



Tạp chí Khoa học Kỹ thuật Mỏ - Địa chất

Trang điện tử: <http://tapchi.humg.edu.vn>



Ứng dụng mạng nơ-ron nhân tạo cho bài toán dự báo nhu cầu điện năng của Thành phố Vinh giai đoạn 2016 - 2020

Đặng Quang Khoa *

Khoa Điện, Trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật Vinh, Việt Nam

THÔNG TIN BÀI BÁO

Quá trình:
 Nhận bài 19/01/2017
 Chấp nhận 16/3/2017
 Đăng online 28/4/2017

Từ khóa:
 Mạng nơ-ron
 Tải điện
 Bài toán dự báo

TÓM TẮT

Dự báo nhu cầu điện năng là bài toán ứng dụng quan trọng trong lĩnh vực quy hoạch và phát triển hệ thống điện. Nghiên cứu ứng dụng mạng nơ-ron nhân tạo cho bài toán dự báo nhu cầu điện là xu hướng nghiên cứu ứng dụng mới nhằm sử dụng các phương pháp dự báo linh hoạt, thông minh hơn so với các phương pháp truyền thống để cải thiện khả năng và chất lượng của các mô hình dự báo phụ tải điện. Trong bài báo này, tác giả đã xây dựng được một mô hình mạng nơ-ron có cấu trúc phù hợp để ứng dụng cho công tác dự báo nhu cầu điện năng cho thành phố Vinh giai đoạn 2016 - 2020. Các kết quả dự báo bằng mô hình mới đã được so sánh, đánh giá và kiểm chứng bằng dữ liệu thực tế và kết quả của các phương pháp dự báo phụ tải điện phổ biến khác.

© 2017 Trường Đại học Mỏ - Địa chất. Tất cả các quyền được bảo đảm.

1. Mở đầu

Kết quả phân tích định hướng phát triển kinh tế xã hội của thành phố Vinh (Bảng 1) cho thấy cơ cấu kinh tế và nhu cầu điện năng đối với thành phần phụ tải điện trong giai đoạn sắp tới sẽ phát triển nhanh, mạnh và chiếm tỷ trọng lớn trong toàn tỉnh. Vì vậy, công tác dự báo nhu cầu điện năng là việc làm cấp thiết nhằm ứng dụng vào thực tiễn quy hoạch và phát triển các nguồn điện và lưới điện của thành phố Vinh giai đoạn 2016 - 2020 (Báo cáo chính trị, 2015).

Trong lĩnh vực nghiên cứu về quy hoạch và phát triển hệ thống điện, các phương pháp truyền thống đã được nghiên cứu và ứng dụng cho bài

toán dự báo nhu cầu phụ tải điện bao gồm: phương pháp ngoại suy theo thời gian và phương hệ số đàn hồi (Nguyễn Lâm Tráng, 2007). Các phương pháp kể trên nhìn chung đều khá đơn giản, quy mô dữ liệu đầu vào không lớn, phụ thuộc vào các hệ số điều chỉnh theo kinh nghiệm và thường chỉ xét tới ảnh hưởng của một biến số cụ thể tới sự thay đổi về nhu cầu phụ tải điện trong tương lai. Trong khi đó, phụ tải điện trung và dài hạn của một khu vực là một hàm phi tuyến phụ thuộc vào nhiều biến số đầu vào khác nhau như dân số, tổng sản phẩm nội địa, giá trị sản xuất công nghiệp, cơ cấu nền kinh tế, chỉ số giá tiêu dùng, số hộ gia đình, giá điện, nhiệt độ... Do đó, các phương pháp truyền thống có thể cho kết quả dự báo với độ chính xác không cao, đặc biệt là khi người làm dự báo thiếu kinh nghiệm hoặc không đủ dữ liệu đầu vào. Trong bài báo này, tác giả đã ứng dụng hai phương pháp nói trên để

*Tác giả liên hệ

E-mail: dangquangkhoaktv@yahoo.com

dự báo nhu cầu điện năng cho thành phố Vinh giai đoạn 2016 - 2020 và thu được kết quả cho trong Bảng 2 và Bảng 3.

