DỰ BÁO PHỤ TẢI TỈNH TIỀN GIANG

ELECTRIC LOAD FORECAST OF TIEN GIANG PROVINCE

Trương Minh Tài

Trường cao đẳng Nghề Tiền Giang

TÓM TẮT

Dự báo phụ tải điện đóng một vai trò hết sức quan trọng trong việc lập kế hoạch thiết kế và vận hành hệ thống điện. Dự báo sẽ giúp chúng ta định hướng được phương hướng và kế hoạch cho tương lai, chủ động trong công việc và xử lí được những biến cố xảy ra. Nếu như không có công việc dự báo phụ tải điện, ta sẽ gặp phải hai trường hợp có thể xảy ra: một là chúng ta sẽ thiếu hụt điện năng sử dụng và hai là chúng ta sẽ sản xuất ra một lượng điện năng thừa vô ích.

Đối với trường hợp thiếu hụt điện năng, chúng ta sẽ không có đủ điện năng để phục vụ cho nhu cầu sinh hoạt, giải trí của nhân dân và không đủ điều kiện để cung cấp điện năng cho các ngành kinh tế như công nghiệp, nông nghiệp và dịch vụ. Nó gây ra một hậu quả hết sức nghiêm trọng: các dây chuyền tự động, các máy móc, thiết bị sẽ ngưng hoạt động, nền kinh tế sẽ bị ảnh hưởng.

Điện năng có tính chất rất đặc biệt đó là không thể lưu trữ hay cất vào kho khi dư thừa. Do vậy chúng ta sẽ bị lãng phí một lượng lớn điện năng dư thừa vô ích, gây thiệt hại kinh tế cho đất nước.

Để đảm bảo lượng điện năng sản xuất ra không dư thừa và cũng không thiếu hụt so với nhu cầu sử dụng thì bài toán dự báo phụ tải điện cần được quan tâm đúng mức. Việc dự báo chính xác góp phần cải thiện chất lượng điện năng cũng như giảm chi phí sản xuất, vận hành và đảm bảo an toàn cho hệ thống điện.

Tiền Giang là tỉnh nằm trong khu vực đồng bằng sông Cửu Long, là tỉnh nằm trong vùng kinh tế trọng điểm phía nam. Do vậy như cầu sử dụng điện ở Tiền Giang rất cao và việc dự báo phụ tải điện được đặt lên hàng đầu trong việc thiết kế và vận hành hệ thống điện. Trong khuôn khổ luận văn này, phương pháp dự báo kết hợp mạng Wavelet và Fuzzy Logic sẽ được nghiên cứu và áp dụng để dự báo đồ thị phụ tải ngày của tỉnh Tiền Giang.

***Từ khóa**: Dự báo phụ tải điện; Mạng Wavelet; Logic mờ.*

ABSTRACT

Load forecasting plays a very important role in planning the design and operation of electrical systems. It will help us to forecast the direction and orientation plan for the future, work actively and treat the incident. Without the work of the load forecast, we can meet two cases: the power shortage and the power redundancy.

In case of the power shortage, we will not have enough power to serve people's daily as well as to provide for industries such as industrial, agriculture and services. It causes a serious consequence: the automated production lines, machines and equipment will be shut down, the economy will be affected.

In case of the power redundancy, unlike other commodities, electricity is a very special properties that it can not be stored or put into storage. So we will waste a large amount of excess energy in vain, to cause great damage to the national economy.

To ensure that power does not produce surplus nor deficit relative to the problem using the electricity load forecast should be well heeded. The predictions improve power quality and reduce production costs, operation and safety for the electrical system.

Tien Giang province is located in the Cuu Long River Delta - a key economic area of the south. Thus the demand for electricity is very high in Tien Giang and load forecast is placed on

top in the design and operation of electrical systems. In the framework of this thesis, Wavelet and Fuzzy Logic networks will be studied and applied to predict daily load graph of Tien Giang province.

Keywords: *Load forecasting; Wavelet network; Fuzzy Logic.*

1.GIỚI THIỆU

Việc phân loại 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÷7năm.

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.

Đồ thị phụ tải tỉnh Tiền Giang có các tính chất biến đổi mang tính chu kì theo ngày (giờ cao điểm, thấp điểm), theo tuần, theo mùa và theo các biến động của nền kinh tế. Bài báo này phát triển ý tưởng của [1] và ứng dụng dự báo đồ thị phụ tải ngày tỉnh Tiền Giang bằng phương pháp dự báo sử dụng mạng Wavelet và Fuzzy Logic (vốn khá tốt trong việc nắm bắt các biến động mang tính chu kì của chuỗi thời gian biến động không dừng).

