

ỨNG DỤNG MẠNG NƠROL TRONG DỰ BÁO ĐỘ LỚN (MAGNITUDE) ĐỘNG ĐẤT KHU VỰC TÂY BẮC VIỆT NAM

CAO ĐÌNH TRỌNG¹, CAO ĐÌNH TRIỀU², NGUYỄN ĐỨC VINH³

E-mail: Caocao_beo@yahoo.com

¹Đại học Tổng hợp hữu nghị các dân tộc, Matxcova - Liên Bang Nga

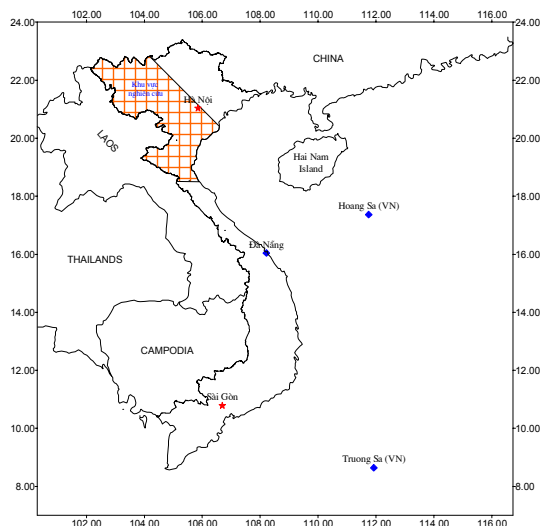
²Viện Vật lý Địa cầu - Viện Khoa học và Công nghệ Việt Nam

³Trường Đại học Khoa học Tự nhiên - ĐHQG Hà Nội

Ngày nhận bài: 31-3-2011

1. Mở đầu

Nghiên cứu đánh giá độ lớn động đất tại một vùng có cấu trúc địa chất và đặc điểm hoạt động kiến tạo phức tạp như Tây Bắc Việt Nam (TBVN) là rất cần thiết (*hình 1*).



Hình 1. Vị trí khu vực nghiên cứu trong tổng thể lãnh thổ Việt Nam

Đã có khá nhiều công trình công bố đề cập tới định hướng này [5-12, 14]. Chẳng hạn, năm 1999 Cao Đình Triều và Nguyễn Thanh Xuân [10] đã sử dụng tài liệu mật độ lineament nhằm dự báo độ lớn

động đất TBVN. Năm 2008 cũng chính tác giả Cao Đình Triều và các đồng nghiệp [12] đã sử dụng đặc trưng cấu trúc vỏ Trái Đất trong nghiên cứu dự báo độ lớn động đất trên toàn lãnh thổ Việt Nam, trong đó bao gồm cả Tây Bắc. Tuy đã có được một số kết luận đáng ghi nhận, song nhìn chung phương pháp phân tích cũng như tài liệu đầu vào của các nghiên cứu trước đây còn đơn giản, vì vậy tính thuyết phục của kết quả đạt được chưa cao.

Hướng nghiên cứu dự báo độ lớn (hay còn gọi là cấp độ mạnh - Magnitude động đất bằng mạng nơrol (neural network) đang được sử dụng khá rộng rãi và đã được chứng minh là có hiệu quả áp dụng tại các vùng lãnh thổ khác nhau trên thế giới nhưng vẫn chưa được áp dụng tại Việt Nam [1-4, 13, 15].

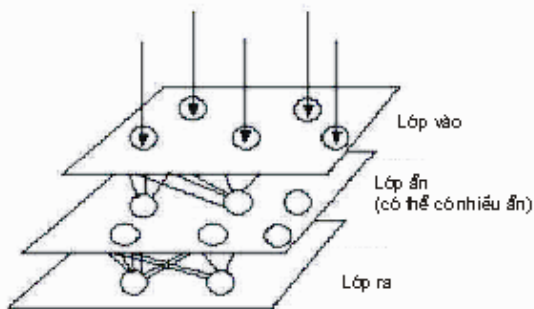
Trong khuôn khổ công trình này các tác giả tiến hành áp dụng thử nghiệm mạng nơrol trong nghiên cứu dự báo độ lớn động đất khu vực TBVN. Diện tích nghiên cứu được biểu hiện trong hình 1. Tài liệu đầu vào cho tính toán là: (i) Giá trị mật độ lineament; (ii) Giá trị Gradient trường trọng lực Bouguer; (iii) Gradient dị thường từ không khí; (iv) Gradient dịch chuyển thẳng đứng vỏ Trái Đất trong tân kiến tạo; (v) Gradient bề dày vỏ trầm tích; (vi) Gradient độ sâu mặt móng kết tinh; và (vii) Gradient bề dày vỏ Trái Đất. Các thông số này biểu hiện đối xứng yếu vỏ Trái Đất và là dấu hiệu của đứt gãy có nguy cơ phát sinh động đất. Tài liệu động đất sử dụng là: danh mục động đất Viện Vật lý Địa cầu đến hết năm 2009, có cập nhật số liệu quốc tế và số liệu động đất lịch sử [7].

2. Khả năng ứng dụng mạng norol trong dự báo độ lớn động đất

2.1. Khái niệm về mạng norol

Theo nghĩa sinh học, mạng norol là một tập hợp các dây thần kinh liên kết chặt chẽ với nhau. Ngày nay, thuật ngữ này còn dùng để chỉ mạng norol nhân tạo (cấu thành từ các norol nhân tạo) phục vụ việc tính toán và phân tích dữ liệu. Sự ra đời của mạng norol nhân tạo đã thúc đẩy mạnh mẽ phát triển khoa học tính toán và đẩy nhanh tốc độ của máy tính. Tính năng của mạng norol tùy thuộc vào cấu trúc của mạng, các trọng số liên kết norol và quá trình tính toán tại các norol đơn lẻ. Thông qua mạng norol, từ dữ liệu mẫu và quá trình tổng quát hoá dựa trên các dữ liệu mẫu học, có thể rút ra những quy luật biểu hiện phục vụ đánh giá, nhận dạng đặc tính của đối tượng cần nghiên cứu.

Hình 2 là mô phỏng đơn giản của một mạng norol nhân tạo. Một nhóm các norol được tổ chức theo một cách sao cho tất cả chúng đều nhận cùng một vector vào X để xử lý tại cùng một thời điểm.