2. Ứng dụng mạng nơron nhân tạo lan truyền ngược sai số vào bài toán dự báo phụ tải điện thành phố Vinh

2.1. Giới thiệu

Các nghiên cứu gần đây (Aslan và nnk, 2011) cho thấy mạng nơron nhân tạo (Artificial Neuron

Network - ANN) đã và đang được sử dụng trong các lĩnh vực khác nhau của các nghiên cứu về hệ thống điện, trong đó có lĩnh vực dự báo phụ tải điện. Việc sử dụng phương pháp mạng nơron nhân tạo nhằm khắc phục những hạn chế của các phương pháp dự báo phụ tải thông thường, truyền thống. ANN đặc biệt hữu ích khi dữ liệu đầu vào có mức độ tương quan cao, lượng không đủ lớn, hoặc khi hệ thống cần dự báo có tính phi tuyến ngẫu nhiên cao. Phương pháp này thường cho kết quả dự báo với độ chính xác cao, dự báo được các sự kiện theo thời gian, đồng thời làm nổi bật được các tham số

Bảng 1. Thống kê một số chỉ tiêu phát triển kinh tế của thành phố Vinh giai đoạn 2016 - 2020.

TT	Các chỉ tiêu	Tỷ lệ %
1	Nhịp độ tăng trưởng bình quân giai đoạn 2016 - 2020	12, 5 - 13, 5%
	Nhịp độ tăng trưởng Công nghiệp, xây dựng	13 - 14%
	Nhịp độ tăng trưởng Dịch vụ	13 - 14%
	Nhịp độ tăng trưởng Nông - lâm - ngư	0. 42%
2	Cơ cấu giá trị gia tăng theo ngành	CN - XD: 33%; Dịch vụ: 66%; Nông nghiệp: 1%
	Giá trị gia tăng bình quân đầu người: 141, 7 triệu đồng.	17 - 18%

Bảng 2. Kết quả dự báo nhu cầu điện năng của 5 thành phần (CN - Công nghiệp; TM - Thương mại; QLTD - Quản lý, Tiêu dùng; HĐK - Hoạt động khác; NLN - Nông lâm ngư) phụ tải được tính bằng phương pháp ngoại suy.

TT	Thành phần	Năm 2016	Năm 2017	Năm 2018	Năm 2019	Năm 2020
		A (kWh)	A (kWh)	A (kWh)	A (kWh)	A (kWh)
1	CN	105.041.291	116.712.546	129.889.768	145.890.682	162.832.826
2	TM	61.620.281	68.405.683	76.128.906	84.955.445	95.436.962
3	QLTD	259.729.621	287.808.499	318.227.284	350.985.975	388.424.479
4	HĐK	40.614.179	45.126.866	50.221.834	56.408.582	62.959.256
5	NLN	233.582	204.384	177.841	153.952	135.371
Tổng điện năng nhu cầu		405.680.293	518.257.978	574.645.633	638.394.636	709.788.894

Bảng 3. Kết quả dự báo nhu cầu điện năng bằng phương pháp đàn hồi.

Năm	Công nghiệp, XD	Thương mại, DV	Quản lý, Tiêu dùng	Nông lâm, ngư	HĐK	Tổng điện năng nhu cầu
2016	110.029.811	65.647.390	265.813.378	307.904	41.705.958	483.504.441
2017	127.634.580	78.120.394	300.369.117	357.168	47.544.792	554.026.051
2018	148.056.112	92.963.268	339.417.102	414.314	54.201.062	635.051.858
2019	171.745.089	110.626.288	383.541.325	480.604	61.789.210	728.182.516
2020	199.224.303	131.645.282	435.702.945	557.500	70.810.434	837.940.464

