

NGHIÊN CỨU ỨNG DỤNG MẠNG NƠN NHÂN TẠO TRONG PHÂN LOẠI LỚP PHỦ MẶT ĐẤT

Trường hợp nghiên cứu tại khu vực ven biển huyện Hoài Nhơn, tỉnh Bình Định

Nguyễn Thị Hồng*, Vũ Thị Phương

Trường Đại học Khoa học – ĐH Thái Nguyên

TÓM TẮT

Việc phân loại lớp phủ mặt đất có ý nghĩa quan trọng trong việc quản lý tài nguyên thiên nhiên. Mô hình mạng nơon nhân tạo đã và đang được ứng dụng có hiệu quả trong việc nhận dạng và phân loại các đối tượng trong đó có phân loại lớp phủ mặt đất. Trong nghiên cứu này, mô hình mạng nơon nhân tạo được sử dụng để phân loại lớp phủ mặt đất tại khu vực ven biển huyện Hoài Nhơn, tỉnh Bình Định. Kết quả nghiên cứu cho thấy lớp phủ mặt đất tại khu vực nghiên cứu được chia thành 9 loại. Nghiên cứu cũng so sánh kết quả của phương pháp này với các kết quả đạt được từ hai phương pháp phổ biến là phân loại bằng xác suất cực đại (Maximum likelihood) và phân loại dựa trên khoảng cách tối thiểu (Minimum distance classification). Kết quả so sánh cho thấy, phân loại lớp phủ bằng mạng nơon có độ chính xác cao với số lần huấn luyện mẫu phù hợp.

Từ khóa: Viễn thám, bản đồ, lớp phủ mặt đất, mạng Nơon, ENVI

ĐẶT VẤN ĐỀ

Lớp phủ mặt đất là một trong những thông tin quan trọng giúp các nhà quy hoạch, nhà hoạch định chính sách có cái nhìn tổng quan về hiện trạng lớp phủ qua từng thời kỳ. Hiện nay, để có được thông tin nhanh nhất về lớp phủ mặt đất thì việc sử dụng tư liệu ảnh viễn thám có ý nghĩa thực tiễn và khoa học cao, các thông tin này có thể thu thập nhanh chóng thông qua quá trình phân loại ảnh viễn thám.

Có nhiều phương pháp phân loại ảnh viễn thám khác nhau tùy thuộc vào từng đặc thù của các bài toán cụ thể và nhiệm vụ phân loại. Một số phương pháp phổ biến hiện nay đang được áp dụng để phân loại lớp phủ bao gồm: Xác suất cực đại (Maximum Likelihood), Khoảng cách tối thiểu (Minimum Distance), Cây quyết định (Decision Tree) v.v.

Những năm gần đây để xây dựng mô hình phân loại hiệu quả nhất, các nhà khoa học đã và đang nỗ lực nghiên cứu phương pháp mô phỏng tư duy của bộ óc con người, trong đó mạng nơon nhân tạo là công cụ điển hình.

Mạng nơon nhân tạo (Artificial Neural Network), một mô hình xử lý thông tin phỏng theo cách thức xử lý thông tin của các hệ nơon sinh học đã được ứng dụng nhiều trong các bài toán phân lớp và dự báo thông qua

quá trình học từ các tập mẫu huấn luyện. Trên thế giới, mạng nơon nhân tạo đã được nghiên cứu ứng dụng trong nhận dạng giọng nói [9], dự đoán cấu trúc protein [10]. Tại Việt Nam, mạng nơon nhân tạo được nghiên cứu ứng dụng trong dự báo lưu lượng nước [4], hỗ trợ công tác chọn thầu thi công [2]. Trong các nghiên cứu trên, mạng nơon nhân tạo cho khả năng nhận dạng và phân loại tốt.

Mạng nơon nhân tạo đã được chứng minh là một công cụ tốt sử dụng phân loại đối tượng và phân loại ảnh viễn thám, cụ thể mạng Nơon nhân tạo đã có ứng dụng trong siêu phân giải bản đồ lớp phủ [3], tuy nhiên các công trình nghiên cứu về nội dung phân loại lớp phủ chưa có nhiều. Bài báo này tác giả nghiên cứu khả năng sử dụng mạng nơon trong phân loại lớp phủ mặt đất với điểm thực nghiệm được tiến hành tại khu vực ven biển huyện Hoài Nhơn, tỉnh Bình Định. Huyện Hoài Nhơn được định hướng là đô thị hạt nhân, là trung tâm thương mại dịch vụ - du lịch, sản xuất tiểu thủ công nghiệp phía Bắc của tỉnh Bình Định. Dựa trên cơ sở định hướng đó, tác giả lựa chọn khu vực thực nghiệm là huyện Hoài Nhơn.

