

# Ứng dụng ảnh vệ tinh Landsat 8 OLI xác định độ che phủ thực vật khu vực nội thành Hà Nội

Hoàng Anh Huy\*

*Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường Hà Nội, Số 41A Phú Diễn, Bắc Từ Liêm, Hà Nội*

Nhận ngày 08 tháng 8 năm 2016

Chỉnh sửa ngày 26 tháng 8 năm 2016; Chấp nhận đăng ngày 16 tháng 12 năm 2016

**Tóm tắt:** Độ che phủ thực vật là thông số quan trọng trong nghiên cứu môi trường sinh thái, do đó xác định độ che phủ thực vật là bài toán cần thiết. Mục tiêu của bài báo là nghiên cứu xác định độ che phủ thực vật khu vực nội thành Hà Nội sử dụng ảnh vệ tinh Landsat 8 OLI. Trước tiên, ảnh vệ tinh được hiệu chỉnh hình học và hiệu chỉnh bức xạ, sau đó tính toán NDVI, trên cơ sở NDVI ứng dụng mô hình phân giải pixel hỗn hợp tuyến tính xác định độ che phủ thực vật. Kết quả nghiên cứu cho thấy: về tổng thể độ che phủ thực vật khu vực nội thành Hà Nội rất thấp (trung bình chỉ đạt 25.8%), độ che phủ thực vật thấp (khoảng 10%) chiếm đến 56% tổng diện tích, khu vực có độ che phủ thực vật cao (trên 80%) chỉ chiếm 7.4% tổng diện tích. Từ kết quả nghiên cứu có thể kết luận: (i) mô hình phân giải pixel hỗn hợp tuyến tính đã xử lý rất tốt các pixel hỗn hợp giúp xác định độ che phủ thực vật một cách chính xác hơn; (ii) ứng dụng ảnh vệ tinh giúp xác định độ che phủ thực vật một cách nhanh chóng, hiệu quả và tiết kiệm chi phí.

*Từ khóa:* NDVI, độ che phủ thực vật, ảnh Landsat 8 OLI, khu vực nội thành Hà Nội.

## 1. Đặt vấn đề

Độ che phủ thực vật (fractional vegetation cover - FVC) được định nghĩa là tỷ lệ diện tích thực vật (bao gồm lá, cành và thân cây) chiếu xuống trên một đơn vị diện tích [1]. Độ che phủ thực vật, FVC, là thông số quan trọng khắc họa mức độ che phủ thực vật trên bề mặt trái đất. FVC có ý nghĩa quan trọng trong nghiên cứu môi trường sinh thái như nghiên cứu quy luật phân bố và các yếu tố ảnh hưởng đến sự phân bố của thảm thực vật trên bề mặt trái đất, phân tích đánh giá môi trường sinh thái, giám sát sự biến động lớp thực phủ bề mặt một cách chính xác và kịp thời, phân tích xu thế phát triển của

thảm thực vật đối với việc bảo vệ cân bằng sinh thái [2]. Đối với đô thị, thảm thực vật là yếu tố quan trọng nhất của hệ thống môi trường sinh thái, có tác dụng to lớn đối với việc bảo vệ môi trường sinh thái đô thị, như làm suy giảm một cách hiệu quả “hiệu ứng đảo nhiệt đô thị” và cải thiện vi khí hậu [2-3].

Cùng với sự phát triển mạnh mẽ của kỹ thuật viễn thám, nhiều nghiên cứu gần đây đã chứng minh kỹ thuật viễn thám là phương pháp hiệu quả trong xác định FVC [4-16]. Tính toán FVC trong viễn thám định lượng chủ yếu sử dụng ba phương pháp chính: mô hình hồi quy (tuyến tính và phi tuyến tính), mô hình phân giải pixel hỗn hợp tuyến tính (Linear spectral mixture model – LSMM) và các phương pháp học máy. Mô hình hồi quy được thành lập trên cơ sở mối quan hệ giữa chỉ số thực vật (NDVI)