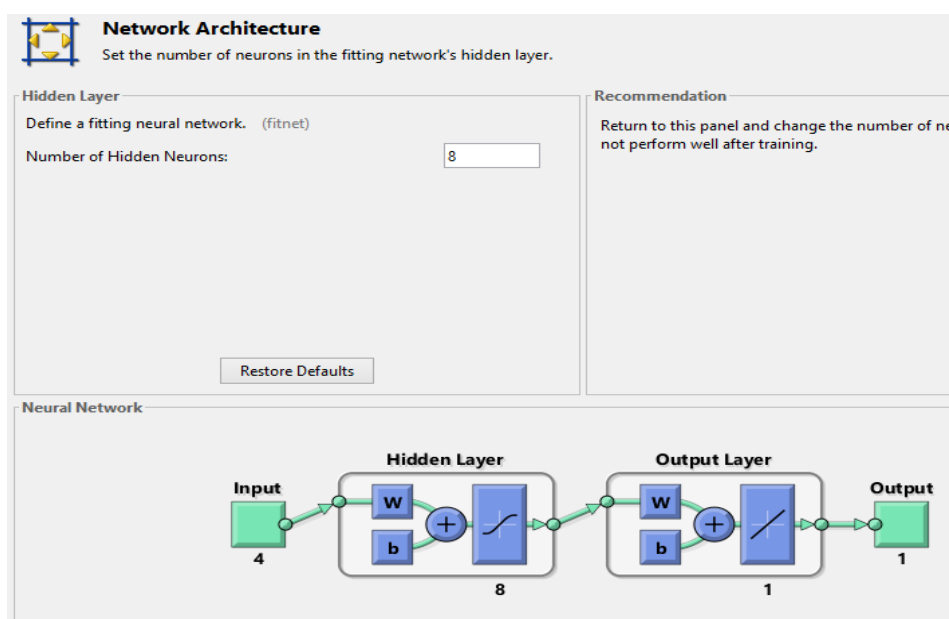
ảnh hưởng tới phụ tải điện như yếu tố dân số, kinh tế, môi trường, khí hậu, giá cả tiêu dùng. Vì vậy, trong nghiên cứu này tác giả lựa chọn mô hình mạng nơron nhân tạo để nghiên cứu xây dựng một mô hình dự báo nhu cầu điện năng cho thành phố Vinh giai đoạn 2016 - 2020 nhằm nâng cao khả năng và chất lượng của các mô hình dự báo phụ tải điện đã có.

2. 2. Xây dựng cấu trúc mạng nơron nhân tạo cho bài toán dự báo nhu cầu điện năng.

Mạng nơron nhân tạo được xây dựng cho bài toán dự báo phụ tải điện có cấu trúc

truyền thẳng hai lớp kết hợp sử dụng giải thuật học lan truyền ngược sai số, Hình 1. Để thuận tiện trong nghiên cứu, cấu trúc mạng ANN được xây dựng trên công cụ Neural Network Toolbox trên Matlab (Luu Trường Văn và Phan Văn Khoa, 2007).

