TRƯỜNG ĐẠI HỌC SƯ PHẠM TP HỒ CHÍ MINH
TẠP CHÍ KHOA HỌC
KHOA HỌC TỰ NHIÊN VÀ CÔNG NGHỆ
ISSN: 1859-3100 Tập 15, Số 11b (2018): 21-28

HO CHI MINH CITY UNIVERSITY OF EDUCATION
JOURNAL OF SCIENCE
NATURAL SCIENCES AND TECHNOLOGY
Vol. 15, No. 11b (2018): 21-28

Email: tapchikhoahoc@hcmue.edu.vn; Website: http://tckh.hcmue.edu.vn

NGHIÊN CỨU KẾT HỢP TƯ LIỆU ẢNH VIỄN THÁM QUANG HỌC VÀ ẢNH SENTINEL-1A ĐA THỜI GIAN TRONG PHÂN LOẠI LỚP PHỦ KHU VỰC HÀ NỘI

Lê Minh Hằng*, Vũ Văn Trường, Lê Vũ Hồng Hải

Bộ môn Trắc địa – Bản đồ, Viện Kĩ thuật Công trình đặc biệt, Học viện Kĩ thuật Quân sự

Ngày nhận bài: 30-9-2018; ngày nhận bài sửa: 22-10-2018; ngày duyệt đăng: 21-11-2018

TÓM TẮT

Kết hợp dữ liệu ảnh Sentinel-1A và ảnh quang học sẽ giúp có được thông tin phổ trên ảnh quang học và giá trị tán xạ phản hồi trên ảnh SAR đa thời gian. Trong bài báo, các tác giả kết hợp chỉ số NDVI, NDWI và EBBI và giá trị tán xạ phản hồi của tư liệu đa thời gian Sentinel-1A. Khu vực nghiên cứu thử nghiệm là Hà Nội. Phương pháp phân loại được sử dụng là phương pháp cây quyết định với độ chính xác phân loại đạt 87%.

Từ khóa: ảnh quang học, cây quyết định, lớp phủ bề mặt, Sentinel-1A đa thời gian.

ABSTRACT

Fusion of optical data and time-series Sentinel-1A data for land cover classification in Hanoi, Vietnam

Fusion of time-series Sentinel-1A and optical image is the integration of the spectral characteristics of optical image and backscatter signal of time-series SAR images. In this article, the authors propose to fusion the index spectral data such as NDVI, NDWI and EBBI with backscatter signal of time-series Sentinel-1A. The case study is Hanoi. The decision tree method is applied for mapping land cover with overall accuracy 87%.

Keywords: optical images, decision tree method, land cover, time-series Sentinel-1A.

1. Giới thiệu

Lớp phủ bề mặt cho chúng ta biết khu vực được bao phủ bởi rừng, đất ngập nước, bề mặt không thấm nước, nông nghiệp và các loại đất và nước khác. Hiện nay, tư liệu vệ tinh quang học đang đóng vai trò chính trong việc lập bản đồ lớp phủ bề mặt. Việc phân loại đối tượng lớp phủ dựa trên đặc điểm phản xạ phổ của các đối tượng hoặc chuỗi dữ liệu của giá trị NDVI đa thời gian. Tuy nhiên, hình ảnh quang học có nhiều nhược điểm như ảnh hưởng của điều kiện thời tiết và mây che phủ, đặc biệt là ở vùng nhiệt đới như Việt Nam. Số lượng cảnh ảnh quang học không có mây là một hoặc hai lần mỗi năm. Trong những năm gần đây, tư liệu viễn thám siêu cao tần đã được sử dụng rộng rãi để theo dõi tài nguyên thiên nhiên. Nhiều nghiên cứu đã chỉ ra mối tương quan giữa tín hiệu tán xạ ngược của bộ cảm siêu cao tần và đối tượng lớp phủ khác nhau như rừng thường xanh, rừng rụng