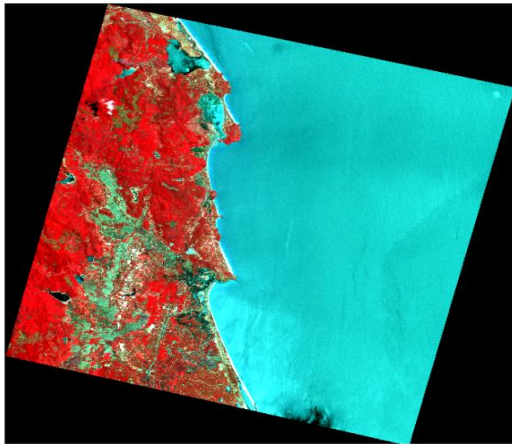
DỮ LIỆU NGHIÊN CỨU

Đánh giá khả năng phân loại ảnh viễn thám, tác giả tiến hành thực nghiệm phân loại lớp phủ mặt đất với ảnh SPOT - 5 khu vực ven

* Tel: 01697 684184, Email: hongpy.89@gmail.com

biển huyện Hoài Nhơn, tỉnh Bình Định (Độ phân giải không gian: 2,5m; Elipxoid: WGS-84; ảnh gồm 4 kênh phổ). Ảnh được nắn chỉnh về hệ tọa độ VN2000 theo bản đồ địa hình tỷ lệ 1: 500.000 (thành lập năm 2002) của khu vực nghiên cứu.

Ảnh SPOT5 – Khu vực ven biển Hoài Nhơn - Bình Định



Hình 1. Ảnh Sport 5 – Khu vực ven biển huyện Hoài Nhơn, tỉnh Bình Định

PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Trong quá trình nghiên cứu tác giả sử dụng một số phương pháp sau:

- *Phương pháp thu thập tài liệu:* Tiến hành thu thập ảnh viễn thám và bản đồ địa hình, tài liệu điều kiện tự nhiên, kinh tế xã hội, địa chất,... của khu vực nghiên cứu.

- *Phương pháp điều tra khảo sát thực địa:* Thu thập mẫu huấn luyện, mẫu huấn luyện được thu thập trực tiếp trên thực địa bằng việc sử dụng máy GPS cầm tay, xác định vị trí các loại lớp phủ ngoài thực địa, xây dựng tập mẫu huấn luyện (training data) phục vụ công tác phân loại ảnh và mẫu kiểm chứng (test data) làm cơ sở đánh giá độ chính xác phân loại.

- *Phương pháp đánh giá, so sánh:* Để đánh giá tính khả dụng của thuật toán mạng nơron nhân tạo trong phân loại ảnh viễn thám, kết quả phân loại bằng mạng nơron nhân tạo được so sánh với kết quả phân loại của hai phương pháp cơ bản là Maximum Likelihood (MLK) và Minimum Distance (MND). Quá trình thực nghiệm phân loại thực hiện bằng phần mềm ENVI 4.7.

Độ chính xác phân loại của từng thuật toán được đánh giá qua các chỉ tiêu: *hệ số Kappa*

(Kappa Coefficient), *độ chính xác tổng thể* (Overall Accuracy), *độ chính xác bản đồ* (Producer Accuracy), *độ chính xác người sử dụng* (User Accuracy). So sánh các chỉ tiêu đánh giá độ chính xác của thuật toán mạng nơron với các thuật toán cơ bản, từ đó có thể kết luận về khả năng phân loại lớp phủ của mạng nơron nhân tạo.

Phần mềm ENVI

Phần mềm ENVI (the Enviroment for Visualizing Images) là một hệ thống xử lý ảnh khá mạnh. ENVI được xây dựng để đáp ứng yêu cầu của các nhà nghiên cứu có nhu cầu sử dụng dữ liệu ảnh viễn thám, bao gồm các loại ảnh vệ tinh và ảnh máy bay [1].

KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU

Khả năng phân loại lớp phủ của mạng nơron nhân tạo

Chọn mẫu thực nghiệm

Để phục vụ cho việc phân loại lớp phủ mặt đất khu vực ven biển huyện Hoài Nhơn – tỉnh Bình Định, tác giả tiến hành lấy 199 mẫu cho 9 lớp phủ, trong đó 111 mẫu phục vụ cho việc phân loại ảnh và 88 mẫu là mẫu kiểm tra để đánh giá độ chính xác sau phân loại.

Bảng 1. Bảng danh sách số lượng mẫu

Loại lớp phủ	Mẫu trên ảnh	Số lượng mẫu
Mặt nước 1		21
Mặt nước 2		11
Mặt nước 3		36
Thực vật 1		20
Thực vật 2		18
Đất canh tác 1		19
Đất canh tác 2		11
Đất xây dựng 1		45
Đất xây dựng 2		18

- Tính toán chỉ số thống kê vùng mẫu: Sau khi chọn mẫu, tiến hành tính toán chỉ số thống kê vùng mẫu và sự khác biệt giữa các mẫu. Mỗi mẫu phân loại được tính toán để so sánh sự khác biệt với các mẫu còn lại. Nếu cặp giá trị nằm trong khoảng 1,9 đến 2,0 chứng tỏ có sự khác biệt tốt; nếu từ 1,0 đến 1,9 thì nên chọn lại để có sự khác biệt tốt hơn; nếu nhỏ hơn 1 thì gộp hai lớp để tránh nhầm lẫn.

Kết quả cho thấy các cặp giá trị đều nằm trong khoảng 1,9 đến 2,0 chứng tỏ các mẫu có sự khác biệt tốt, điều này tạo điều kiện cho việc phân loại đạt được độ chính xác cao.

Cấu trúc mạng nơron

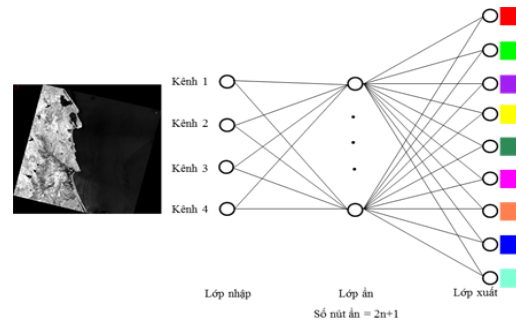
Để sử dụng mạng nơron nhân tạo cho phân loại ảnh viễn thám, các yếu tố của mạng nơron cần được xác định bao gồm: dữ liệu đầu vào input, dữ liệu đầu ra output, và số lượng lớp cũng như số lượng nơron ẩn.

Khi sử dụng mạng nơron để phân loại lớp phủ mặt đất cho khu vực ven biển huyện Hoài Nhơn – tỉnh Bình Định, cần phải xác định rõ dữ liệu đầu vào và dữ liệu đầu ra và số lượng lớp ẩn.

- Dữ liệu đầu vào: giá trị đầu vào của mạng nơron chính là vec tơ giá trị độ xám (DN vector) của ảnh viễn thám. Cụ thể đối với ảnh viễn thám khu vực nghiên cứu sẽ có 4 nơron tương ứng với 4 kênh của ảnh SPOT - 5.

- Dữ liệu đầu ra: Dữ liệu đầu ra của mạng nơron khi sử dụng để phân loại sẽ có giá trị trong khoảng 0-1. Số lượng nơron ở lớp đầu ra chính bằng số lượng lớp phủ. Cụ thể có 9 nơron tương ứng với 9 lớp phủ (Mặt nước 1; Mặt nước 2; Mặt nước 3; Thực vật 1; Thực vật 2; Đất canh tác 1; Đất canh tác 2; Đất xây dựng 1; Đất xây dựng 2) cần phân loại.

- Số lượng lớp ẩn và nơron ẩn theo D. Stathakis [8], số lớp ẩn chỉ cần 1 và nếu gọi số nơron đầu vào là n thì số nơron trong lớp ẩn cần là $(2n+1)$. Như vậy, số lớp ẩn sẽ sử dụng là 1 và số nơron trong lớp ẩn là 9. Số lượng nơron trong lớp ẩn như vậy cũng phù hợp với những phát hiện về cấu trúc mạng nơron sử dụng cho phân loại lớp phủ của Paola and Schowengerdt [7].



