với các nhân tố tác động đến sự biến động đó (Veldkamp và Verburg, 2004). Lambin cũng nhấn mạnh rằng mô hình hóa sử dụng đất giúp các nhà khoa học đưa ra những giả thuyết và trả lời được ba câu hỏi (Lambin, 1997): 1) Yếu tố địa lý và kinh tế - xã hội nào tác động đến biến động sử dụng đất; 2) Nơi nào ảnh hưởng bởi sự biến động đó và 3) Sử dụng đất biến động với tốc độ bao nhiêu? Như vậy, các mô hình sử dụng đất có vai trò giải thích và dự báo biến động sử dụng đất (Lambin, 1997; Laura và Schneider, 2001).

Mô hình hóa không gian quá trình biến động sử dụng đất với sự trợ giúp của công nghệ GIS hiện đang là xu hướng nghiên cứu về địa lý nói chung và đất đai nói riêng. GIS được sử dụng hiệu quả trong việc quan trắc và đánh giá động lực biến động sử dụng đất (Samat, Hasni và nnk, 2011). Có rất nhiều mô hình được sử dụng để mô hình hóa biến động và dự báo sử dụng đất như CA (Cellular Automata), CA- Markov, Geomod, Clue, LCM (Land Change Model). Nghiên cứu này sử dụng mô hình biến động đất đai - LCM để dự báo sử dụng đất trong tương lai tại khu vực Thái Thụy, tỉnh Thái Bình.

2. Dữ liệu và khu vực nghiên cứu

2.1. Khu vực nghiên cứu

Thái Thụy là huyện đồng bằng ven biển, nằm ở phía Đông Bắc tỉnh Thái Bình, có diện tích tự nhiên 26.584,40ha, chiếm 16,93% diện tích tự nhiên của tỉnh, nằm trong toạ độ địa lý từ 20°27' đến 20°50' vĩ độ Bắc và từ 106°25' đến 106°50' kinh độ Đông.

Vì Thái Thụy là huyện ven biển nên địa hình thấp dần từ Đông Bắc xuống Tây Nam. Giữa lưu vực có một vùng trũng tập trung với cao độ điển hình từ 0,3m đến 0,5m. Trên dải đất dọc theo 27km từ biển có nhiều vùng đất cao điển hình từ 1,5 m đến 2m. Các vùng còn lại địa hình tương đối bằng phẳng có độ cao trung bình từ 0,1m đến 1,25m rất thuận lợi cho trồng lúa và nuôi trồng thủy - hải sản

2.2. Dữ liệu

Dữ liệu trong mô hình cần được chuẩn hóa theo định dạng dữ liệu của phần mềm IDRISI. Dữ liệu được tổng hợp theo Bảng 1.

Dữ liệu hiện trạng sử dụng đất các thời điểm như Bảng 1 trên được chiết xuất từ ảnh vệ tinh Landsat TM và OLI với hệ thống chú giải bao gồm 8 đối tượng (đất dân cư, đất nuôi trồng thủy sản, đất trồng lúa, đất làm muối, đất khu công nghiệp, đất trống, đất rừng ngập mặn và đất mặt nước, sông ngòi).

3. Phương pháp

Mô hình biến động đất đai - LCM là dạng mô hình tích hợp, bao gồm mô hình CA - Markov và mạng nơ ron nhân tạo (neural network) được tích hợp trong phần mềm Idrisi Selva. Các mô hình biến động sử dụng đất giúp dự báo và đưa ra các kịch bản biến động sử dụng đất trong tương lai. Toàn bộ quá trình mô hình hóa dự báo sử dụng đất năm 2021 cho khu vực huyện Thái Thụy, tỉnh Thái Bình được thể hiện trong Hình 1.

