

ỨNG DỤNG VIỄN THÁM VÀ GIS NGHIÊN CỨU LỚP PHỦ BỀ MẶT KHU VỰC THÀNH PHỐ HÀ NỘI

Nguyễn Ngọc Hồng*, Đỗ Như Hiệp, Trần Thị Hòa
Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường Hà Nội

Tóm tắt

Mục tiêu của nghiên cứu là đánh giá lớp phủ bề mặt (LULC) khu vực thành phố Hà Nội từ ảnh vệ tinh viễn thám Landsat 9 tại khu vực thành phố Hà Nội. Kết quả phân loại sử dụng thuật toán xác suất cực đại cho thấy độ chính xác tổng thể và hệ số Kappa của kết quả phân loại LULC lần lượt là 88,79 % và 0,86. Lớp phủ dân cư chiếm diện tích lớn nhất với diện tích 161.894,6 ha, chiếm khoảng 48,3 % tổng diện tích khu vực Hà Nội. Hoa màu và đất trồng lúa lần lượt chiếm vị trí thứ hai và thứ ba với diện tích tương ứng là 68.817,5 ha (20,5 %) và 55.824,2 ha (16,6 %). Nước mặt, rừng và cát sông với các diện tích tương ứng lần lượt là 29.869,4 ha (8,9 %), 18.611,3 ha (5,5 %) và 341,1 ha (0,1 %).

Từ khóa: Viễn thám; GIS; Lớp phủ bề mặt; Landsat 9; Hà Nội.

Abstract

Application of remote sensing and GIS to research surface coatings in Hanoi city area

The objective of the study is to evaluate the surface coating (LULC) in the Hanoi city area from Landsat 9 remote sensing satellite images in the Hanoi city area. The classification results using the maximum likelihood algorithm show that the overall accuracy and Kappa coefficient of the LULC classification results are 88.79 % and 0.86, respectively. Residential cover occupies the largest area with an area of 161,894.6 hectares, accounting for about 48.3 % of the total area of the Hanoi area. Crops and rice land occupy the second and third positions, respectively, with an area of 68,817.5 hectares (20.5 %) and 55,824.2 hectares (16.6 %). Surface water, forest, and river sand with corresponding areas of 29,869.4 hectares (8.9 %), 18,611.3 hectares (5.5 %), and 341.1 hectares (0.1 %), respectively.

Keywords: Remote sensing; GIS; Surface coating; Landsat 9; Hanoi.

***Tác giả liên hệ, Email:** nnhong@hunre.edu.vn

DOI: <https://doi.org/10.63064/khtnmt.2024.573>

1. Đặt vấn đề

Lớp phủ bề mặt trái đất được định nghĩa như một lớp phủ gồm các đối tượng trên bề mặt trái đất, biến động lớp phủ bề mặt phản ánh sự tương tác giữa các hoạt động kinh tế - xã hội với môi trường tự nhiên. Do đó lớp phủ mặt đất là yếu tố quan trọng trong công tác giám sát tài nguyên môi trường và biến đổi khí hậu, là

tài liệu quan trọng trong công tác quản lý đất đai, thiết kế, quy hoạch sử dụng đất, giúp các nhà quy hoạch, nhà hoạch định chính sách có cái nhìn tổng quan về hiện trạng lớp phủ mặt đất qua từng thời kỳ. Hiện nay, tư liệu viễn thám đang được sử dụng rộng rãi trong lĩnh vực quản lý tài nguyên và môi trường ở nhiều nước trên thế giới. Công nghệ viễn thám đã đem lại