\* ĐT.: 84-932249680

Email: hahuy@hunre.edu.vn

với với một kênh hoặc một tổ hợp kênh ảnh. Các công trình nghiên cứu tiêu biểu có thể kể đến như: Xiao và Moody ứng dụng mô hình hồi quy tuyến tính trong tính toán FVC thông qua xác định mối quan hệ tuyến tính giữa NDVI với một (hoặc nhiều) kênh ảnh [4, 5]. Các nghiên cứu xác định FVC trên cơ sở ứng dụng mô hình hồi quy phi tuyến tính như: Carlson và Ripley mô phỏng mối quan hệ phi tuyến tính giữa NDVI với FVC [6], Choudhury [5] phát hiện mối quan hệ phi tuyến tính giữa FVC và Scaled NDVI, Gitelson phát hiện NDVI và GreenNDVI có mối quan hệ phi tuyến tính với FVC của lúa mạch [7]. Mô hình phân giải pixel tuyến tính do Van đề xuất đã được sử dụng trong nhiều nghiên cứu [8]. Trên cơ sở đó, Lu và Weng sử dụng phương pháp số bình phương nhỏ nhất xác định tỷ lệ các thành phần trong một pixel hỗn hợp, làm cơ sở xác định FVC [9]; Qi kết hợp NDVI và mô hình phân giải pixel tuyến tính nghiên cứu biến động thảm thực vật khu vực San Pedro khu vực Tây Nam Bắc Mỹ bằng ảnh Landsat TM, SPOT4 VEGETATION và ảnh hàng không [10]. Ngoài ra, cùng với sự phát triển của lĩnh vực khoa học máy, nhiều công trình nghiên cứu đã ứng dụng mạng thần kinh nhân tạo [11], cây quyết định [12] trong xác định FVC.

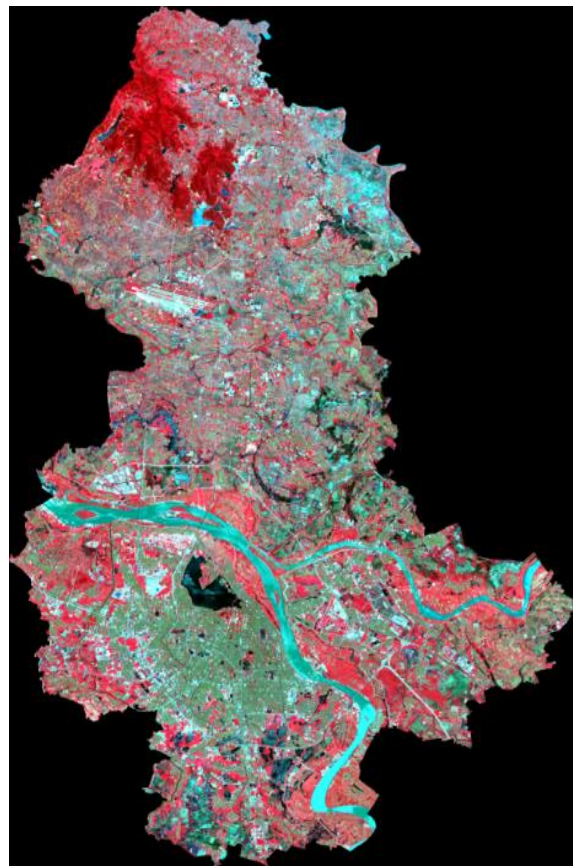
Thành phố Hà Nội chịu tác động mạnh của biến đổi khí hậu và quá trình đô thị hóa nhanh chóng, làm cho môi trường sinh thái bị hủy hoại một cách nghiêm trọng như ô nhiễm môi trường đất, nước và không khí, đặc biệt là làm suy giảm độ phủ thảm thực vật. Do đó, nghiên cứu biến động độ phủ thực vật có ý nghĩa đặc biệt quan trọng. Trong các phương pháp xác định FVC vừa phân tích, mô hình LSMM đã được sử dụng một cách rộng rãi nên được lựa chọn để nghiên cứu xác định độ che phủ thực vật khu vực nội thành thành phố Hà Nội.

