ỨNG DỤNG MÔ HÌNH MẠNG TRÍ TUỆ NHÂN TẠO (ANN) NGHIÊN CỨU DỰ BÁO DÒNG CHẢY TRÊN SÔNG NẬM MỨC

Lê Thu Trang, Đỗ Thị Bính
Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường Hà Nội

Tóm tắt

Sông Nậm Mức là một chi lưu lớn của lưu vực sông Đà, hiện có thủy điện Nậm Mức đã đi vào vận hành (2014) nên việc tính toán và dự báo dòng chảy đến hồ là cần thiết để có thể phục vụ cho bài toán vận hành thủy điện nhánh Nậm Mức nói riêng và vận hành toàn bộ hệ thống công trình trên lưu vực sông Đà nói chung. Mô hình mạng trí tuệ nhận tạo (ANN) cũng là một dạng mô hình kinh nghiệm nhưng có ưu điểm nổi trội là có thể xây dựng được mối quan hệ phi tuyến giữa các biến đầu vào và đầu ra. Do đó để kiểm định khả năng ứng dụng của ANN trong thủy văn nói chung và trong dự báo dòng chảy nói riêng, nghiên cứu này sẽ thực hiện tính toán dòng chảy lưu vực sông Nậm Mức sử dụng mạng trí tuệ nhân tạo và kết quả sẽ góp phần cung cấp thêm một phương pháp mới cho bài toán tính toán và dự báo dòng chảy phục vụ cho việc quản lý nguồn nước lưu vực sông.

Từ khóa: Sông Nậm Mức; Mạng trí tuệ nhân tạo (ANN); Dự báo dòng chảy.

Abstract

Applycation of Artificial Neuron Network (ANN) to calculate the flow of Nam Muc river

Nam Muc river is a large branch of Da river basin, where Nam Muc hydropower plant is located. The calculation and prediction of the flow to this hydropower reservoir is important to the operating of hydropower in Nam Muc River in particular and in the entire Da River system in general. ANN model is an empirical model having the advantage of being able to build a nonlinear relationship between inputs and outputs. Therefore, in order to test the application of ANN in hydrology in general and in flow forecasting in particular, this study present the application of artificial neuron network on calculating the flow of Nam Muc river. The results provide a new way of calculating and forecasting flows for river basin management.

Key words: Nam Muc river; Artificial Neuron Network (ANN); Forecasting flow.

1. Đặt vấn đề

1.1. Các loại mô hình mô phỏng và dự báo dòng chảy

Để mô phỏng và dự báo dòng chảy thường sử dụng mô hình dựa vào vật lý, mô hình nhận thức và mô hình kinh nghiệm trong đó mô hình mạng trí tuệ nhân tạo (ANN) là dạng mô hình kinh nghiệm hay mô hình "hộp đen" được coi là một công cụ mạnh để giải quyết các bài toán có tính phi tuyến, phức tạp và đặc biệt trong các trường hợp mà mối quan hệ giữa các quá trình vật lý trên lưu vực không dễ thiết lập một cách tường minh. Có nhiều loại mạng nơ-ron khác nhau trong đó mạng nơ-ron truyền thẳng nhiều lớp là một trong những mạng nơ-ron thông dụng nhất.

1.2. Vùng nghiên cứu

* *Vị trí địa lý:* Nậm Mức là sông nhánh lớn nhất nằm ở bờ phải của sông Đà. Sông bắt nguồn từ vùng núi cao hơn 1.500 m trên đất Lào, rồi chảy vào tỉnh Lai Châu theo hướng từ Tây Nam lên Đông Bắc, đổ vào sông Đà tại bản Huổi Mức các cửa sông Đà 409 km

Hình 1: Bản đồ lưu vực sông Nậm Mức

* *Đặc điểm địa hình:* Địa hình lưu vực sông Nậm Mức là địa hình vùng núi, vùng đồi và vùng đất hẹp ven các suối. Địa hình đồi núi chiếm phần lớn diện tích, có xu thế thấp dần theo hướng Tây Bắc - Đông Nam, bị chia cắt mạnh và có phân hóa không gian đa dạng, có độ dốc lớn nên khả năng tập chung nước nhanh.

* *Đặc điểm địa chất:* Lưu vực sông Nậm Mức có các phân vị địa tầng tuổi từ Proterozoi đến Kainozoi, có đặc điểm kiến trúc địa tầng phức tạp và chưa ổn định.