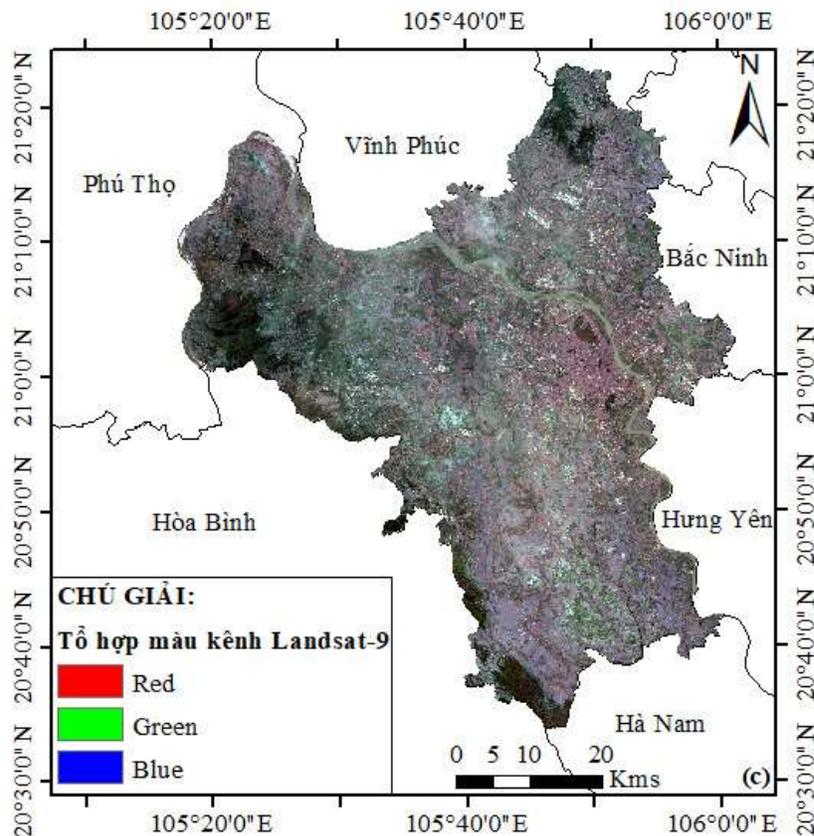
khả năng mới cho công tác quản lý đất đai nói chung cũng như trong việc phân loại lớp phủ mặt đất nói riêng [1].

Nghiên cứu biến động lớp phủ mặt đất có ý nghĩa quan trọng để đưa ra các khuyến nghị về việc sử dụng đất hợp lý và bền vững [5, 7]. Các loại bản đồ biến động cung cấp cho các nhà hoạch định chính sách và các cơ quan chính phủ một bức tranh tổng thể về sự thay đổi sử dụng đất theo không gian và thời gian. Đây là cơ sở để bố trí quy hoạch sử dụng đất theo hướng phát huy các lợi thế, đặc điểm của từng vùng nhằm đảm bảo đạt được các tiêu chí bền vững về cả kinh tế, xã hội và môi trường [4]. Mặt khác, việc sử dụng đất của

người dân là hết sức đa dạng, phong phú và có nhiều lúc không tuân thủ theo quy hoạch đã được phê duyệt. Do đó, dựa trên bản đồ biến động, có thể nắm bắt được xu thế sử dụng đất để có các biện pháp nhằm đưa quy hoạch sử dụng đất đi vào thực tiễn. Đồng thời, chính quyền địa phương có các kế hoạch để hỗ trợ người dân trong quá trình sử dụng đất, đặc biệt là quy hoạch và xây dựng cơ sở hạ tầng để đáp ứng được nhu cầu của các khu dân cư cũng như phục vụ phát triển nông nghiệp [2]. Mục tiêu của bài báo là tập trung tiến hành phân loại lớp phủ mặt đất thành phố Hà Nội năm 2023 sử dụng tư liệu ảnh vệ tinh viễn thám Landsat 9 sử dụng thuật toán phân loại có giám sát, xác suất cực đại.

