

## MẠNG WAVELET CHO BÀI TOÁN DỰ BÁO PHỤ TẢI NGẮN HẠN TRONG CÁC NGÀY ĐẶC BIỆT

Nguyễn Hoàng Việt<sup>(1)</sup>, Trần Anh Dũng<sup>(1)</sup>, Nguyễn Quang Thi<sup>(2)</sup>

(1) Trường Đại học Bách Khoa, ĐHQG-HCM

(2) Công ty Điện lực Tp.HCM

(Bài nhận ngày 02 tháng 10 năm 2006, hoàn chỉnh sửa chữa ngày 14 tháng 07 năm 2007)

**TÓM TẮT:** Công việc dự báo có ý nghĩa vô cùng quan trọng. Việc dự báo chính xác giúp đảm bảo tính ổn định của hệ thống điện (ổn định điện áp, ổn định tần số), bảo đảm sự cân bằng giữa điện năng sản xuất và điện năng tiêu thụ. Bài báo này đưa ra vấn đề dự báo phụ tải tiêu thụ bằng phương pháp mạng wavelet. Phương pháp này kết hợp mô hình mạng nơron nhân tạo, hàm wavelet và logic mờ để dự báo ngắn hạn của phụ tải tiêu thụ trong các ngày lễ, Tết. Phụ tải tiêu thụ trong các ngày này rất khác biệt so với các ngày bình thường. Nếu áp dụng chương trình dự báo các ngày bình thường để dự báo các ngày này sẽ đưa ra kết quả sai lệch rất lớn, do vậy ta phải xây dựng chương trình dự báo cho các ngày đặc biệt. Chương trình dự báo được viết trên ngôn ngữ Matlab 6.5.

### 1. GIỚI THIỆU

Việc phân loại công việc dự báo phụ tải ra thành các loại khác nhau có vai trò rất quan trọng. Mỗi loại dự báo khác nhau sẽ có những tính chất khác nhau, và phù hợp với những loại mô hình khác nhau. Do vậy, người ta phân chia thành các loại dự báo khác nhau để nghiên cứu, xây dựng mô hình và tiến hành dự báo một cách phù hợp. Sau đây là các loại dự báo:

- Dự báo điều độ: thời gian dự báo theo giờ hoặc vài phút. Sai số yêu cầu <5%.
- Dự báo ngắn hạn: thời gian dự báo theo ngày hoặc vài ngày hoặc tháng. Sai số cho phép của công tác dự báo ngắn hạn là 3÷5%.
- Dự báo trung hạn: thời gian dự báo theo năm và sẽ dự báo trong khoảng thời gian 5÷7 năm. Sai số cho phép của công tác dự báo trung hạn là 5÷10%.
- Dự báo dài hạn: thời gian dự báo theo năm và sẽ dự báo trong khoảng thời gian 10÷20 năm.

Trong phạm vi bài báo này, vấn đề dự báo ngắn hạn trong các ngày đặc biệt được đưa ra giới thiệu một cách cụ thể.

### 2. MÔ HÌNH MẠNG WAVELET (MẠNG NƠN KẾT HỢP HÀM WAVELET)

Theo [1], [2], ta xây dựng mô hình:

$$y_i = \sum_{j=1}^{N_h} \omega_{ij} \Phi_j(z) + \sum_{k=1}^{N_i} a_{ik} x_k + b_i \quad (1)$$

Trong đó:

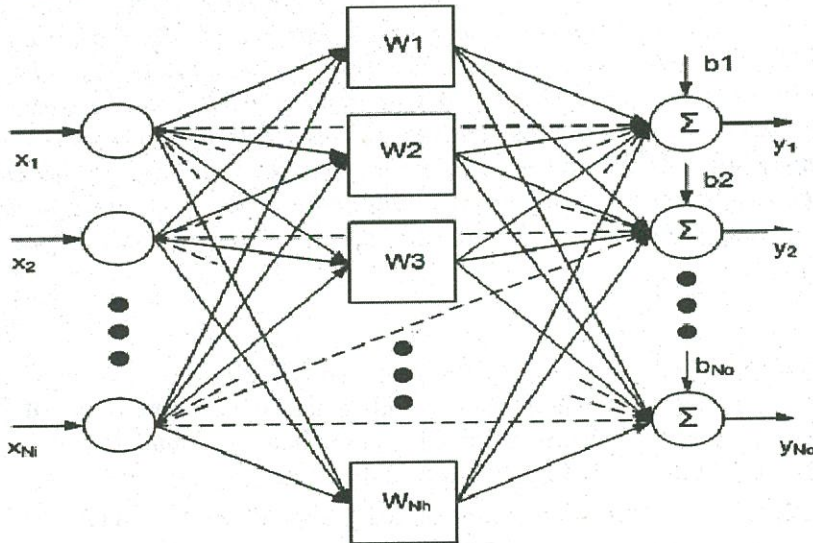
- $y_i$  : ngõ ra thứ  $i$ .
- $\omega_{ij}$  : trọng số nối nút ẩn thứ  $j$  và nút xuất thứ  $i$ .
- $\Phi_j$  : giá trị wavelon thứ  $j$ .
- $a_{ik}$  : trọng số nối nút nhập  $k$  với nút xuất  $i$ .
- $x_k$  : giá trị nút nhập thứ  $k$ .

- $b_i$  : trọng số ngưỡng của nút xuất thứ  $i$ .
- $N_i, N_h, N_o$  : số nút nhập, nút ẩn, và nút xuất.

Trong bài báo này ta sẽ xây dựng wavelet nhiều chiều từ các wavelet một chiều bằng phương pháp trực giao:

$$\Phi_j(z) = \prod_{k=1}^{N_i} \psi_{jk} \left( \frac{x_k - t_{jk}}{d_{jk}} \right) \quad (2)$$

Mô hình cụ thể như sau:



Hình 1. Mô hình mạng wavelet

Trong đó, hàm wavelet  $\psi(x)$  được sử dụng là hàm Mexican Hat một chiều:

$$\psi(x) = (1 - x^2) \times e^{-x^2/2} \quad (3)$$

Mô hình này có hàm mục tiêu làm giảm sai số bình phương tối thiểu theo phương pháp lan truyền ngược.

### 3. LOGIC MỜ

Các bước thiết kế một bộ mờ:

- Xác định số tín hiệu vào và ra của bộ mờ, miền giá trị vật lý của các biến vào và ra này.
- Xây dựng các biến ngôn ngữ và các giá trị của nó. Về nguyên tắc số lượng các biến ngôn ngữ nên nằm trong khoảng từ 3 đến 11 giá trị.
- Xây dựng các hàm thuộc của các biến đầu vào và đầu ra theo các biến ngôn ngữ của chúng. Cần chọn các hàm thuộc có phần chồng lên nhau và phủ kín miền giá trị vật lý để trong quá trình thực hiện không xuất hiện lỗ trống.
- Xây dựng các luật hợp thành mờ. Biểu diễn các luật này dưới dạng ma trận vì cách biểu diễn này rất tiện lợi và bao quát.