* *Đặc điểm thổ nhưỡng:* Gồm các nhóm đất: Nhóm đất đỏ vàng, nhóm đất phù sa, đất bạc màu, thung lũng dốc tụ, dất xói mòn mạnh trơ sỏi đá, đất đen.

* *Đặc điểm thảm phủ thực vật:* Thảm thực vật tự nhiên vùng lưu vực sông Nậm Mức đều thuộc lớp quần hệ rừng rậm, tạo thành bởi các thảm cây gỗ và có tán khép kín.

* *Đặc điểm khí hậu:* Nhiệt độ trung bình năm trên lưu vực sông Nậm Mức khoảng từ 16 - 23^{o}C độ ẩm khá cao 86 % - 87 %. Lượng bốc hơi trung bình ở các vùng dao động từ 490 - 1.130 mm/năm. Chế độ mưa cũng được chia làm hai mùa: mùa mưa và mùa khô. Lượng mưa bình quân trên toàn lưu vực khoảng 1.685 mm. Ngoài ra còn có các hiện tượng thời tiết đặc biệt như: gió mùa đông bắc, sương muối, dông, mưa đá, sương mù, mưa phùn.

* *Đặc điểm nguồn nước:* Dựa theo số liệu quan trắc của các trạm thủy văn Nậm Mức có thể tham khảo số liệu tính toán tiềm năng nguồn nước của sông Nậm Mức như sau:

Modun dòng chảy: M_o = 29.7 l/s.km^2

Lưu lượng nước: Q_o = 87.0 m^3/s

Tổng lượng dòng chảy:

W_o = 2,74 .109 m^3

Độ sâu dòng chảy: Y_o = 936 mm

2. Cơ sở dữ liệu và phương pháp nghiên cứu

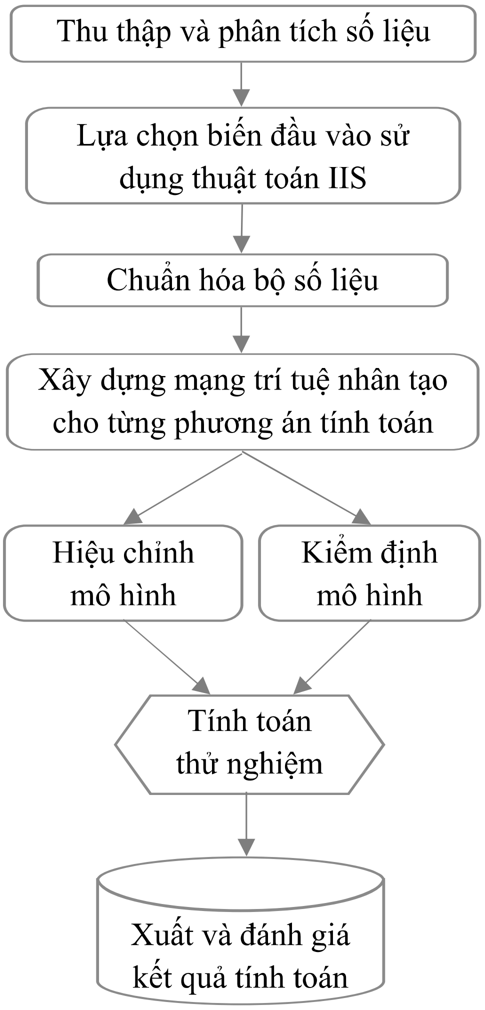
2.1. Cơ sở dữ liệu

Bài báo sử dụng các số liệu về lưu lượng, mực nước, mưa, nhiệt độ của các trạm Nậm Mức, Lai Châu, Quỳnh Nhai, Điện Biên, Tuần Giáo. Tất cả các số liệu trên đều lấy trong khoảng thời gian từ năm 1991 - 2004.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

Một trong những thách thức của việc ứng dụng mô hình ANN và các mô hình kinh nghiệm khác là việc lựa chọn các biến đầu vào có thể giải thích được tốt nhất biến đầu ra sử dụng thuật toán IIS để thực hiện việc này. Thuật toán này được thiết lập trên phần mềm Matlab với đầu vào là tất cả các biến đầu vào và đầu ra có sẵn cho mô hình ANN và đầu ra là thứ tự sắp xếp các biến đầu vào theo độ tương quan từ lớn đến nhỏ với biến đầu ra.

Để đạt được mục tiêu đặt ra, trình tự các công việc thể hiện ở hình 2 dưới đây:



Hình 2: Sơ đồ về các bước tính toán trong đồ án

* Thuật toán IIS cho lựa chọn bộ biến đầu vào

Thực hiện lựa chọn bộ biến đầu vào theo thuật toán IIS theo trình tự gồm 11 bước:

1) Chia bộ số liệu X thành 2 đoạn: hiệu chỉnh và kiểm định.