Hình 2. Mô hình mạng Norol

Việc sản sinh tín hiệu ra của mạng xuất hiện cùng một lúc. Vì mỗi norol có một tập trọng số khác nhau nên có bao nhiêu norol sẽ sản sinh bấy nhiêu tín hiệu ra khác nhau. Một nhóm các norol như vậy được gọi là một lớp mạng. Chúng ta có thể kết hợp nhiều lớp để tạo ra một mạng phức hợp; lớp nhận tín hiệu đầu vào (vector tín hiệu vào X) được gọi là lớp vào (input layer). Trên thực tế chúng thực hiện như một bộ đệm chứa tín hiệu đầu vào. Các tín hiệu đầu ra của mạng được sản sinh từ lớp ra của mạng (output layer). Bất kỳ lớp nào nằm giữa hai lớp mạng trên được gọi là lớp ẩn (hidden layer) và nó là thành phần nội tại của mạng và không có tiếp xúc nào với môi trường bên ngoài. Số lượng lớp ẩn

có thể từ 0 đến vài lớp. Mô hình norol nhân tạo gồm 3 thành phần cơ bản sau [1, 4]:

- Tập trọng số liên kết đặc trưng cho các khớp thần kinh.
- Bộ cộng (Sum) để thực hiện phép tính tổng các tích tín hiệu vào với trọng số liên kết tương ứng.
- Hàm kích hoạt (squashing function) hay hàm chuyển (transfer function) thực hiện giới hạn đầu vào của norol.

Trong mô hình norol nhân tạo, mỗi norol được nối với các norol khác và nhận được tín hiệu x_i từ chúng với các trọng số w_i . Tổng thông tin vào có trọng số là $Net = \sum(w_i x_i)$.

2.2. Khả năng ứng dụng mạng norol trong nghiên cứu dự báo độ lớn động đất

Đã có nhiều công trình khoa học trên thế giới áp dụng mạng norol trong nghiên cứu dự báo độ lớn động đất và dự báo động đất mạnh. Các kết quả nhận được cho thấy tính hiệu quả cao của định hướng nghiên cứu này [1-4, 13, 15].

Nhằm tìm hiểu khả năng ứng dụng mạng norol nhân tạo trong nghiên cứu dự báo độ lớn động đất ở Việt Nam, chúng tôi đã tiến hành thử nghiệm sử dụng mạng norol FeedForward với thuật toán lan truyền ngược nhằm đánh giá độ tin cậy của thuật toán đối với một số mẫu chuẩn. Tài liệu đầu vào cho tính toán là: (i) Giá trị mật độ lineament; (ii) Giá trị Gradient trường trọng lực Bouguer; (iii) Gradient dị thường từ hàng không; (iv) Gradient dịch chuyển thẳng đứng vô Trái Đất trong tần kiến tạo; (v) Gradient bề dày vỏ trầm tích; (vi) Gradient độ sâu mặt móng kết tinh; và (vii) Gradient bề dày vỏ Trái Đất. Đây là những tài liệu được đánh giá là có liên quan trực tiếp với độ lớn động đất [7, 10]. Mẫu chuẩn là các động đất đặc trưng có độ lớn lớn hơn hoặc bằng 4,5 (tổng cộng lấy 24 động đất làm mẫu chuẩn, bảng 1). Trước hết là việc tìm kiếm và xây dựng cấu trúc mạng, phương pháp kiểm tra - đánh giá kết quả được sử dụng đối với mỗi cấu trúc mạng nhận được (số lượng lớp, số lượng norol trong mỗi lớp, loại hàm truyền, đánh giá sai số của mạng norol). Các modul của phần mềm Matlab được sử dụng để xây dựng, lựa chọn và đánh giá kết quả. Giá trị R được dùng để đánh giá mạng norol. Với R càng gần bằng 1 thì mạng norol càng chính xác và mối quan hệ tuyến tính giữa đầu vào và đầu ra càng được thể hiện.

Bảng 1. Giá trị mẫu ra của mạng norol

Kinh độ	Vĩ độ	M thực tế	M (mẫu ra của mạng)
102,4	22,4	4,5	4,5649
102,6	22,2	5,3	5,357
103,2	22	4,6	4,5274
103,2	22,6	4,5	4,5721
103,4	21,2	4,6	4,5772
103,4	21,4	5	5,0548
103,4	21,6	6,7	6,5585
103,8	21,2	4,9	4,8728
104,2	22	4,7	4,6022
104,2	22,2	5	4,9398
104,2	22,4	4,9	4,9275
104,4	22,4	4,7	4,6996
104,6	20,8	4,8	4,8469
104,6	21,8	4,9	4,9781
104,6	22	5,3	5,2783
104,8	19	4,9	4,9004
105	19,4	5,2	5,1707
105	20,2	5,1	5,2009
105	21,4	5	4,9178
105	21,8	4,8	4,7357
105,2	18,8	4,9	4,9594
105,4	21,2	5,3	5,2949
105,6	20,6	5	5,0909
106,2	20,4	4,5	4,613

Bảng 1 biểu hiện kết quả thu được của mạng norol FeedForward trong đánh giá các giá trị mẫu vào (24 mẫu). R đạt giá trị 0,9006 và hàm truyền từ lớp ẩn sang lớp ra là tansig. Kết quả sai số giữa đầu vào và đầu ra mẫu lớn nhất không vượt quá 0,1. Với kết quả này cho thấy việc sử dụng mạng FeedForward với thuật toán lan truyền ngược, sử dụng 3 lớp norol, trong đó một lớp đầu vào với số norol bằng số giá trị đầu vào là 7, một lớp đầu ra với 1 norol cho giá trị Mmax và một lớp norol ẩn gồm 5 norol đơn có thể sử dụng có hiệu quả trong nghiên cứu dự báo độ lớn động đất ở Việt Nam.

3. Bước đầu ứng dụng mạng norol trong nghiên cứu dự báo độ lớn động đất khu vực Tây Bắc

3.1. Danh mục động đất TBVN

Danh mục động đất đầy đủ khu vực TBVN đến hết năm 2009 được thiết lập trên cơ sở thuật toán CN [5] và các nguồn số liệu:

(i) Danh mục động đất của Viện Vật lý Địa cầu (VLĐC);

(ii) Danh mục động đất bổ sung, cập nhật từ công bố của ISC;

(iii) Danh mục động đất bổ sung, cập nhật từ công bố của NOAA;

(iv) Danh mục động đất bổ sung, cập nhật từ công bố của NEIC.

Quá trình thiết lập danh mục động đất khu vực nghiên cứu được tiến hành theo các bước sau:

- Bước 1: Định dạng ở format chuẩn và kiểm tra danh mục động đất Viện VLĐC;

- Bước 2: Đối sánh danh mục động đất Viện VLĐC với danh mục của ISC;

- Bước 3: Đối sánh danh mục động đất Viện VLĐC với danh mục của NOAA;

- Bước 4: Đối sánh danh mục động đất Viện Vật lý Địa cầu với danh mục của NEIC;

- Bước 5: Đối sánh các danh mục động đất phụ trội của ISC+NOAA+NEIC với danh mục động đất Viện VLĐC và thành lập danh mục động đất đầy đủ cho TBVN đến hết năm 2009.