2. Tư liệu sử dụng và phương pháp nghiên cứu

2.1. Tư liệu sử dụng



Hình 1: Tổ hợp màu thật kênh ảnh vệ tinh Landsat 9

Bảng 1. Đặc điểm kỹ thuật ảnh vệ tinh Landsat 9

Kênh	Tên	Bước sóng (μm)	Độ phân giải không gian (m)
1	Visible Coastal Aerosol	0,43 - 0,45	30
2	Visible Blue	0,45 - 0,51	30
3	Visible Green	0,53 - 0,59	30
4	Red	0,64 - 0,67	30
5	Near-Infrared	0,85 - 0,88	30
6	Software infrared	1,57 - 1,65	30
7	Software infrared	2,11 - 2,29	30
8	Panchromatic (PAN)	0,50 - 0,68	15
9	Cirrus	1,36 - 1,38	30
10	Thermal infrared	10,60 - 11,19	100
11	Thermal infrared	11,50 - 12,51	100

Trong nghiên cứu này, ảnh vệ tinh Landsat 9 được sử dụng để xác định lớp phủ bề mặt đất. Landsat 9 là sự hợp tác giữa Cơ quan Hàng không và Vũ trụ quốc gia (NASA) và Cục Khảo sát Địa chất Hoa Kỳ (USGS), được thiết kế gồm ba phân đoạn: Phân đoạn không gian (tàu vũ trụ và các thiết bị) và phân đoạn phóng vệ tinh do NASA chịu trách nhiệm, phân đoạn mặt đất do USGS phát triển. Sau khi phóng, Landsat 9 sẽ tham gia cùng Landsat 8 trên quỹ đạo (lệch pha 8 ngày), thay thế Landsat 7 (được phóng vào năm 1999). Với chu kỳ lặp lại 16 ngày, Landsat 9 sẽ chụp ảnh toàn bộ bề mặt Trái đất trong 8 ngày. Tương tự như Landsat 8, Landsat 9 có chất lượng tốt hơn cả về mặt hình học và bức xạ, khả năng chụp cũng tốt hơn so với các thế hệ Landsat trước đây, cho phép bổ sung dữ liệu có giá trị vào kho lưu trữ dữ liệu đất đai toàn cầu Landsat. Bộ cảm Landsat OLI - 2 thu nhận thông tin trên bề mặt Trái đất ở các dải hồng ngoại - sóng ngắn và cận hồng ngoại với độ chính xác đo bức xạ được nâng cấp (lượng tử hóa tăng lên 14 bits so với 12 bits của Landsat 8). Ngoài ra, ảnh vệ tinh Landsat 9 cũng đã được cải thiện tỉ lệ nhiễu tín hiệu khi so sánh với ảnh vệ tinh Landsat 8. Ảnh vệ tinh

Landsat 9 của khu vực Hà Nội và đặc điểm thông số kỹ thuật của ảnh được thể hiện lần lượt trong Hình 1 và Bảng 1.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

Quy trình phân loại lớp phủ bề mặt từ ảnh vệ tinh Landsat 9 gồm các bước chủ yếu sau đây:

Bước 1: Thu thập ảnh vệ tinh quang học Landsat 9 từ trang web của Cục điều tra địa chất Mỹ (<http://glovis.usgs.gov>).

Bước 2: Tiền xử lý ảnh vệ tinh Landsat: Sau khi thu thập, ảnh vệ tinh Landsat được tiền xử lý nhằm hiệu chỉnh những sai số hình học và sai số về phổ.

Bước 3: Lựa chọn mẫu huấn luyện phục vụ phân loại ảnh vệ tinh. Các mẫu huấn luyện là các lớp phủ bề mặt chủ yếu trên khu vực nghiên cứu.

Bước 4: Lựa chọn thuật toán để phân loại ảnh vệ tinh. Trong nghiên cứu này, phương pháp phân loại sử dụng thuật toán xác suất cực đại được sử dụng để phân loại ảnh vệ tinh Landsat 9 cho khu vực thành phố Hà Nội. Phương pháp phân loại xác suất cực đại (Maximum Likelihood) là phương pháp thông dụng nhất, sử dụng các thống kê (mean, variance - covariance) trong không gian phổ để xây dựng thuật toán [3, 8].