## 2. Tư liệu sử dụng và phương pháp nghiên cứu

### 2.1. Tư liệu sử dụng

Tư liệu sử dụng trong nghiên cứu là ảnh vệ tinh Landsat 8 OLI có độ phân giải không gian

30m được tải về từ trang web của Cục Điều tra Địa chất Hoa kỳ [13]. Ảnh vệ tinh được thu nhận ngày 01 tháng 07 năm 2015 đã được chuẩn định với hệ quy chiếu WGS 1984 UTM, Zone 48 North ở mức L1T (đã qua hiệu chỉnh bức xạ do ảnh hưởng của sai số hệ thống và hiệu chỉnh hình học) bằng phần mềm LPS pro phiên bản 2.5.1 (Hình 1). Quá trình hiệu chỉnh hình học đã sử dụng 302 điểm khống chế mặt đất (GCPs) lấy từ cơ sở dữ liệu toàn cầu (GLS2000) và mô hình số độ cao (DEM) để hiệu chỉnh ảnh hưởng của địa hình. Nguồn DEM từ dữ liệu vệ tinh SRTM có độ phân giải ngang 30m và độ chính xác tương đối 10m. Sai số trung phương trọng số đơn vị hiệu chỉnh hình học trung bình, theo hướng dọc và hướng ngang lần lượt đạt 8.118m, 6.261m và 5.168m.



Hình 1. Tổ hợp màu 5-4-3 ảnh Landsat 8 OLI nội thành Hà Nội chụp ngày 01-07-2015.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

Quy trình xác định FVC ứng dụng ảnh vệ tinh Landsat 8 OLI được thể hiện trong sơ đồ Hình 2.