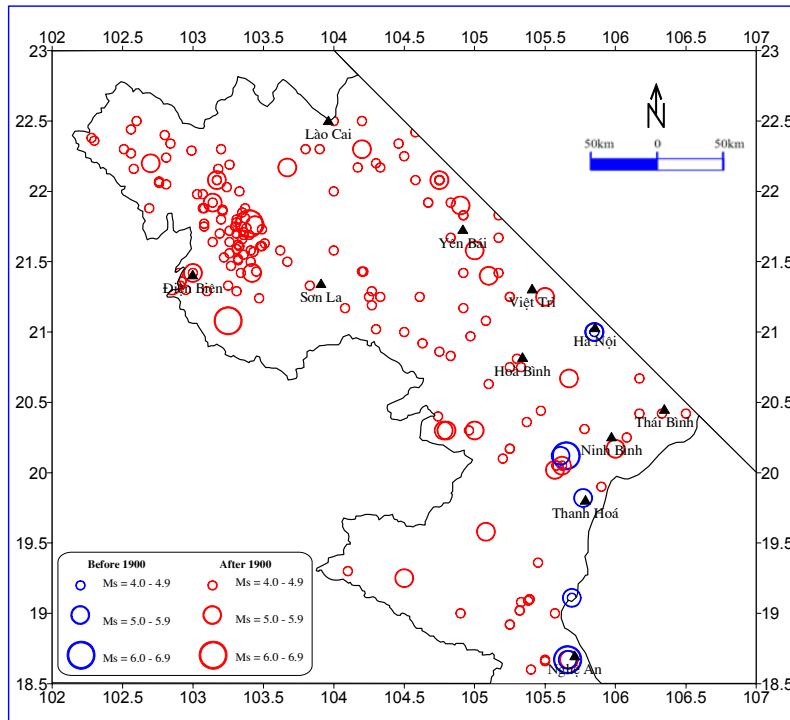
Tổng cộng có 521 trận động đất đã ghi nhận được tại khu vực TBVN, trong đó: 10 động đất trước năm 1900 (chủ yếu là theo tài liệu lịch sử và với magnitude lớn hơn 4,0); 511 động đất xảy ra sau năm 1900 (với magnitude lớn hơn 3,0).

Số liệu động đất khu vực Tây Bắc kém đầy đủ do tư liệu lịch sử còn hạn chế và thời gian quan trắc không dài. Phân bố chấn tâm động đất rời rạc và sai số xác định vị trí chấn tâm khá lớn (hình 3), ở mức trung bình là 20km [5]. Số trận động đất có độ lớn từ 5,0 đến 6,0 không nhiều (25 trận) và chỉ có 3 trận động đất lớn hơn 6,0 là: động đất lịch sử 1635M6,7; Điện Biên 1935M6,8 và Tuần Giáo 1983M6,7.

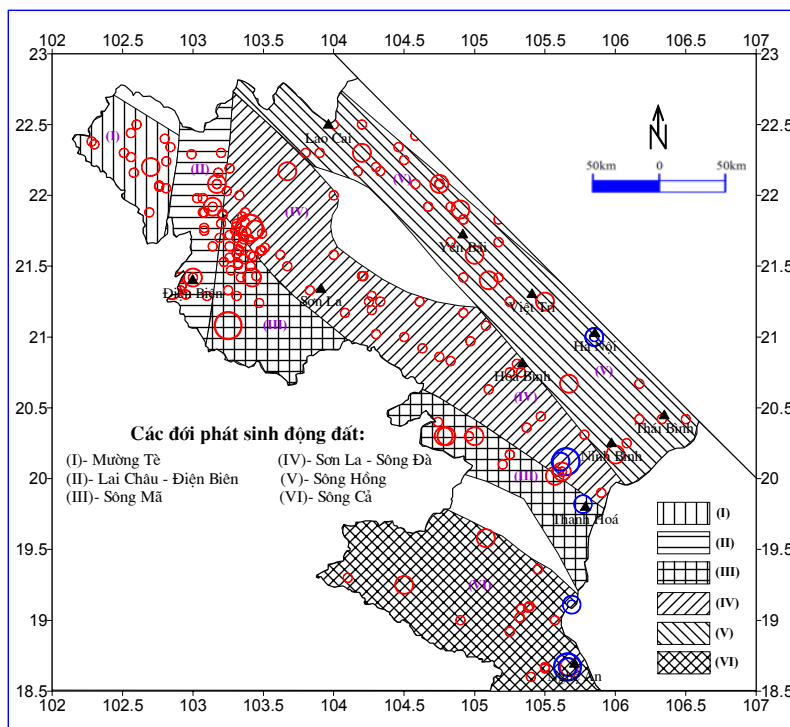
3.2. Các đới phát sinh động đất chủ yếu khu vực TBVN

Theo các kết quả nghiên cứu trước đây [6-12, 14] thì trong phạm vi TBVN tồn tại 6 đới phát sinh động đất chính, gồm (hình 4):

- Đới Mường Tè: Động đất có magnitude lớn nhất đã xảy ra đạt M=5,3. Tài liệu lịch sử không thấy ghi nhận gì về động đất đã xảy ra trong đới này.



Hình 3. Sơ đồ phân bố chấn tâm động đất khu vực TBVN



Hình 4. Đới phát sinh động đất TBVN (theo Cao Đình Triều, 2010)
 I- Đới Mường Tè; II- Đới Lai Châu - Điện Biên; III- Đới Sông Mã; IV- Đới Sơn La - Sông Đà;
 V- Đới Sông Hồng; VI- Đới Sông Cả

- Đới Lai Châu - Điện Biên: Động đất có magnitude lớn nhất đã xảy ra đạt $M = 5,6$. Cũng tương tự như đới Mường Tè, trong phạm vi đới này cũng không phát hiện được các ghi chép lịch sử về động đất đã xảy ra.

- Đới Sông Mã: Động đất có magnitude lớn nhất đã xảy ra đạt $M = 6,8$. Đây là trận động đất năm 1935 xảy ra tại khu vực Điện Biên Đông hiện nay.

- Đới Sơn La - Sông Đà: Động đất có magnitude lớn nhất đã xảy ra đạt $M = 6,7$ (Động đất Tuần Giáo năm 1983 có $M = 6,7$). Theo tư liệu lịch sử thì năm 1635 tại khu vực Nho Quan, Ninh Bình đã xảy ra động đất có cường độ chấn động cấp VIII.

- Đới Sông Hồng: Động đất có magnitude lớn nhất đã xảy ra đạt $M = 5,3$. Đây là hai động đất Lục Yên năm 1953 và 1954. Theo tư liệu lịch sử thì năm 1278 và năm 1285 đã xảy ra động đất có cường độ chấn động được đánh giá là cấp VIII đã xảy ra tại Hà Nội.