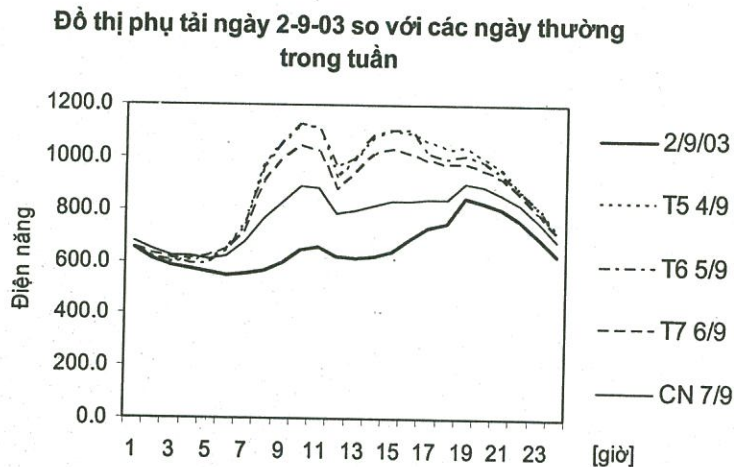
- Chọn thiết bị hợp thành: có thể chọn thiết bị hợp thành theo những nguyên tắc đã giới thiệu trong các phần trên. Thông thường trong thực tế thường sử dụng luật hợp thành max - MIN, max - PROD, hoặc sum - MIN, sum - PROD.
- Chọn nguyên lý giải mờ: phương pháp giải mờ được chọn cũng gây ảnh hưởng đến độ phức tạp và trạng thái làm việc của toàn bộ hệ thống. Thường thì phương pháp điểm trọng tâm có nhiều ưu điểm vì trong kết quả có sự tham gia của tất cả các kết luận của các luật điều khiển.

#### 4. MÔ HÌNH DỰ BÁO NGẮN HẠN CHO CÁC NGÀY LỄ TẠI THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH

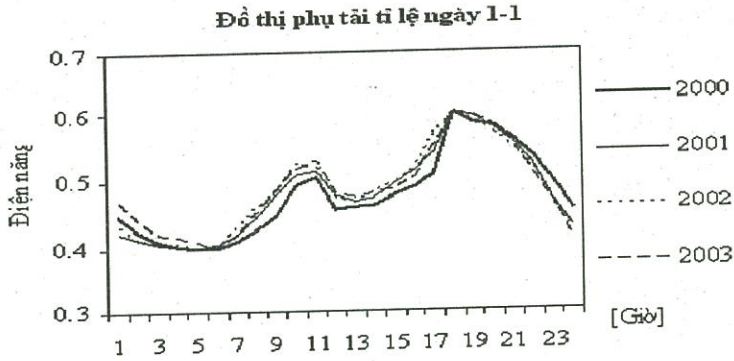
##### 4.1. Đặc điểm đồ thị phụ tải các ngày lễ

Dạng đồ thị phụ tải của những ngày lễ thường rất khác so với dạng đồ thị phụ tải của những ngày bình thường, và cũng rất khác so với các ngày nghỉ bình thường như các ngày thứ bảy và chủ nhật. Giá trị phụ tải ở các ngày lễ thường ở mức thấp hơn so với những ngày bình thường. Điều này cũng dễ lý giải, vì trong những ngày lễ tất cả các cơ quan, các nhà máy xí nghiệp sản xuất đều ngừng hoạt động nên mức tiêu thụ điện vào các ngày này phải giảm mạnh so với các ngày bình thường. Thứ bảy, chủ nhật thì không phải tất cả các nhà máy xí nghiệp đều nghỉ mà vẫn có một số nhà máy hoạt động nên mức phụ tải tiêu thụ của các ngày này vẫn cao hơn so với các ngày lễ (hình 2).

Ta cũng có nhận xét: Với trong cùng một ngày lễ, điện năng tiêu thụ ngày càng tăng và tăng với hình dạng gần tương tự nhau (hình 3).

