

BỘ TÀI NGUYÊN VÀ MÔI TRƯỜNG



TUYỂN TẬP BÁO CÁO  
**HỘI NGHỊ KHOA HỌC, CÔNG NGHỆ**  
**TOÀN QUỐC NGÀNH ĐO ĐẠC VÀ BẢN ĐỒ**





35. TS. Phạm Minh Hải - Nghiên cứu xây dựng phần mềm thành lập bản đồ nguy cơ cháy rừng ứng dụng phương pháp viễn thám và GIS  
279
36. PGS. TS. Trịnh Lê Hùng, PGS. TS. Lê Thị Trinh, PGS. TS. Lê Thị Giang, TS. Trịnh Thị Thắm, KS. Đặng Nguyệt Anh - Xác định hàm lượng chất lơ lửng trong nước mặt từ ảnh viễn thám và ảnh vệ tinh quang học Sentinel 2, thử nghiệm cho khu vực hạ lưu sông Đáy  
288
37. TS. Đỗ Thị Hoài, TS. Lê Minh Hằng - Nghiên cứu phương pháp giám sát sự thay đổi lớp phủ khu vực quốc gia U Minh Thượng từ ảnh viễn thám Sentinel 1 đa thời gian  
295
38. TS. Nguyễn Quốc Khánh, TS. Nguyễn Văn Tuấn, TS. Đỗ Thị Phương Thảo, TS. Nguyễn Thị Phương Hoa, TS. Vũ Ngọc Phan - Nghiên cứu khả năng ứng dụng ảnh viễn thám đa thời gian kết hợp mô hình phân tích sử dụng chuỗi Markov trong dự báo biến động lớp phủ mặt đất  
303
39. TS. Đào Khánh Hoài - Phát hiện sự thay đổi bề mặt địa hình trái đất sử dụng mảng Nor Ron nhân tạo ICM  
311
40. TS. Phạm Xuân Hoàn, TS. Lê Đại Ngọc - Nghiên cứu công nghệ Radar giao thoa phục vụ nghiên cứu địa hình  
320
41. TS. Phan Quốc Yên, TS. Phạm Minh Hải - Đánh giá khả năng thành lập bản đồ độ sâu tỷ lệ trung bình khu vực nước nông bằng ảnh vệ tinh quang học  
329
42. TS. Lê Quốc Hưng, TS. Nguyễn Quốc Khánh, TS. Chu Hải Tùng, TS. Đặng Trường Giang - Giới thiệu phương pháp sử dụng ảnh viễn thám Worldview-2 đo vệ, tính toán xác định bề mặt địa hình đến độ sâu 20m nước tại các đảo xa bờ  
336
43. TSKH. Lương Chính Kê, TS. Nguyễn Văn Hùng, TS. Lê Thị Hải Như - Tích hợp ảnh viễn thám Landsat-7 và số liệu khí tượng xây dựng mô hình hệ số cây trồng giải tích tối ưu để ước tính nhu cầu nước cây trồng cho lưu vực sông Cầu  
344
44. PGS. TS. Trịnh Lê Hùng, Lê Doãn Anh, Phạm Huy Công, NCS. Đặng Như Tuấn - Ứng dụng viễn thám và GIS đánh giá tình trạng hạn hán trên cơ sở chỉ số NDDI, thử nghiệm cho khu vực huyện Bắc Bình, tỉnh Bình Thuận  
353
45. TS. Nguyễn Thị Lan Phương - Nghiên cứu đề xuất giải pháp chiết tách thông tin từ ảnh Radar phục vụ cập nhật cơ sở dữ liệu nền địa lý và bản đồ  
361
46. KS. Lê Tuấn Anh, KS. Trần Đức Thuận, TS. Phạm Văn Tuấn, CN. Lê Đình Hiền - Ứng dụng công nghệ tích hợp Lidar và chụp ảnh hàng không - Citymapper tại Tổng công ty Tài nguyên và Môi trường Việt Nam  
372
47. TS. Nguyễn Thị Bích Ngọc - Đánh giá độ chính xác dữ liệu địa lý thu nhận bằng công nghệ đo ảnh kỹ thuật số  
380
48. TS. Nguyễn Thị Lan Phương, TS. Lê Minh Hằng - Giải đoán đối tượng tàu thuyền từ ảnh viễn thám quang học trên cơ sở áp dụng công nghệ viễn thám và GIS  
391
49. TS. Nguyễn Minh Ngọc, TS. Nguyễn Văn Tuấn, PGS. TS. Trần Văn Anh, TS. Đỗ Thị Phương Thảo - Giải pháp kiểm định chất lượng ảnh viễn thám quang học của Việt Nam dựa trên các vật chuẩn  
401
50. TS. Lê Minh Huệ, TS. Đỗ Thị Phương Thảo, CN. Vũ Thị Thanh Hiền, TS. Vũ Thị Kim, KS. Đoàn Quốc Vương - Quy trình phối hợp giữa Cục Viễn thám quốc gia và cơ quan quản lý nhà nước về hoạt động khai thác khoáng sản  
410



# NGHIÊN CỨU KHẢ NĂNG ỨNG DỤNG TƯ LIỆU TÍCH SỰ DÙNG ĐA THỜI GIAN KẾT HỢP MÔ HÌNH PHÂN TÍCH SỰ DÙNG CHUỖI MARKOV TRONG DỰ BÁO BIẾN ĐỘNG LỚP PHỤ MẶT ĐẤT

TS. Nguyễn Quốc Khánh<sup>1</sup>, TS. Nguyễn Văn Tuấn<sup>1</sup>, TS. Đỗ Thị Phương Thảo<sup>2</sup>  
ThS. Nguyễn Thị Phương Hoa<sup>1</sup>, ThS. Vũ Ngọc Phan<sup>3</sup>  
<sup>1</sup>Cục Viện thăm quốc gia

<sup>2</sup>Trường Đại học Mỏ-Địa chất

<sup>3</sup>Đại học Tài nguyên và Môi trường Hà Nội

Tóm tắt:

Bản đồ hiện trạng và bản đồ biến động lớp phủ mặt đất là một trong những tài liệu rất quan trọng, có thể được sử dụng trong xác định các giải pháp không gian phục vụ công tác quy hoạch lãnh thổ, giám sát tài nguyên môi trường và giám sát ảnh hưởng của biến đổi khí hậu. Việc kết hợp giữa tư liệu viễn thám đa thời gian và mô hình phân tích biến động lớp phủ mặt đất LCM (Land Change Modeler) sử dụng chuỗi Markov cho phép xây dựng các kịch bản lớp phủ mặt đất, dự báo được khả năng biến động lớp phủ mặt đất từ ngắn hạn đến dài hạn. Việc tích hợp giữa viễn thám, mô hình phân tích không gian và GIS có thể hỗ trợ hiệu quả cho việc đánh giá và xây dựng nhiều kịch bản lớp phủ khác nhau và mở ra khả năng ứng dụng đa mục tiêu. Bài báo này trình bày một số kết quả nghiên cứu khả năng tích hợp viễn thám đa thời gian, GIS và mô hình sử dụng đất trong dự báo biến động lớp phủ mặt đất ở quy mô cấp tỉnh, thử nghiệm tại thành phố Hải Phòng. Trong nghiên cứu này, chúng tôi đã sử dụng dữ liệu ảnh vệ tinh Landsat năm 2002, 2011 và 2017 để thành lập các bản đồ hiện trạng lớp phủ mặt đất với thời gian tương ứng. Trước tiên, bản đồ lớp phủ mặt đất năm 2002 và 2011 được sử dụng để kiểm định mô hình LCM. Trên cơ sở đó, bản đồ năm 2011 và 2017 được sử dụng để thành lập bản đồ dự báo biến động lớp phủ đến năm 2025 với việc sử dụng hàm hồi quy logic (Logistic Regression) và Chuỗi Markov.

## 1. Giới thiệu

Hải Phòng, tương tự như nhiều địa phương khác ở Việt Nam đang xây ra biến động lớp phủ mặt đất rất mạnh mẽ. Sự biến động này được ghi nhận trong hơn 30 năm qua, là một hệ quả trực tiếp của sự phát triển kinh tế - xã hội kèm theo với sự tác động của các yếu tố tự nhiên. Việc ứng dụng dữ liệu ảnh viễn thám, GIS, đặc biệt là mô hình phân tích biến động lớp phủ trong đánh giá và dự báo thay đổi trong tương lai để có được cơ sở khoa học trong việc quản lý lãnh thổ là cần thiết. Trong nghiên cứu này, chúng tôi đề xuất sử dụng mô hình thay đổi lớp phủ đất (Land Change Modeler-LCM) được tích hợp trong Phần mềm IDRISI-Taiga để mô hình hóa quá trình biến động lớp phủ mặt đất. Mô hình này dựa trên nguyên tắc của chuỗi Markov, được mô tả như trong phương trình [1] (Weng, 2001) nhằm dự báo và xây dựng các kịch bản lớp phủ mặt đất trong tương lai.

$$P\{X_t=a_j|X_0=a_0, X_1=a_1, \dots, X_{t-1}=a_{j-1}\} = P\{X_t=a_j|X_{t-1}=a_j\} \quad [1]$$

Trong đó:  $X_0, X_1, \dots, X_{t-1}$  là các giá trị quan sát của chuỗi Markov ở thời điểm cụ thể (0, 1, 2, ..., t-1).  
Ma trận  $P\{X_t=a_j | X_{t-1}=a_i\}$  được coi là ma trận khả năng chuyển đổi và nó cho biết xác suất của quá trình chuyển đổi từ trạng thái  $a_i$  sang trạng thái  $a_j$  sau khoảng thời gian (t).

## 2. Nội dung và phương pháp

### 2.1. Khu vực nghiên cứu

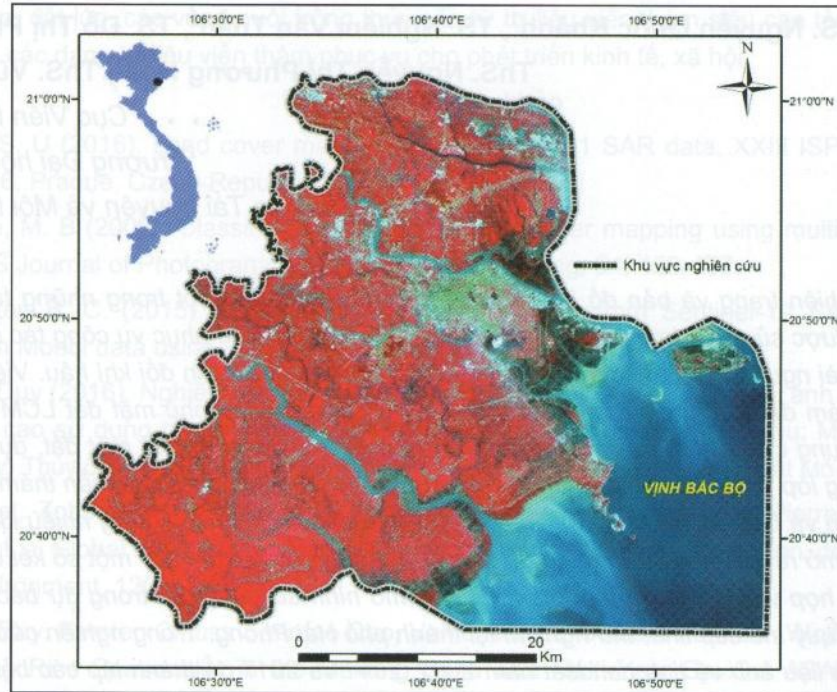
Hải Phòng là thành phố ven biển ở khu vực phía Đông Bắc của Việt Nam, cách Thành phố Hà Nội khoảng 120km; phía Bắc giáp với tỉnh Quảng Ninh, phía Tây giáp tỉnh Hải Dương, phía Nam giáp tỉnh Thái Bình và phía Đông giáp với Vịnh Bắc Bộ (hình 1).