- Đới Sông Cả: Động đất có magnitude lớn nhất đã quan sát được đạt $M = 5,2$. Trong khi đó, theo tư liệu lịch sử thì năm 1137 và 1767 tại Nghệ An đã xảy ra động đất có cường độ chấn động cấp VII, Vinh năm 1821 (cấp VIII).

3.3. Tính toán giá trị dự báo độ lớn động đất TBVN

Với mạng norol thu được từ nghiên cứu thử nghiệm trên (mục 2.2), chúng tôi đã tiến hành dự báo độ lớn động đất khu vực TBVN. Trước hết, chúng tôi chia Tây Bắc ra làm 225 ô, theo bước chia 0,2 độ, tương đương 20km. Với mỗi ô ta lấy giá trị trung bình của tài liệu đầu vào dự báo. Có 7 giá trị trung bình tương ứng với 7 tài liệu: (i) Giá trị mật độ lineament; (ii) Giá trị Gradient trường trọng lực Bouguer; (iii) Gradient dị thường từ hàng không; (iv) Gradient dịch chuyển thẳng đứng vỏ Trái Đất trong tân kiến tạo; (v) Gradient bề dày vỏ trầm tích; (vi) Gradient độ sâu mặt móng kết tinh; và (vii) Gradient bề dày vỏ Trái Đất. Tiếp theo là việc lựa chọn các động đất đại diện đặc trưng cho các ô lưới.

Việc áp dụng mạng norol nghiên cứu độ lớn động đất khu vực TBVN được tiến hành theo hai loại số liệu:

(1) Danh mục động đất khu vực nghiên cứu tính từ 1900 đến 2009;

(2) Danh mục động đất có được của toàn khu vực tính đến hết năm 2009. Tài liệu này có một số động đất vùng ven biển, đặc biệt là các động đất Hà Nội, được đề cập khá chi tiết.

Theo thuật toán xây dựng mạng norol thì trong 100% mẫu ta lấy 70% để xây dựng các thông số mạng, 15% mẫu nhằm kiểm tra tính hợp lý và 15% mẫu còn lại dùng để kiểm tra lại mạng. Với mỗi khoảng phần trăm trên sẽ có đánh giá R, sau đó tổng hợp lại lấy trung bình ta được kết quả R của mạng norol. Với giá trị mẫu vào có magnitude lớn hơn hoặc bằng 4,5 thì kết quả thu được nhằm dự báo vùng có nguy cơ động đất với magnitude lớn hơn hoặc bằng 5.

3.3.1. Kết quả tính toán dự báo độ lớn động đất theo danh mục 1900 - 2009

Dự báo tiến hành với các trận động đất sau năm 1900, ta thu được 64 vùng làm mẫu để huấn luyện mạng norol với giá trị magnitude trung bình lớn hơn hoặc bằng 4,5. Kết quả thu được biểu diễn trong *bảng 2*.

Quy trình tính toán cũng như số liệu đầu vào được đề cập chi tiết trong mục 3.3. Kết quả ứng dụng mạng norol tính toán dự báo độ lớn khu vực TBVN được biểu diễn trong *hình 5*. Nét nổi bật của kết quả này là sự phản ánh khách quan các khu vực dự báo có nguy cơ động đất độ lớn từ 5 trở lên khá phù hợp với các đới phát sinh động đất được phân chia trong *hình 4*. Nguy cơ động đất có magnitude lớn hơn 6,0 có thể xảy ra tại: khu vực Lào Cai thuộc đới phát sinh động đất sông Hồng; khu vực Điện Biên, nơi giao nhau của đới Mường Tè và đới Lai Châu - Điện Biên; khu vực Điện Biên Đông thuộc đới Sông Mã; dọc theo đới Sơn La, từ khu vực Tuần Giáo đến tây bắc Thanh Hóa (*hình 5*). Động đất magnitude lớn nhất có thể xảy ra dọc đới sông Cả là nhỏ hơn 6,0. Khá nhiều vị trí dự báo động đất magnitude lớn hơn 6,0 trùng với kết quả dự báo của Cao Đình Triều và Nguyễn Thanh Xuân, 1999 (*hình 6*). Khu vực xảy ra trận động đất lịch sử năm 1635M6,7 không được chỉ thị trong kết quả này.

Bảng 2. Kết quả dự báo độ lớn động đất TBVN theo số liệu động đất 1900-2009

Kinh độ	Vĩ độ	Mmax dự báo	M đầu vào	Kinh độ	Vĩ độ	Mmax dự báo	M đầu vào
102,4	22,6	5,3096	0	104,6	21,4	4,5016	0
102,6	21,6	4,5022	3	104,6	21,6	4,8284	3
102,6	21,8	4,5012	4,1	104,6	22,2	4,9245	0
102,6	22,6	4,9216	0	104,8	18,8	4,5052	0
102,8	21,8	4,5088	3,4	104,8	19,2	5,1259	0
102,8	22	6,5003	4,1	104,8	19,4	4,5221	3,9
102,8	22,2	4,9991	4,4	104,8	19,6	4,5106	0
102,8	22,6	4,504	0	104,8	19,8	4,7132	3,2
103	21	4,8133	3	104,8	20,4	4,5233	3,1
103	21,2	4,5901	4,1	104,8	20,6	6,6358	3,7
103	22,2	4,5292	0	104,8	20,8	6,3633	4,1
103	22,4	4,5001	3,8	104,8	21,2	4,5051	0
103,2	20,8	4,507	3,7	104,8	21,4	4,512	4
103,2	22,2	4,9279	4,4	104,8	21,6	4,9644	4,1
103,2	22,4	4,6891	3,1	104,8	22	5,2538	0
103,4	20,8	4,551	3,1	104,8	22,2	4,9142	0
103,4	21	4,8847	3,7	105	18,8	5,0464	0
103,4	21,8	4,6192	3,9	105	19	4,9678	0
103,4	22	6,0916	3,3	105	19,2	5,1698	0
103,4	22,2	4,5152	3,6	105	19,6	4,9397	0
103,4	22,4	4,6915	3,5	105	19,8	4,6606	3,1
103,4	22,6	4,5002	3,5	105	20	4,9603	3,2
103,6	20,6	5,5223	3,9	105	20,4	6,3247	3,8
103,6	20,8	4,5005	3,6	105	20,6	6,6918	4,1
103,6	21	4,9663	3,1	105	20,8	4,5023	0
103,6	21,2	4,561	3,2	105	21,2	4,5945	0
103,6	21,4	6,6815	4,3	105	21,6	4,9103	4,2
103,6	21,6	4,6428	3,6	105	22	4,7747	0
103,6	21,8	4,5366	0	105,2	18,6	5,1266	0
103,6	22,2	4,5	4,1	105,2	19,2	5,0569	0
103,6	22,4	4,5001	3	105,2	19,4	5,1478	0
103,6	22,6	4,5156	0	105,2	19,6	5,1439	3,2
103,8	20,8	5,3513	0	105,2	19,8	5,0377	3,1
103,8	21	4,5127	0	105,2	20,2	5,177	4
103,8	21,4	6,3073	0	105,2	20,4	5,0011	3,1
103,8	21,6	4,5138	0	105,2	21	4,7959	3,9
103,8	21,8	4,6867	3,3	105,2	21,2	5,0313	4,2
103,8	22	4,6309	0	105,2	21,4	5,051	0
103,8	22,2	4,5002	4,2	105,2	21,6	4,9557	0
103,8	22,4	4,6855	3,7	105,2	21,8	5,0068	0
103,8	22,6	4,8867	0	105,4	18,8	4,9028	0
104	19,4	4,5182	3,5	105,4	19	4,9909	4,3
104	19,6	4,5002	0	105,4	19,2	5,0214	4,1
104	21	6,7668	4,2	105,4	19,4	5,0313	0
104	21,2	5,6728	3,9	105,4	19,6	5,0049	0
104	21,6	4,5	3,9	105,4	19,8	4,9668	3,7