2.PHÂN TÍCH MODWT (Maximal Overlap Discrete Wavelet Transform)

Cho một chuỗi dữ liệu thời gian *{X_j}, j=1,2,3…n.* Ta xây dựng mô hình:

$$X = \sum_{j=1}^{j0} \tilde{D}_j + \tilde{S}_{j0}$$

Trong đó : $\tilde{D}_j$ và $\tilde{S}_{j0}$ là các hệ số của phép phân tích MODWT lên N mẫu thử của chuỗi {X_n} với cấp phân tích là *j0* :

$$\tilde{D}_{j,t} = \sum_{l=0}^{N-1} h_{j,l}^{o} \tilde{W}_{j,t+l \bmod N}$$ và

$$\tilde{S}_{j,t} = \sum_{l=0}^{N-1} g_{j,l}^{o} \tilde{V}_{j,t+l \bmod N}$$

Trong đó $\tilde{W}_j$ và $\tilde{V}_j$ lần lượt là các hệ số MODWT *wavelet* và MODWT *scaling*:

$$\tilde{W}_{j,t} = \sum_{l=0}^{L_j-1} \tilde{h}_{j,t} X_{t-l \bmod N}$$ và

$$\tilde{V}_{j,t} = \sum_{l=0}^{L_j-1} \tilde{g}_{j,t} X_{t-l \bmod N}$$

Với $\tilde{h}_{j,l} \equiv h_{j,l} / 2^{j/2}$ là các hệ số lọc *MODWT wavelet* và $\tilde{g}_{j,l} \equiv g_{j,l} / 2^{j/2}$ là các hệ số lọc *MODWT scaling.* Trong bài báo này, việc phân tích MODWT cho chuỗi X_n được thực hiện bằng *"wmtsa" toolbox* trong Matlab.

3.FUZZY LOGIC (LOGIC MỜ)

Các bước thiết kế một bộ mờ:

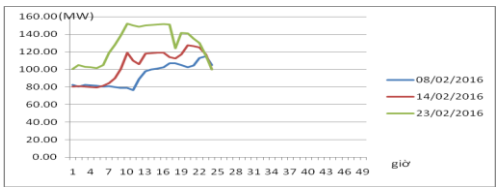
- Xác định số tín hiệu vào và ra của bộ mờ, miền giá trị vật lý của các biến vào và ra này.
- Xây dựng các biến ngôn ngữ và các giá trị của nó. Về nguyên tắc số lượng các biến ngôn ngữ nên nằm trong khoảng từ 3 đến 11 giá trị.
- Xây dựng các hàm thuộc của các biến đầu vào và đầu ra theo các biến ngôn 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. Thông thường trong thực tế thường sử dụng luật hợp thành max - MIN, max - PROD, hoặc sum - MIN, sum - PROD.

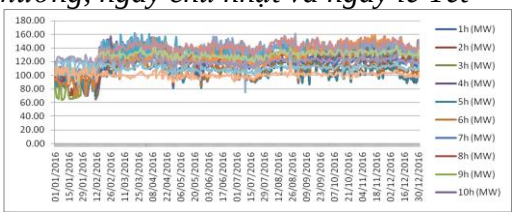
- Chọn nguyên lý giải mờ: phương pháp giải mờ được chọn cũng gây ảnh hưởng đến độ phức tạp và trạng thái làm việc của toàn bộ hệ thống. Thường thì phương pháp điểm trọng tâm có nhiều ưu điểm vì trong kết quả có sự tham gia của tất cả các kết luận của các luật điều khiển.