## TUYÊN TẬP BÁO CÁO

### HỘI NGHỊ KHOA HỌC, CÔNG NGHỆ TOÀN QUỐC NGÀNH ĐO ĐẠC VÀ BẢN ĐỒ

Hải Phòng là thành phố lớn thứ ba ở Việt Nam, được biết đến như là trung tâm khoa học công nghệ, kinh tế văn hóa ở ven biển phía Bắc của Việt Nam. Khu vực nghiên cứu có diện tích khoảng 1500km<sup>2</sup>, có độ cao trung bình 10m; có khí hậu cận nhiệt đới ẩm, với mùa hè nóng ẩm, và mùa đông ẩm áp, khô ráo.



Hình 1: Vị trí địa lý khu vực nghiên cứu

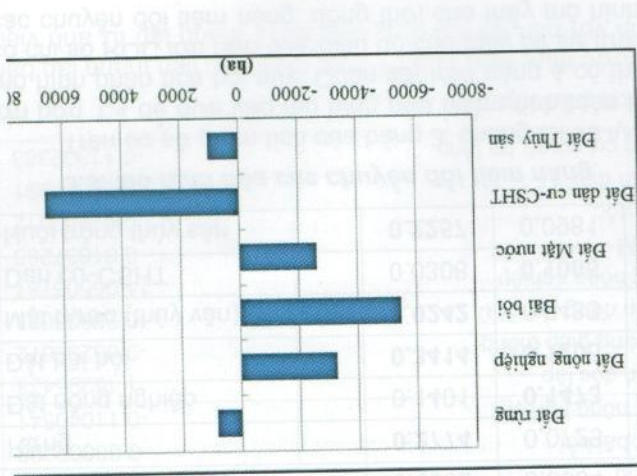
### 2.2. Thành lập bản đồ sử dụng đất

Chúng tôi sử dụng 03 cảnh ảnh Landsat độ phân giải 30m phủ trùm khu vực đất liền của thành phố Hải Phòng, gồm 01 cảnh ảnh Landsat 7 ETM + (2002), 01 cảnh ảnh Landsat 5 TM (2011) và 01 cảnh ảnh Landsat 8 OLI\_TIRS (2017). Tất cả các cảnh ảnh đều trong cùng mùa hạ (từ tháng 6 đến tháng 8) nhằm giảm sự ảnh hưởng do yếu tố mùa vụ trong quá trình phân loại. Tuy nhiên, do tính không đồng nhất của ngày chụp ảnh, độ phân giải phổ, góc và hướng của ảnh nên công tác hiệu chỉnh khí quyển đã được thực hiện trước khi phân loại ảnh. Trong trường hợp này, các phương pháp hiệu chỉnh khí quyển của Chander và Markham (2003); Ruelland và nnk, (2008) và Richter và Schlöpfer (2014) đã được áp dụng lần lượt đối với các ảnh TM, ETM + và OLI\_TIRS. Để thành lập bản đồ hiện trạng lớp phủ mặt đất, phương pháp phân loại có kiểm định với thuật toán xác suất cực đại đã được sử dụng. Sau khi phân loại và thành lập 03 bản đồ hiện trạng lớp phủ năm 2002, 2011 và 2017, chúng tôi đã tiến hành so sánh với dữ liệu khảo sát thực địa đã thu thập được trong giai đoạn cuối năm 2017 và đầu năm 2018, kết hợp với các tài liệu hỗ trợ nhằm đánh giá độ chính xác kết quả. Độ chính xác của bản đồ được thành lập trên 85% được coi là đạt yêu cầu [Anderson và ctv., 1971].

### 2.3. Dự báo biến động lớp phủ

Mô hình phân tích biến động lớp phủ mặt đất - LCM (Land Change Modeler) được tích hợp trong phần mềm Idrisi [Eastman, 2006], đây là mô hình tiên tiến, khép kín với việc sử dụng 02 bản đồ hiện trạng lớp phủ ở 02 thời điểm t1 và t2 làm dữ liệu đầu vào và đầu ra sẽ là các bản đồ dự báo trong tương lai. Để dự báo, trước tiên mô hình phân tích biến động lớp phủ mặt đất (Mô hình) trong quá khứ xác định các đối tượng biến động cụ thể; sau đó mô hình xây dựng các chuyển đổi tiềm năng dựa trên các chuyển đổi lịch sử kết hợp với các biến giải thích (explicative variables) thông qua một trong các phương pháp là Hồi quy logic LR (Logistic regression) hoặc Mạng thần kinh nhân tạo - MLP (Multi-Layer Perceptron) [Eastman, 2006]. Trong nghiên cứu này chúng tôi đã sử dụng phương pháp là hồi quy logic để tính toán các chuyển đổi tiềm năng, thông qua việc đánh giá chỉ số tương quan ROC [Pontius và ctv, 2001]. Mỗi một biến giải thích sẽ đại diện cho một yếu tố (tự nhiên hoặc nhân tạo) có khả năng tác động đến sự biến động lớp phủ mặt đất. Để đánh giá chất lượng các biến giải thích, chỉ số Cramer's V được sử dụng [Eastman, 2009]. Các biến giải thích có giá trị chỉ số Cramer's V cao, cho thấy tầm quan trọng của chúng; trong khi các biến giải thích nếu có giá trị chỉ số Cramer's V thấp sẽ bị loại bỏ, không nên sử dụng để đưa vào Mô hình. Về mặt lý thuyết, chỉ số Cramer's V liên