Giả định các giá trị phổ (đa chiều) trong mỗi lớp đều có phân bố chuẩn (normal distribution). Đây là phương pháp phân loại được coi là chặt chẽ và thường được sử dụng trong xử lý ảnh viễn thám. Ở dạng cơ bản, phương pháp này còn được gọi là xác suất cực đại không điều kiện (Unconditional Maximum Likelihood) [6]. Phương pháp này sử dụng các số liệu mẫu để xác định hàm mật độ phân bố xác suất của mỗi lớp cần phân loại, sau đó mỗi Pixel được tính xác suất mà nó thuộc vào một lớp nào đó và Pixel đó sẽ được gán vào lớp mà xác suất thuộc vào lớp đó là lớn nhất. Với x là vector thuộc tính trong không gian k chiều ứng với k kênh phổ. Hàm xác suất $P(x/i)$ trở thành hàm đa biến và các lớp được chia ra bởi các đường cong trong không gian hai chiều. Các bề mặt trong mảng 3 chiều và các siêu bề mặt trong mảng k chiều được coi là kết quả của sự phân bố chuẩn. Phương pháp phân loại xác suất cực đại có cơ sở toán học chặt chẽ, để kết quả phân loại đạt độ chính xác cao, cần có điều kiện: (i) Các lớp cần có phân bố chuẩn, vì vậy hệ thống phân loại phải dựa trên các lớp phổ [8] và (ii) Số liệu mẫu phải thực sự đại diện cho các lớp, cho phép xác định đúng hàm phân bố của mỗi lớp.

Bước 5: Đánh giá độ chính xác kết quả phân loại ảnh vệ tinh. Sử dụng dữ liệu điểm trên ảnh vệ tinh Google Earth để làm tham chiếu, hệ số Kappa (κ) được

sử dụng để đánh giá độ chính xác thông qua xác định độ chính xác của nhà sản xuất (producer accuracy), độ chính xác của người sử dụng (user accuracy) và độ chính xác tổng thể (overall accuracy) để đánh giá độ chính xác của kết quả phân loại ảnh vệ tinh.

3. Kết quả và thảo luận

3.1. Đánh giá độ chính xác kết quả phân loại

Trong nghiên cứu này, tổng cộng 105 điểm ngẫu nhiên đã được lựa chọn sử dụng phần mềm ArcGIS. Các điểm này được xuất thành file *.KML để đưa vào phần mềm Google Earth phục vụ đánh giá độ chính xác kết quả phân loại. Ma trận sai số được thể hiện trong Bảng 2. Dữ liệu Bảng 2 cho thấy độ chính xác tổng thể và hệ số Kappa của kết quả phân loại LULC lần lượt là 88,79 % và 0,86. Cụ thể, tỷ lệ 100; 95; 100; 78,95; 82,61 và 85,71 pixel huấn luyện của các lớp mặt nước, đất xây dựng, rừng, đất phủ xanh, đất trồng trọt và cát sông lần lượt được phân loại chính xác. Kết quả là độ chính xác của người dùng đối với các lớp phủ nước mặt, dân cư, rừng, hoa màu, đất trồng lúa và cát sông lần lượt là 90,91; 79,17; 88,89; 90,48; 95,83 và 85,71 %. Độ chính xác của người dùng thấp nhất là 79,17 % tương ứng với kết quả phân loại của lớp phủ dân cư. Kết quả phân loại thấp là do một số lượng pixel nhất định từ hoa màu và đất trồng lúa bị phân vào loại lớp phủ dân cư.