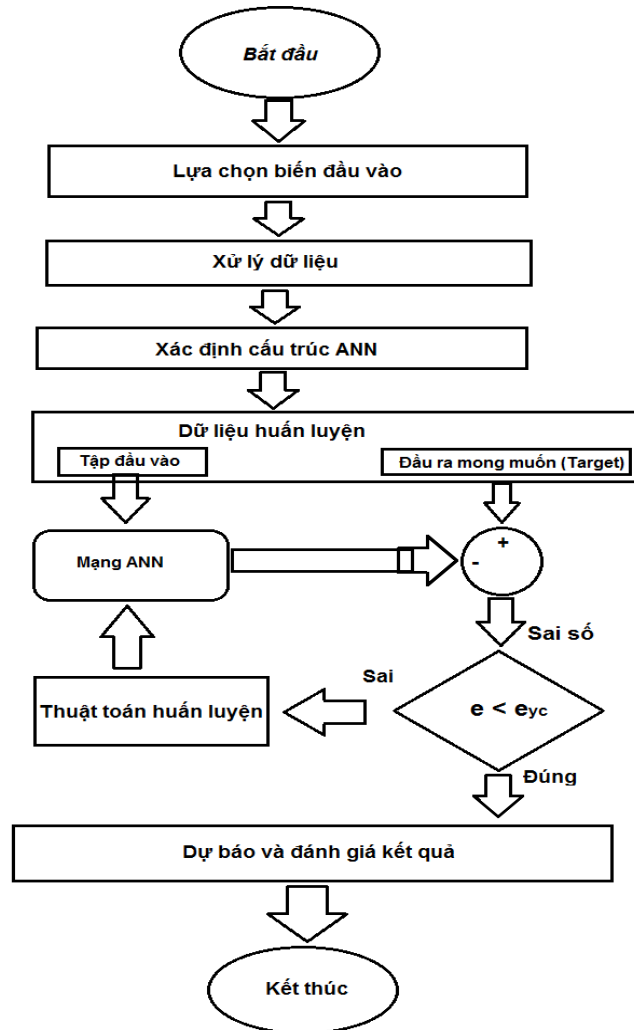
Để nâng cao chất lượng của mô hình dự báo nhu cầu điện năng, cần xét đến ảnh hưởng của nhiều yếu tố đầu vào tới nhu cầu tiêu thụ điện trong thực tế. Tuy nhiên, dữ liệu đầu vào qua các thống kê trong thực tiễn thường không đầy đủ nên thường chỉ chọn những yếu tố đầu vào có ảnh hưởng nhiều tới kết quả dự báo để tập trung xây dựng bộ số liệu.



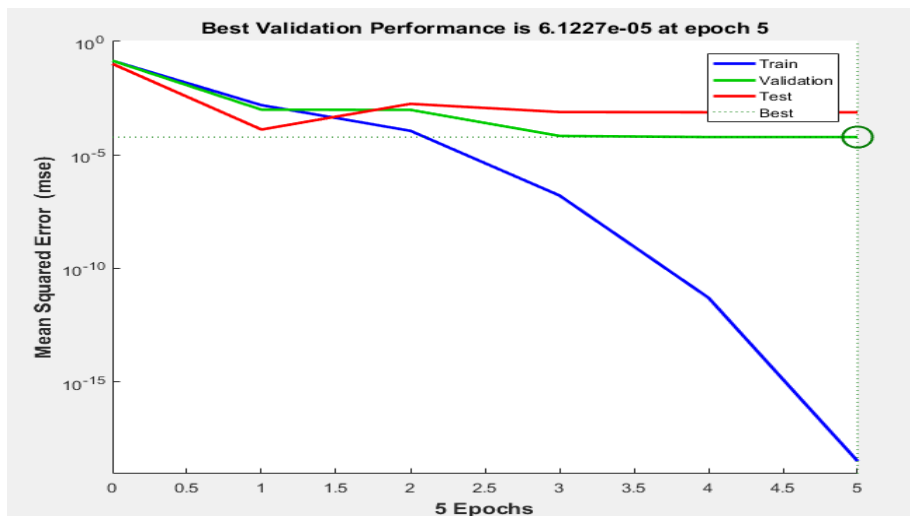
Hình 1. Cấu trúc mạng nơron nhân tạo truyền thẳng 2 lớp

Bảng 4. Dữ liệu đầu vào của mô hình dự báo phụ tải điện đã được thống kê và chuẩn hóa.