4.MÔ HÌNH DỰ BÁO PHỤ TẢI NGÀY TỈNH TIỀN GIANG SỬ DỤNG MẠNG WAVELET - FUZZY LOGIC

4.1.Đặc điểm đồ thị phụ tải ngày tỉnh Tiền Giang



Hình 1. *Các dạng đồ thị phụ tải ngày thường, ngày chủ nhật và ngày lễ Tết*



Hình 2. *Đồ thị phụ tải từ 01/01/2016 đến 31/12/2016*

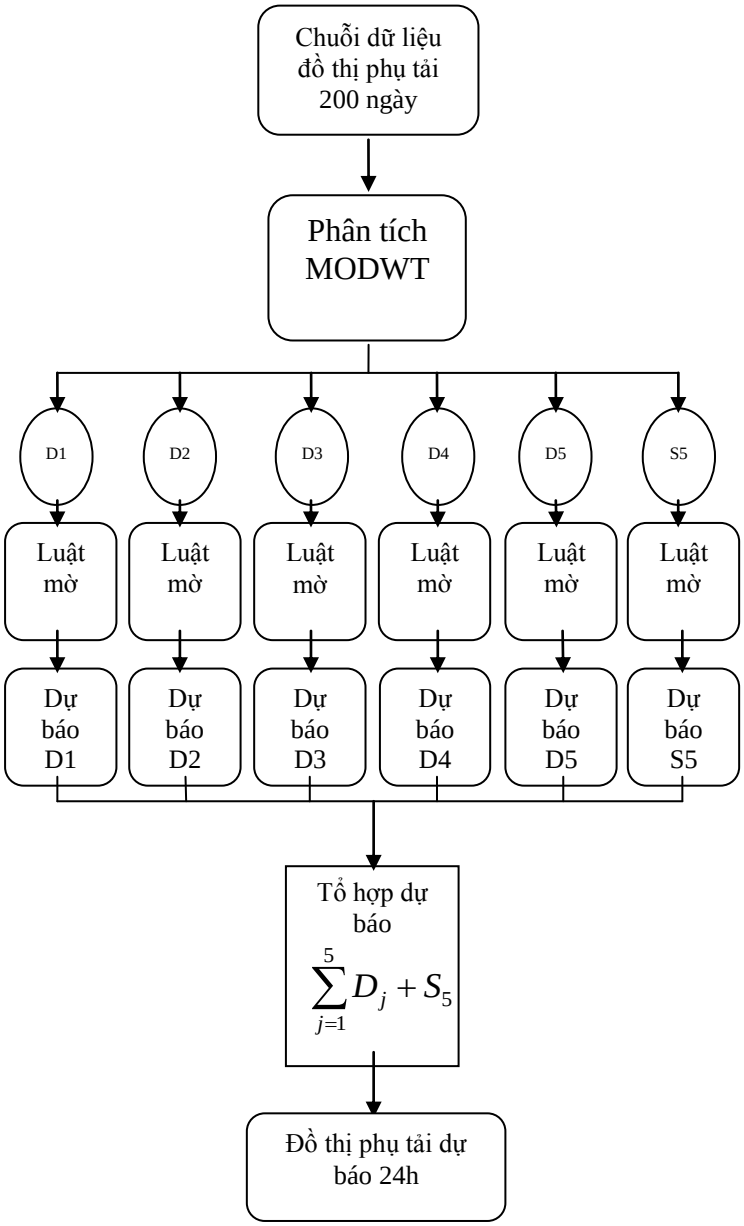
Trong *hình 1* trình bày đồ thị phụ tải của các ngày bình thường(23/02/2016), ngày chủ nhật (14/02/2016) và ngày Tết nguyên đán (08/02/2016). Các đồ thị phụ tải ngày thường có dạng tương tự nhau và hầu như không cách xa nhau. Đồ thị phụ tải ngày chủ nhật có phần hơi thấp xuống phía dưới đồ thị ngày thường. Và đồ thị phụ tải ngày lễ nằm rất thấp xuống phía dưới so với đồ thị của các ngày bình thường khác, điều này có thể lý giải được là do vào các ngày lễ các cơ quan xí nghiệp đều ngưng hoạt động nên điện năng sử dụng giảm mạnh. Đối với ngày chủ nhật thì không phải tất cả các cơ quan xí nghiệp đều ngưng hoạt động vào ngày này nên lượng điện năng tiêu thụ có giảm nhưng không nhiều như ngày lễ Tết.

Ta cũng có nhận xét rằng nếu không kể các ngày lễ Tết thì đồ thị phụ tải tỉnh Tiền Giang mang tính biến động chu kì theo ngày, theo tuần, theo mùa. Từ đây ta đề xuất phương pháp dự báo đồ thị phụ tải ngày sử dụng mạng Wavelet-Fuzzy Logic.

4.2.Giải thuật dự báo

Chuỗi dữ liệu đồ thị phụ tải của 200 ngày sẽ được đưa vào chương trình phân tích MODWT ở cấp 5. Kết quả là 5 chuỗi hệ số MODWT D_1 D_2 D_3 D_4 D_5 và S_5. Mỗi chuỗi hệ số này sau đó sẽ được dự báo một cách riêng rẽ và được tổ hợp lại để cho ra dự báo công suất giờ.

Giải thuật dự báo được tóm lượt trong các sơ đồ khối *hình 3*. Quá trình xây dựng luật mờ cho từng hệ số MODWT dựa trên giải thuật xây dựng mô hình nhận dạng mờ (Fuzzy Identification Model) trên cơ sở nhóm tâm theo giải thuật Mountain Clustering.