2) Xây dựng mô hình một biến đầu vào, một biến đầu ra (SISO):

$$Y_t = f_{\theta_t}(Y_{t-\tau}),\ \tau = 1, 2, 3,$$

với toàn bộ chuỗi số liệu, sau đó tính sai số $\hat{\varepsilon}_t = \widehat{Y}_t - \overline{Y}_t$

3) Sắp xếp lại toàn bộ tập hợp $X_{t-\tau}$, $\tau = 1, 2, 3,$ theo phần dư thừa $\hat{\varepsilon}_t$, và thứ tự sắp xếp là $\vec{X}$.

4) Xây dựng mô hình nhiều biến đầu vào một biến đầu vào (MISO) với số biến tăng theo thứ tự sắp xếp trong $\vec{X}$.

5) Lựa chọn N số biến đầu vào $\tilde{X}$ tương ứng với chỉ số đánh giá của mô hình kiểm định lớn nhất.

6) Xây dựng mô hình SISO cho N biến đầu vào được lựa chọn $(X^1, \dots, X^N)$ ở bước 5, đánh giá mô hình thông qua hệ số R^2.

7) Lựa chọn một mô hình tương ứng với R^2 lớn nhất ở bước 6, tính toán sai số giữa đầu ra tính toán và số liệu thực đo $\hat{\varepsilon}_t = \hat{Y}_t - \bar{Y}_t$.

8) Lặp lại bước 1 - 5 với đầu ra là $\hat{\varepsilon}_t$ và sau đó lặp lại bước 6.

9) Xây dựng mô hình nhiều biến đầu vào một biến đầu vào (MISO) với biến đầu vào là một sự kết hợp các biến $\tilde{X}(X^1, \dots, X^N)$ của các chỉ số đánh giá cao nhất, tính sai số $\hat{\varepsilon}_t = \hat{Y}_t - \bar{Y}_t$.

10) Lặp lại các bước tính toán từ 6 - 9, thuật toán dừng khi giá trị R^2 không thay đổi hoặc giảm, và số đầu vào được lựa chọn là $\tilde{X}$.

11) Mô hình sẽ trở thành $Y_t = f_{\theta_t}(\tilde{X})$

Giá trị đánh giá tương ứng của mỗi biến X^i được tính toán qua công thức

$$G(x_i) = \frac{\sum_{\tau=1}^{M}\sum_{j=1}^{\Omega}\delta(vj,xi)\Delta_{var}(vj)|S|}{\sum_{\tau=1}^{M}\sum_{vj=1}^{\Omega}\Delta_{var}(vj)|S|} \quad (2.1)$$

** Chuẩn hóa số liệu*

Giả định có chuỗi số liệu thực đo của biến X. giá trị chuẩn hóa của biến X_t tại thời điểm t sẽ được tính như sau

$$X_t^{ch} = \frac{X_t - X^{min}}{X^{max} - X^{min}} \quad (2.2)$$

Giá trị chuẩn hóa của biến X sẽ nằm trong khoảng (0, 1).

* Mô hình ANN ứng dụng trong tính toán và dự báo

Để có thể tính toán dòng chảy của lưu vực theo các phương án, nghiên cứu sử dụng phần mềm mô phỏng hệ thống mạng nơ-ron.

3. Kết quả tính toán

Thông qua sử dụng thuật toán IIS với tập hợp 26 biến đầu vào và 1 biến đầu ra tương ứng. Trong phạm vi nghiên cứu này 4 mô hình ANN sẽ được xây dựng, bao gồm:

- Mô hình ANN 1 mô phỏng dòng chảy lưu vực Nậm Mức trong điều kiện hiện tại

- Mô hình ANN 2 dự báo dòng chảy 1 ngày cho lưu vực Nậm Mức.

- Mô hình ANN 3 dự báo dòng chảy 2 ngày cho lưu vực Nâm Mức.

- Mô hình ANN 4 dự báo dòng chảy 3 ngày cho lưu vực Nậm Mức.