Hình 2. Cấu trúc mạng nơron

Kết quả phân loại

Sau khi tiến hành phân loại lớp phủ tại khu vực ven biển huyện Hoài Nhơn, tỉnh Bình Định theo 3 phương pháp: Neural Net (NN), Maximum Likelihood (MLK) và Minimum Distance (MND). Kết quả phân loại ảnh được trình bày như hình 3a, 3b, 3c. Kết quả tính toán các chỉ tiêu đánh giá độ chính xác phân loại của 3 phương pháp được trình bày trong bảng 2.

Qua kết quả tính toán độ chính xác thông qua ma trận thống kê độ chính xác phân loại ta thấy: với 111 mẫu huấn luyện, kết quả phân loại lớp phủ bằng phương pháp NN có độ chính xác cao nhất với độ chính xác tổng thể là 98,1086% và giảm dần xuống 2 phương pháp MLK (94,0485%) và MND (81,5309%). So sánh độ chính xác phân loại của 3 phương pháp theo hệ số Kappa, có thể thấy cũng nhận được kết quả tương tự. Thuật toán phân loại sử dụng mạng nơron cho độ chính xác phân loại cao nhất với $\kappa = 0,9733$; tiếp theo là thuật toán xác suất cực đại có $\kappa = 0,9187$ và thuật toán khoảng cách tối thiểu có $\kappa = 0,7618$.

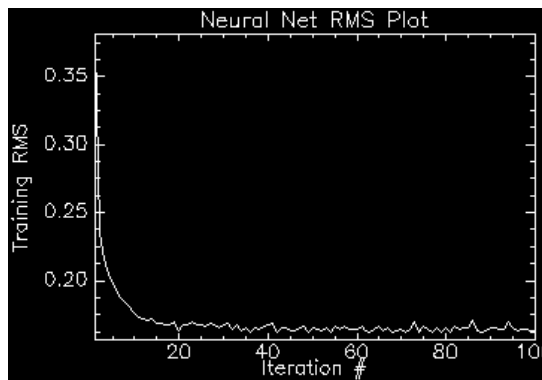
Ngoài ra bằng phương pháp quan sát trực quan các hình (3a), (3b), (3c), có thể thấy rõ những ưu điểm của phương pháp NN vượt trội hơn hẳn so với 2 phương pháp MLK và MND. Kết quả được cải thiện một cách rõ rệt nhất có thể nhìn thấy khi so sánh lớp xây dựng và lớp thực vật. Đặc trưng của khu vực nghiên cứu là vùng ven biển nên bao gồm chủ yếu là mặt nước và thực vật, lớp xây dựng ở những khu vực này thường hạn chế và thưa thớt, nhưng nhìn ảnh của 2 phương pháp MLK và MND thấy rằng lớp xây dựng tương đối nhiều, đất xây dựng ở đây bị lẫn nhiều vào lớp thực vật. Từ đó có thể kết luận

phương pháp phân loại sử dụng mạng nơron có độ chính xác cao hơn 2 phương pháp: phân loại theo hàm xác suất cực đại và phân loại theo khoảng cách ngắn nhất.

Quan hệ giữa số lần huấn luyện mẫu với độ chính xác phân loại

Trong bài toán phân loại, số lần huấn luyện có ảnh hưởng mật thiết đến độ chính xác phân loại.

Để xác định mối quan hệ giữa số lần huấn luyện mẫu với sai số huấn luyện mẫu và độ chính xác kết quả phân loại, thực nghiệm được tiến hành phân loại với số lần huấn luyện mẫu lần lượt là 1 lần, 2 lần, 5 lần, 10 lần, 20 lần, 50 lần, 100 lần, 200 lần, 500 lần và 1000 lần.