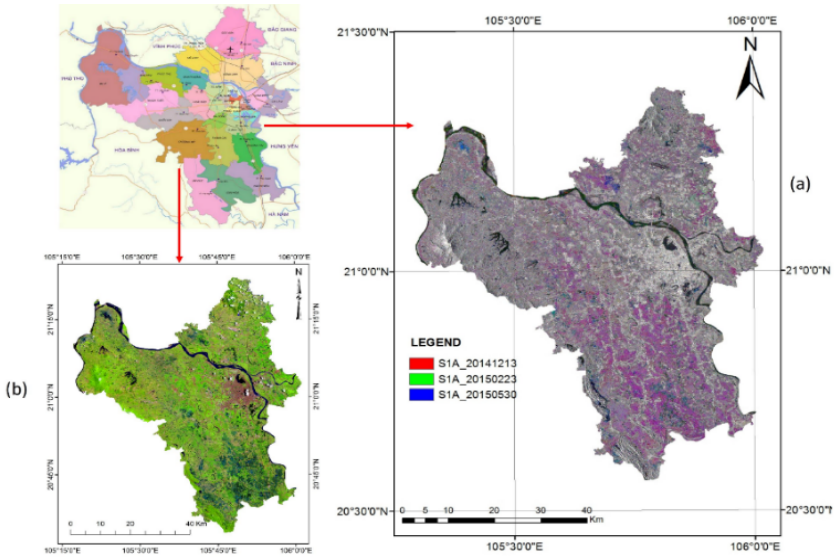
* Email: *leminhhang81@gmail.com*

lá, lúa, đất canh tác… Sentinel-1A là một vệ tinh RADAR cửa mở tổng hợp SAR của châu Âu, được phóng thành công vào quỹ đạo năm 2014, cung cấp ảnh SAR với kênh C. Hệ thống này hoạt động ở bốn chế độ quan sát cung cấp dữ liệu độ phân giải không gian trung bình và cao (lên đến 5 m) trong đường chụp 400 km. Dữ liệu Sentinel-1A có hai phân cực như VV và VH và chu kì quan sát lặp lại trong 12 ngày. Dữ liệu được công khai miễn phí. Tác giả Mary Lum Fonteh [1] đã so sánh kết quả phân loại của Sentinel-1A và Landsat 8 khi sử dụng phương pháp phân loại SVM. Độ chính xác của Sentinel-1A là 67,65% và Landsat là 88,7%. Những nghiên cứu này đã chứng minh sự tích hợp của ảnh vệ tinh Sentinel-1 và hình ảnh vệ tinh quang học để tăng độ chính xác. Tác giả Miguel G. Castro Gómez [2] đã chứng minh bằng cách sử dụng Sentinel-1, Sentinel-2 và chỉ số thực vật với độ chính xác cao nhất đạt 84%. Trong tài liệu [3] cho thấy bản đồ lớp phủ được thành lập bằng cách tích hợp Sentinel-1 và Sentinel-2 sử dụng thuật toán SVM cho độ chính xác phân loại tổng thể là 88,75% và hệ số Kappa là 0,86. Ngoài ra, dữ liệu vệ tinh đa thời gian cung cấp dữ liệu cơ sở để theo dõi độ dài của mùa sinh trưởng, độ xanh, hoặc thay đổi độ che phủ liên quan đến các hiện tượng như cháy rừng, hạn hán, chuyển đổi sử dụng đất và biến đổi khí hậu [4], [5]. Trong nội dung bài báo, các tác giả đề xuất tích hợp dữ liệu Sentinel-1A và Landsat 8OLI đa thời gian để phân loại lớp phủ bằng cách kết hợp tín hiệu tán xạ ngược trên ảnh Sentinel-1A đa thời gian và thông tin ảnh chỉ số NDVI, NDWI, EBBI của tư liệu Landsat.

2. Khu vực nghiên cứu và dữ liệu thử nghiệm

2.1. Khu vực nghiên cứu

Hà Nội nằm giữa 20°53' đến 21°23' vĩ độ Bắc và 105°44' đến 106°02' kinh độ Đông (Hình 1).



Hình 1. *Khu vực nghiên cứu; (a) Ảnh tổ hợp 3 thời điểm của tư liệu Sentinel-1A; (b) Ảnh tổ hợp màu giả Landsat 8OLI (SWIR-1:NIR:RED)*

Phần lớn diện tích Hà Nội nằm trong vùng đồng bằng sông Hồng của Việt Nam với độ cao trung bình từ 5 m đến 20 m so với mực nước biển. Các khu vực đồi núi nằm ở phía Bắc và Tây Bắc huyện Sóc Sơn ở rìa phía Nam của dãy núi Tam Đảo với độ cao từ 20 m đến hơn 400 m. Địa hình Hà Nội giảm độ cao từ Bắc xuống Nam và từ Tây sang Đông (Hình 1).