Bảng 1. Bảng tập hợp biến đầu vào

TT	Biến	TT	Biến	TT	Biến	TT	Biến
1	H_t^{NM}	8	Q_{t-2}^{NM}	15	X_{t-3}^{NM}	22	E_t^{QN}
2	H_{t-1}^{NM}	9	Q_{t-3}^{NM}	16	X_{t-4}^{NM}	23	E_t^{TG}
3	H_{t-2}^{NM}	10	Q_{t-4}^{NM}	17	X_{t-5}^{NM}	24	E_t^{LC}
4	H_{t-3}^{NM}	11	Q_{t-5}^{NM}	18	$X_t^{\text{ĐB}}$	25	T_t^{LC}
5	H_{t-4}^{NM}	12	X_t^{NM}	19	X_t^{LC}	26	T_t^{QN}
6	H_{t-5}^{NM}	13	X_{t-1}^{NM}	20	X_t^{QN}		
7	Q_{t-1}^{NM}	14	X_{t-2}^{NM}	21	X_t^{TG}		

3.1. Mô hình mô phỏng ANN 1

3.1.1. Lựa chọn bộ số liệu đầu vào

Sau khi chạy thuật toán IIS để lựa chọn giữa 26 chuỗi số liệu đầu vào 10 chuỗi số liệu thích hợp nhất để giải thích Q_t^{NM}, kết quả của 10 chuỗi số liệu đầu tiên được thể hiện ở bảng 2. Như vậy, 5 biến đầu vào đầu tiên có chỉ số đánh giá cao nhất đã được lựa chọn để đưa vào mô hình ANN1 là: H_t^{NM}, Q_{t-1}^{NM}, T_t^{QN}, T_t^{LC}, H_{t-2}^{NM}

Bảng 2. Kết quả chạy thuật toán IIS - ranking

R	H_t^{NM}	Q_{t-1}^{NM}	T_t^{QN}	T_t^{LC}	H_{t-2}^{NM}	H_{t-1}^{NM}	Q_{t-2}^{NM}	H_{t-5}^{NM}	X_t^{NM}	H_{t-4}^{NM}
Chỉ số	33.4013	10.0026	8.5446	7.6407	5.2158	3.4435	3.1515	2.8155	2.4918	2.4281

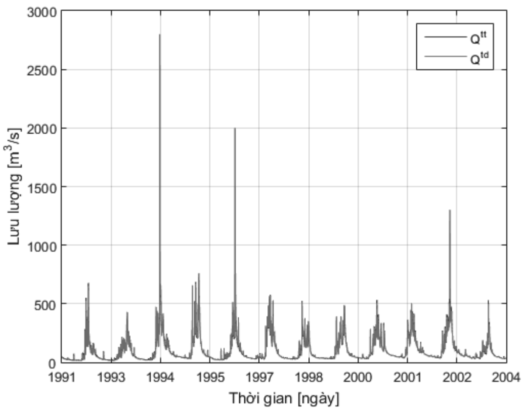
3.1.2. Thiết lập mô hình ANN 1

Dựa vào kết quả của bước lựa chọn biến đầu vào ở trên, mô hình ANN 1 sẽ có dạng:

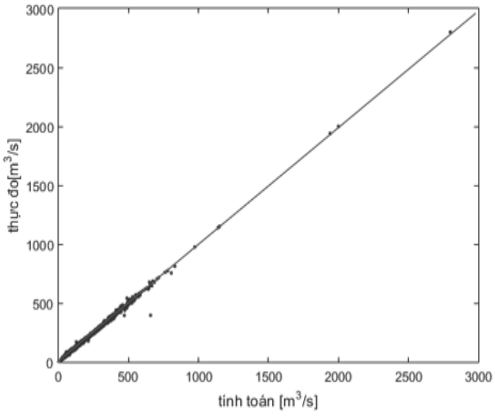
$$Q_t^{NM,ch} = f\left(Q_{t-1}^{NM,ch}, H_t^{NM,ch}, H_{t-2}^{NM,ch}, T_t^{QN,ch}, T_t^{LC,ch}\right)$$

Mô hình ANN1 được đào tạo với 10 nơ-ron. Chuỗi số liệu của các biến đầu vào được chia làm 2 phần: Phần dữ liệu học (training set): Từ đầu năm 1991 đến cuối năm 1999 có tổng cộng 3.285 mẫu học. Phần dữ liệu kiểm tra (test set): Từ đầu năm 2000 đến cuối năm 2004 tổng cộng có 1.825 mẫu kiểm tra.

Từ bảng 3 cho thấy, sai số quân phương (MSE) là khá nhỏ cho thấy mô hình đã mô phỏng khá tốt lưu lượng dòng chảy Nậm Mức. Bên cạnh đó chỉ số R2 khá cao và gần 1 cho thấy mức độ tương quan giữa chuỗi số liệu thực đo và tính toán từ mô hình là khá chặt chẽ.