3.1. Xác định thời gian dự báo

Để tiến hành dự báo việc đầu tiên là cần xác định khoảng thời gian dự báo. Trên cơ sở kết quả đánh giá biến động sử dụng đất khu vực nghiên cứu giai đoạn 2005 - 2013, nghiên cứu đã ứng dụng mô hình sử dụng đất với phân tích chuỗi Markov nhằm dự báo biến động sử dụng đất huyện Thái Thụy tới năm 2021 theo công thức sau: (1)

$$TDB = TCT + (TCT - TCD)$$

Trong đó: TDB: Thời điểm dự báo

TCT: Mốc thời gian cận trên của quá trình đánh giá.

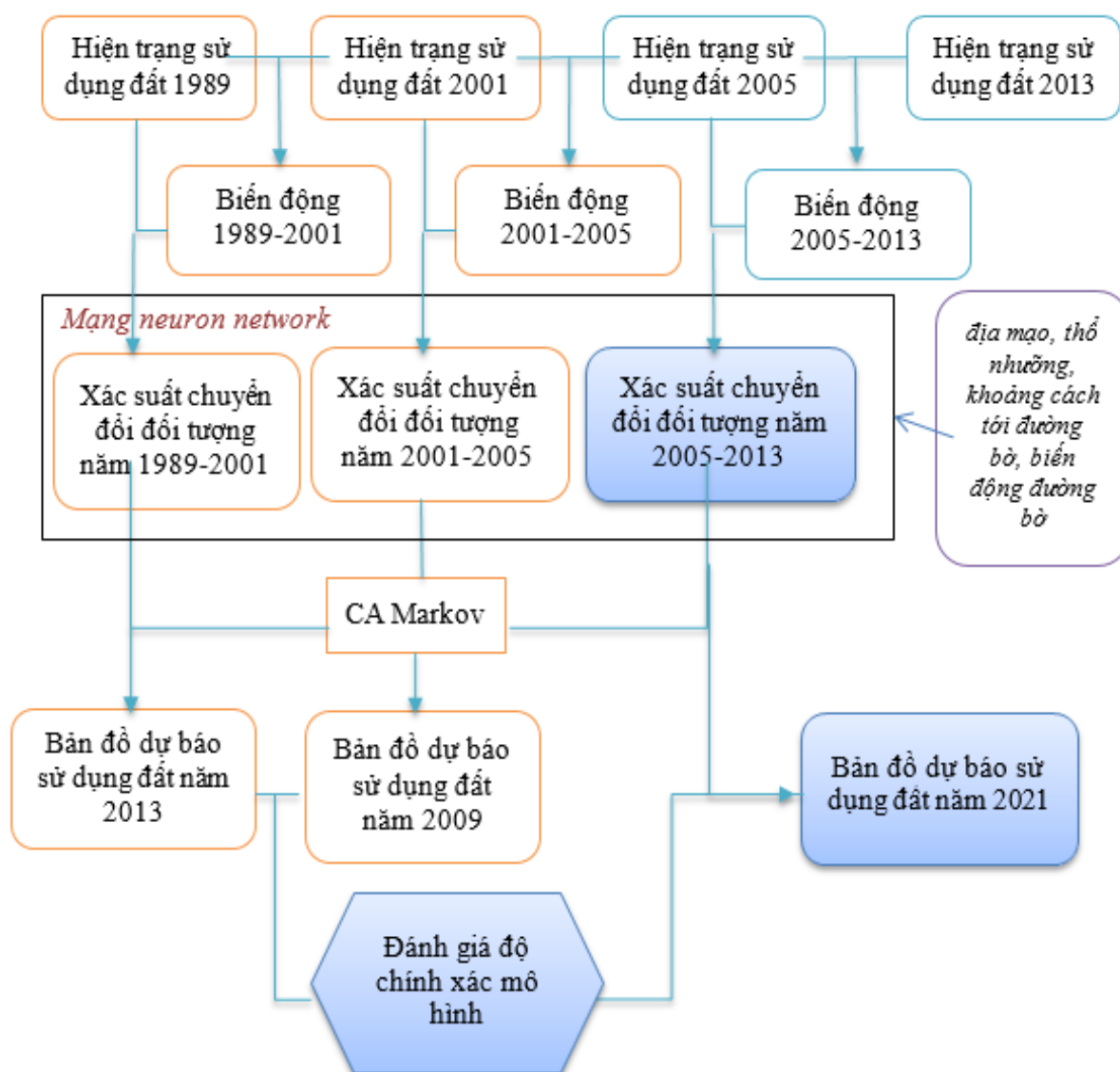
TCD: Mốc thời gian cận dưới của quá trình đánh giá.