Bảng 2. Bảng ma trận sai số

Lớp phủ bề mặt đất	Nước mặt	Dân cư	Rừng	Hoa màu	Đất trồng lúa	Cát sông	Độ chính xác người sử dụng
Nước mặt	20	0	0	0	2	0	90,91
Dân cư	0	19	0	3	2	0	79,17
Rừng	0	0	16	1	0	1	88,89

Nghiên cứu

Lớp phủ bề mặt đất	Nước mặt	Dân cư	Rừng	Hoa màu	Đất trồng lúa	Cát sông	Độ chính xác người sử dụng
Hoa màu	0	0	2	19	0	0	90,48
Đất trồng lúa	0	1	0	0	23	0	95,83
Cát sông	0	1	0	0	0	6	85,71
Độ chính xác nhà sản xuất	100,00	90,48	88,89	82,61	100,00	85,71	
Độ chính xác tổng thể = 88,79; Hệ số Kappa = 0,86							

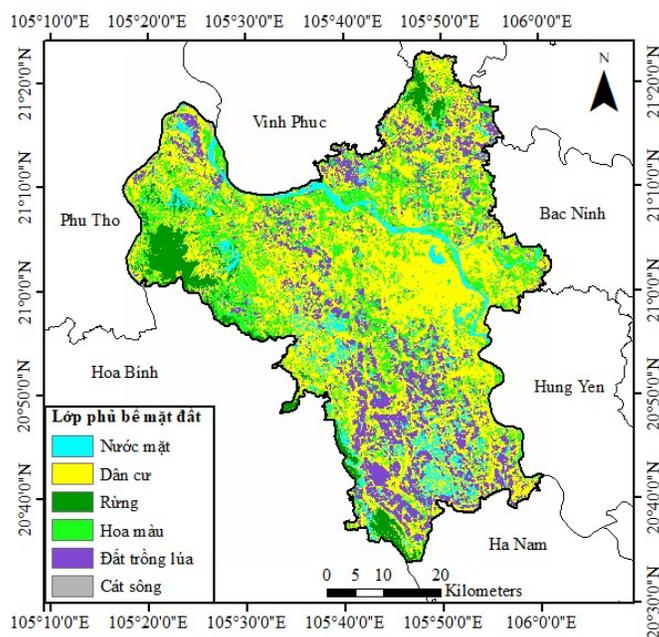
3.2. Đánh giá sự phân bố lớp phủ bề mặt

Sự phân bố về không gian của các loại hình lớp phủ bề mặt/sử dụng đất trên địa bàn thành phố Hà Nội trong năm 2023 được thể hiện ở Hình 2 và diện tích tương ứng của từng loại lớp phủ được tổng hợp trong bảng thống kê trong Bảng 3. Số liệu từ Bảng 3 cho thấy loại hình lớp phủ dân cư chiếm diện tích lớn nhất với diện tích 161.894,6 ha, chiếm khoảng 48,3 % tổng diện tích khu vực Hà Nội. Dân cư chủ yếu phân bố ở 12 quận nội thành và một thị trấn thuộc huyện tại trung tâm thành phố (Hình 2). Trong khi đó, loại lớp phủ hoa màu và đất trồng lúa lần lượt chiếm vị trí thứ hai và thứ ba với diện tích tương ứng là 68.817,5 ha (20,5 %) và 55.824,2 ha

(16,6 %). Hai loại lớp phủ này tập trung chủ yếu ở các huyện ngoại thành thuộc phía Nam, phía Bắc và phía Tây của thủ đô Hà Nội. Diện tích theo thứ tự tiếp theo thuộc về các lớp phủ gồm nước mặt, rừng và cuối cùng là cát sông với các diện tích tương ứng lần lượt là 29.869,4 ha (8,9 %), 18.611,3 ha (5,5 %) và 341,1 ha (0,1 %).