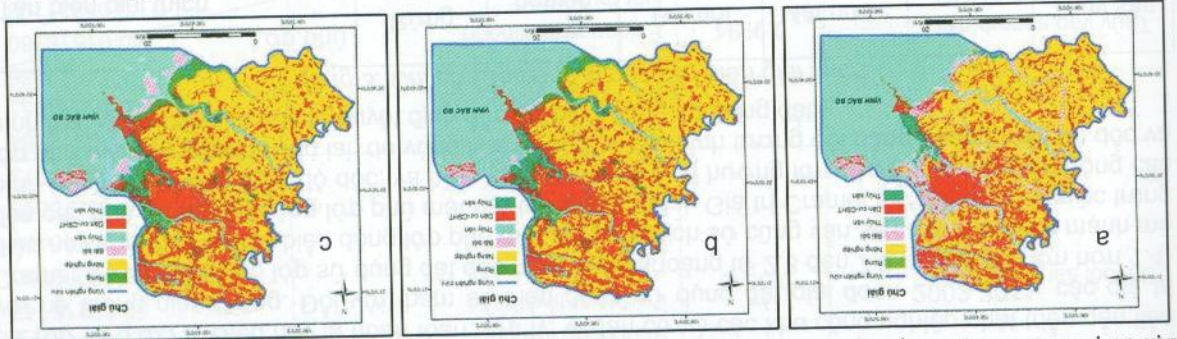
Hình 3 thể hiện biến động sử dụng đất trong giai đoạn 2002 - 2011 của khu vực thành phố Hải Phòng; trong đó thể hiện đồng thời sự tăng và giảm diện tích tuyệt đối của từng loại sử dụng đất. Hình 3 cho thấy hầu hết các lớp đối tượng sử dụng đất đều có biến động, trong đó diện tích đất rừng và đất dân cư - cơ sở hạ tầng tăng rõ rệt. Ngược lại, diện tích đất nông nghiệp và đất mặt nước giảm mạnh. Sau giai đoạn phân tích biến động này đã xác định được những thay đổi của từng loại hình lớp phủ

3.2. Phân tích biến động lớp phủ mặt đất

| Tham số                | Năm | 2002    | 2011   | 2017    |
|------------------------|-----|---------|--------|---------|
| Độ chính xác chung (%) |     | 91.0957 | 91.727 | 86.5368 |
| Hệ số Kappa            |     | 0.8978  | 0.9031 | 0.8300  |

Bảng 1: Chỉ số thống kê độ chính xác kết quả phân loại sử dụng đất

Hình 2: Bản đồ lớp phủ năm 2002 (a), 2011 (b) và 2017 (c) được phân loại từ ảnh viễn thám Landsat



Bảng 1 thể hiện các chỉ số thống kê đánh giá độ chính xác kết quả phân loại lớp phủ mặt đất các năm 2002, 2011 và 2017 của khu vực thành phố Hải Phòng. Kết quả cho thấy, độ chính xác chung nằm trong khoảng từ 86 - 91%, lớn hơn giá trị yêu cầu (85%). Tương tự, hệ số Kappa nằm trong khoảng từ 0.83 đến 0.9, đảm bảo theo yêu cầu là trên 0.8. Với độ chính xác kết quả phân loại đất được như trên, cho phép thành lập bản đồ sử dụng đất các năm 2002, 2011 và 2017 (hình 2).

3.1. Thành lập bản đồ lớp phủ mặt đất

Đề thành lập bản đồ hiện trạng lớp phủ mặt đất, trong nghiên cứu này bản đồ lớp phủ mặt đất năm 2017 được xây dựng trước tiên, sau đó đến bản đồ năm 2011 và cuối cùng là bản đồ năm 2002 trên cơ sở áp dụng thuật toán xác suất cực đại. Các đối tượng được phân loại trên bản đồ lớp phủ bao gồm: (1) Rừng, (2) Đất nông nghiệp, (3) Đất bãi bồi, (4) Mặt nước, (5) Đất dân cư - cơ sở hạ tầng, và (6) Đất nuôi trồng thủy sản.

3. Kết quả và thảo luận

Đề kiểm định Mô hình, bản đồ dự báo đến năm 2017 (thành lập từ Mô hình) được so sánh với bản đồ lớp phủ mặt đất (thành lập từ ảnh viễn thám) nhằm kiểm định Mô hình. Bản đồ dự báo được coi là chấp nhận được nếu đảm bảo các điều kiện: (1) độ chính xác tổng thể trên 85% và (2) độ chính xác của mỗi thành phần lớp phủ tương đương nhau (Anderson và ctv., 1971; Eastmans, 2006). Trong trường hợp độ chính xác không đạt, cần phải tiến hành công tác hiệu chỉnh mô hình thông qua việc lựa chọn, đánh giá lại chất lượng các biến giải thích, các giá trị ROC của từng chuyên đối tiềm năng. Sau khi kiểm định và hiệu chỉnh Mô hình, bản đồ dự báo đến năm 2025 sẽ được thành lập trên cơ sở các tham số đã được đánh giá và hiệu chỉnh trong giai đoạn trước.

2.4. Kiểm định Mô hình và xây dựng kịch bản lớp phủ mặt đất

hơn hoặc bằng 0.15 được coi là chấp nhận được; trong khoảng 0.4, các biến giải thích được coi là rất hữu ích [Eastman, 2009].



## TUYÊN TẬP BÁO CÁO

### HỘI NGHỊ KHOA HỌC, CÔNG NGHỆ TOÀN QUỐC NGÀNH ĐO ĐẠC VÀ BẢN ĐỒ

mặt đất xảy ra giữa các năm từ 2002 đến 2011 (bảng 2). Mỗi một chuyển đổi trong bảng 2 sẽ là một tham số được nhập vào Mô hình để tính toán và xác định khả năng chuyển đổi các đối tượng sử dụng đất trong tương lai.

Bảng 2: Danh mục các chuyển đổi lớp phủ đất trong giai đoạn 2002-2011

| Chuyển đổi |                 |              | Chuyển đổi |              |              |
|------------|-----------------|--------------|------------|--------------|--------------|
| STT        | Chuyển từ       | Đến          | STT        | Chuyển từ    | Đến          |
| 1          | Đất nông nghiệp | Đất dân cư   | 4          | Đất Mặt nước | Bãi bồi      |
| 2          | Bãi bồi         | Đất rừng     | 5          | Đất Mặt nước | Đất thủy sản |
| 3          | Bãi bồi         | Đất thủy sản | 6          | Đất thủy sản | Đất dân cư   |

### 3.3. Đánh giá chất lượng các biến giải thích

Như đã trình bày, sự biến động sử dụng đất bị tác động bởi nhiều yếu tố, trong đó có các yếu tố tự nhiên và có cả những yếu tố do con người gây. Mỗi một yếu tố trên được coi là một biến giải thích khi đưa vào mô hình chuyển đổi phủ. Trong nghiên cứu này, chúng tôi đã xác định và lựa chọn 12 biến giải thích đặc trưng được áp dụng trong xây dựng bản đồ dự báo biến động lớp phủ mặt đất khu vực thành phố Hải Phòng (bảng 3).