3.2. Dự báo sử dụng đất

Quy trình mô hình hóa như Hình 1 dưới đây được thực hiện với hai mục đích: 1) Kiểm chứng độ chính xác của mô hình biến động đất đai - LCM bằng việc dự báo sử dụng đất năm 2009 và 2013 và sau đó so sánh với sử dụng đất 2009 và 2013 chiết tách từ ảnh vệ tinh có kiểm chứng thực địa. Độ chính xác của mô hình biến động đất đai - LCM dự báo năm 2009 và 2013 với hệ số kappa lần lượt là 0,71 và 0,74.2) Dự báo sử dụng đất trong tương lai đến năm 2021.

Bảng 1. Bảng định dạng dữ liệu

Số TT	Tên lớp dữ liệu	Dạng dữ liệu	Số hàng - cột
1	Hiện trạng sử dụng đất năm 1989	Số thực	3052 - 2272
2	Hiện trạng sử dụng đất năm 2001	Số thực	3052 - 2272
3	Hiện trạng sử dụng đất năm 2005	Số thực	3052 - 2272
4	Hiện trạng sử dụng đất năm 2009	Số thực	3052 - 2272
5	Hiện trạng sử dụng đất năm 2013	Số thực	3052 - 2272
6	Bản đồ địa mạo	Số thực	3052 - 2272
7	Bản đồ thổ nhưỡng	Số thực	3052 - 2272
8	Lớp dữ liệu xói lở, bồi tụ 1989 - 2001	Số thực	3052 - 2272
9	Lớp dữ liệu khoảng cách tới đường bờ	Số thực	3052 - 2272



Hình 1. Quy trình mô hình hóa sử dụng đất

4. Kết quả

Mô hình biến động đất đai - LCM là mô hình kết hợp mạng nơ ron nhân tạo và CA - Markov. Ứng dụng mạng nơ ron nhân tạo với dữ liệu đầu vào là các yếu tố tác động đến sử dụng đất đã tính toán được xác suất chuyển đổi các đối tượng sử dụng đất. Xác suất chuyển đổi kết hợp với mô hình CA -Markov dự báo sử dụng đất 2021.

4.1. Xác suất chuyển đổi sử dụng đất năm 2021

Sự chuyển đổi sử dụng đất diễn ra rất đa dạng và phong phú. Tuy nhiên, xác suất chuyển đổi lớn chỉ tập trung vào các đối tượng như đất dân cư, lúa và hoa màu, đất nuôi trồng thủy sản và đất rừng ngập mặn. Còn sự chuyển đổi những đối tượng khác có xác suất không đáng kể.

- Đất trồng lúa và hoa màu chuyển thành đất dân cư

Xác suất chuyển đổi đất lúa và hoa màu thành đất dân cư có giá trị cao nhất trong khoảng (0,69 - 0,97) ở những khu vực đất cồn cát (Cc), đất phèn chua (S) và bề mặt tích tụ bar cát biển tuổi hiện đại Q_2^3 (ĐM5). Điều đó chỉ ra rằng trên những khu vực có đặc điểm địa mạo và thổ nhưỡng đó, khả năng xảy ra chuyển đổi từ đất lúa và hoa màu thành đất dân cư là 69% đến 97%. Tiếp theo là trên khu vực bãi bồi sông tuổi hiện đại Q_2^3 (ĐM1) và đất phèn, khả năng 47% đến 48% đất lúa và hoa màu chuyển thành đất dân cư.