Hình 3: Kết quả lưu lượng thực đo và tính toán thời đoạn 1991 - 2004



Hình 4: Quan hệ điểm giữa lưu lượng thực đo và tính toán

Bảng 3. Giá trị các chỉ số đánh giá mô hình ANN1

	MSE(m^3/s)	R
Training (đào tạo)	3.06007e-6	0.999
Testing (kiểm tra)	5.67210e-5	0.991

Để đánh giá độ chính xác của mô hình, quan hệ giữa lưu lượng thực đo và tính toán cũng được vẽ theo dạng cặp điểm lưu lượng thực đo và tính toán như hình 3, 4 cho thấy mô hình ANN1 cho thấy mô hình có độ chính xác khá cao. Mô hình ANN1 mô phỏng với bộ đầu vào như vậy ta nhận được kết quả rất tốt với sai số quân phương MSE = 5.67210e-5 (m^3/s) và chỉ số R^2 = 0.991 cho thời đoạn kiểm định.

4. Thảo luận

4.1. Mô hình ANN2 dự báo dòng chảy 1 ngày cho lưu vực Nậm Mức

4.1.1. Lựa chọn bộ số liệu đầu vào cho dự báo 1 ngày

Bảng 4. Kết quả chạy thuật toán IIS - ranking

R	Q_{t-1}^{NM}	Q_{t-1}^{NM}	Q_{t-2}^{NM}	X_{t-3}^{NM}	H_{t-1}^{NM}	X_{t-5}^{NM}	H_{t}^{NM}	Q_{t-5}^{NM}	X_{t}^{TG}	X_{t-2}^{NM}
Chỉ số	21.0794	7.5487	7.2916	7.0601	5.5328	4.6472	4.4232	4.0893	4.0184	3.7734

Sau khi chạy thuật toán IIS để lựa chọn giữa 26 chuỗi số liệu đầu vào 10 chuỗi số liệu thích hợp nhất để giải thích Q_{t+1}^{NM}, kết quả của 10 chuỗi số liệu đầu tiên được thể hiện ở bảng 4. Như vậy, 5 biến đầu vào đầu tiên có chỉ số đánh giá cao nhất đã được lựa chọn để đưa vào mô hình ANN2 dự báo 1 ngày là Q_{t-1}^{NM}, Q_{t-1}^{NM}, Q_{t-2}^{NM}, X_{t-3}^{NM}, H_{t-1}^{NM}

4.1.2. Thiết lập mô hình cho dự báo 1 ngày

Dựa vào kết quả của bước lựa chọn biến đầu vào ở trên, mô hình ANN2 dự báo dòng chảy 1 ngày sẽ có dạng:

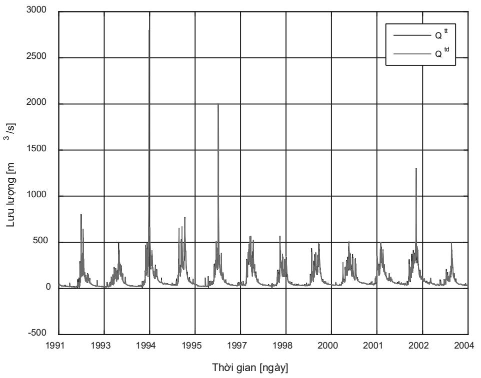
$$Q_{t+1}^{NM,ch} = f(Q_{t-1}^{NM,ch}, X_{t-1}^{NM,ch}, Q_{t-2}^{NM,ch}, X_{t-3}^{NM,ch}, H_{t-1}^{NM,ch}) \quad (4.1)$$

Mô hình ANN2 sẽ được đào tạo với 20 nơ-ron. Chuỗi số liệu của các biến sẽ được chia làm 2 phần: Phần dữ liệu học (training set): Từ đầu năm 1991 đến cuối năm 1999 có tổng cộng 3.285 mẫu học. Phần dữ liệu kiểm tra (test set): Từ đầu năm 2000 đến cuối năm 2004 tổng cộng có 1.825 mẫu kiểm tra.