Hình 3. *Sơ đồ khối dự báo phụ tải 24h*

4.3.Các bước tính toán dự báo

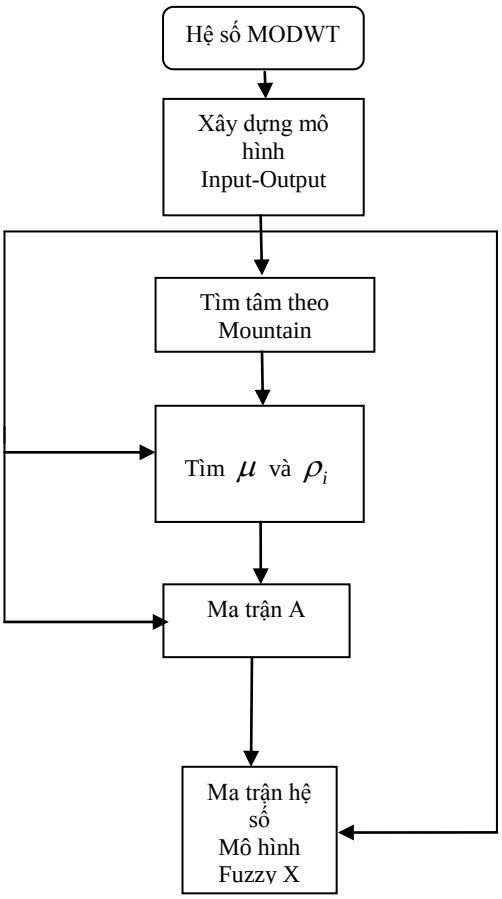
Bước 1 : *Phân tích MODWT* cấp 5 cho chuỗi đồ thị phụ tải 200 ngày (tương ứng với 4800 dữ liệu công suất) $\{X_n/n=1:4800\}$.

Các bước thự hiện:

1. Cho k đủ lớn và thực hiện biến đổi MODWT trên chuỗi *{X(1), X(2),..,X(n)}*.
2. Giữ lại các giá trị xấp xỉ giá trị thực tại thời điểm thứ k: $D_1(k)$, $D_2(k)$,…, $D_5(k)$, $S_5(k)$ vì nó có ích cho dự báo (Tổng các giá trị này là *X(k)*).
3. Nếu *k<4800* tăng *k=k+1* và lặp lại bước 1.

Việc phân tích MODWT được bắt đầu tại k=1536 tương ứng với 64 ngày.

Bước 2 : *Quá trình luyện mạng xây dựng mô hình nhận dạng mờ*: Mỗi hệ số MODWT D_j và S_5 sẽ được đưa vào mô hình luyện mạng và dự báo riêng biệt. Sơ đồ khối của quá trình luyện mạng đối với chuỗi thời gian không dừng X_n (tương ứng trong bài báo này là D_j (j=1,2…,5) và S_5) như *hình 4*