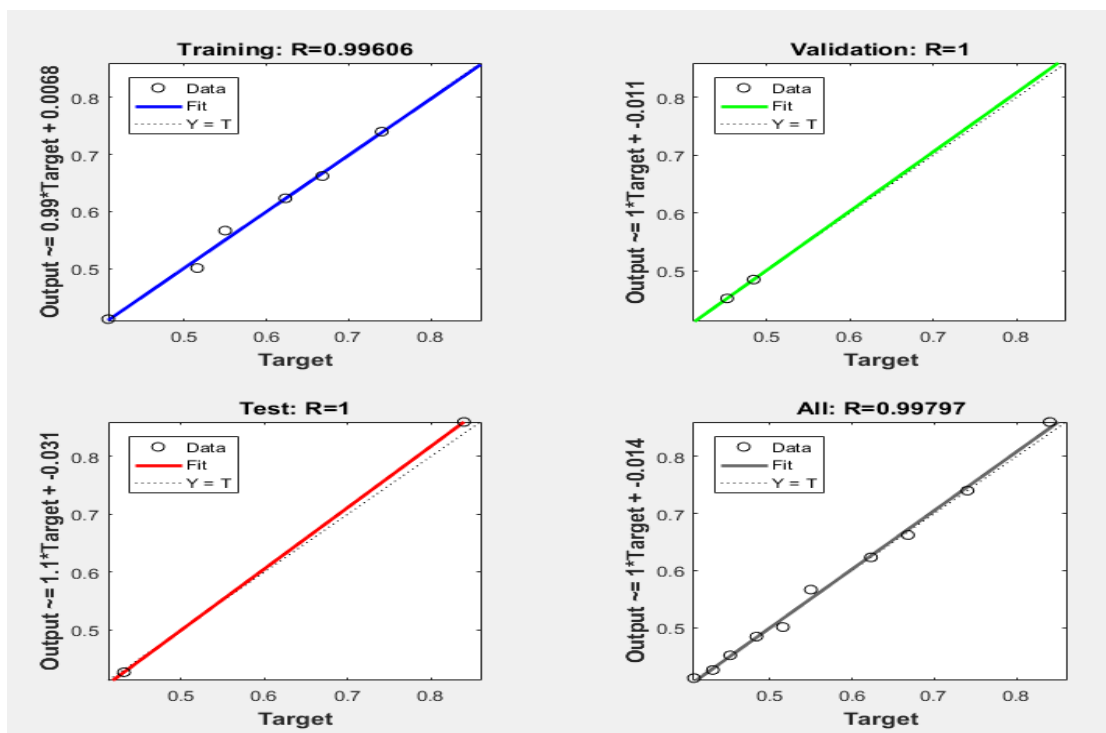
Năm	Dân số (10 ³ người)	GDP (10 ⁹ đồng)	IP (10 ⁹ đồng)	Giá điện (đ/kWh)	Điện thương phẩm (kWh)
Chia	500. 10 ³	10 ¹⁴	2. 10 ¹³	2000	5. 10 ⁸
2006	0. 591	0. 174	0. 214	0. 408	0. 408
2007	0. 595	0. 183	0. 235	0. 431	0. 431
2008	0. 601	0. 198	0. 256	0. 433	0. 452
2009	0. 607	0. 212	0. 280	0. 475	0. 484
2010	0. 610	0. 226	0. 306	0. 502	0. 516
2011	0. 618	0. 251	0. 351	0. 621	0. 550
2012	0. 624	0. 260	0. 376	0. 642	0. 623
2013	0. 627	0. 270	0. 398	0. 709	0. 668
2014	0. 629	0. 290	0. 440	0. 717	0. 740
2015	0. 630	0. 313	0. 472	0. 716	0. 840