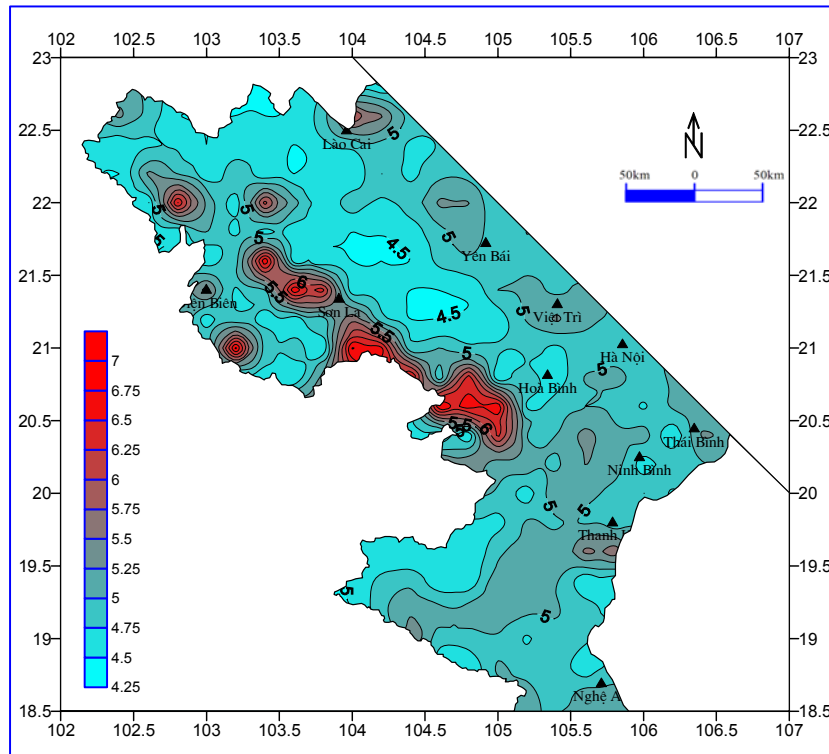
104	21,8	4,5003	0	105,4	20,2	4,9445	0
104	22,2	4,5287	0	105,4	20,4	5,0026	4,1
104	22,6	5,9852	0	105,4	20,6	4,8621	0
104	22,8	4,5424	0	105,4	20,8	4,6014	0
104,2	19	4,55	0	105,4	21	4,6891	0
104,2	19,2	4,9268	0	105,4	21,4	4,9384	0
104,2	19,4	4,8368	3,2	105,4	21,6	4,9544	0
104,2	19,6	4,5008	0	105,6	18,8	4,5401	0
104,2	21	6,5416	4,3	105,6	19,2	4,9265	0
104,2	21,6	4,5002	3,1	105,6	19,4	4,5007	0
104,2	21,8	4,5081	0	105,6	19,6	5,5675	3,3
104,2	22,6	5,535	0	105,6	19,8	4,9698	0
104,2	22,8	4,5002	0	105,6	20,2	5,2564	4,1
104,4	19	5,505	0	105,6	20,4	5,3462	0
104,4	19,4	4,9397	3,4	105,6	20,8	5,0188	3,2
104,4	19,6	4,5049	0	105,6	21	4,8738	0
104,4	20,4	4,5003	3,6	105,6	21,2	5,088	0
104,4	20,6	4,7281	0	105,8	18,6	5,1468	0
104,4	20,8	6,5861	3,8	105,8	19,4	4,5717	0
104,4	21,2	4,5	0	105,8	19,6	5,6559	0
104,4	21,4	4,5001	3,1	105,8	20	4,9078	3,5
104,4	21,6	4,5009	0	105,8	20,2	5,1252	3,5
104,4	21,8	4,5905	0	105,8	20,4	5,0652	0
104,4	22	4,8697	4,1	105,8	20,6	4,8791	3,8
104,4	22,2	4,6611	4,2	105,8	20,8	5,0908	0
104,4	22,6	4,9005	0	105,8	21	4,8421	0
104,6	18,8	4,5013	0	106	20,4	5,1442	4,3
104,6	19	4,8259	0	106	20,6	4,71	4,1
104,6	19,2	5,09	0	106	20,8	4,9462	0
104,6	19,4	4,5018	0	106,2	20	4,7091	0
104,6	19,6	4,6913	0	106,2	20,2	4,9751	0
104,6	20,4	4,5005	4,3	106,2	20,6	5,0426	0
104,6	20,6	6,7358	3,7	106,4	20,2	4,9706	0
104,6	21	5,0109	3,3	106,4	20,4	5,2722	4,1
104,6	21,2	4,5078	4,3				