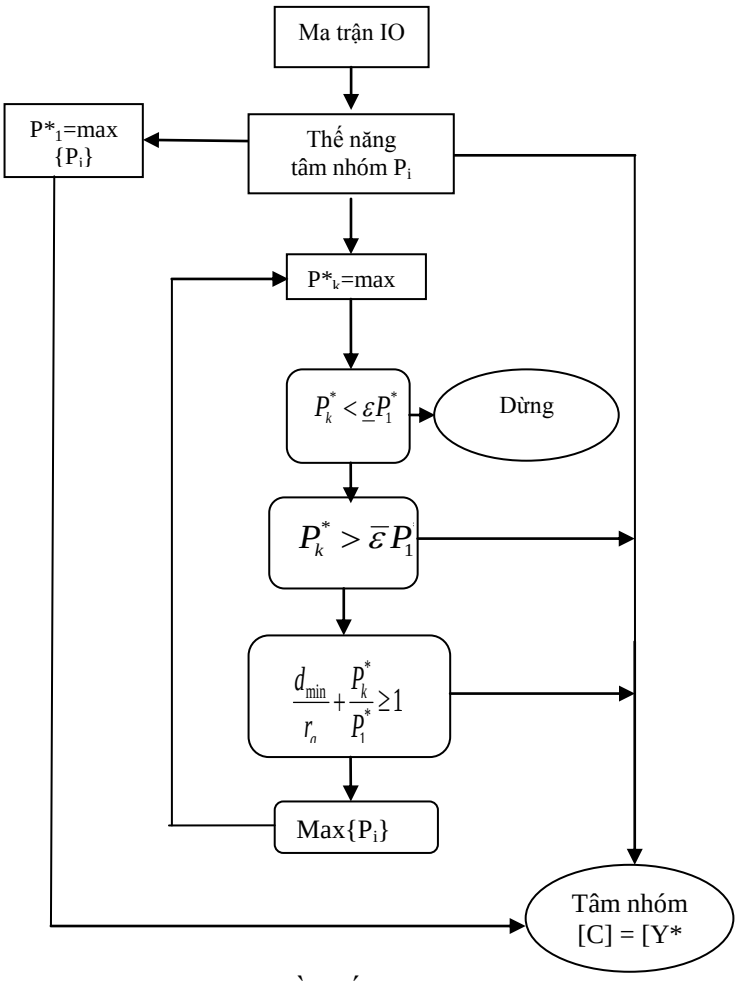


Hình 4 . *Sơ đồ khối mô hình luyện mạng (Fuzzy Identification Model)*

Mục đích của việc xây dựng ma trận *input-output* B=[Y Z] (với Y là các giá trị đầu vào và Z là giá trị đầu ra) là xử lý sắp xếp các dữ liệu đầu vào tương ứng với mỗi giá trị đầu ra sao cho ma trận *input-output* có thể đại diện tốt nhất cho chuỗi dữ liệu dự báo. Ma trận *input-output* được xây dựng dựa trên tổ hợp {h,d,w} – dữ liệu đầu ra $Z_j=X_t$ sẽ tương ứng với một tổ hợp đầu vào Y_j bao gồm dữ liệu vào thời điểm lùi h giờ, d ngày và w tuần so với X_t. Sau nhiều thử nghiệm dự báo với dữ liệu luyện mạng 200 ngày với nhiều tổ hợp {h,d,w} ta nhận thấy tổ hợp {2,2,4} cho kết quả dự báo chính xác nhất. Nghĩa là với mỗi giá trị đầu ra $Z_j=X_t$ sẽ tương ứng với các giá trị đầu vào Y_j:

{X_{t-672}, X_{t-504}, X_{t-336}, X_{t-168}, X_{t-48}, X_{t-24}, X_{t-2}, X_{t-1}}

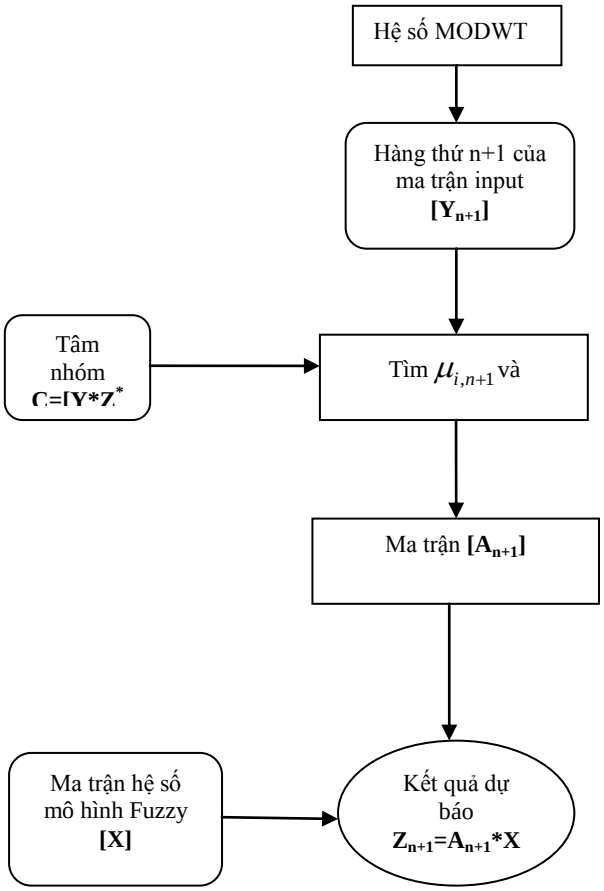
Giải thuật nhóm tâm Mountain Clustering được đề xuất bởi Chiu (1994) với mục tiêu tìm số nhóm hướng tâm ít nhất (nhằm giảm thiểu sự phức tạp trong tính toán) nhưng vẫn đại diện tốt cho mô hình mờ. Sơ đồ khối giải thuật Mountain Clustering được trình bày trong *hình 5.*



Hình 5. *Sơ đồ khối giải thuật nhóm tâm theo Mountain Clustering*

Kết quả của quá trình luyện mạng là 6 ma trận $\mathbf{X_{D1}}$ $\mathbf{X_{D2}}$ $\mathbf{X_{D3}}$ $\mathbf{X_{D4}}$ $\mathbf{X_{D5}}$ và $\mathbf{X_{S5}}$ tương ứng với 6 hệ số MODWT D_1 D_2 D_3 D_4 D_5 và S_5

Ý nghĩa của ma trận hệ số mô hình **X** đó là nó cho ta một sự xấp xỉ các giá trị đầu ra $\mathbf{Z_j} \cong \mathbf{A_j}*\mathbf{X}$, với A được xây dựng từ ma trận input Y và các tâm nhóm C tìm được. Như vậy để dự báo Z_{n+1} ta chỉ cần tìm A_{n+1}.



Hình 6. *Sơ đồ khối mô hình dự báo*

Bước 3 : *Dự báo từng hệ số MODWT riêng rẽ và tổ hợp dự báo*: mỗi ma trận hệ số mô hình Fuzzy X tương ứng với từng hệ số MODWT tìm được ở *bước 2* sẽ được sử dụng để dự báo cho mỗi hệ số MODWT tương ứng.