Hình 4. Đồ thị biểu thị sai số huấn luyện mẫu từ 1 lần đến 100 lần

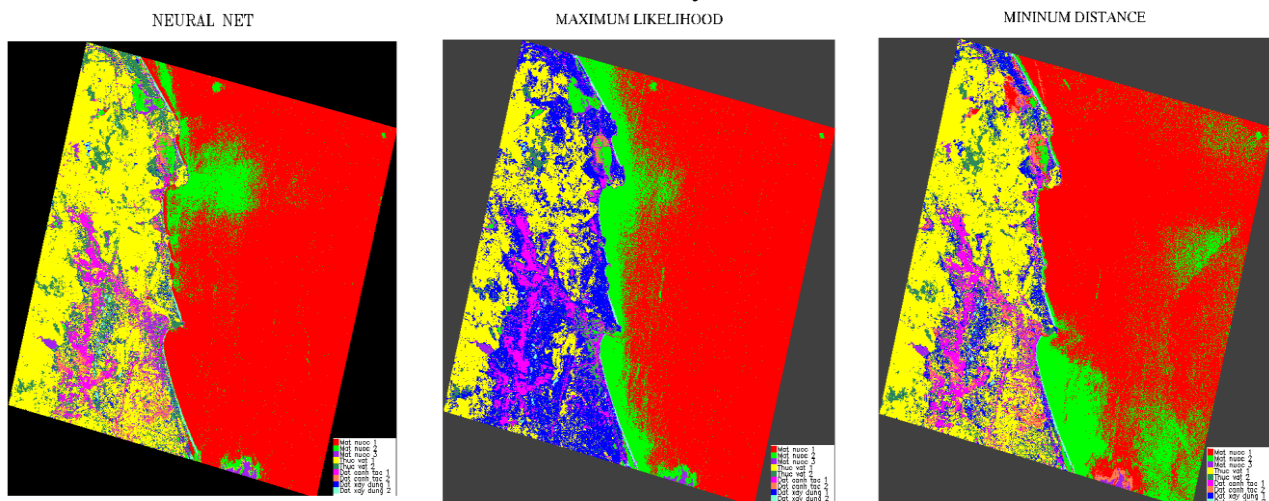
Theo bảng 3, khi số lần huấn luyện mẫu tăng thì sai số huấn luyện giảm nhanh trong khoảng 10 lần đầu (từ 0,3762 về 0,1766). Sau đó, sai số huấn luyện gần như không giảm dù số lần huấn luyện tăng lên rất nhiều (từ 0,1766 về 0,2104).

Khi số lần huấn luyện tăng thì cả độ chính xác tổng thể và chỉ số κ đều tăng. Độ chính xác tổng thể tăng từ 91,00% (1 lần) lên 98,11% (1000 lần lặp) và hệ số Kappa tăng từ 0,876 (1lần) lên 0,973 (1000 lần).

KẾT LUẬN

Mạng nơron nhân tạo đã được sử dụng trong nhận dạng và phân loại các đối tượng khác nhau. Đối với lớp phủ mặt đất, nghiên cứu này cho thấy mạng nơron nhân tạo có khả năng phân loại với độ chính xác tốt, cao hơn hẳn so với các thuật toán thường dùng như xác suất cực đại hay khoảng cách ngắn nhất.

Trong phân loại lớp phủ mặt đất bằng mạng nơron nhân tạo, số lần huấn luyện mẫu có ảnh hưởng đáng kể đến độ chính xác phân loại. Theo nghiên cứu, số lần huấn luyện mẫu cần phải từ 5 lần trở lên để có sai số huấn luyện nhỏ và độ chính xác phân loại cao. Ngoài ra, không nhất thiết phải huấn luyện mẫu nhiều lần để đạt kết quả tốt trong khi thời gian huấn luyện nhiều.



Hình 3. (a), (b), (c) Kết quả phân loại lớp phủ theo các thuật toán NN, MLK, MND

Bảng 2. So sánh độ chính xác phân loại theo 3 phương pháp NN, MLK, MND

Phương pháp	Lớp phủ	Mặt nước 1	Mặt nước 2	Mặt nước 3	Thực vật 1	Thực vật 2	Đất canh tác 1	Đất canh tác 2	Đất xây dựng 1	Đất xây dựng 2
	Độ chính xác (%)									
NN	User Acc.	99,60	91,97	84,79	98,39	90,57	99,12	99,13	94,51	99,89
	Prod. Acc.	98,96	97,16	100,00	100,00	88,37	96,48	97,73	68,36	98,73
	Overall Accuracy = 98,1086% Kappa Coefficient = 0,9733									
MLK	User Acc.	100,00	52,34	100,00	100,00	100,00	99,89	100,00	96,18	100,00
	Prod. Acc.	87,78	99,92	96,98	100,00	99,97	100,00	98,31	100,00	99,35
	Overall Accuracy = 94,0485% Kappa Coefficient = 0,9187									
MND	User Acc.	96,96	24,53	100,00	99,95	99,76	97,98	100,00	96,88	100,00
	Prod. Acc.	63,53	86,70	100,00	100,00	100,00	99,00	100,00	82,14	99,35
	Overall Accuracy = 81,5309% Kappa Coefficient = 0,7618									