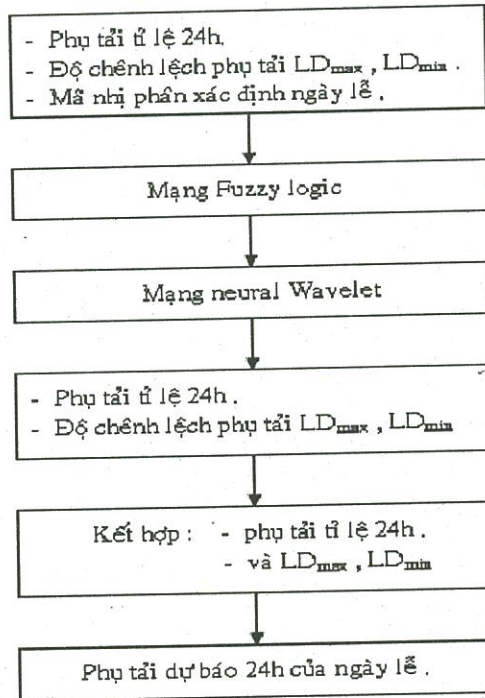


**Hình 2.** Đồ thị phụ tải ngày 2-9-2003 so với các ngày bình thường trong tuần



Hình 3. Đồ thị phụ tải tỉ lệ ngày 1-1-2004

#### 4.2. Giải thuật dự báo

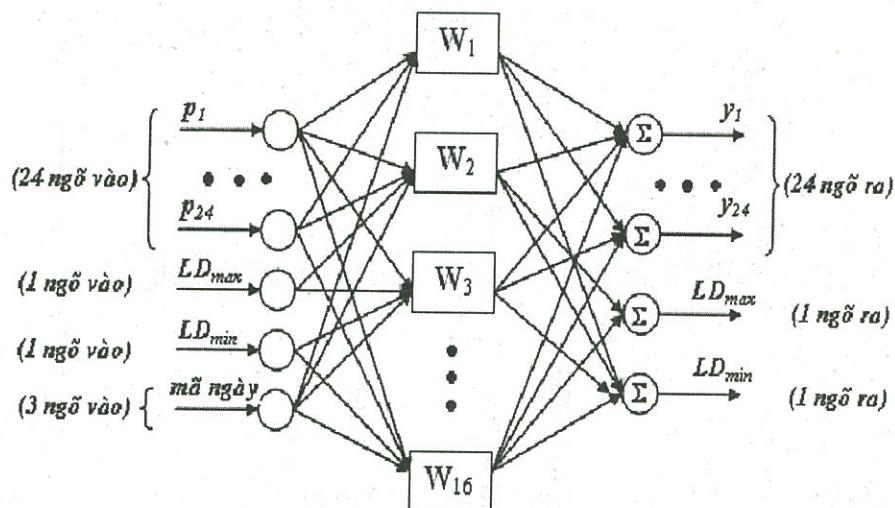


Hình 4. Giải thuật dự báo

#### 4.3. Các bước dự báo

Bước 1: Tính các giá trị phụ tải điện tỉ lệ, độ chênh lệch phụ tải  $LD_{max}$ ,  $LD_{min}$  từ các giá trị phụ tải 24 giờ trong quá khứ. Xác định mã nhị phân cho từng loại ngày lễ của từng nhóm ngày lễ.

Theo [3], ta có mô hình cụ thể như sau:



Hình 5. Mô hình mạng wavelet

Trong đó:

$$p(i, t) = \frac{(P(i, t) - P_{\min}(i, t)) \times 0.6 - (P(i, t) - P_{\max}(i, t)) \times 0.4}{P_{\max}(i, t) - P_{\min}(i, t)} \quad (4)$$

Độ chênh lệch phụ tải cực đại, cực tiểu của cùng ngày lễ  $LD_{\max}$ ,  $LD_{\min}$ .

Mã nhị phân của ngày lễ:

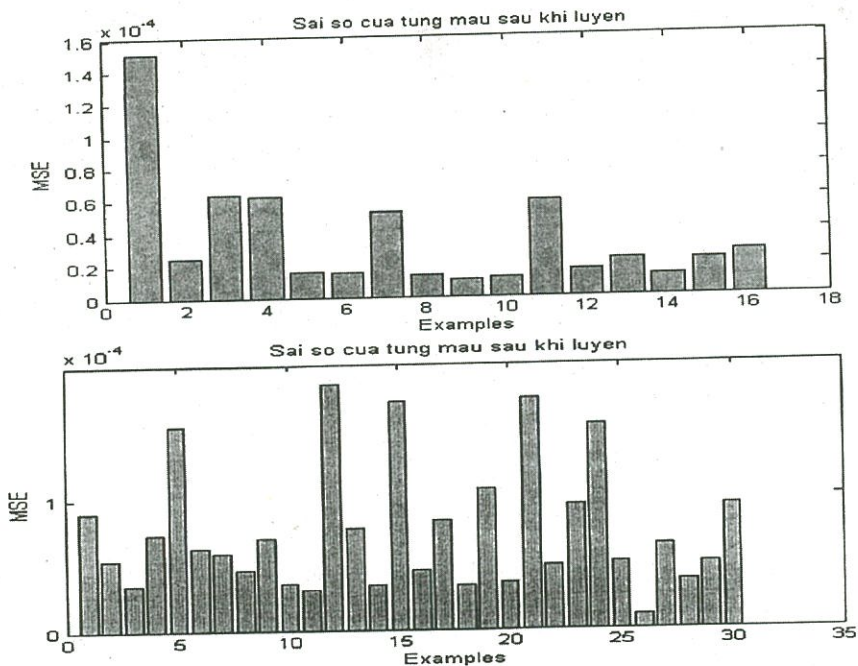
Bước 2: Xử lý trị phụ tải điện tỉ lệ 24h,  $LD_{\max}$ ,  $LD_{\min}$ , mã ngày được tính toán ở bước 1 là các biến đầu vào của logic mờ. Giá trị đầu ra của logic mờ cũng là các giá trị phụ tải điện tỉ lệ 24h,  $LD_{\max}$ ,  $LD_{\min}$ , mã ngày nhưng đã được logic mờ phân loại và xử lý. Mục đích của logic mờ là xử lý dữ liệu đầu vào để quá trình dự báo bằng mạng Wavelet ở bước kế tiếp đạt kết quả tốt nhất.

Bước 3: Quá trình luyện mạng Wavelet: Các giá trị ngõ ra của logic mờ được dùng làm các tín hiệu đầu vào cho mạng wavelet. Quá trình luyện mạng wavelet sẽ cho ta thông số luyện mạng tốt nhất. Từ đó, cho ta các giá trị ngõ ra của mạng wavelet là các giá trị phụ tải điện tỉ lệ 24h,  $LD_{\max}$ ,  $LD_{\min}$  cần dự báo.

Bước 4: Kết hợp các giá trị phụ tải tỉ lệ 24h,  $LD_{\max}$ ,  $LD_{\min}$  dự báo ở bước 3 ta sẽ dự báo được giá trị phụ tải 24h của mỗi ngày lễ.

## 5. KẾT QUẢ

Với các dữ liệu của các giờ trong ngày của các năm từ 1999 đến năm 2003, ta sẽ dự báo điện năng tiêu thụ trong các giờ của các ngày lễ trong năm 2004. Quá trình luyện mạng xảy ra với số wavelon ở nút ẩn là 16, số bước lặp cực đại là 10 000, hệ số học là 0.001, sai số trong mạng đạt được là  $3.67 \times 10^{-5}$ . Ta có sai số từng mẫu luyện (wavelon) của các ngày lễ dương lịch và âm lịch (có được từ chạy chương trình dự báo ngắn hạn của các ngày đặc biệt):



Hình 7. Sơ đồ từng mẫu luyện (wavelon) của ngày dương lịch và âm lịch

Sai số dự báo của các ngày lễ trong năm 2004:

- Dương lịch:

**Bảng 1.** Sai số các ngày lễ dương lịch

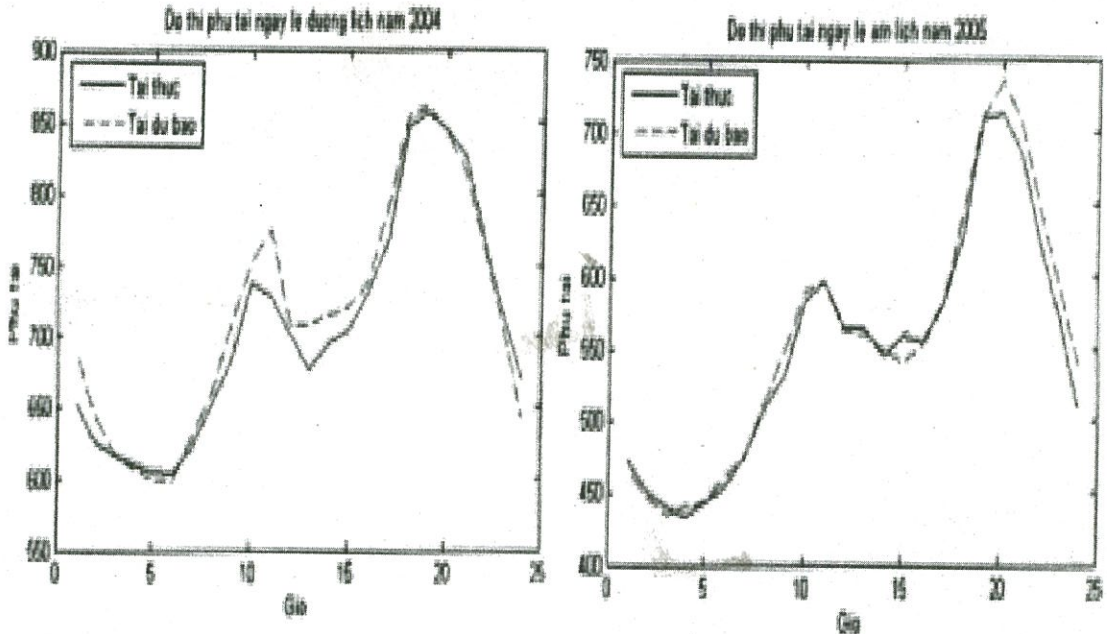
Các ngày lễ dương lịch	Mạng wavelet	Mạng fuzzy - wavelet
1-1-2004	3.24%	2.10%
30-4-2004	4.04%	2.10%
1-5-2004	1.14%	2.41%
2-9-2004	2.48%	1.88%
Sai số MAPE trung bình	2.73%	2.12%

- Âm lịch:

**Bảng 2.** Sai số các ngày lễ âm lịch

Các ngày lễ âm lịch	Mạng wavelet	Mạng fuzzy - wavelet
29 Tết	1.72%	1.69%
30 Tết	2.82%	1.93%
Mùng 1 Tết	3.47%	2.96%
Mùng 2 Tết	4.70%	3.09%
Mùng 3 Tết	3.37%	1.80%
Mùng 4 Tết	2.84%	2.97%
Sai số MAPE trung bình	3.15%	2.41%

Đồ thị phụ tải của một số ngày tiêu biểu sử dụng mô hình dự báo fuzzy – wavelet cho dự báo ngắn hạn vào các ngày lễ



Hình 8: Đồ thị phụ tải ngày 1/1/2004 và ngày 29 Tết

## WAVELET NETWORK IN SHORT TERM LOAD FORECASTING IN SPECIAL DAYS

Nguyen Hoang Viet<sup>(1)</sup>, Tranh Anh Dung<sup>(1)</sup>, Nguyen Quang Thi<sup>(2)</sup>

(1) University of Technology, VNU-HCM

(2) HoChiMinh City Power company

**ABSTRACT:** Load forecasting have a very important role. Accuracy in load forecasting helps to stabilize in electricity system (frequency and voltage), assuring balance between producing and using. This paper solves the problem of load forecasting using wavelet network method. The forecasting method using wavelet network combines neural network model, wavelet function and fuzzy logic for short load forecasting in special days. Electricity used in these days is very different to ordinary days. So, if we use the program of ordinary short term forecasting, we will make a very large error. So, we must have a different program for these days. All of codes are programmed using MATLAB 6.5 compiler

### TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. S. Sitharama Iyengar, E.C.Cho and Vir V. Phoha, *Foundations of wavelet networks and applications*, Chapman & Hall/CRC.
- [2]. Lê Minh Trung và Trương Văn Thiện, *Mạng nơron nhân tạo*, Nhà xuất bản thống kê, (1999).
- [3]. Qinghua Zhang and Albert Benveniste, *Wavelet Networks*, IEEE, (1992).