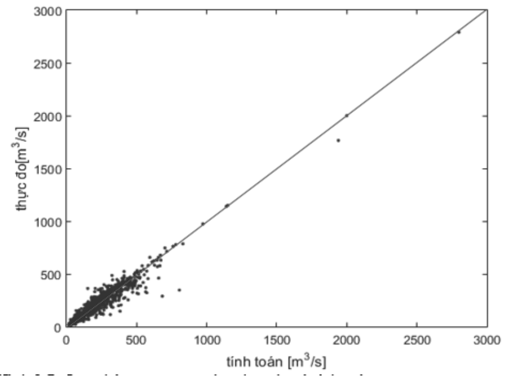
4.1.3. Kết quả

Bảng 5. Kết quả mô hình ANN2 dự báo 1 ngày

	MSE(m^3/s)	R
Training (đào tạo)	6.90896e-5	0.98
Testing (kiểm tra)	2.14178e-3	0.82



Hình 5: Kết quả lưu lượng thực đo và tính toán trong thời đoạn từ 1991 - 2004



Hình 6: Quan hệ điểm giữa lưu lượng thực đo và tính toán

Để đánh giá độ chính xác của mô hình, quan hệ giữa lưu lượng thực đo và tính toán cũng được vẽ theo dạng cặp điểm lưu lượng thực đo và tính toán như hình 6 cho thấy mô hình ANN2 cho thấy mô hình có độ chính xác khá cao. Ở mô hình ANN2 mô phỏng với bộ đầu vào như vậy ta nhận được kết quả rất tốt với sai số quân phương MSE = 2.14178e-3 (m3/s) và chỉ số R2 = 0.82 cho thời đoạn kiểm định. Như vậy mô hình ANN2 để phục vụ dự báo dòng chảy trước 1 ngày trên sông Nậm Mức.

4.2. Mô hình ANN3 dự báo dòng chảy 2 ngày cho lưu vực Nậm Mức

4.2.1. Lựa chọn bộ số liệu đầu vào cho dự báo 2 ngày

Sau khi chạy thuật toán IIS để lựa chọn giữa 26 chuỗi số liệu đầu vào 10 chuỗi số liệu thích hợp nhất để giải thích Q_{t+2}^{NM}, kết quả của 10 chuỗi số liệu đầu tiên được thể hiện ở bảng 3.6. Như vậy, 5 biến đầu vào đầu tiên có chỉ số đánh giá cao nhất đã được lựa chọn để đưa vào mô hình ANN3 dự báo 2 ngày là Q_{t-1}^{NM}, X_{t-1}^{NM}, Q_{t-2}^{NM}, X_{t-3}^{NM}, X_{t-5}^{NM}

Bảng 6. Kết quả chạy thuật toán IIS - ranking

R	Q_{t-1}^{NM}	X_{t-1}^{NM}	Q_{t-2}^{NM}	X_{t-3}^{NM}	X_{t-5}^{NM}	H_{t-1}^{NM}	H_{t}^{NM}	Q_{t-5}^{NM}	X_{t}^{TG}	X_{t-2}^{NM}
Chỉ số	21.0794	7.5487	7.2916	7.0601	5.5328	4.6472	4.4232	4.0893	4.0184	3.7734

4.2.2. Thiết lập mô hình cho dự báo 2 ngày

Dựa vào kết quả của bước lựa chọn biến đầu vào ở trên, mô hình ANN 3 dự báo 2 ngày sẽ có dạng:

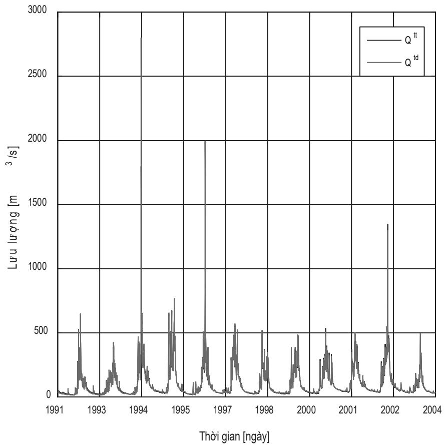
$$Q_{t+2}^{NM,ch} = f(Q_{t-1}^{NM,ch}, X_{t-1}^{NM,ch}, Q_{t-2}^{NM,ch}, X_{t-3}^{NM,ch}, X_{t-5}^{NM,ch}) \quad (4.2)$$

Mô hình ANN 3 sẽ được đào tạo với 20 nơ-ron. Chuỗi số liệu đầu vào được chia làm 2 phần: Phần dữ liệu học (training set): Từ đầu năm 1991 đến cuối năm 1999 có tổng cộng 3.285 mẫu học. Phần dữ liệu kiểm tra (test set): Từ đầu năm 2000 đến cuối năm 2004 tổng cộng có 1.825 mẫu kiểm tra.