- Đất trồng lúa và hoa màu chuyển thành đất nuôi trồng thủy sản

Giá trị xác suất (0,66 - 0,99) chuyển đổi chỉ ra rằng: Trên những khu vực có địa mạo là bề mặt tích tụ hỗn hợp sông, biển - đầm lầy tuổi hiện đại Q_2^3 (ĐM2), bề mặt tích tụ hỗn hợp sông - biển tuổi hiện đại Q_2^3 (ĐM3) và khu vực có khoảng cách tới đường bờ nhỏ hơn 1600m là phù hợp cho việc chuyển đổi đất lúa và hoa màu thành đất nuôi trồng thủy sản với khả năng xảy ra là từ 66% đến 99% do thuận lợi trong việc dẫn nước mặn. Trong khi đó, trên các khu vực còn lại của khu vực, gần như không có khả năng xảy ra sự chuyển đổi này với xác suất rất nhỏ (0 - 0,1023).

- Đất trồng lúa và hoa màu chuyển thành đất khu công nghiệp

Đất lúa và hoa màu chuyển thành đất khu công nghiệp với xác suất nhỏ, giá trị xác suất lớn nhất chưa đến 0,5. Như vậy, khả năng chuyển đổi

này chưa đạt 50%. Khu vực có xác suất lớn nhất (0,24 - 0,47), khả năng chuyển đổi từ 24% đến 47% thuộc những khu vực có đặc điểm thổ nhưỡng là đất phù sa không được bồi hàng năm (Ph), đất mặn ít (Mi) và đặc điểm địa mạo là có bề mặt tích tụ hỗn hợp sông - biển tuổi hiện đại Q_2^3 (ĐM3). Trên những khu vực có điều kiện địa mạo và thổ nhưỡng khác thì gần như không có khả năng chuyển đổi đất lúa và hoa màu thành khu công nghiệp. Nhìn chung, với giá trị xác suất chuyển đổi nhỏ như vậy đã chứng minh được sự mối quan hệ giữa địa mạo và thổ nhưỡng trong việc chuyển đổi đất lúa và hoa màu thành khu công nghiệp là không chặt chẽ. Trên thực tế, yếu tố chủ yếu tác động đến sự chuyển đổi này là do chính sách phát triển đô thị hóa và công nghiệp hóa.

- Mặt nước, sông suối chuyển thành đất nuôi trồng thủy sản.