Bảng 3. Ảnh hưởng của số lần huấn luyện mẫu đến độ chính xác phân loại

Số lần	1	2	5	10	20	50	100	200	500	1000
Training RMS	0,3762	0,2361	0,1975	0,1766	0,1631	0,1655	0,1644	0,1650	0,2139	0,2104
Overall Accuracy	91,00%	91,62%	92,97%	92,76%	92,46%	93,13%	92,99%	92,79%	98,37%	98,11%
Kapp Coefficient	0,876	0,885	0,904	0,901	0,897	0,906	0,904	0,901	0,977	0,973

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Trần Văn Anh và Nguyễn Thị Yên Giang, *Hướng dẫn sử dụng phần mềm ENVI*, Hà Nội.
2. Phạm Hồng Luân và Phạm Trường Giang (2006), *Nghiên cứu ứng dụng mạng nơ ron nhân tạo hỗ trợ công tác chọn thầu thi công*, Tạp chí Phát triển Khoa học & Công nghệ. Tập 9, số 7 năm 2006. Tr 15-24.
3. Nguyễn Quang Minh, Đỗ Văn Dương (2011), *Ứng dụng mạng Neuron Hopfield trong siêu phân giải bản đồ lớp phủ*, Tạp chí Khoa học kỹ thuật Môi trường. Số 34, tháng 4-2011.
4. Phạm Thị Hoàng Nhung, Hà Quang Thụy (2007), *Nghiên cứu, sử dụng mạng nơ ron nhân tạo trong dự báo lưu lượng nước đến hồ Hòa Bình trước 10 ngày*, Hội thảo Quốc gia Một số vấn đề chọn lọc về Công nghệ thông tin và Truyền thông, lần thứ X, Đại Lải, Vĩnh Phúc, 9/2007.
5. Nguyễn Ngọc Thạch (2005), *Cơ sở viễn thám*. Nhà xuất bản Đại học Quốc gia, Hà Nội.
6. Nguyễn Khắc Thời (2012), *Giáo trình viễn thám*, Nhà xuất bản Đại học Nông nghiệp, Hà Nội.
7. Paola and Schowengerdt (1997), *The effect of Neural-network Structure on a Multispectral Land Use/Land Cover Classification*, *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, Vol. 63, No. 5, pp. 535-544.
8. D.Stathakis (2009), *How many hidden layers and nodes?*, *International Journal of Remote Sensing*, Vol. 30, No. 8, 20 April 2009, 2133–2147.
9. Geoffrey Hinton et al. (2012), *Deep Neural Networks for Acoustic Modeling in Speech Recognition*, *IEEE Signal Processing Magazine*.
10. L.Howard Holley and Martin Karplus (1989), *Protein secondary structure prediction with a neural network*, *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, Vol. 86, pp. 152-156, January 1989, Biophysics.

SUMMARY

APPLICATIONS OF ARTIFICIAL NEURAL NETWORK
IN LAND COVER CLASSIFICATION

Case study for the coastal area of Hoai Nhon district, Binh Dinh province

Nguyễn Thị Hồng*, Vu Thi Phuong
University of Science – TNU

Land cover classification has a significant role in natural resource management. The artificial neural network has been successfully applied in the identification and classification of some objects including land covers. In this paper, the artificial neural network was applied to classify land covers of the coastal area in Hoai Nhon district, Binh Dinh province. The research results illustrated that the land covers in the research area are classified into 9 different types. The classification results of this method were compared with two other popular classification methods namely maximum likelihood and minimum distance. The comparison shown that classification by artificial neural network has higher accuracy than by maximum likelihood and minimum distance with the appropriate number of neural-network training repetitions.

Key words: Remote sensing, maps, landcover, Neural Network, ENVI.

Ngày nhận bài: 07/5/2018; Ngày phản biện: 25/5/2018; Ngày duyệt đăng: 31/5/2018

* Tel: 01697 684184, Email: hongpy.89@gmail.com