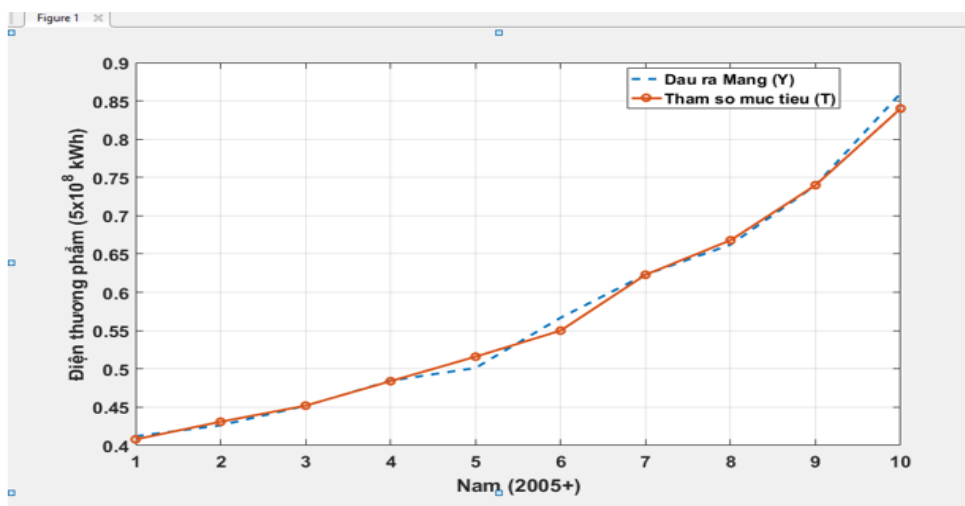
Hình 2. Lưu đồ giải bài toán dự báo phụ tải điện.



Hình 3. Hiệu năng của quá trình huấn luyện đánh giá qua sai số MSE (Mean Squared Error).



Hình 4. Đồ thị tương quan hồi quy của quá trình huấn luyện mạng



Hình 5. Tương quan giữa kết quả dự báo và dữ liệu thực tế của bài toán dự báo phụ tải xét trong giai đoạn 2006 - 2015.

Dưới đây, tác giả sẽ xây dựng mô hình mạng nơron với 4 biến số đầu vào là dân số (POP), GDP, giá trị sản xuất công nghiệp (IP) và giá điện (EV). Đầu ra của mô hình là điện năng nhu cầu (A). Với số lượng biến số đầu vào là 4 thì số nơron trong lớp ẩn được chọn là 8. Các dữ liệu đầu vào được thu thập, thống kê và chuẩn hóa như trong Bảng 3 (Báo cáo chính trị, 2015). Sơ đồ quá trình dự báo phụ tải điện

ứng dụng mạng nơron nhân tạo được thể hiện trên Hình 2

2. 3. Huấn luyện mạng

Thuật toán huấn luyện mạng là thuật toán lan truyền ngược sai số Levenber - Marquardt (LM). Khi huấn luyện kết thúc, thu được một giao diện kết quả như Hình 3.

Bảng 5. Kết quả đối chiếu tham số đầu ra và tham số mục tiêu của mạng ANN.

Năm	Điện năng nhu cầu- Chuẩn hóa	Điện năng nhu cầu (kWh)
2016	0.9227	461330099
2017	1.0150	507495116
2018	1.1110	555480839
2019	1.2094	604715704
2020	1.3093	654628149

Kết quả huấn luyện là khá tốt khi sai số MSE giảm dần sau mỗi bước lặp và ở bước lặp cuối cùng có giá trị nhỏ, đạt $6,1227 \cdot 10^{-5}$ (càng nhỏ càng tốt). Một chỉ tiêu khác để đánh giá hiệu quả của quá trình huấn luyện mạng là dựa trên đồ thị tương quan hồi quy (mục Regression) như Hình 4. Quan sát toàn bộ 4 đồ thị ta thấy: sự ăn khớp giữa Y và T trên toàn bộ các tập dữ liệu là rất tốt với chỉ số tương quan hồi quy $R = 0.99606$ hoặc lớn hơn. Điều này một lần nữa khẳng định, mạng được huấn luyện rất tốt với số neuron lớp ẩn thích hợp và đã tìm được một ma trận trọng số tốt cho mạng ANN. Vì vậy, có thể dừng quá trình huấn luyện và sử dụng mạng ANN này vào việc dự báo phụ tải với các tập dữ liệu mới.