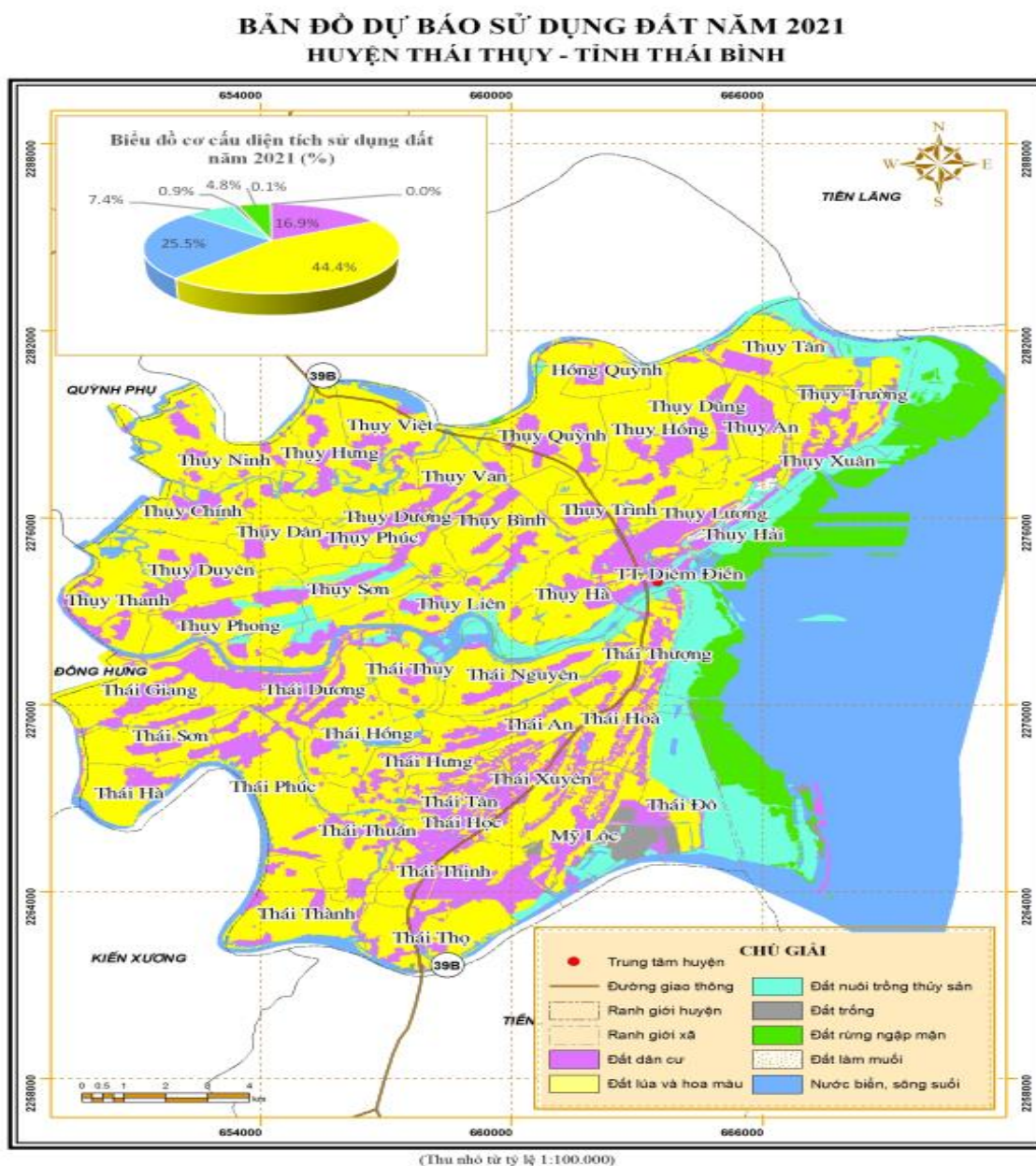
Giá trị xác suất chỉ ra rằng với khu vực nội đồng gần như không có khả năng chuyển đổi mặt nước, sông suối thành đất nuôi trồng thủy sản. Ngược lại, sự chuyển đổi này có khả năng xảy ra đến 51% trên khu vực ven sông lớn, khu vực bồi tụ, khu vực có thổ nhưỡng là đất phù sa không được bồi hàng năm (Ph), đất phù sa được bồi hàng năm (Phb), đất phèn tiềm năng (S) và khu vực có địa mạo là bãi bồi sông tuổi hiện đại Q_2^3 (ĐM1), bề mặt tích tụ hỗn hợp sông biển - đầm lầy tuổi hiện đại Q_2^3 (ĐM2) và bề mặt tích tụ hỗn hợp sông - biển tuổi hiện đại Q_2^3 (ĐM3). Sự chuyển đổi mặt nước, sông suối thành đất nuôi trồng thủy sản trên các đơn vị địa mạo, thổ nhưỡng đó là phù hợp với quy luật tự nhiên và chính sách lấn biển của địa phương.

- Nước biển, sông suối - Rừng ngập mặn. Tương tự như sự chuyển đổi mặt nước, sông suối thành đất nuôi trồng thủy sản, trong khu vực nội đồng không có khả năng chuyển đổi mặt nước, sông suối thành đất rừng ngập mặn với xác suất chuyển đổi là 0.

Nguyên nhân không có khả năng chuyển đổi này vì cây ngập mặn chỉ thích hợp với đất mặn nhiều, nước mặn và chế độ thủy triều cường - kiệt ở phía ngoài đê. Trong khi đó, khả năng mặt nước và sông suối chuyển thành rừng ngập mặn tập trung ở khu vực ven biển với xác suất (0,625 - 0,812), trên khu vực có thổ nhưỡng là đất mặn ít (Mi), đất mặn nhiều (Mn) và địa mạo với bề mặt tích tụ bãi triều tuổi hiện đại Q_2^3 (ĐM4).