2.2. Dữ liệu thử nghiệm và tiền xử lí ảnh

Trong nghiên cứu này, dữ liệu thử nghiệm là Sentinel-1A chế độ chụp Interferometry Wide Swath (IW) từ tháng 12 năm 2014 đến tháng 11 năm 2015 (Hình 1a). Sản phẩm xử lí ở mức 1.5 (GRD- Ground Range Detected). Dữ liệu Landsat 8 thử nghiệm được chụp vào ngày 30/05/2015 với mức xử lí Level-1 định dạng Geotiff (Hình 1b). Chi tiết về các đặc tính của dữ liệu thử nghiệm được thể hiện trong Bảng 1.

Bảng 1. *Dữ liệu Sentinel-1A đa thời gian and Landsat 8OLI*

	Landsat 8OLI/TIRS	**Sentinel-1A**
Thời gian chụp ảnh	30/05/2015	13/12/2014;30/01/2015;23/02/2015; 19/03/2015;12/04/2015;30/05/2015; 23/06/2015;17/07/2015;19/08/2015; 03/09/2015;21/10/2015;14/11/2015;
Đặc điểm quỹ đạo	127/45 and 127/46	Ascending
Mức xử lí dữ liệu	Level – 1	Interferometric Wide (IW) – GRDH
Phân cực		VV-polarization
Thông tin bước sóng	Blue; Green; Red; NIR; SWIR-1; SWIR-2	C-band (5,46 Hz)
Độ phân giải	30 m	10 m
Độ rộng bit	16 bit	16 bit

Dữ liệu Sentinel-1A được thực hiện tiền xử lí bằng phần mềm SNAP. Việc tiền xử lí dữ liệu trong nghiên cứu này đã được thực hiện theo bốn bước chính như sau [6]: (1) Sử dụng mô hình DEM để hiệu chỉnh hình học; (2) Chuẩn hóa giá trị cường độ tán xạ về giá trị sigma-naught (σ^0); (3) Chuyển đổi tín hiệu về tuyến tính/dB; (4) Lọc nhiễu dữ liệu đa thời gian. Đối với dữ liệu Landsat 8OLI được chuyển thành giá trị phản xạ trên đỉnh khí quyển TOA (Top of Atmosphere) bằng phần mềm Envi 5.2. Công thức tính chuyển về giá trị TOA của Landsat 8 được cung cấp trên trang web của USGS [7].

2.3. Dữ liệu khảo sát thực địa

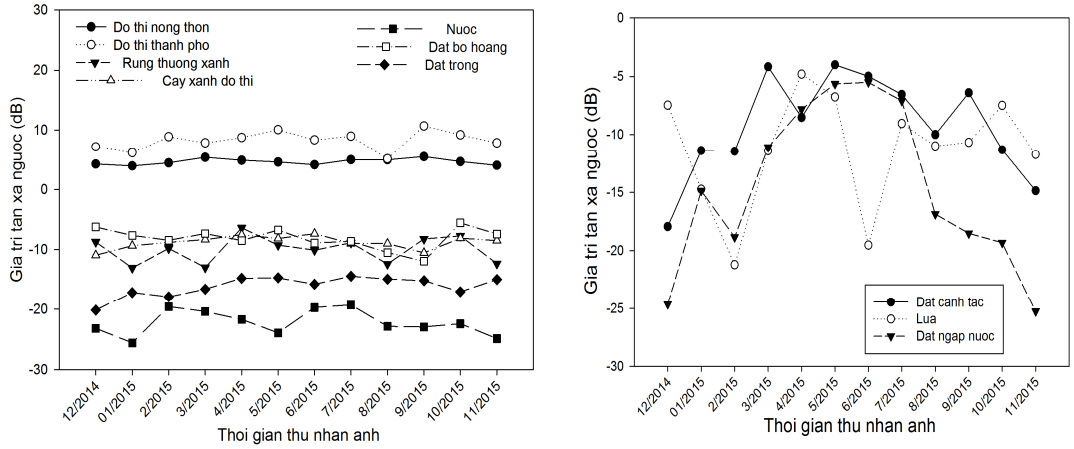
Dữ liệu khảo sát thực địa được tiến hành bằng cách sử dụng phần mềm Locus Map là một phần mềm ứng dụng trên hệ điều hành Android. Locus Map có khả năng định vị điểm bằng GPS và chụp ảnh. Quãng đường khảo sát khoảng 40 km trong khu vực nghiên cứu. Số lượng điểm khảo sát khoảng 100 điểm. Các điểm khảo sát bao gồm các đối tượng lớp phủ, đất canh tác và ruộng lúa.