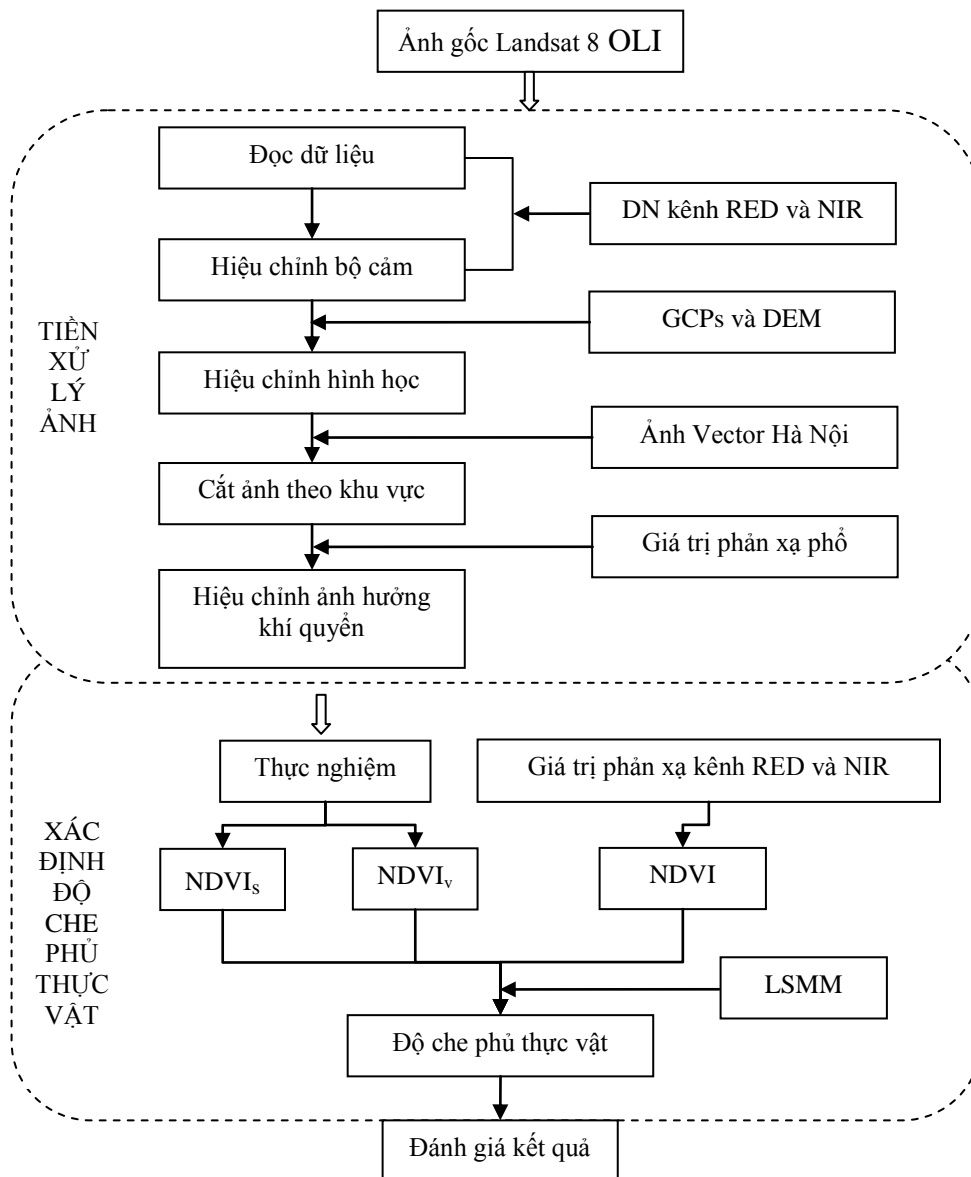
2.2.1. Hiệu chỉnh bộ cảm

Hiệu chỉnh bộ cảm là quá trình chuyển đổi giá trị số nguyên thành giá trị thực của bức xạ điện từ thu nhận được bởi bộ cảm.

Hiệu chỉnh sai số do ảnh hưởng của bộ cảm đối với ảnh vệ tinh Landsat 8 theo công thức sau [14]:

$$L_{\lambda} = M_L \cdot Q_{cal} + A_L \quad (1)$$

Trong đó:  $M_L$ ,  $A_L$  là hệ số chuyển đổi (lấy trong tệp metadata của ảnh Landsat 8),  $Q_{cal}$  là giá trị số của ảnh (DN).



Hình 2. Quy trình xác định độ che phủ thực vật từ ảnh vệ tinh Landsat 8 OLI.

Bảng 1. Bảng hệ số chuyển đổi của kênh 3 và 4 ảnh Landsat 8 OLI

STT	Tư liệu	Kênh	$M_L$	$A_L$
1	Landsat 8 OLI	3	$1.1464 \cdot 10^{-2}$	-
2	Landsat 8 OLI	4	$9.6667 \cdot 10^{-3}$	-

2.2.2. Hiệu chỉnh ảnh hưởng của khí quyển

Bức xạ điện từ thu nhận được bởi bộ cảm thụ ảnh hưởng của khí quyển. Mục đích của việc hiệu chỉnh ảnh hưởng của khí quyển là làm giảm ảnh hưởng của sự hấp thụ, tán xạ gây ra bởi các thành phần có trong khí quyển đến giá trị phản xạ bề mặt. Hiện nay, hiệu chỉnh ảnh hưởng của khí quyển chủ yếu tồn tại hai phương pháp chính: đường thực nghiệm (ELM) và mô hình truyền bức xạ (EPM) [15, 16]. Trong nghiên cứu này, mô hình hàm truyền bức xạ MODTRA được ứng dụng hiệu chỉnh ảnh hưởng khí quyển cho ảnh Landsat 8 bằng mô đun Flaash trong Envi.

2.2.3. Xác định độ che phủ thực vật

Mô hình phân giải pixel hỗn hợp tuyến tính, LSMM, tổng quát do Van đề xuất được thể hiện bởi công thức [8]:

$$R_k = \sum_{i=1}^n f_i r_{i,k} + e_k \tag{2}$$

Trong đó,  $R_k$  là giá trị phản xạ phổ của kênh  $k$ ;  $n$  là số lượng các đối tượng thuần trong một pixel hỗn hợp;  $f_i$  là tỷ lệ của đối tượng thuần  $i$  trong một pixel hỗn hợp;  $r_{i,k}$  là giá trị phản xạ phổ của đối tượng thuần  $i$  tại kênh  $k$  trong pixel hỗn hợp;  $e_k$  là phần dư khớp mô hình tại kênh  $k$ . Các đối tượng thuần trong pixel hỗn hợp thỏa mãn điều kiện:

$$\sum_{i=1}^n f_i = 1 \tag{3}$$

Tỷ lệ của các đối tượng thuần trong pixel hỗn hợp có thể được xác định bằng phương

pháp số bình phương nhỏ nhất có thể tính được, trong đó tỷ lệ của thực vật trong pixel hỗn hợp chính là độ che phủ thực vật. Theo Lu và Weng, độ chính xác xác định tỷ lệ các thành phần trong pixel hỗn hợp phụ thuộc chủ yếu vào việc lựa chọn các đối tượng thuần [9]. Trong nghiên cứu này, giả sử thành phần của một pixel hỗn hợp chỉ bao gồm nước, thực vật và thổ nhưỡng. Do đó, thông tin quang phổ của các pixel trong kênh ảnh do ba đối tượng này công hiến. Tỷ lệ về diện tích của các đối tượng thuần (nước, thực vật hoặc thổ nhưỡng) trên diện tích của một pixel được coi là trọng số. Trong đó, tỷ lệ phần trăm của phần thực vật bao phủ trong một pixel chính là độ che phủ thực vật của pixel đó. Khi đó, mối quan hệ giữa độ che phủ thực vật  $f$  và chỉ số thực vật NDVI, được xác định bởi mô hình hồi quy tuyến tính:

$$NDVI = f * NDVI_v + (1 - f) * NDVI_s \tag{5}$$

Từ công thức (5) suy ra độ che phủ thực vật được xác định theo công thức:

$$f = \frac{NDVI - NDVI_s}{NDVI_v - NDVI_s} \tag{6}$$

Trong đó:  $f$  là tỉ lệ thực vật trong một pixel hỗn hợp, chính là độ che phủ thực vật, NDVI là NDVI của pixel hỗn hợp và được xác định bởi công thức (7),  $NDVI_s$  là NDVI của thổ nhưỡng,  $NDVI_v$  là NDVI của thực vật tương ứng.

$$NDVI = \frac{\rho_{NIR} - \rho_{RED}}{\rho_{NIR} + \rho_{RED}} \tag{7}$$

Trong đó,  $\rho_{NIR}$ ,  $\rho_{RED}$  lần lượt là giá trị phản xạ phổ kênh cận hồng ngoại và kênh đỏ.

Việc xác định  $NDVI_v$  và  $NDVI_s$  là điều khó khăn, đồng thời tồn tại nhiều tính bất định do chúng chịu ảnh hưởng của các loại thổ nhưỡng, loại thực vật khác nhau, hàm lượng chất diệp lục và các yếu tố khác. Trong nghiên cứu này,  $NDVI_v$  và  $NDVI_s$  được xác định từ kết quả nghiên cứu của Sobrino [17, 18]. Khi đó, nếu  $NDVI > 0.5$  thì pixel đó được coi là hoàn toàn bao phủ bởi thực vật (đối tượng

thuần thực vật), độ che phủ thực vật  $f = 1$ . Nếu  $NDVI < 0.2$  thì pixel đó được coi là hoàn toàn bao phủ bởi thổ nhưỡng (đối tượng thuần thổ nhưỡng), độ che phủ thực vật  $f = 0$ . Nếu  $0.2 < NDVI < 0.5$  thì độ che phủ thực vật được xác định theo công thức (6).