3.2.2. Kết quả dự báo độ lớn động đất theo danh mục 114 - 2009

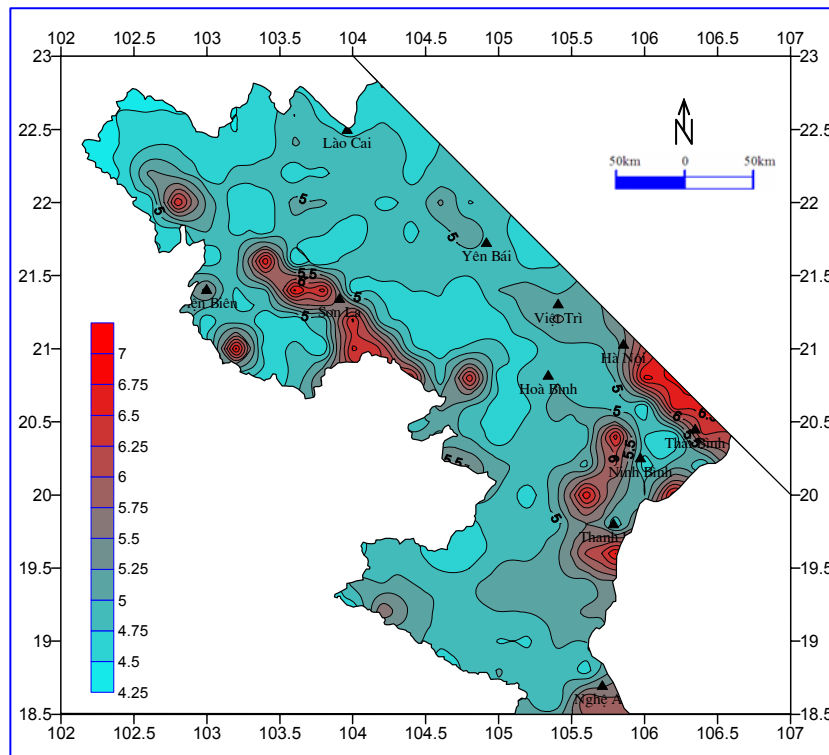
Nếu bao gồm các trận động đất lịch sử trước năm 1900 thì ta thu được 66 vùng làm mẫu có giá trị magnitude trung bình lớn hơn hoặc bằng 4,5. Kết quả thu được thể hiện trong *bảng 3* và *hình 6*. Việc tính toán độ lớn động đất sử dụng danh mục từ trước năm 1900 đến năm 2009 cũng tương tự như đối với danh mục động đất từ 1900 trở về sau. Kết quả được trình bày trong *hình 5* và cho thấy:

(i) Về hình dáng thì kết quả này cũng phản ánh khá phù hợp với ranh giới phân chia đới phát sinh

động đất được thể hiện trong *hình 3*. (ii) Về độ lớn của động đất thì kết quả này cho thấy rằng các đới phát sinh động đất TBVN đều có nguy cơ xảy ra động đất magnitude lớn hơn 6,0. Kết quả này phù hợp hơn cả về vị trí và độ lớn của Cao Đình Triều và cộng sự năm 2006 (*hình 7*) [12]. Theo đó nơi có nguy cơ phát sinh động đất magnitude lớn hơn 6,0 là: khu vực Hải Dương - Hải Phòng thuộc đới sông Hồng; dọc đới Sơn La; khu vực Điện Biên, nơi giao nhau của đới Mường Tè và đới Lai Châu - Điện Biên; khu vực Điện Biên Đông và Thanh Hóa thuộc đới sông Mã; khu vực Tân Kỳ - Con Cuông và Nghi Lộc - Nghệ An, Nghi Xuân - Hà Tĩnh thuộc đới sông Cả (*hình 5*).



Hình 5. Kết quả dự báo độ lớn động đất khu vực TBVN trên cơ sở danh mục động đất 1900-2009

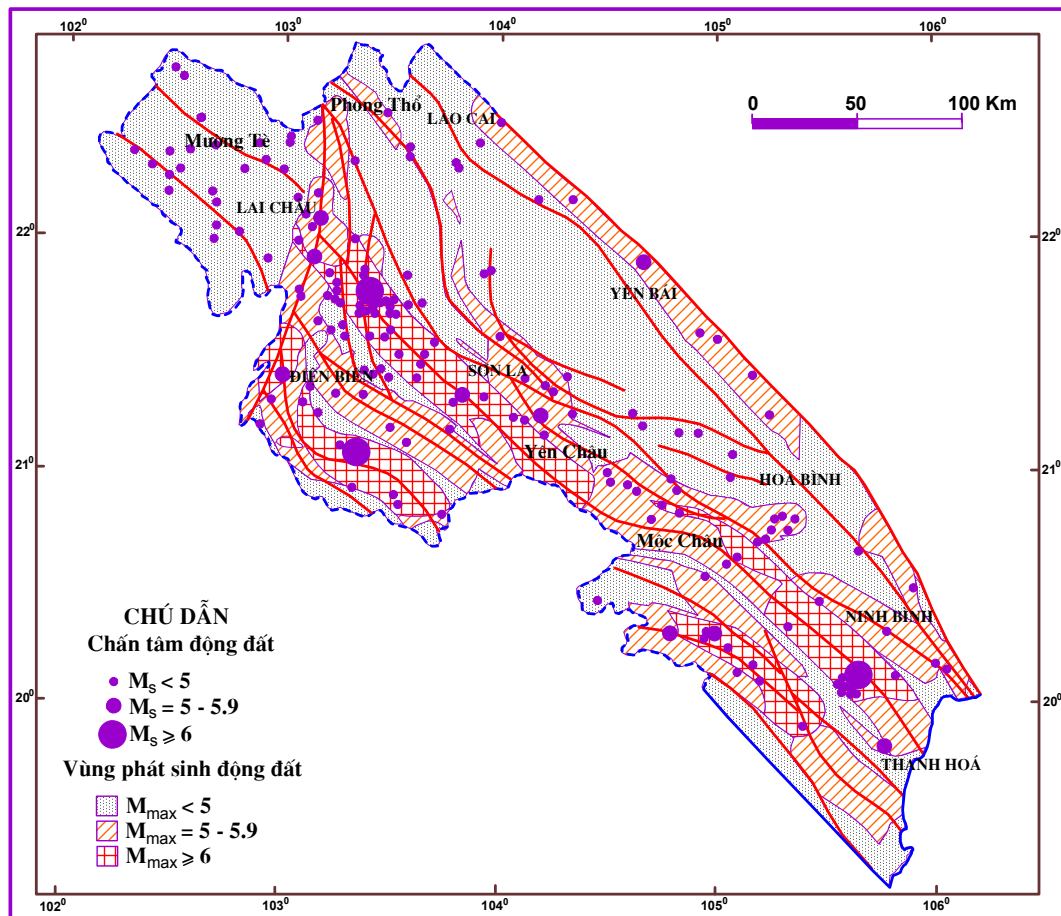


Hình 6. Kết quả dự báo độ lớn (magnitude) động đất khu vực TBVN trên cơ sở số liệu động đất có được từ 114 đến 2009