Dựa trên số liệu điều tra thực địa thì các đối tượng lớp phủ của Hà Nội bao gồm đất xây dựng, đất trống, nước, đất ngập nước, rừng, cây lâu năm, lúa hai vụ, đất canh tác, cây bụi, đất bỏ hoang.

3. Phương pháp tích hợp dữ liệu ảnh quang học và ảnh đa thời gian Sentinel-1A

3.1. Phân tích đặc điểm của đối tượng lớp phủ trên tư liệu viễn thám

Các đối tượng lớp phủ có các đặc điểm khác nhau về phản xạ phổ và giá trị tán xạ ngược. Hình 2 biểu thị mối tương quan giữa giá trị tán xạ ngược trên ảnh Sentinel-1A và sự thay đổi bề mặt của đối tượng lớp phủ theo thời gian.



(a) (b)

Hình 2. *(a) Giá trị tán xạ ngược (dB) của các đối tượng không biến động; (b) Giá trị tán xạ ngược (dB) của đối tượng biến động*

Theo kết quả khảo sát thực địa tại khu vực trồng lúa của Hà Nội thì đất canh tác chủ yếu được sử dụng để trồng lúa từ tháng 1 đến tháng 6 và từ tháng 7 đến tháng 10. Trong giai đoạn khác, những vùng đất này đã bị bỏ hoang hoặc sử dụng để trồng hoa màu, do trồng lúa trong giai đoạn này không mang lại hiệu quả kinh tế cao. Bên cạnh đó, các đối tượng lớp phủ có đặc điểm phản xạ phổ khác nhau trên ảnh vệ tinh quang học.

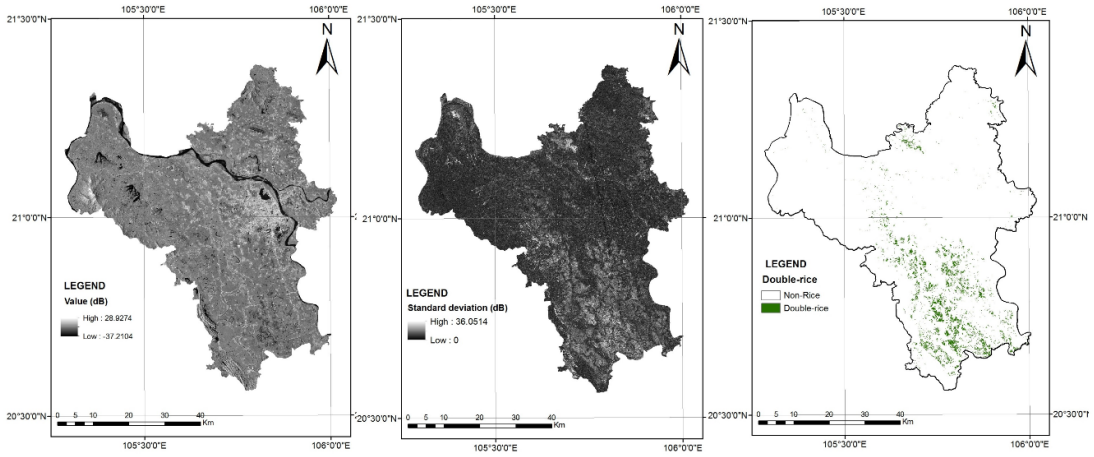
3.2. Phương pháp nghiên cứu

Trong nghiên cứu này, các tác giả đề xuất kết hợp Sentinel-1A đa thời gian và Landsat 8OLI để tăng độ chính xác phân loại lớp phủ bề mặt. Theo Hình 2, sự khác biệt giữa các đối tượng lớp phủ được xác định theo giá trị độ lệch chuẩn. Giá trị độ lệch chuẩn này được tính theo công thức (1):