Bảng 2. Bảng thống kê diện tích sử dụng đất năm 2013 và năm 2021

Loại hình sử dụng đất	Năm 2013 (ha)	Năm 2021 (ha)	Cơ cấu 2013 (%)	Cơ cấu 2021 (%)
Đất dân cư	5302,56	6178,21	14,53	16,9
Đất lúa, hoa màu	17352,10	16246,85	47,69	44,43
Mặt nước, sông suối	9683,85	9316,07	26,52	25,48
Đất nuôi trồng thủy sản	2236,24	2700,30	6,12	7,38
Đất trống	158,96	114,81	0,42	0,31
Đất rừng ngập mặn	1629,84	1755,84	4,17	4,8
Đất ruộng muối	86,28	47,19	0,24	0,13
Đất khu công nghiệp	114,43	205,87	0,31	0,56



Hình 2. Bản đồ dự báo sử dụng đất 2021 từ kết quả mô hình LCM

Bảng 3. Thống kê biến động diện tích các loại hình sử dụng đất năm 2013 và 2021

2013 2021	Đất dân cư	Đất lúa và hoa màu	Nước biển, sông suối	Nuôi trồng thủy sản	Đất trống	Rừng ngập mặn	Ruộng muối	Khu công nghiệp	Cơ cấu 2021 (%)
Đất dân cư	14,53	2,23	0,14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	16,90
Đất lúa và hoa màu	0,00	44,43	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	44,43
Nước biển, sông suối	0,00	0,00	25,23	0,00	0,25	0,00	0,00	0,00	25,48
Nuôi trồng thủy sản	0,00	0,67	0,23	6,12	0,06	0,19	0,11	0,00	7,38
Đất trống	0,00	0,10	0,12	0,00	0,08	0,00	0,00	0,00	0,31
Rừng ngập mặn	0,00	0,00	0,81	0,00	0,02	3,97	0,00	0,00	4,80
Ruộng muối	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,13	0,00	0,13
Khu công nghiệp	0,00	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,31	0,56
Cơ cấu năm 2013(%)	14,53	47,69	26,52	6,12	0,42	4,17	0,24	0,31	100,00

4.2. Bản đồ dự báo sử dụng đất năm 2021

Xác suất chuyển đổi cụ thể của các loại hình sử dụng đất nói trên kết hợp với mô hình CA - Markov để có được bản đồ dự báo sử dụng đất như Hình 2.

5. Thảo luận

Sử dụng đất dự báo năm 2021 biến động so với 2013 có diện tích biến động được thống kê như Bảng 3.

Từ bảng thống kê trên, các con số chỉ ra rằng: Dự báo cho thấy đất dân cư, đất nuôi trồng thủy sản và đất rừng ngập mặn sẽ tăng. Trong khi đó, đất lúa và hoa màu sẽ giảm.

Đất dân cư tăng lên nhằm đáp ứng nhu cầu xu hướng gia tăng dân số của khu vực. Trong toàn bộ diện tích đất dân cư dự báo gia tăng đó do: Đất lúa và hoa màu chuyển sang 2,23% và nước biển, sông suối chuyển sang 0,14%.

Đất trồng lúa và hoa màu giảm do hiện nay việc sản xuất lúa và hoa màu không còn đạt hiệu quả kinh tế cao. Trong đó, dự báo đất lúa hoa màu giảm để chuyển sang đất dân cư 2,23%, chuyển sang nuôi trồng thủy sản 0,67%, chuyển sang đất trống 0,1% và chuyển sang đất khu công nghiệp 0,25%.

Đất nuôi trồng thủy sản tăng lên là xu hướng phát triển kinh tế theo định hướng chung của khu vực ven biển và cụ thể là huyện Thái Thụy - Thái

Bình. Dự báo sự gia tăng đó do 0,67% đất lúa và hoa màu; 0,23% rộng ra phía biển và 0,11% từ ruộng muối.