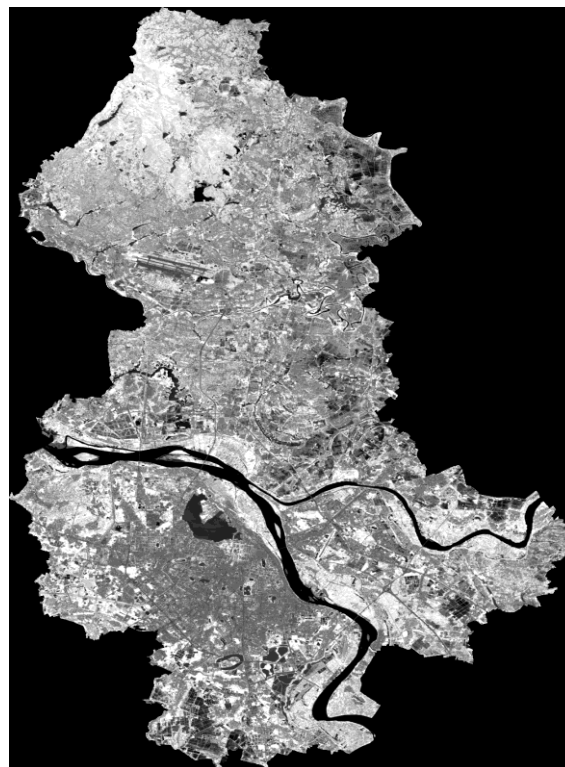
### 3. Kết quả và thảo luận

#### 3.1. Chỉ số thực vật NDVI

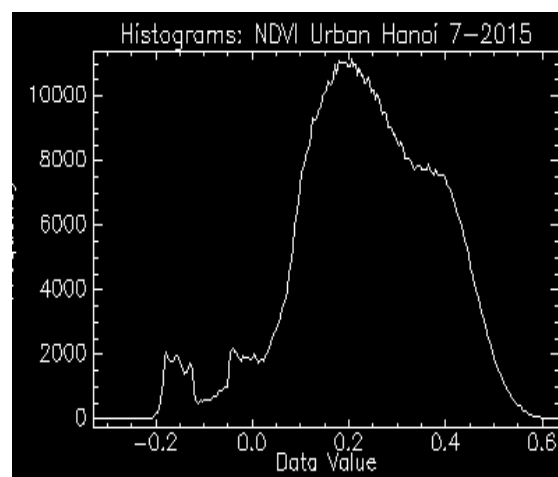
Chỉ số thực vật (NDVI) xác định được cho khu vực nội thành Hà Nội sử dụng ảnh vệ tinh Landsat 8 OLI chụp ngày 01 tháng 7 năm 2015 được thể hiện trong Hình 2. Sự phân bố và bảng tổng hợp kết quả NDVI được thể hiện trong Bảng 2 và biểu đồ phân phối xác suất (Hình 4). Trong đó giá trị NDVI nhỏ nhất và lớn nhất tương ứng là: -0.33 và 0.64. Biểu đồ tần suất cho thấy, pixel có  $NDVI < 0.0$  có diện tích 62,41 km<sup>2</sup> (chiếm 6.7%) chủ yếu là thủy hệ; pixel  $0.0 < NDVI \leq 0.2$  có diện tích 313.39 km<sup>2</sup> (chiếm 33.7%) được coi là đất trống; pixel  $0.2 < NDVI \leq 0.5$  có diện tích 538.63 km<sup>2</sup> (58.0%) được coi là pixel hỗn hợp; và  $NDVI > 0.5$  chỉ chiếm 14.8 km<sup>2</sup> (chiếm 1.6%) chủ yếu là thực vật. Như vậy, có thể thấy rằng pixel chứa đối tượng thuần rất ít (chiếm  $6.7+33.7+1.6 = 42\%$ ) và phần lớn là pixel hỗn hợp gồm nhiều đối tượng khác nhau (chiếm 58%).

Bảng 2. Bảng thống kê chỉ số NDVI

NDVI	Diện tích (km <sup>2</sup> )	Tỷ lệ (%)
Min = -0.33	0.0009	0.0001
Max = 0.64	0.0009	0.0001
$NDVI \leq 0.0$	62.41	6.7
$0.0 < NDVI \leq 0.2$	313.39	33.7
$0.2 < NDVI \leq 0.5$	538.63	58.0
$NDVI > 0.5$	14.80	1.6



Hình 3. Chỉ số thực vật NDVI khu vực nội thành Hà Nội tháng 7 năm 2015.



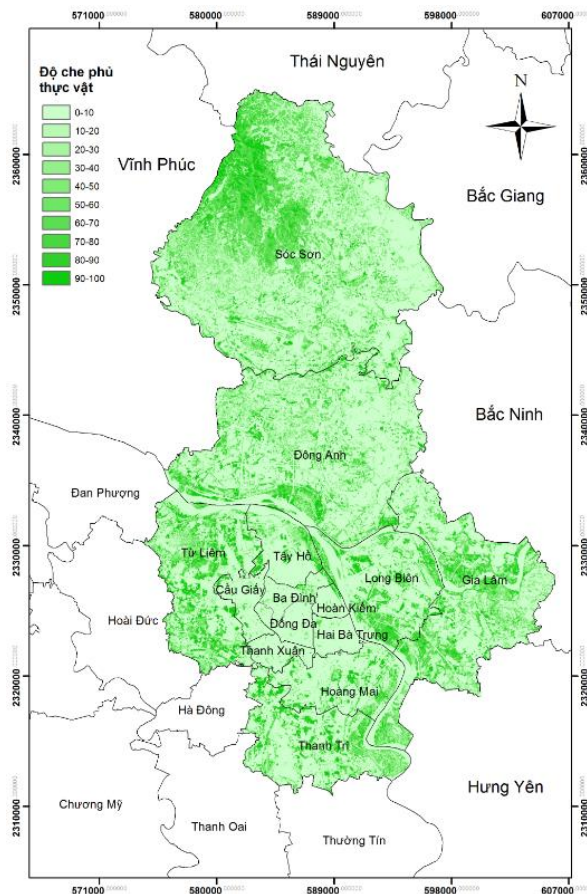
Hình 4. Biểu đồ tần suất NDVI.