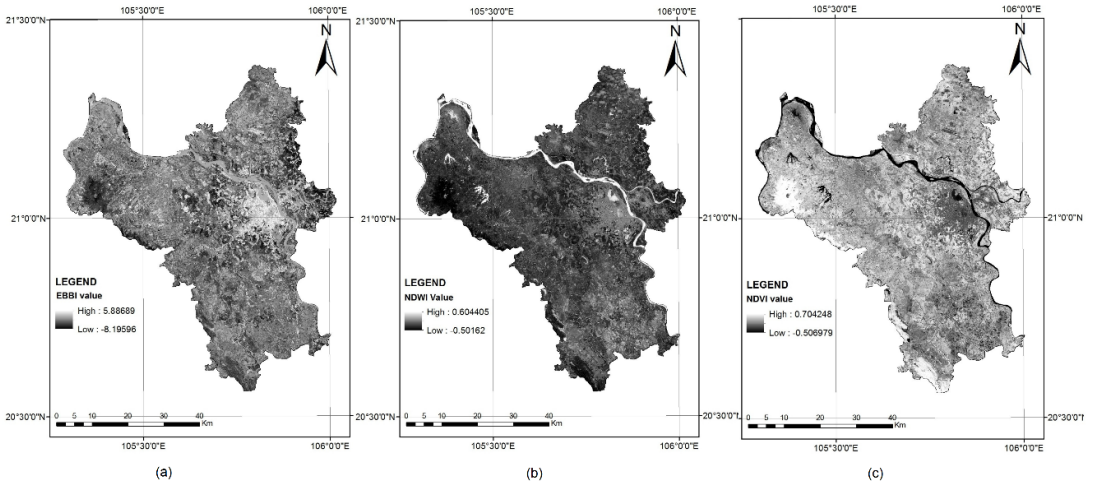
$$std = \left(\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^{n} (x_i - \overline{x})^2 \right)^{\frac{1}{2}} \tag{3.1}$$

trong đó: $\overline{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{n} x_i$ là giá trị tán xạ trung bình của pixel đa thời gian; x_i là giá trị tán xạ ngược của từng pixel tại từng thời điểm.

Việc xác định ảnh vật hậu học của lúa sử dụng phần mềm Matlab R2017 (Hình 3c). Trong bài báo, các tác giả đề xuất sử dụng ba chỉ số phản xạ phổ gồm chỉ số đất trống (EBBI- Enhanced Built-Up and Bareness Index) (Hình 4a); chỉ số nước (NDWI- Normalized Difference Water Index) (Hình 4b) và chỉ số thực vật (NDVI- Normalized difference vegetation index) (Hình 4c) để xác định các đối tượng lớp phủ chính. Ảnh chỉ số phản xạ phổ được tự động phân ngưỡng thành ảnh dạng nhị phân theo thuật toán Otsu trong phần mềm Matlab.