Các biến giải thích sử dụng có mức độ và vai trò ảnh hưởng đến sự biến động sử dụng đất là khác nhau, được thể hiện bằng trọng số khác nhau trong mô hình chuyển đổi phủ. Việc xác định vai trò cũng như chất lượng của của biến giải thích được đánh giá thông qua chỉ số Cramer's V. Các biến giải thích với giá trị Cramer's V cao được coi như có mối liên kết chặt chẽ đến biến động sử dụng đất. Quan sát trên bảng 3 cho thấy, các biến về giao thông có ảnh hưởng chủ yếu đến sự biến động của đất nông nghiệp, thủy văn và đặc biệt là dân cư, với các giá trị Cramer's V tương ứng là 0.2395, 0.2106 và 0.8277. Điều này là hoàn toàn hợp lý, vì dân cư và các khu công nghiệp phát triển gắn liền với hệ thống giao thông. Đối với tham số biến động sử dụng đất giai đoạn 2002-2011, các giá trị Cramer's V đối với cả 6 lớp sử dụng đất đều nằm trong khoảng từ 2.8 đến 7.9 (tất cả đều lớn hơn 1.4), điều này cho thấy yếu tố biến động lớp phủ mặt đất trong lịch sử cũng vẫn sẽ có ảnh hưởng mạnh mẽ đến các quá trình biến động lớp phủ mặt đất trong tương lai. Giá trị Cramer's V cũng chỉ ở mức trung bình (từ 1.7-1.9) cho thấy độ dốc, và hình thái không có ảnh hưởng lớn đến khả năng biến động các lớp phủ mặt đất trong tương lai, do vùng Hải Phòng có địa hình tương đối bằng phẳng, nên độ dốc và hình thái không phải là yếu tố quyết định đến sự biến động sử dụng đất.

Bảng 3: Chỉ số Cramer's V của các biến giải thích

| Tên biến giải thích | Lớp phủ       |               |               |               |               |               |
|---------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
|                     | Rừng          | Nông nghiệp   | Bãi bồi       | Mặt nước      | Dân cư-CSHT   | Thủy sản      |
| Giao thông          | <b>0.000</b>  | <b>0.2395</b> | 0.1335        | <b>0.2106</b> | <b>0.8277</b> | 0.1472        |
| Biến động lớp phủ   | <b>0.3723</b> | <b>0.2800</b> | <b>0.3734</b> | <b>0.2815</b> | <b>0.7934</b> | <b>0.3792</b> |
| Biến độc lập        | <b>0.2706</b> | <b>0.3086</b> | <b>0.3115</b> | <b>0.1923</b> | 0.1067        | <b>0.5241</b> |
| DEM                 | 0.1346        | <b>0.1529</b> | 0.1026        | 0.0424        | <b>0.4034</b> | <b>0.2208</b> |
| Độ dốc              | 0.0932        | 0.0901        | 0.1440        | 0.0243        | <b>0.1981</b> | 0.1323        |
| Hình thái           | 0.0892        | 0.0664        | 0.1404        | 0.0109        | <b>0.1723</b> | 0.1247        |
| Rừng                | <b>0.2774</b> | 0.0723        | <b>0.2074</b> | <b>0.1865</b> | 0.1427        | <b>0.2474</b> |
| Đất nông nghiệp     | 0.1401        | <b>0.1473</b> | <b>0.5503</b> | <b>0.2319</b> | <b>0.8284</b> | 0.0717        |
| Đất bãi bồi         | <b>0.3414</b> | 0.1205        | <b>0.3800</b> | <b>0.4328</b> | 0.1080        | <b>0.2891</b> |
| Mặt nước (thủy văn) | <b>0.0242</b> | 0.0433        | <b>0.3869</b> | 0.0244        | 0.1144        | 0.0721        |
| Dân cư-CSHT         | 0.0308        | <b>0.1005</b> | <b>0.3969</b> | 0.0207        | <b>0.8143</b> | 0.1403        |
| Nuôi trồng thủy sản | <b>0.2257</b> | 0.0981        | 0.1072        | 0.1063        | 0.1301        | <b>0.2210</b> |

### 3.3. Mô hình hóa các chuyển đổi tiềm năng

Trên cơ sở phân tích của bảng 3, chúng tôi sẽ lựa chọn các biến giải thích có giá trị Cramer's V lớn hơn 1.4 để đưa vào mô hình phụ nhằm tính toán khả năng biến động trong tương lai thông qua mô hình phân tích hồi quy. Quan sát trên bảng 4 có thể thấy, toàn bộ các chuyển đổi tiềm năng đều có chỉ số ROC lớn hơn 0.9, điều đó cho thấy có sự tương quan mạnh mẽ giữa các biến giải thích với các chuyển đổi tiềm năng; đồng thời cho thấy mô hình hồi quy lô-gic hoàn toàn đáp ứng được yêu



Việc dự báo biến động lớp phủ mặt đất được thực hiện qua 2 bước: (1) trước tiên thành lập bản đồ dự báo đến năm 2017 (hình 4a) và so sánh với bản đồ lớp phủ năm 2017 thành lập từ ảnh viễn