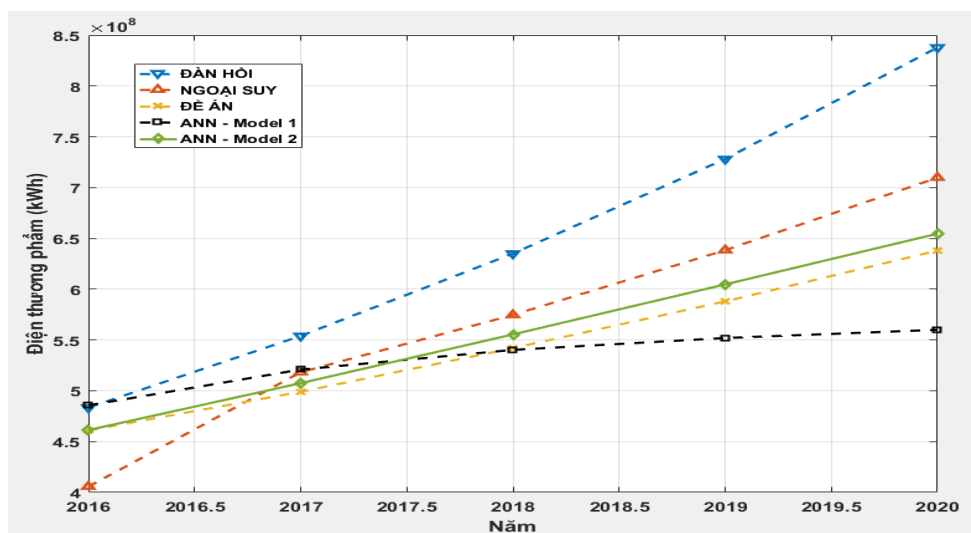
3. Kết quả dự báo nhu cầu điện năng bằng mô hình ANN

Kết quả kiểm tra và đánh giá thông số đầu ra của mạng ANN (điện năng dự báo) (Saeed, và nnk,

2012) với thông số mục tiêu (điện năng thực tế) trong giai đoạn 2006 - 2015 được thể hiện trên Hình 5 và Bảng 4. Kết quả này cho thấy mô hình dự báo đã đưa ra được những kết quả dự báo với độ chính xác khá cao so với các dữ liệu về phụ tải điện đã thống kê từ thực tế trong giai đoạn 2006 - 2015 với sai số lớn tương đối lớn nhất là 3.055%. Vì vậy, áp dụng mô hình mạng ANN đã xây dựng để dự báo nhu cầu điện năng trong giai đoạn 2016 - 2020 cho thành phố Vinh là phù hợp, đảm bảo độ tin cậy. Dựa trên các số liệu dự báo về dân số (POP) và GDP, chỉ số phát triển công nghiệp, và giá điện của Thành phố Vinh giai đoạn 2016 - 2020, sử dụng mô hình mạng

Bảng 6. Kết quả dự báo phụ tải điện thành phố Vinh giai đoạn 2016 - 2020 bằng mạng ANN (POP, GDP, ID, EV).

Năm	Tham số đầu ra mạng(Y)	Tham số mục tiêu(T)	Sai số ERR (%)
2006	0.4121	0.408	1.005
2007	0.4263	0.431	1.090
2008	0.4519	0.452	0.022
2009	0.4846	0.484	0.124
2010	0.5013	0.516	2.849
2011	0.5668	0.550	3.055
2012	0.6233	0.623	0.048
2013	0.6623	0.668	0.853
2014	0.7398	0.740	0.027
2015	0.8599	0.840	2.369



Hình 6. Đồ thị đối chiếu kết quả dự báo phụ tải điện cho TP Vinh giai đoạn 2016 - 2020 của các phương pháp dự báo khác nhau.

ANN đã thiết kế để dự báo về phụ tải điện cho thành phố trong cùng giai đoạn 2016 - 2020 thu được kết quả cho trong Bảng 5.