3.2. Độ che phủ thực vật FVC

Kết quả xác định độ che phủ thực vật khu vực nội thành Hà Nội ứng dụng mô hình phân giải pixel hỗn hợp tuyến tính được thể hiện trong Hình 5 và Bảng 3. Về tổng thể, độ che phủ thực vật tương đối thấp, trung bình chỉ đạt 25.8%. Diện tích khu vực có độ che phủ thực vật (FVC) dưới 10% chiếm đến 450.44 km<sup>2</sup> trên tổng diện tích khu vực nghiên cứu 929.22 km<sup>2</sup> (đạt 48.5%), trong đó FVC thưa thớt từ 10% đến 40% chiếm đến 21% tổng diện tích. FVC dưới 50% đạt 707.68 km<sup>2</sup> (chiếm 76.2%). Một số khu vực có mật độ che phủ cao hơn từ 60% đến 80% chỉ chiếm diện tích tương đối nhỏ 99.04 km<sup>2</sup> (đạt 10.6%). Khu vực có độ che phủ dày đặc (80 – 90%) chỉ chiếm diện tích 68.71 km<sup>2</sup> (chỉ đạt 7.4%).

Bảng 3. Bảng thống kê độ che phủ thực vật (FVC) khu vực nội thành Hà Nội

FVC (%)	Diện tích (km <sup>2</sup> )	Diện tích tích lũy (km <sup>2</sup> )	Tỷ lệ (%)	Tỷ lệ % tích lũy
0 – 10	450.44	450.44	48.5	48.5
10 – 20	71.88	522.31	7.7	56.2
20 – 30	68.45	590.76	7.4	63.6
30 – 40	59.65	650.41	6.4	70.0
40 – 50	57.27	707.68	6.2	76.2
50 – 60	53.78	761.46	5.8	81.9
60 - 70	54.28	815.74	5.8	87.8
70 – 80	44.76	860.51	4.8	92.6
80 – 90	36.59	897.10	3.9	96.5
90 – 100	32.12	929.22	3.5	100.0
<b>Tổng:</b>	<b>929.22</b>	<b>450.44</b>	<b>100</b>	<b>100.0</b>



Hình 5. Độ che phủ thực vật khu vực nội thành Hà Nội tháng 7 năm 2015.

#### 4. Kết luận

Bài báo nghiên cứu phương pháp xác định độ che phủ thực vật khu vực nội thành Hà Nội ứng dụng ảnh vệ tinh Landsat 8 OLI. Kết quả nghiên cứu cho thấy: về tổng thể độ che phủ thực vật tại khu vực nội thành Hà Nội rất thấp (trung bình chỉ đạt 25.8%), khu vực có độ che phủ thực vật thấp (khoảng 10%) chiếm đến 56% tổng diện tích, nơi có độ che phủ thực vật cao (trên 80%) chỉ chiếm 7.4% tổng diện tích. Từ kết quả nghiên cứu có thể kết luận rằng: (i) ứng dụng mô hình phân giải pixel hỗn hợp tuyến tính đã xử lý rất tốt các pixel hỗn hợp để xác định độ che phủ thực vật, đặc biệt trong trường hợp khu vực nghiên cứu tại đô thị (ít đối tượng thuần, nhiều đối tượng hỗn hợp) và sử dụng ảnh vệ tinh có độ phân giải không gian trung bình; (ii) ứng dụng ảnh vệ tinh giúp xác định độ che phủ thực vật một cách nhanh chóng, hiệu quả và đặc biệt là tiết kiệm chi phí hơn so với các phương pháp khác như điều tra, đo đạc ngoài thực địa.