**3.5. Kiểm định Mô hình và xây dựng kịch bản lớp phủ mặt đất**

| Hệ số   | Biên giới thích sử dụng   | ROC    | Chuyển đổi tiềm năng                                  |
|---|---|--------|---|
| 0.35832663<br>-0.00029176<br>-0.39687580<br>14.69867086<br>0.01699039<br>0.01566885<br>0.00019433<br>-0.06000800    | Biên độc lập<br>Giao thông<br>Biên động lớp phủ<br>Đất nông nghiệp<br>DEM<br>Độ dốc<br>Hình thái<br>Dân cư, cơ sở hạ tầng năm                                   | 0.9770 | Đất nông nghiệp chuyển sang đất dân cư, cơ sở hạ tầng |
| 2.03525097<br>0.00137940<br>-14.08222536<br>508.79400104<br>0.08083993<br>-0.02837650<br>-0.00149289<br>-0.17452711 | Biên độc lập<br>Đất bãi bồi năm<br>Biên động lớp phủ<br>Evidence likelihood<br>DEM<br>Đất thủy sản<br>Thủy văn<br>Rừng  | 0.9046 | Bãi bồi chuyển sang rừng                              |
| 5.82801064<br>-0.00049901<br>-1.52195036<br>53.88216143<br>0.13992960<br>0.05545459<br>-0.00278848<br>-0.08170973   | Biên độc lập<br>Đất nông nghiệp<br>Đường giao thông<br>Biên động lớp phủ<br>Evidence likelihood<br>Đất thủy sản<br>Dân cư, cơ sở hạ tầng<br>Rừng<br>Đất bãi bồi | 0.9340 | Bãi bồi sang thủy sản                                 |
| 1.60317384<br>0.00013851<br>-1.14689466<br>40.01519180<br>0.01231108<br>-0.01000394<br>0.00099697<br>-0.05130228    | Biên độc lập<br>Đất nông nghiệp<br>Biên động lớp phủ<br>Evidence likelihood<br>Đất thủy sản<br>Dân cư, cơ sở hạ tầng<br>Rừng<br>Đất bãi bồi                     | 0.9994 | Thủy văn sang bãi bồi                                 |
| 6.25399401<br>-0.31022520<br>-4.03613827<br>-0.022285445<br>-0.00652818<br>0.00000088<br>-0.11040541                | Biên độc lập<br>Biên động lớp phủ<br>Evidence likelihood<br>DEM<br>Rừng<br>Đất bãi bồi<br>Đất nông nghiệp   | 0.9957 | Thủy văn sang thủy sản                                |
| 1.46295473<br>-0.00299672<br>-0.25803023<br>11.06506787<br>0.01637263<br>0.02950012<br>0.00077991<br>-0.11302383    | Biên độc lập<br>Đường giao thông<br>Biên động lớp phủ<br>Đất nông nghiệp<br>DEM<br>Độ dốc<br>Hình thái<br>Dân cư-cơ sở hạ tầng                                  | 0.9559 | Aquaculture to Built-up area                          |

Bảng 4: Giá trị tới ưu của các tham số hiệu chỉnh mô hình

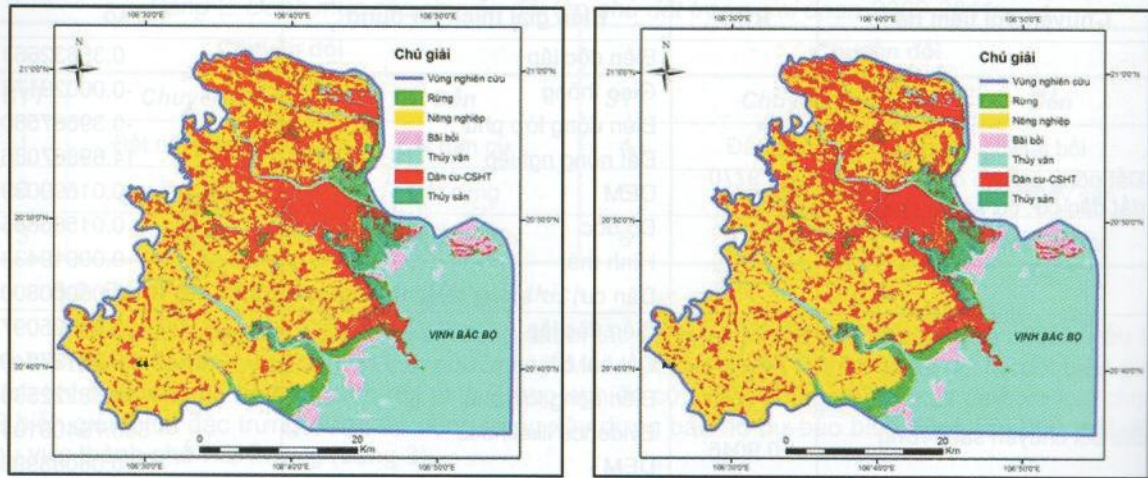
Câu trong quá trình tính toán các chuyển đổi tiềm năng và các chuyển đổi đó sẽ được áp dụng cho chuỗi Markov để xây dựng bản đồ dự báo biến động lớp phủ mặt đất.



## TUYÊN TẬP BÁO CÁO

HỘI NGHỊ KHOA HỌC, CÔNG NGHỆ TOÀN QUỐC NGÀNH ĐO ĐẠC VÀ BẢN ĐỒ

thám (hình 4b) nhằm kiểm định Mô hình; (2) bước tiếp theo là xây dựng bản đồ dự báo lớp phủ mặt đất đến năm 2025. Thời điểm dự báo đến năm 2025 được chúng tôi lựa chọn nhằm phù hợp với bản đồ quy hoạch chung thành phố Hải phòng đến năm 2025, tầm nhìn đến năm 2050 đã được phê duyệt.



Hình 4: Bản đồ dự báo lớp phủ đất đến năm 2017 (a) và bản đồ hiện trạng lớp phủ năm 2017 (b)

Bảng 5 cho thấy độ chính xác của bản đồ dự báo biến động lớp phủ trên 93%, điều này khẳng định Mô hình đảm bảo chất lượng để có thể dự báo biến động lớp phủ mặt đất đến năm 2025.