Sau khi các hệ số MODWT thứ n+1 (tương ứng lúc 1h) được dự báo, chúng sẽ được tổ hợp lại để đưa ra dự báo công suất (lúc 1h) :

$$P = \sum_{j=1}^{5} D_j + S_5$$

Bước 4 : *Tiến hành dự báo cho 23h còn lại trong ngày*. Sau khi công suất lúc 1h được dự báo thì nó sẽ được đưa vào chuỗi dữ liệu đồ thị phụ tải . Lúc này chiều dài của chuỗi dữ liệu công suất phụ tải sẽ là 4800+1=4801. Ta tiến hành lại các bước từ 1 đến 3 để dự báo công suất phụ tải lúc 2h.

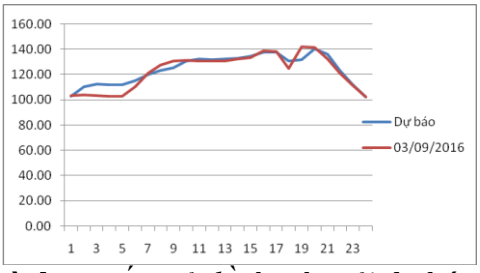
Lặp lại các bước từ 1 đến 4 cho đến khi công suất lúc 24h được dự báo. Tổ hợp các số liệu công suất dự báo từ 1h đến 24h ta được đồ thị phụ tải ngày thứ 201 cần dự báo.

5.KẾT QUẢ

Với chuỗi dữ liệu 200 ngày từ 16/02/2016 đến 02/09/2016 ta sẽ dự báo đồ thị phụ tải ngày 03/09/2016. Sai số dự báo là 2,76%.

Bảng 1. *Kết quả dự báo và sai số ngày 03/09/2016*

Giờ	**1h**	**2h**	**3h**	**4h**	**5h**	**6h**
Dự	102,6	110.1	112.6	112.0	111.7	115.2
Giá trị	103,4	104.0	103.6	103.0	102.8	110.4
Sai số	0,69	5.58	8.07	8.11	8.00	4.19
Giờ	**7h**	**8h**	**9h**	**10h**	**11h**	**12h**
Dự	120.	123.3	125.2	130.7	132.2	131.8
Giá trị	121.	127.6	131.0	131.2	131.0	130.6
Sai số	0.99	3.44	4.59	0.34	0.94	0.94
Giờ	**13h**	**14h**	**15h**	**16h**	**17h**	**18h**
Dự	132.	132.6	134.3	137.7	137.4	130.6
Giá trị	131.	132.6	133.5	138.7	138.1	125.0
Sai số	0.78	0.04	0.59	0.68	0.50	4.35
Giờ	**19h**	**20h**	**21h**	**22h**	**23h**	**24h**
Dự	131.	140.2	136.2	123.2	111.8	102.3
Giá trị	142.	141.3	132.4	121.4	111.3	102.4
Sai số	7.90	0.76	2.79	1.47	0.47	0.08



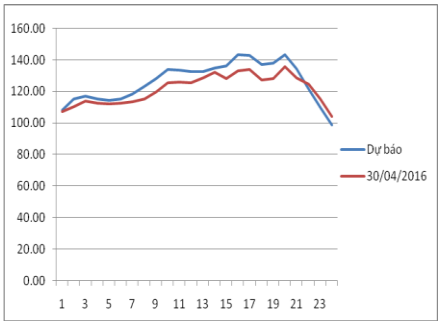
Hình 7. *Kết quả đồ thị phụ tải dự báo ngày 3/9/2016*

Với mô hình dự báo trên và phương pháp dự báo như trên ta có kết quả dự báo cho các ngày lễ dương lịch, âm lịch và ngày nghỉ chủ nhật như sau:

Kết quả dự báo ngày 30/04/2016 và các giá trị sai số được trình bày trong bảng 2.

Bảng 2.*Dự báo và sai số đồ thị phụ tải ngày 30/04/2016*

Gi	**1h**	**2h**	**3h**	**4h**	**5h**	**6h**
Dự	107.9	114.9	116.7	115.3	114.3	115.3
Giá	107.0	110.3	114.0	112.4	112.0	112.5
Sai	***0.84***	***4.24***	***2.43***	***2.60***	***2.09***	***2.52***
Gi	**7h**	**8h**	**9h**	**10h**	**11h**	**12h**
Dự	118.2	123.3	128.2	133.8	133.5	132.5
Giá	113.5	115.0	119.8	125.3	126.0	125.3
Sai	***4.16***	***7.24***	**7.02**	**6.83**	**6.01**	**5.82**
Gi	**13h**	**14h**	**15h**	**16h**	**17h**	**18h**
Dự	132.7	134.8	136.2	143.3	142.9	136.8
Giá	128.3	131.9	128.0	133.0	134.0	127.1
Sai	**3.47**	**2.22**	**6.44**	**7.76**	***6.68***	***7.7***
Gi	**19h**	**20h**	**21h**	**22h**	**23h**	**24h**
Dự	137.9	143.2	134.3	121.5	109.7	98.58
Giá	128.0	135.6	128.7	124.5	115.0	104.0
Sai	***7.8***	***5.62***	***4.41***	***2.36***	***4.59***	***5.21***