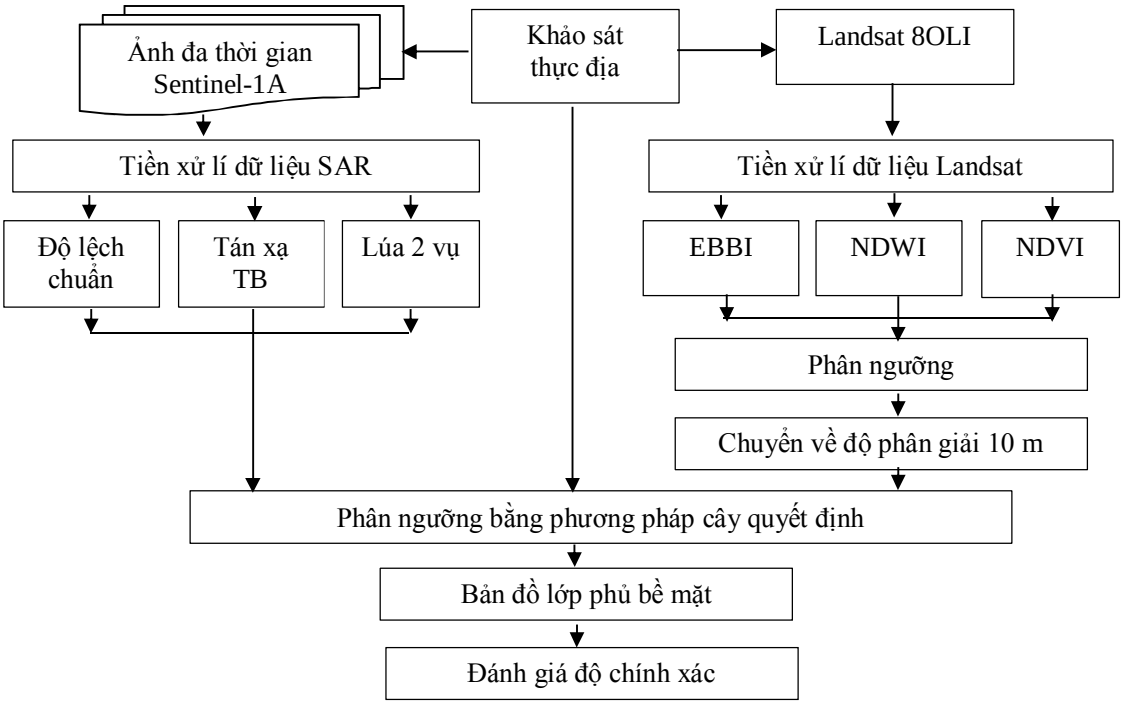


Hình 3. *Ảnh texture được xác định từ ảnh Sentinel-1A đa thời gian*
(a) Ảnh độ lệch chuẩn; (b) Ảnh giá trị tán xạ trung bình; (c) Ảnh phân loại lúa 2 vụ



Hình 4. *Ảnh chỉ số phản xạ phổ tư liệu Landsat 8OLI gồm (a) EBBI; (b) NDWI; (c) NDVI*

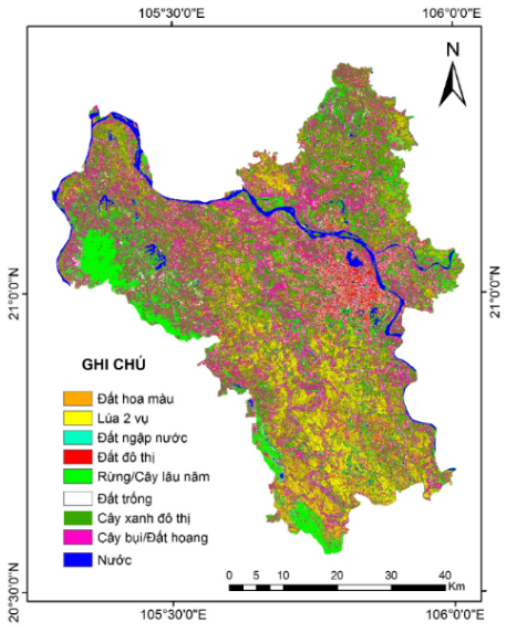
Dựa trên đặc điểm của các đối tượng lớp phủ được giải đoán trên ảnh SAR và ảnh quang học, các tác giả sử dụng phương pháp phân loại cây quyết định. Ngưỡng của các nút quyết định dựa trên độ lệch chuẩn của tán xạ ngược và giá trị tán xạ ngược trung bình trên ảnh SAR đa thời gian. Hình 5 thể hiện sơ đồ quy trình của phương pháp nghiên cứu.



Hình 5. *Sơ đồ của phương pháp nghiên cứu*

4. Kết quả thành lập bản đồ lớp phủ bề mặt

Kết quả tích hợp dữ liệu Sentinel-1A đa thời gian và tư liệu Landsat 8OLI để thành lập bản đồ lớp phủ bề mặt được thể hiện trong Hình 6.