Bảng 5: Đánh giá chất lượng bản đồ dự báo lớp phủ đất đến năm 2017

| Lớp phủ                       | Độ chính xác sản phẩm (%) | Độ chính xác người dùng (%) | Tỉ lệ nhận lẫn (%) | Tỉ lệ sai sót (%) |
|-------------------------------|---------------------------|-----------------------------|--------------------|-------------------|
| Đất rừng                      | 87.78                     | 95.49                       | 4.51               | 12.22             |
| Đất nông nghiệp               | 82.73                     | 84.07                       | 15.93              | 17.27             |
| Đất bãi bồi                   | 90.66                     | 82.61                       | 17.39              | 9.34              |
| Thủy văn                      | 84.93                     | 81.27                       | 18.73              | 15.07             |
| Đất dân cư                    | 85.01                     | 98.65                       | 1.35               | 14.99             |
| Nuôi trồng thủy sản           | 96.84                     | 75.17                       | 24.83              | 3.16              |
| <b>Độ chính xác chung (%)</b> | <b>93.31</b>              |                             |                    |                   |
| <b>Hệ số Kappa</b>            | <b>0.92</b>               |                             |                    |                   |

Trên cơ sở kết quả kiểm định Mô hình đã đạt được, chúng tôi tiến hành quá trình xây dựng bản đồ dự báo biến động lớp phủ đất đến năm 2025. Quá trình này được thực hiện qua 2 bước: bước thứ nhất phân tích chuỗi Markov để xây dựng ma trận khả năng chuyển đổi lớp phủ đất đến năm 2025 (bảng 6) trên cơ sở sử dụng bản đồ hiện trạng năm 2011 và 2017; bước thứ 2 sử dụng ma trận khả năng chuyển đổi để xây dựng bản đồ dự báo biến động sử dụng đất đến năm 2025 (hình 5).

Trên bảng cho thấy, đất rừng có sự chuyển đổi nhẹ sang loại đất khác, ví dụ đất bãi bồi (2,3%), đất xây dựng (2,01%) và đất thủy sản (7,75%). Trong khi đó, đất nông nghiệp tiếp tục có những biến động đáng kể, trong đó chủ yếu chuyển sang đất xây dựng và đất nuôi trồng thủy sản với diện tích tương ứng là 11,97 và 10,5%. Tương tự như đất nông nghiệp, đất bãi bồi cũng có sự biến động mạnh mẽ trong giai đoạn 2017-2025, trong đó khoảng 16,18% diện tích sẽ chuyển sang đất rừng, 11,37% diện tích chuyển sang đất xây dựng và 5,99% diện tích chuyển sang đất nuôi trồng thủy sản. Đối với đất mặt nước, bảng 5 ghi nhận khả năng chuyển đổi chủ yếu sang đất bãi bồi và đất nuôi trồng thủy sản với tỉ lệ tương ứng 8% và 4,5%.

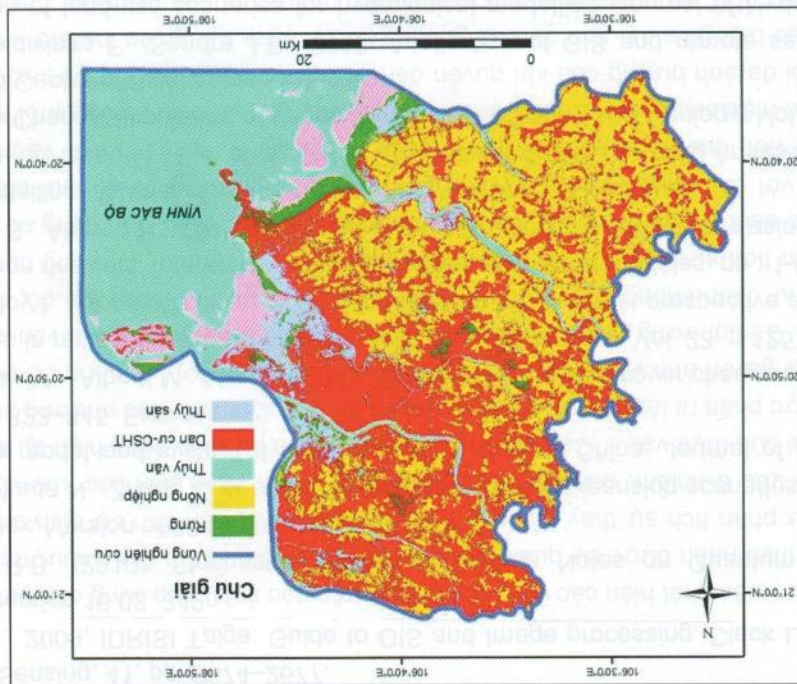


Sử dụng viễn thám, GIS và kết hợp với mô hình phân tích biến động lớp phủ mặt đất LCM đã cung cấp cơ sở khoa học và giải pháp kỹ thuật trong dự báo biến động lớp phủ trong tương lai một cách ổn định và có độ tin cậy. Thành phố Hải Phòng, cũng như nhiều địa phương khác ở Việt Nam, hiện đang trải qua những biến động mạnh về sử dụng đất nói riêng cũng như biến động lớp phủ mặt đất nói chung; đó là kết quả của sự phát triển kinh tế - xã hội chung của Việt Nam trong 30 năm qua. Những yếu tố kinh tế - xã hội và kết hợp với sự biến động mạnh mẽ của các yếu tố tự nhiên trong đó có biến đổi khí hậu đã tác động mạnh mẽ đến chuyển dịch cơ cấu sử dụng đất, đặc biệt là tốc độ đô thị hóa nhanh chóng, với những chuyển đổi từ đất nông nghiệp, đất rừng thành khu vực đô thị, khu công nghiệp, giao thông, .... Hiện tượng này được dự đoán sẽ tiếp tục trong tương lai, thậm chí với tốc độ nhanh hơn so với giai đoạn trước. Việc sử dụng viễn thám và kết hợp phân tích viễn thám mà thời gian của khu vực thành phố Hải Phòng và sử dụng các bản đồ sử dụng đất khác nhau mô hình phân tích sử dụng chuỗi Markov cho phép mô phỏng các dự báo biến động lớp phủ đất đã xác nhận xu hướng này. Kết quả dự báo biến động lớp phủ mặt đất trong 10 đến 20 năm tới sẽ cung cấp