Rừng ngập mặn xu hướng sẽ tăng lên do chính phát triển khu bảo tồn và các dự án trồng rừng ngập mặn như hội chữ thập đỏ Đan Mạch... Diện tích rừng ngập mặn dự báo được mở rộng từ đất trống (bãi bồi) 0,02% và mở rộng ra phía biển 0,81%.

Khu công nghiệp tăng lên là sự phát triển theo định hướng chung của đất nước là công nghiệp hóa - hiện đại hóa. Diện tích đất công nghiệp được dự báo mở rộng từ đất lúa và hoa màu (0,25%).

6. Kết luận

- Mô hình LCM định lượng hóa xác suất chuyển đổi. Từ đó chỉ ra mối quan hệ giữa biến động sử dụng đất với từng yếu tố tự nhiên trong dự báo sử dụng đất.

- Mô hình biến động đất đai - LCM đạt độ chính xác Kappa tổng thể là 0,71 và 0,74. Điều này chứng minh rằng các yếu tố đưa vào mô hình chưa đủ, cần bổ sung các yếu tố kinh tế - xã hội cho định hướng tiếp theo.

Lời cảm ơn

Bài báo được hỗ trợ kinh phí từ đề tài: "Nghiên cứu xây dựng mô hình dự báo biến động

sử dụng đất trên cơ sở ứng dụng viễn thám và GIS". Mã số T16 - 26. Đề tài NCKH cấp cơ sở 2016, Trường Đại học Mỏ - Địa chất.

Tài liệu tham khảo

- Dale, V.H., 1997. The relationship between land use change and climate change. *Ecol. Appl* 7, 753-769.
- Lambin E.F., and Geist H.J., 2007. Causes of land-use and land-cover change. Retrieved from <http://www.eoearth.org/view/article/51cbcd2f7896bb431f6905af>.
- Lambin, E.F., 1997. Modelling and monitoring land-cover change processes in tropical regions. *Progress in Physical Geography* 21(3), 375-393.
- Schneider, L.C., and Pontius, R.G., 2001. Modeling land-use change in the Ipswich watershed, Massachusetts, USA. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 85, 83 - 94.
- Samat, N., và nnk, 2011. Modelling Land Use Changes at the Peri-Urban Areas using Geographic Information Systems and Cellular Automata Model. *Journal of Sustainable Development* 4, 6.
- Veldkamp, A., and Verburg, P.H., 2004. Modelling land use change and environmental impact. *J Environ Manage* 72, 1-2, 1-3.
- William B., Meyer and B. L. Turner. II., 1991. *Changes in Land - Use and Land Cover: a global perspective*. Cambridge University Press. Cambridge

ABSTRACT

Application of Land Change Modeler for prediction of land use in Thai Thuy district, Thai Binh province

Lan Thi Pham¹, Ha Thu Thi Le¹, Dung Van Dang¹, Thong Van Nguyen¹

¹ Faculty of Geomatics and Land Administration, Hanoi University of Mining and Geology, Vietnam

The land use change model is a useful tool in evaluating driving forces of change land use and forecasting land use. The objective of this paper is predicting land use change in 2021, Thai Thuy District, Thai Binh based application model LCM (Land Cover Modeler). Land Cover Modeler is integrated of neuron network and CA-Markov. This model used the data including land use 1989, 2001, 2005, 2013, geomorphology, penology, and distance from shoreline, erosion and accretion. Neuron network is used to calculate transition potential of land use classes. After that, the transition potential of land use classes are input on CA-Markov to predict land use. Accuracy of LCM is 0,71 in 2009 and 0,74 in 2013. The results of forecast land use in 2021 compared to 2013 shows that residential land will increase from 14,73% to 16,9%, aquaculture land will increase from 6,12% to 7,38% and mangrove forests will increase from 4,17% to 4,8%. Meanwhile, the paddy and vegetables will decrease from 46,69% to 44,43%.