Bảng 3. Bảng thống kê diện tích các loại hình lớp phủ

Lớp phủ bề mặt đất	Diện tích (héc ta)	Tỷ lệ (%)
Nước mặt	29.869,4	8,9
Dân cư	161.894,6	48,3
Rừng	18.611,3	5,5
Hoa màu	68.817,5	20,5
Đất trồng lúa	55.824,2	16,6
Cát sông	341,1	0,1
Tổng	335.358,1	100,0



Hình 2: Bản đồ lớp phủ sử dụng đất thành phố Hà Nội năm 2023

4. Kết luận

Nghiên cứu đã tiến hành đánh giá lớp phủ bề mặt (LULC) khu vực thành phố Hà Nội từ ảnh vệ tinh viễn thám Landsat 9 tại khu vực thành phố Hà Nội. Kết quả phân loại sử dụng thuật toán xác suất cực đại cho thấy độ chính xác đạt yêu cầu, với độ chính xác tổng thể và hệ số Kappa của kết quả phân loại LULC lần lượt đạt 88,79 % và 0,86. Lớp phủ dân cư chiếm diện tích lớn nhất với diện tích 161.894,6 ha, chiếm khoảng 48,3 % tổng diện tích khu vực Hà Nội. Hoa màu và đất trồng lúa lần lượt chiếm vị trí thứ hai và thứ ba với diện tích tương ứng là 68.817,5 ha (20,5 %) và 55.824,2 ha (16,6 %). Nước mặt, rừng và cát sông với các diện tích tương ứng lần lượt là 29.869,4 ha (8,9 %), 18.611,3 ha (5,5 %) và 341,1 ha (0,1 %). Kết quả nghiên cứu lớp phủ bề mặt là tài liệu quan trọng trong công tác quản lý đất đai, thiết kế, quy hoạch sử dụng đất cho thành phố Hà Nội.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. Nguyễn Thị Hồng, Kiều Quốc Lập, Nguyễn Thị Tuyết (2023). *Sử dụng tư liệu viễn thám xây dựng bản đồ lớp phủ mặt đất huyện Chợ Đồn, tỉnh Bắc Kạn*. TNU Journal of Science and Technology 228 (02): 37 - 45.

[2]. Phạm Hữu Ty, Võ Mạnh Quyền, Nguyễn Ngọc Thanh (2021). *Đánh giá biến động lớp phủ mặt đất sử dụng dữ liệu viễn thám tại huyện Lệ Thủy, tỉnh Quảng Bình trong giai đoạn 2010 - 2020*. Tạp chí Khoa

học Đại học Huế: Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn. Tập 130, Số 3D, tr. 183 - 202.

[3]. Abou EL-Magd, Islam, T. W. Tanton (2003). *Improvements in land use mapping for irrigated agriculture from satellite sensor data using a multi-stage maximum likelihood classification*. International Journal of Remote Sensing 24 (21): 4197 - 4206.

[4]. Butt, Amna, Rabia Shabbir, Sheikh Saeed Ahmad, Neelam Aziz (2015). *Land use change mapping and analysis using remote sensing and GIS: A case study of Simly watershed, Islamabad, Pakistan*. The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Science 18 (2): 251 - 59.

[5]. Braimoh, Ademola K, M. Osaki (2010). *Land-use change and environmental sustainability*. Sustainability Science 5: 5 - 7.

[6]. Kormylo, John J, Jerry M. Mendel (1983). *Maximum-likelihood seismic deconvolution*. IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing. No. 1: 72 - 82.

[7]. Musakwa, Walter, Adriaan Van Niekerk (2013). *Implications of land use change for the sustainability of urban areas: A case study of Stellenbosch, South Africa*. Cities 32: 143 - 56.

[8]. Sisodia, Pushpendra Singh, Vivekanand Tiwari, Anil Kumar (2014). *Analysis of supervised maximum likelihood classification for remote sensing image*. In International Conference on Recent Advances and Innovations in Engineering (ICRAIE-2014), 1 - 4. IEEE.

BBT nhận bài: 19/3/2024; Phản biện xong: 25/3/2024; Chấp nhận đăng: 28/3/2024