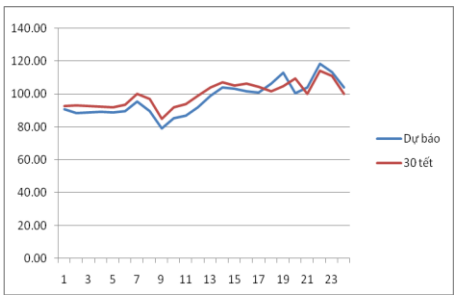
Hình 8. *Kết quả đồ thị phụ tải dự báo ngày 30/04/2016.*

Sai số là 4.84%. Sai số 4.84% là sai số chấp nhận được đối với dự báo 24 thời điểm liên tiếp trong tương lai.

Kết quả đồ thị phụ tải ngày 30 tết và các giá trị sai số được trình bày trong bảng 3.

Bảng 3.*Dự báo và sai số đồ thị phụ tải ngày 30 tết.*

Gi	**1h**	**2h**	**3h**	**4h**	**5h**	**6h**
Dự	90.83	88.28	88.92	89.37	88.75	89.51
Giá	92.90	93.20	92.90	92.40	92.10	93.60
Sai	***2.23***	***5.28***	***4.28***	***3.28***	***3.63***	***4.37***
Gi	**7h**	**8h**	**9h**	**10h**	**11h**	**12h**
Dự	95.58	89.79	79.04	85.16	86.79	91.76
Giá	100.0	97.00	85.00	92.00	94.00	99.10
Sai	***4.42***	***7.43***	***7.01***	***7.44***	***7.67***	***7.41***
Gi	**13h**	**14h**	**15h**	**16h**	**17h**	**18h**
Dự	99.06	104.0	103.1	101.6	101.0	106.5
Giá	104.0	107.0	105.0	106.2	104.2	101.7
Sai	***4.75***	***2.72***	***1.8***	***4.3***	***3.05***	***4.77***
Gi	**19h**	**20h**	**21h**	**22h**	**23h**	**24h**
Dự	113.2	100.4	103.8	118.5	113.2	104.1
Giá	104.6	109.4	100.0	114.0	111.1	100.0
Sai	***8.27***	***8.2***	***3.87***	***3.97***	***1.95***	***4.19***



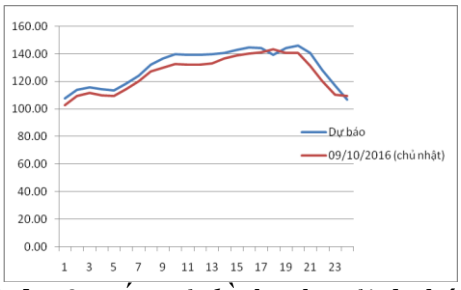
Hình 9.*Kết quả đồ thị phụ tải dự báo ngày 30 tết.*

Sai số là 4.85%. Sai số 4.85% là sai số chấp nhận được đối với dự báo 24 thời điểm liên tiếp trong tương lai.

Kết quả dự báo ngày chủ nhật (09/10/2016) và các giá trị sai số được trình bày trong bảng 4.

Bảng 4.*Dự báo và sai số đồ thị phụ tải ngày chủ nhật (09/10/2016).*

Gi	**1h**	**2h**	**3h**	**4h**	**5h**	**6h**
Dự	107.8	114.0	115.7	114.6	113.6	118.5
Giá	103.0	109.6	112.0	110.0	109.6	114.5
Sai	***4.69***	***4.10***	***3.37***	***4.24***	***3.68***	***3.56***
Gi	**7h**	**8h**	**9h**	**10h**	**11h**	**12h**
Dự	124.0	132.3	136.6	139.5	139.4	139.3
Giá	120.1	127.4	130.2	132.8	132.5	132.2
Sai	***3.27***	***3.86***	***4.94***	***5.08***	***5.26***	***5.41***
Gi	**13h**	**14h**	**15h**	**16h**	**17h**	**18h**
Dự	139.8	140.7	142.7	144.7	144.0	139.1
Giá	133.0	136.8	139.0	140.5	141.0	143.4
Sai	***5.13***	***2.92***	***2.7***	***3.0***	***2.16***	***2.96***
Gi	**19h**	**20h**	**21h**	**22h**	**23h**	**24h**
Dự	144.3	145.9	140.5	128.4	117.1	106.9
Giá	140.6	140.7	131.2	120.1	110.7	109.8
Sai	***2.68***	***3.73***	***7.12***	***6.91***	***5.79***	***2.57***



Hình 10. *Kết quả đồ thị phụ tải dự báo ngày chủ nhật (09/10/2016).*

Sai số là 4.13%. Sai số 4.13% là sai số chấp nhận được đối với dự báo 24 thời điểm liên tiếp trong tương lai.