4.1. Kết luận

4. Kết luận và kiến nghị

Hình 5: Bản đồ dự báo lớp phủ đến năm 2025



Kết quả cho phép tiến hành thành lập bản đồ dự báo biến động lớp phủ đến năm 2025 (hình 5). Quan sát cho thấy, dự báo đến năm 2025 sử dụng đất Hải Phòng tiếp tục có biến động, trong đó diện tích đất dân cư và đất rừng ngập mặn tiếp tục được mở rộng. Trong đó đáng chú ý là đất bãi bồi tụ tống thể giảm, nhưng có xu hướng bồi lấn mạnh mẽ ra phía biển, trong đó mạnh nhất là khu vực cửa sông, ven biển.

| Lớp phủ     |        | Dự báo đến năm 2025 |             |         |          |             |          |
|-------------|--------|---------------------|-------------|---------|----------|-------------|----------|
| Thủy sản    | 0.0026 | 0.002               | 0.0994      | 0.0137  | 0.0536   | 0.8287      |          |
| Dân cư-CSHT | 0      | 0.008               | 0.0003      | 0.0005  | 0.9885   | 0.0027      |          |
| Mặt nước    | 0.0097 | 0.0486              | 0.0801      | 0.7988  | 0.0175   | 0.0453      |          |
| Bãi bồi     | 0.1618 | 0.0037              | 0.6555      | 0.0054  | 0.1137   | 0.0599      |          |
| Nông nghiệp | 0.0184 | 0.7174              | 0.0439      | 0.006   | 0.1197   | 0.0946      |          |
| Rừng        | 0.8708 | 0.0111              | 0.0231      | 0.0074  | 0.0201   | 0.0675      |          |
| Thủy sản    |        | Rừng                | Nông nghiệp | Bãi bồi | Mặt nước | Dân cư-CSHT | Thủy sản |

Bảng 6. Ma trận khả năng chuyển đổi lớp phủ đất khu vực thành phố Hải Phòng đến năm 2025



cơ sở khoa học và hỗ trợ ra quyết định cho chính quyền Thành phố trong việc đề xuất và xây dựng kế hoạch với tầm nhìn phát triển bền vững.

#### **4.2. Kiến nghị**

Tuy vậy, kết quả trong nghiên cứu này mới chỉ là bước đầu mang tính chất gợi mở về phương pháp ứng dụng viễn thám cho quy mô địa phương. Các bản đồ dự báo được thành lập ở quy mô cấp tỉnh, tỷ lệ nhỏ mang tính định hướng. Để ứng dụng triển khai trong thực tế, cần có những nghiên cứu một cách chi tiết, trên quy mô nhỏ hơn để khẳng định được ưu điểm của phương pháp này. Để đáp ứng được việc dự báo biến động lớp phủ mặt đất ở mức độ chi tiết hơn (tương đương tỉ lệ 1/50.000 hoặc 1/25.000) cần ứng dụng dữ liệu viễn thám có độ phân giải cao hơn như VNREDSat-1 hoặc SPOT 6/7 để tăng cường độ chính xác.

#### **Tài liệu tham khảo**

- [1] Anderson, JR., 1971, Land use classification schemes used in selected recent geographic applications of remote sensing. *Photogramm.Eng.*, v. 37, no. 4, p. 379-387.
- [2] Chander, G. and Markham, B.L. (2003). Revised Landsat-5 TM Radiometric Calibration Procedures and Postcalibration Dynamic Ranges. *IEEE Transactions On GeoScience and Remote Sensing*, 41, pp. 2674–2677.
- [3] Eastman., 2009, IDRISI Taiga: Guide to GIS and Image processing. Clack Lab-Clack University. Manual version 16.02, 342p.
- [4] Griffiths R.B, (2010). Stochastic Processes. Lecture Notes on Quantum Mechanics No. 8. qmc082.tex. Version of 30 September 2010, p.1-10.
- [5] He C., Okada N., Zhang Q et al., 2006, Modeling urban expansion scenarios by coupling cellular automata model and system dynamic model in Beijing, China. *Journal of Applied Geography*, Vol.26, p 323–345. Elsevier.
- [6] Hepinstall J.A., Alberti M., Marzluff J.M., 2006, Predicting land cover change and avian community responses in rapidly urbanizing environments. *Landscape Ecol*, Vol. 23, p 1257–1276. Springer.
- [7] Hubert-Moy L., Corgne S et al., 2006, Modélisation prédictive et prospective des changements de l'occupation des sols. *Interactions Nature-Société, analyse et modèles*, pp : 1-6.
- [8] Islam M. S., Ahmed R., 2011, Land-use change prediction in Dhaka city using GIS aided Markov chain modelling. *Journal of Life Earth Science*, Vol. 6, pp: 81-89.
- [9] Okwuashi O., Isong M., Eyo et al., 2012, GIS Cellular Automata Using Artificial Neural Network for Land-use Change Simulation of Lagos, Nigeria. *Geography and Geology*; Vol. 4, No. 2, p 94-101. Canadian Center of Science and Education.
- [10] Oñate-Valdivieso F., Sendra J.B., 2010, Application of GIS and remote sensing techniques in generation of land-use scenarios for hydrological modelling. *Journal of Hydrology*. Elsevier, Vol 395, pp : 256–263.
- [11] Pontius Jr. R.G and Chen H., 2006. GEOMOD Modeling: Land-Use & Cover Change Modeling. Idrisi 15: The Andes edition. Clark Labs, Worcester, MA. 44p.
- [12] Richards J A et Jia X., 2006, Remote Sensing Digital Image Analysis, Book of Springer-Verlag Berlin Heidelberg. Pp 454.
- [13] Richter, R., and D. Schlaepfer., 2014. Atmospheric / topographic correction for satellite imagery: ATCOR-2/3 User Guide, Version 8.3.1. DLR IB 565-01/13, Wessling, Germany. 238p.
- [14] Stewart, W. J. (1994). Introduction to the Numerical Solution of Markov Chains. Princeton, NJ: Princeton.
- [15] Tewolde M.G., Cabral P., 2011, Urban Sprawl Analysis and Modeling in Asmara, Eritrea. *Journal of Remote Sensing*, vol. 3, pp: 2148-2165.
- [16] Weng Q., 2001. Land use change analysis in the Zhujiang Delta of China using satellite remote sensing, GIS and stochastic modelling. *Journal of Environmental Management* (2002) 64, 273–284. Elsevier.