#### Tài liệu tham khảo

- [1] Zhao Yingshi. Remote Sensing Applications, Principles and Methods. Beijing: Science Press, 2003.
- [2] He Yunling, Zhang Yiping. Studies on Interaction between Urban Eco-environment and Urban Afforestation. Plateau Meteorology, 2004, 23 (3): 297 – 304.
- [3] Shen Taoyuan. Study on the Relationship between the Intensity Distribution of Heat Island and Vegetation Cover in Urumqi Using Remote Sense Data. Bimonthly Xinjiang Meteorology, 2004, 27 (1): 282-300.
- [4] Xiao, J., Moody, A. (2005). A comparison of methods for estimating fractional green vegetation cover within a desert-to-upland transition zone in central New Mexico, USA. Remote Sensing of Environment 98: 2-3, 237– 250.
- [5] Choudhury, B. J., Ahmed, N. U., Idso, S. B., et al. (1994). Relations between evaporation coefficients and vegetation indices studied by model simulations. Remote Sensing of Environment, 50: 1–17.
- [6] Carlson T. N., Ripley D A, 1997. On the relationship between fractional vegetation cover, leaf area index, and IDVI. Remote sensing of Environment, 62: 241-252.
- [7] Gitelson A. A., Kaufman Y. J., Stark R ., et al. Novel algorithms for remote estimation of vegetation fraction . Remote Sensing of Environment, 2002(80):76-87.
- [8] Van der Meer, F. 1999. Image classification through spectral unmixing. In: Spatial Statistics for Remote Sensing, Stein, A., Van der Meer, F. & Gorte, B. (Eds.) Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, pp. 185-193.
- [9] Lu, D. and Weng, Q. (2004) Spectral mixture analysis of the urban landscape in Indianapolis city with Landsat ETM+ imagery. Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, 70, 1053-1062.
- [10] Qi, J., R. C. Marsett, M. S. Moran, D. C. Goodrich, et al. (2000). Spatial and temporal dynamics of vegetation in the San Pedro River basin area, Agric. For. Meteorol., 105, 55 – 68.
- [11] Jensen, J.R., F. Qiu and M. Ji, 1999. Predictive Modeling of Coniferous Forest Age Using Statistical and Artificial Neural Network Approaches Applied to Remote Sensing Data, International Journal of Remote Sensing, Vol. 20, No. 14, 2805-2822.
- [12] Gessner, U.; Klein, D.; Conrad, C.; et al. (2009): Towards an automated estimation of vegetation cover fractions on multiple scales: Examples of Eastern and Southern Africa. 33rd International Symposium on Remote Sensing of Environment. May 4-8 2009, Stresa, Italy.
- [13] <https://www.usgs.gov/>
- [14] Mishra N., Haque, M., Leigh, L. et al. Radiometric Cross Calibration of Landsat 8 Operational Land Imager (OLI) and Landsat 7 Enhanced Thematic Mapper Plus (ETM+). Remote Sensing 6.12 (2014): 12619-12638.
- [15] Roberts D. A., Smith M. O., and Adams J. B. (1993), Green vegetation, non-photosynthetic vegetation and soils in AVIRIS data, Remote Sens. Environ. 44: 255-269.
- [16] B.C. Gao, M. J. Montes, Z. Ahmad, and C. O. Davis, (2000). Atmospheric correction algorithm for hyperspectral remote sensing of ocean color from space. Appl. Opt. 39, 887-896.
- [17] Sobrino J.A., Jiménez-Muñoz J.C., Paolini L. Land surface temperature retrieval from LANDSAT TM 5, Remote Sensing of Environment, 90, 434-440.2004.
- [18] Sobrino J.A., Jiménez-Muñoz J.C., Sòria G., et al (2008). Land Surface Emissivity Retrieval From Different VNIR and TIR sensors, IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, 46, 2, 316-326.

## Fractional Vegetation Cover Estimation in Urban Area of Hanoi City using Landsat 8 OLI Images

Hoang Anh Huy

*Ha Noi University of Natural Resources and Environment,  
41A, Phu Dien Road, Phu Dien, North Tu Liem, Hanoi, Vietnam*

**Abstract:** Fractional vegetation cover (FVC) is an important parameter in the study of the ecological environment, the estimation of FVC is thus a necessary issue. The study objective is to estimate FVC in urban area of Hanoi using Landsat 8 OLI. Landsat images were first geometrically and radiometrically corrected, then calculating the NDVI. Linear spectral mixture model (LSMM) was finally applied to estimate FVC. The study results showed that FVC in urban area of Hanoi city was generally very low (average only 25.8%), low FVC (about 10%) accounted for 56% of total area, some areas with high FVC (over 80%) accounted for only 7.4% of the total area. It can be concluded: (i) the LSMM handles well with mixed pixels and helps to estimate FVC more accurately; (ii) the application of Landsat OLI images helps the estimation of FVC quickly, efficiently with low cost-savings.

*Keywords:* NDVI, fractional vegetation cover, Landsat 8 OLI images, urban area of Hanoi