6.KẾT LUẬN

Mạng Wavelet-Fuzzy đã thể hiện được nhiều ưu điểm trong bài toán dự báo một bước. Mạng Wavelet-Fuzzy là một sự kết hợp giữa khả năng tổng quát hóa, nắm bắt các hành vi hệ thống của mạng Wavelet và khả năng suy luận logic vận dụng những kiến thức vào kinh nghiệm dự báo.

Kết quả dự báo phụ tải ngày tỉnh Tiền Giang cho thấy mạng Wavelet-Fuzzy Logic có khả năng nắm bắt những biến động mang tính chu kì và các hành vi của hệ thống khá tốt đồng thời đồ thị phụ tải ngày dự báo đều có hình dạng khá giống với đồ thị phụ tải thực tế. Sai số của các kết quả dự báo và thực tế chấp nhận được đối với bài toán dự báo 24 thời điểm liên tiếp trong tương lai.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] LVTN " Dự báo phụ tải điện", Văn Công Tấn Linh. 2010, ĐH BKTPHCM
[2] Aussem, A., J., and F. Murtagh. 1997. "Combining neural network forecasts on wavelet-transformed time series." *Connection Science* 9 (1): 113-121.
[3]"Wavelet-basedMultiresolution Forecasting".UniS Technical Report(June 2005).
[4] Chiu, S. 1994. "Fuzzy Model Identification Based on Cluster Estimation." *Journal of Intelligent & Fuzzy Systems* 2 (3): 267-278.
[5] Chiu, S. 1997. "Extracting Fuzzy Rules from Data for Function Approximation and Pattern Classification." D. Dubois, H. Prade, and R. Yager (Eds.), Fuzzy Information Engineering: A Guided Tour of Applications. *John Wiley and Sons*.
[6] Bojadzive,G., Bojadzive,M. 2007. "Fuzzy Logic for business, finance and management". *World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd*, Singapore.
[7] Gençay, R., F. Selcuk, and B. Whitcher. 2002. "An Introduction to Wavelets and Other Filtering Methods in Finance and Economics." *Academic Press*, New York.
[8] Mallat, S. 1989. "A Theory for Multiresolution Signal Decomposition: The Wavelet Representation." *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence* 11: 674-93.
[9] Zhang, X.P,, Tian, L.S., and Peng, Y.N. 1996. "From the Wavelet series to Discrete Wavelet Transform – the Initialization". *IEEE Trans. Signal Process.* 44: No. 1.
[10] Percival, D. B., and A. T. Walden. 2000. "Wavelet Methods for Time Series Analysis." *Cambridge University Press*.
[11] Ramsey, J. B. 1999. "The contribution of wavelets to the analysis of economic and financial data." *Phil. Trans. R. Soc. Lond. A* 357: 2593-2606.

Tác giả chịu trách nhiệm bài viết:

Họ tên: Trương Minh Tài

Đơn vị: Trường cao đẳng nghề Tiền Giang

Điện thoại: 0948710284

Email: truongminhtai1983@gmail.com

BÀI BÁO KHOA HỌC

THỰC HIỆN CÔNG BỐ THEO QUY CHẾ ĐÀO TẠO THẠC SỸ

Bài báo khoa học của học viên

có xác nhận và đề xuất cho đăng của Giảng viên hướng dẫn

Bản tiếng Việt ©, TRƯỜNG ĐẠI HỌC SƯ PHẠM KỸ THUẬT TP. HỒ CHÍ MINH và TÁC GIẢ

Bản quyền tác phẩm đã được bảo hộ bởi Luật xuất bản và Luật Sở hữu trí tuệ Việt Nam. Nghiêm cấm mọi hình thức xuất bản, sao chụp, phát tán nội dung khi chưa có sự đồng ý của tác giả và Trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật TP. Hồ Chí Minh.

ĐỂ CÓ BÀI BÁO KHOA HỌC TỐT, CẦN CHUNG TAY BẢO VỆ TÁC QUYỀN!

Thực hiện theo MTCL & KHTHMTCL Năm học 2018-2019 của Thư viện Trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật Tp. Hồ Chí Minh.