Bảng 3. Kết quả dự báo độ lớn động đất TBVN theo số liệu động đất 114-2009

Kinh độ	Vĩ độ	Mmax dự báo	M đầu vào	Kinh độ	Vĩ độ	Mmax dự báo	M đầu vào
102,4	22,6	4,5098	0	104,6	21,2	4,7433	4,3
102,6	21,6	4,5114	3	104,6	21,4	4,769	0
102,6	21,8	4,5117	4,1	104,6	21,6	4,8596	3
102,6	22,6	4,5063	0	104,6	22,2	4,8137	0
102,8	21,8	4,5084	3,4	104,8	18,8	4,8201	0
102,8	22	6,4838	4,1	104,8	19,2	4,9254	0
102,8	22,2	5,0748	4,4	104,8	19,4	4,9355	3,9
102,8	22,6	4,5018	0	104,8	19,6	4,5309	0
103	21	4,5131	3	104,8	19,8	4,6389	3,2
103	21,2	4,5921	4,1	104,8	20,4	4,9649	3,1
103	22,2	4,5278	0	104,8	20,6	4,9611	3,7
103	22,4	4,5853	3,8	104,8	20,8	6,4514	4,1
103,2	20,8	4,5699	3,7	104,8	21,2	4,6052	0
103,2	22,2	4,8386	4,4	104,8	21,4	4,5909	4
103,2	22,4	4,5107	3,1	104,8	21,6	4,8669	4,1
103,4	20,8	4,6076	3,1	104,8	22	4,7322	0
103,4	21	4,5071	3,7	104,8	22,2	4,9883	0
103,4	21,8	4,6412	3,9	105	18,8	5,0181	0
103,4	22	4,6114	3,3	105	19	4,7322	0
103,4	22,2	4,9004	3,6	105	19,2	4,9962	0
103,4	22,4	4,5908	3,5	105	19,6	4,8991	0
103,4	22,6	4,5843	3,5	105	19,8	4,9777	3,1
103,6	20,6	4,954	3,9	105	20	4,9631	3,2
103,6	20,8	4,8155	3,6	105	20,4	4,5388	3,8
103,6	21	4,9148	3,1	105	20,6	4,5461	4,1
103,6	21,2	4,5173	3,2	105	20,8	4,6312	0
103,6	21,4	6,7845	4,3	105	21,2	4,6485	0
103,6	21,6	4,5105	3,6	105	21,6	4,9843	4,2
103,6	21,8	4,9584	0	105	22	4,807	0
103,6	22,2	4,587	4,1	105,2	18,6	5,0061	0
103,6	22,4	5,0234	3	105,2	19,2	5,0086	0
103,6	22,6	5,0033	0	105,2	19,4	5,1841	0
103,8	20,8	5,563	0	105,2	19,6	4,925	3,2
103,8	21	4,5184	0	105,2	19,8	4,8866	3,1
103,8	21,4	6,5676	0	105,2	20,2	4,9616	4
103,8	21,6	4,5	0	105,2	20,4	4,9867	3,1
103,8	21,8	4,7979	3,3	105,2	21	4,6122	3,9
103,8	22	5,0246	0	105,2	21,2	5,0146	4,2
103,8	22,2	4,7035	4,2	105,2	21,4	5,1347	0

103,8	22,4	4,946	3,7	105,2	21,6	4,6196	0
103,8	22,6	4,6371	0	105,2	21,8	4,6383	0
104	19,4	5,0753	3,5	105,4	18,8	4,9876	0
104	19,6	4,5824	0	105,4	19	5,0488	4,3
104	21	6,5377	4,2	105,4	19,2	5,1133	4,1
104	21,2	6,534	3,9	105,4	19,4	5,1324	0
104	21,6	4,8909	3,9	105,4	19,6	5,1988	0
104	21,8	4,5022	0	105,4	19,8	4,9016	3,7
104	22,2	4,8779	0	105,4	20,2	4,9951	0
104	22,6	4,5573	0	105,4	20,4	4,9086	4,1
104	22,8	4,5568	0	105,4	20,6	5,1544	0
104,2	19	4,6599	0	105,4	20,8	4,9804	0
104,2	19,2	5,7275	0	105,4	21	4,9091	0
104,2	19,4	4,9884	3,2	105,4	21,4	4,9498	0
104,2	19,6	4,9098	0	105,4	21,6	4,702	0
104,2	21	6,2169	4,3	105,6	18,8	4,6068	0
104,2	21,6	4,9442	3,1	105,6	19,2	5,3002	0
104,2	21,8	4,9604	0	105,6	19,4	5,1205	0
104,2	22,6	4,7177	0	105,6	19,6	6,0487	3,3
104,2	22,8	4,7564	0	105,6	20,2	4,9624	4,1
104,4	19	5,1484	0	105,6	20,4	4,8888	0
104,4	19,4	5,0036	3,4	105,6	20,8	4,7625	3,2
104,4	19,6	4,8561	0	105,6	21	4,9468	0
104,4	20,4	5,0372	3,6	105,6	21,2	5,1703	0
104,4	20,6	4,8095	0	105,8	18,6	5,7958	0
104,4	20,8	6,455	3,8	105,8	19,4	5,4251	0
104,4	21,2	4,6379	0	105,8	19,6	6,7581	0
104,4	21,4	4,7522	3,1	105,8	20	5,4554	3,5
104,4	21,6	4,7951	0	105,8	20,2	6,0246	3,5
104,4	21,8	4,6789	0	105,8	20,4	6,6119	0
104,4	22	4,7869	4,1	105,8	20,6	4,8207	3,8
104,4	22,2	4,6644	4,2	105,8	20,8	5,025	0
104,4	22,6	4,6426	0	106	20,4	4,7572	4,3
104,6	18,8	4,5767	0	106	20,6	4,5462	4,1
104,6	19	4,7866	0	106	20,8	6,7966	0
104,6	19,2	4,9364	0	106,2	20	6,7112	0
104,6	19,4	4,9229	0	106,2	20,2	5,1393	0
104,6	19,6	4,506	0	106,2	20,6	6,5557	0
104,6	20,4	4,9615	4,3	106,4	20,2	4,7235	0
104,6	20,6	5,3158	3,7	106,4	20,4	6,2242	4,1
104,6	21	4,5166	3,3				



Hình 7. Phân vùng dự báo độ lớn (magnitude) động đất TBVN theo mật độ lineament (theo Cao Đình Triều và Nguyễn Thanh Xuân, năm 1999)

3.3.3. Phân tích, nhận định kết quả

Trên cơ sở áp dụng hai kiểu danh mục động đất cho khu vực TBVN, sử dụng mạng norol tính toán độ lớn động đất và các kết quả đạt được cho thấy:

- Trên cơ sở tài liệu đầu vào phục vụ dự báo không thay đổi thì kết quả dự báo phụ thuộc khá rõ nét vào tính đầy đủ của danh mục động đất. Nếu không xét động đất lịch sử thì bài toán này có thể cho kết quả thiếu chính xác. Chẳng hạn như các vùng đã xuất hiện động đất lịch sử khá mạnh như tại Hà Nội, Thanh Hóa thì kết quả trong hình 5 lại có nguy cơ động đất yếu. Vì vậy, nhằm nghiên cứu dự báo độ lớn động đất có hiệu quả hơn chúng ta phải cố gắng thành lập một danh mục động đất càng đầy đủ càng tốt, kể cả động đất lịch sử và cổ động đất.