Tương quan giữa kết quả dự báo phụ tải bằng các phương pháp khác nhau như: phương pháp ngoại suy, phương pháp hệ số đàn hồi, dữ liệu dự báo phụ tải của đề án quy hoạch phát triển điện lực thành phố Vinh giai đoạn 2010 - 2020 và mô hình mạng ANN được thể hiện trên Hình 6.

Đồ thị này cho thấy kết quả dự báo bằng mô hình mạng ANN 4 đầu vào (đường ANN - model 2) bám khá sát kết quả dự báo của đề án quy hoạch và phát triển điện lực thành phố Vinh giai đoạn 2006 - 2015 có xét đến 2020 và có cao hơn một chút. Bên cạnh đó, tác giả cũng đã xây dựng được mô hình mạng ANN chỉ xét đến 2 biến đầu vào là dân số (POP) và GDP, từ đó thu được kết quả dự báo là đường ANN - model 1. Có thể thấy rằng đường ANN - Model 2 phân bố nằm giữa kết quả dự báo bằng phương pháp đàn hồi, phương pháp ngoại suy với kết quả dự báo của mô hình mạng ANN 2 đầu vào (POP, GDP). Vì vậy, có thể thấy rằng việc sử dụng mô hình mạng ANN với 4 đầu vào (POP, GDP, ID, EV) đã cho kết quả dự báo hợp lý, có thể áp dụng vào thực tế.

4. Kết luận

Việc ứng dụng mạng nơon nhân tạo sử dụng thuật toán lan truyền ngược sai số để dự báo phụ tải điện cho thành phố Vinh giai đoạn 2016 - 2020 đã đạt được những kết quả quan trọng với độ chính xác và khả năng dự báo được cải thiện so với các

phương pháp truyền thống. Tác giả đã tập trung nghiên cứu, lựa chọn và xây dựng được một cấu trúc mạng ANN phù hợp với bài toán dự báo phụ tải điện. Đồng thời, chúng tôi cũng khảo sát nhiều bài toán khác nhau với số lượng tham số đầu vào mạng thay đổi, lựa chọn số lượng nơon trong lớp ẩn khác nhau sao cho mô hình dự báo thu được kết quả chính xác nhất.

Tài liệu tham khảo

- Aslan, Y., Yavasca, S., and Yasar, C., 2011. Long term electric peak load forecasting of kutahya using different approache. *International Journal on Technical and Physical Problems of Engineering* 7(3), 87-91.
- Đảng bộ thành phố Vinh, 2015. Báo cáo trình Đại hội Đảng bộ thành phố Vinh khóa XXII nhiệm kỳ 2015 - 2020. *Báo cáo*, Vinh.
- Lưu Trường Văn, Phan Văn Khoa, 2007. Sử dụng Matlab để huấn luyện mạng ANN trong bài toán ước lượng chi phí xây dựng chung cư. *Tạp chí Phát triển Khoa học và Công nghệ* 10(11), 85-93.
- Nguyễn Lâm Tráng, 2007. *Quy hoạch phát triển hệ thống điện* (tái bản lần 2), Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội.
- Saeed, M. B. and Ossama, B. A. , 2012. Forecasting Electrical Load using ANN Combined with Multiple Regression Method. *The Rresearch Bulletin Jordan ACM II*, 152-158.

ABSTRACT

Applications of artificial neural network to the problem of electricity demand forecast of Vinh city in the period of 2016 - 2020

Khoa Quang Dang

Faculty of Electrical Engineering, Vinh University of Technology Education, Vietnam

The electricity demand forecasting plays an important role in fields of development scheduling of electricity system. Research and applications of the artificial neural networks to the problem of electricity demand forecasting are a new trend to provide the forecasting methods which are more flexible and smarter than the traditional methods. In the paper, the author has focused on studying, selecting, and building an ANN network structure matching the problem of electricity demand forecasting. Results of the electricity demand forecasting by neural network method are applied for Vinh city in periods from 2016 to 2020 to verify the accuracy of the proposed research.