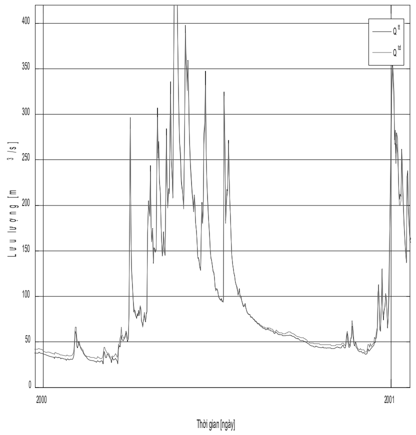
4.2.3. Kết quả

Bảng 7. Kết quả mô hình ANN3 dự báo 2 ngày

	MSE	R
Training (đào tạo)	6.54563e-6	0.99
Testing (kiểm tra)	1.02255e-4	0.98



Hình 7: Kết quả lưu lượng thực đo và tính toán trong thời đoạn từ 1991 - 2004



Hình 8: Hình ảnh phóng to cho kết quả của hình 7

Để đánh giá độ chính xác của mô hình, quan hệ giữa lưu lượng thực đo và tính toán cũng được vẽ theo dạng cặp điểm lưu lượng thực đo và tính toán như hình 8 cho thấy mô hình ANN3 cho thấy mô hình có độ chính xác khá cao ở mô hình ANN3 mô phỏng với bộ đầu vào như vậy ta nhận được kết quả rất tốt với sai số quân phương MSE = 1.02255e-4 (m^3/s) và chỉ số R^2 = 0.98 cho thời đoạn kiểm định. Như vậy mô hình ANN3 để phục vụ dự báo dòng chảy trước 2 ngày trên sông Nậm Mức.

4.3. Mô hình ANN4 mô hình dự báo dòng chảy 3 ngày cho lưu vực sông Nậm Mức

4.3.1. Lựa chọn số liệu đầu vào cho dự báo 3 ngày

Sau khi chạy thuật toán IIS để lựa chọn giữa 26 chuỗi số liệu đầu vào 10 chuỗi số liệu thích hợp nhất để giải thích Q_{t+3}^{NM}, kết quả của 10 chuỗi số liệu đầu tiên được thể hiện ở bảng 8 Dựa trên kết quả này, 5 biến đầu vào đầu tiên có chỉ số đánh giá cao nhất đã được lựa chọn để đưa vào mô hình ANN4 là X_{t-2}^{NM}, X_t^{TG}, $X_t^{ĐB}$, Qt-5^{NM},Q_{t-3}^{NM}

Bảng 8. Kết quả chạy thuật toán IIS - ranking

R	X_{t-2}^{NM}	X_t^{TG}	$X_t^{ĐB}$	Q_{t-5}^{NM}	Q_{t-3}^{NM}	Q_{t-4}^{NM}	X_{t-4}^{NM}	X_t^{QN}	H_t^{NM}	X_t^{LC}
Chỉ số	17.9154	10.7423	9.9218	8.9034	5.6086	5.0269	4.7243	4.2296	3.7864	3.7418

4.3.2. Thiết lập mô hình cho dự báo 3 ngày

Dựa vào kết quả của bước lựa chọn biến đầu vào ở trên, mô hình ANN 4 dự báo 3 ngày sẽ có dạng:

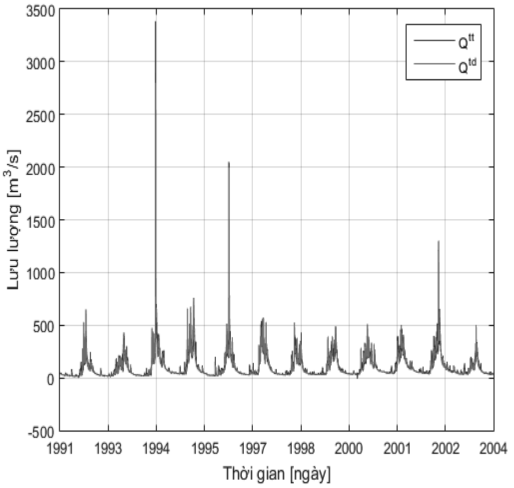
$$Q_{t+3}^{NM,ch} = f(X_{t-2}^{NM,ch}, X_t^{TG,ch}, X_t^{ĐB,ch}, Q_{t-5}^{NM,ch}, Q_{t-3}^{NM,ch}) \quad (4.3)$$

Mô hình ANN4 sẽ được đào tạo với 20 nơ-ron. Chuỗi số liệu đầu vào được chia làm 2 phần: Phần dữ liệu học (training set): Từ đầu năm 1991 đến cuối năm 1999 có tổng cộng 3.285 mẫu học. Phần dữ liệu kiểm tra (test set): Từ đầu năm 2000 đến cuối năm 2004 tổng cộng có 1.825 mẫu kiểm tra.