- Các ghi chép động đất trong lịch sử chủ yếu được tiến hành đối với các động đất dọc ven biển, nơi có dân cư đông đúc thời bấy giờ, vì vậy các ghi chép này sẽ là nguồn tư liệu quan trọng phục vụ nghiên cứu động đất. Nó góp phần hoàn thiện danh mục động đất TBVN và vì vậy chúng tôi cho rằng kết quả dự báo được thể hiện trong hình 6 là phù hợp hơn cả và có thể chấp nhận được.

4. Kết luận

Trên cơ sở bước đầu áp dụng mạng norol trong đánh giá độ lớn (magnitude) động đất TBVN có thể rút ra một số kết luận sau:

(1) Bài toán mạng norol đang được ứng dụng rộng rãi trên thế giới trong nghiên cứu dự báo động đất, đối với khu vực Tây Bắc nói riêng và lãnh thổ Việt Nam nói chung, trong điều kiện số liệu động

đất kém đầy đủ thì việc áp dụng bài toán này phục vụ nghiên cứu dự báo động đất là hợp lý và có thể cho kết quả đáng tin cậy.

(2) Năm đới phát sinh động đất thuộc TBVN (Mường Tè; Lai Châu - Điện Biên; Sông Mã; Sơn La - Sông Đà; Sông Hồng và Sông Cả) đều có nguy cơ phát sinh động đất magnitude lớn hơn 6,0. Ngoài các vùng đã xảy ra động đất lớn hơn 6,0 như Thanh Hóa, Điện Biên, Tuần Giáo, các vùng còn lại như dọc đới Sơn La, nơi giao nhau của đới Mường Tè và đới Lai Châu - Điện Biên, dọc đới Sông Hồng từ Hà Nội tới Hải Phòng, dọc đới sông Mã và dọc đới Sông Cả, đều có nguy cơ phát sinh động đất magnitude lớn hơn 6,0.

TÀI LIỆU DẪN

[1] *Ashif Panakkat and Hojjat Adeli*, 2007: Neural Network Model for Earthquake Magnitude Prediction using multiple seismicity indicator. International Journal System. Vol. 17, No. 1, pp. 13-33.

[2] *Dieter H. Weichert*, 1980: Estimation of earthquake recurrence parameters for unequal observation period for different magnitude. Bulletin of the Seismological Society of America, Vol. 70, No. 4, pp 1337-1346, August 1980.

[3] *Hagan M.T., Demuth H.B., and Beale M.*, 1996: Neural Network Design (PWS Publishing Company, Boston, MA, 1996).

[4] *Hojjat Adeli, Ashif Panakkat*, 2009: A probabilistic neural network for earthquake magnitude prediction. Neural Network 22 (2009), pp. 1018-1024.

[5] *Nguyễn Hồng Phương*, 1997: Đánh giá động đất cực đại cho các vùng nguồn chấn động ở Việt Nam bằng tổ hợp các phương pháp xác suất. Các công trình nghiên cứu địa chất và địa vật lý biển, tập III, Nxb. KHKT, Hà Nội, tr. 48-65.

[6] *Nguyễn Ngọc Thủy* (chủ biên), 2005: Phân vùng dự báo chi tiết động đất ở vùng Tây Bắc (giai đoạn 2001 - 2005). Báo cáo tổng kết Đề tài Khoa học và Công nghệ cấp Nhà Nước, MS: KC.08.10.

[7] *Cao Đình Triều*, 2010: Tai biến Động đất ở Việt Nam. Nhà xuất bản Khoa học Kỹ thuật, Hà Nội, 304 tr.

[8] *Cao Đình Triều, Lê Văn Dũng, Thái Anh Tuấn*, 2010: Độ nguy hiểm động đất khu vực Tây Bắc bộ và các vùng kế cận. Tạp chí Địa chất, loạt A, Số 320 (9-10), Hà Nội, 253-262.

[9] *Cao Đình Triều, Ngô Thị Lư, Mai Xuân Bách, Nguyễn Hữu Tuyên, Phạm Nam Hưng, Thái Anh Tuấn*, 2007: Dự báo cực đại động đất phần đất liền lãnh thổ Việt Nam trên cơ sở phân loại dạng vỏ Trái Đất. Tuyển tập báo cáo Hội nghị KHKT ĐVL Việt Nam lần thứ 5, Tp. Hồ Chí Minh, tr. 159-171.

[10] *Cao Đình Triều, Nguyễn Thanh Xuân*, 1999: Đánh giá nguy hiểm động đất vùng Tây Bắc (Việt Nam) trên cơ sở tư liệu viễn thám và kỹ thuật hệ thông tin địa lý GIS. Tuyển tập các báo cáo khoa học tại Hội thảo quản lý môi trường Việt Nam, 1999, Hà Nội, 192-204.

[11] *Cao Đình Triều, Nguyễn Đình Xuyên, Nguyễn Hồng Phương, Nguyễn Thanh Tùng*, 2006: Tai biến động đất các tỉnh Tây Bắc Việt Nam, Nhà xuất bản Khoa học Kỹ thuật, Hà Nội, 216 tr.

[12] *Cao Đình Triều* (chủ biên), 2006: Thiết lập những tiếp cận thích hợp để nghiên cứu dự báo động đất lãnh thổ Việt Nam. Báo cáo tổng kết nhiệm vụ HTQT về KH&CN theo nghị định thư Việt Nam - Italy (2004-2006), lưu trữ Viện VLĐC, 169 tr.

[13] *Cao Đình Triều*, 2010: Seismic Hazards in Vietnam, Science and Technics Publishing House, Hanoi, pp.182.

[14] *Nguyễn Đình Xuyên* (chủ biên): 2004: Nghiên cứu dự báo động đất và dao động nền lãnh thổ Việt Nam. Báo cáo tổng kết đề tài độc lập cấp nhà nước (2000-2002). Hà Nội, (Lưu trữ tại Viện Vật lý Địa cầu). 115 trang.

[15] *Wang Ying, Chen Yi, Zhang Jinkui*, 2009: The Application of RBF Neural Network in Earthquake Prediction. 2009 Third International Conference on Genetic and Evolutionary Computing, pp.465-468.

SUMMARY

The application of Neural Network for Earthquake Magnitude Prediction in Northwest Vietnam

In this paper the authors present some primary results of the application of Neural Network for Earthquake Magnitude Prediction in Northwest Vietnam. The following conclusions can be made:

- The present Neural Feed Forward yields the best Magnitude Prediction in Northwest Vietnam.
- Thanh Hoa 1635M6.7, Dien Bien 1935M6.8, and Tuan Giao 1983M6.7 are the typical earthquakes have been occurred in Northwest in the past.
- The large earthquake in Northwest Vietnam can be occurred with the magnitude more than 6.0 in the areas: Son La, Song Ma and Song Ca seismic zones; the overlapped area between Muong Te and Lai Chau seismic zones; and the area from Ha Noi to Hai Phong of Song Hong (Red River) zone.