Hình 6. *Bản đồ phân loại lớp phủ của khu vực Hà Nội*

Bảng 2. *Đánh giá độ chính xác phương pháp nghiên cứu*

		Dữ liệu kiểm tra										
		Nước	Đất ngập nước	Đất canh tác	Cây bụi	Rừng	Cây xanh đô thị	Đất trống	Lúa	Đất đô thị	Tổng	UA (%)
Dữ liệu phân loại	Nước	2	0	0	0	0	0	0	0	0	**2**	**100**
	Đất ngập nước	1	2	0	0	0	0	0	0	0	**3**	**67**
	Đất canh tác	0	1	22	0	0	0	0	0	0	**23**	**96**
	Cây bụi	0	0	0	61	2	2	0	0	1	**66**	**92**
	Rừng	0	0	2	0	16	2	0	0	0	**20**	**80**
	Cây xanh đô thị	0	0	3	9	0	41	1	0	0	**54**	**76**
	Đất trống	0	0	0	0	0	0	8	0	0	**8**	**100**
	Lúa	0	0	0	0	0	1	0	15	0	**16**	**94**
	Đất đô thị	0	0	0	0	0	1	0	0	7	**8**	**88**
	Tổng	**3**	**3**	**27**	**70**	**18**	**47**	**9**	**15**	**8**		
Độ chính xác tổng thể 87,0%												
Kappa: 0,828												

Độ chính xác được đánh giá dựa trên tư liệu ảnh vệ tinh độ phân giải cao của Google Earth và Google Map tại cùng thời điểm nghiên cứu. Số lượng điểm kiểm tra ngẫu nhiên gồm 200 điểm trong khu vực nghiên cứu. Độ chính xác của phương pháp đề xuất được trình bày trong Bảng 2. Kết quả cho thấy độ chính xác tổng thể thu được từ quá trình lấy mẫu ngẫu nhiên là 87,0% với hệ số Kappa là 0,828.

5. Kết luận

Tư liệu ảnh vệ tinh đóng vai trò quan trong phân loại đối tượng lớp phủ bề mặt. Nếu chỉ sử dụng ảnh SAR đa thời gian, ta có thể phân loại được một số đối tượng ví dụ như lúa, rừng, đất xây dựng, nước, đất ngập nước, đất canh tác. Tuy nhiên, có một số sự nhầm lẫn tại các khu vực địa hình núi cao hoặc bề mặt nhẵn. Do đó, việc tích hợp tư liệu ảnh SAR đa thời gian và ảnh quang học sẽ giúp phân loại nhiều đối tượng lớp phủ. Đặc biệt là những đối tượng lớp phủ bị nhầm lẫn khi phân loại trên ảnh quang học đơn thời gian do có sự thay đổi trong năm như khu vực trồng lúa, hoa màu, đất ngập nước… Bên cạnh đó, phương pháp tích hợp được đề xuất trong bài báo giúp tăng độ chính xác phân loại đạt 87,0%. Kết quả nghiên cứu giúp nâng cao khả năng ứng dụng tư liệu viễn thám miễn phí trong giám sát lớp phủ bề mặt.

❖ ***Tuyên bố về quyền lợi:*** *Các tác giả xác nhận hoàn toàn không có xung đột về quyền lợi.*

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] Mary Lum Fonteh, et al. "Assessing the utility of Sentinel-1 C band Synthetic Aperture Radar imagery for land use land cover classification in the tropical coastal systems when compared with Landsat 8," *Journal of Geographic information system*, pp. 495-505, 2016.

[2] Gomez, M. G.,"Joint use of Sentinel-1 and Sentinel-2 for land cover classification: A machine learning approach," *Lund University GEM thesis series nr 18: Department of Physical Geography and Ecosystem*, 2017.

[3] Nicola Clerici, et al., "Fusion of Sentinel-1A and Sentinel-2A data for land cover mapping: A case study in the lower Magdalena region Colombia," *Journal of Maps, Taylor & Francis Online*, 2017.

[4] Abdalla M. Faid, et al., "Monitoring land-use change-assosiated land development using multitemporal Landsat data and geoinformatics in Kom Ombo area, South Egypt," *International Journal of Remote Sensing*, pp. 7024-7046, 2012.

[5] Moody A, et al., "Land-surface phenologies from AVHRR using the discrete Fourier transform," *Remote sensing environment*, pp. 305-323, 2001.

[6] ESA. (n.d.). Retrieved from https://earth.esa.int/web/sentinel/user-guides/sentinel-1-sar

[7] USGS. (n.d.). Retrieved from https://landsat.usgs.gov/using-usgs-landsat-8-product