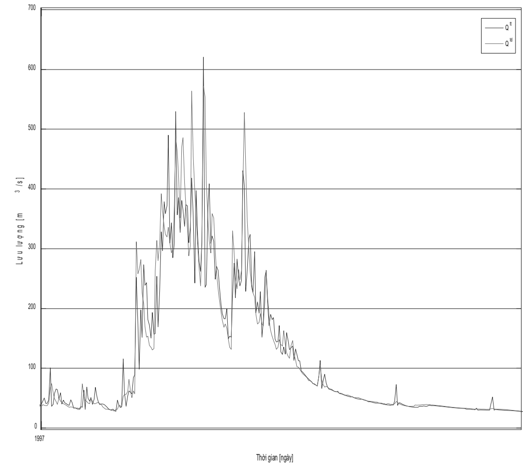
4.3.3. Kết quả

Bảng 9. Kết quả mô hình ANN4 dự báo 3 ngày

	MSE	R
Training (đào tạo)	1.80536e-4	0.95
Testing (kiểm tra)	1.05600e-3	0.71



Hình 9: Kết quả lưu lượng thực đo và tính toán trong thời đoạn từ 1991 - 2004



Hình 10: Hình ảnh phóng to cho kết quả của hình 9

Để đánh giá độ chính xác của mô hình, quan hệ giữa lưu lượng thực đo và tính toán cũng được vẽ theo dạng cặp điểm lưu lượng thực đo và tính toán như hình 10 cho thấy mô hình ANN 4 cho thấy mô hình có độ chính xác khá cao. Ở mô hình ANN4 mô phỏng với bộ đầu vào như vậy ta nhận được kết quả tương đối kém với sai số quân phương MSE = 1.05600e-3 (m^3/s) và chỉ số R^2 = 0.71 cho thời đoạn kiểm định. Như vậy mô hình ANN4 để phục vụ mô dự báo dòng chảy 3 ngày trên sông Nậm Mức.

5. Kết luận

Với nội dung nghiên cứu bài toán cụ thể tính toán mô phỏng và dự báo dòng chảy lưu vực sông Nậm Mức thông qua sử dụng thuật toán IIS để lựa chọn biến đầu vào cho mô hình ANN. Các kết quả thu được trong nghiên cứu cho thấy rằng thuật toán IIS có khả năng chọn các biến quan trọng nhất (5 biến quan trọng nhất) trong số 26 ứng viên. Sau khi đã có tập hợp biến đầu vào phù hợp, nghiên cứu này cũng cho thấy ANN có khả năng mô phỏng và dự báo tốt dòng chảy lưu vực. Trong phạm vi của nghiên cứu đã xây dựng rất nhiều mô hình ANN cho các trường hợp khác nhau và đi đến việc lựa chọn bốn mô hình ANN thiết kế cho bốn trường hợp sông Nậm Mức.

Từ các kết quả trên ta có thể nhận thấy kết quả của ANN4 kém hơn hơn kết quả của ANN2, ANN3 và nếu ta tăng lên số ngày cần dự báo thì kết quả mà ta nhận được sẽ kém đi vì ta chỉ sử dụng các số liệu trong quá khứ để dự báo.

Tuy nhiên, trong quá trình nghiên cứu các tác giả cũng nhận ra rằng, sự đầy đủ hay không của tập số liệu đầu vào ảnh hưởng rất lớn đến kết quả dự báo. Vì thế, đồng hành với hướng phát triển trên, các nghiên cứu tiếp theo nên tiến hành thu thập số liệu đặc trưng khác trên lưu vực này để thử nghiệm và đánh giá kết quả.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. Đào Nguyên Khôi (2016). *Mô phỏng dòng chảy lưu vực sông Sêrêpôk với mạng nơ ron nhân tạo.* Science & Technology Development, Vol 19, No.T3.

[2]. Hồ Tú Bảo (2011). *Trí tuệ nhân tạo và chặng đường 50 năm.* Báo khoa học công nghệ.

[3]. A.R Ghummam (2011). *Run off forecasting by artificial neural network and conventional model.* Alexandria Engineering Journal Volume 50, Issue 4, December 2011, pages 345 - 350

BBT nhận bài: 05/11/2018; Phản biện xong: 29/11/2018