

퍼지 신경회로망을 이용한 장기 전력수요 예측

박 성희⁰ 최 재균 박 종근
서울 대학교 전기공학과

김 광호
강원대학교 전기공학과

Long-term Load Forecasting using Fuzzy Neural Network

S.H.Park⁰ J.G.Choi J.G.Park
Seoul National University
Dept. of Electrical Engineering

K.H.Kim
Gangwon National University
Dept. of Electrical Engineering

Abstract

In this paper, the method of long-term load forecasting using a fuzzy neural network of which input is a fuzzy membership function value of a input variable like as GNP which is considered to affect demand of load. The proposed method was applied in Korea Electric Power Corporation (KEPCO). The comparison with Error Back-Propagation Neural Network has been shown.

1. 서론

산업의 발달과 경제 성장에 따른 전력 수요의 증가와 저장이 곤란하여 생산과 소비가 동시에 이루어져야 한다는 전력의 특성때문에 안정적인 양질의 전력에 대한 수용가족의 요구와 막대한 시간과 건설비용이 필요한 발전 및 송전설비에 있어서 경제성 확보에 대한 전력회사측의 요구를 동시에 충족시키기 위해 장기 전력수요 예측은 그 중요성이 날로 높아 가고 있다. 그러나 사회가 복잡해지고 고도화됨에 따라 전력수요에 영향을 주는 요인이 많고 모든 요인을 고려한다는 것이 불가능하다. 따라서 제한된 주어진 정보를 이용하여 예측 정도를 높일 수 있는 예측방법의 선택이 중요하다 할 수 있다. 기존에 예측 방법으로 많이 사용되었던 시계열 해석법이나 회귀분석법의 경우 이러한 점에서 많은 한계를 갖는다. 근래 들어 인공지능 기법중의 하나인 신경회로망을 이용한 전력수요예측이 많이 연구되어지고 있다.

본 논문에서는 최근에 단기 전력수요예측에 적용되었던 퍼지 신경회로망^[1]을 한국 전력공사(KEPCO)의 경우에 적용하여 기존의 오차역전파 신경회로망(Error Backpropagation Neural Network)과 비교함으로써 그 실효성을 검토하였다.

2. 장기 전력 수요예측

장기 전력 수요예측이라 하면 수년후의 일정기간동안의 전력량, 최대 전력, 시가별 부하의 예측의 세가지로 생각할 수 있다.

2.1 전력 수요의 특성

전력의 수요는 산업화의 수준, 1인당 국민소득수준 및 기상적인 요인에 크게 좌우되며 단기적으로는 일간, 주간 전력이 일정한 주기성을 갖으며, 사회경제적인 요인보다는 요일이나 시간대 그리고 기상요인에 더 많은 영향을 받는다. 이에 비해 장기적인 전력수요는 경제 지표에 결정적인 영향을 받음을 알 수 있다. [그림 1]은 GNP 와 전력 수요사이의 관계를 보여 주고 있다.

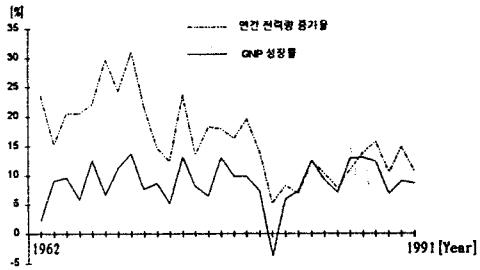


그림 1 GNP 와 연간 전력수요량과의 관계
Fig. 1 The Relation of GNP and Yearly Power Energy

2.2 장기 전력수요 예측 방법

전력 수요를 결정하는 요인은 다양하며, 상당히 많다. 그러나 전력 수요예측시에 이를 전력수요 결정 요인을 모두 파악하기는 곤란하며 주어진 정보내에서 이를 정보를 최대한으로 활용 수요예측에 반영하는 것이 중요하다. 전력수요를 예측하는 방법으로는 크게 Micro 방법과 Macro 방법의 2가지로 구분할 수 있다.

2.2.1 Micro 방법

전력수요 내용을 상세히 분석하여 이들을 구성하는 요소의 인과 관계로부터 전력수요를 예측하는 방법을 말하며, 예를 들면 주택용 전력수요, 산업용 전력수요등으로 나누어 각각의 수요에 영향을 주는 요인들을 분석함으로써 예측하는 것을 말한다. 그러나 이러한 방법은 전력 수요에 영향을 주는 요인들의 변화를 잘 반영할 수 있지만, 많은 자료의 신뢰성있는 조사를 필요로 한다.

2.2.2 Macro 방법

Micro 방법과 달리 전력 수요 전체에 대한 어떠한 법칙성을 찾아내어 예측하는 방법으로 시계열 해석법, 회귀 분석법 등을 들 수 있다. 시계열 해석법이란 시간의 경과에 따른 과거의 실적경향이 장래에도 계속된다는 전제하에 예측하는 것으로 과거의 시계열 경향에 제일 잘 맞는 모형식을 찾아내어 예측하는 방법이다. 또한, 회귀 분석법은 전력 수요 성장의 요인이 되는 경제지표, 인구, 전력요금 등과 전력 수요와의 상관관계를 찾아내어 예측하는 방법이다. 이외에도 근래에 예측 분야에서 연구되어지고 있는 신경회로망을 비롯한 인공지능적 기법도 이에 속한다고 할 수 있다.

3. 퍼지 신경회로망을 이용한 장기 전력 수요예측

본논문에서는 수년후의 전력량 예측방법으로 근래에 단기전력수요예측에 이용된 바 있는 대표적인 인공지능기법인 퍼지

전문가 시스템과 신경회로망을 결합한 퍼지 신경회로망을 제안한다.

3.1 퍼지 전문가 시스템

퍼지 전문가 시스템은 [그림 2]와 같이 퍼지화, 퍼지추론, 비퍼지화의 세부분으로 구성된다.

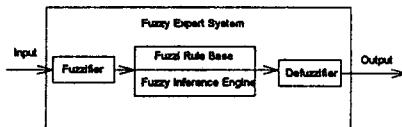


그림 2 퍼지 전문가 시스템의 개념도
Fig. 2 The Diagram of Fuzzy Expert System

3.1.1 퍼지화 (Fuzzifier)

퍼지화란 수치적인 정보를 퍼지 집합으로 변환하는 것을 말하며, 멤버쉽 함수를 $\mu_A(x)$ 에 대해 식1과 같이 표현된다..

$$\mu_A(x) : X \rightarrow [0,1] \quad (1)$$

3.1.2. 퍼지 추론 (Fuzzy Inference)

일반적으로 퍼지 전문가시스템에서 추론은 아래와 같은 If-Then 의 구조를 갖는 Fuzzy Rule Base 와 퍼지추론 기관으로 이루어져 있다..

R1 : If x is A1 and y is B1, Then z is C1.

R2 : If x is A2 and y is B2, Then z is C2

퍼지 추론기관에서는 각각의 Rule에 대한 추론을 행하는데 일반적으로 최소 연산 규칙을 사용한다.

3.1.3 비퍼지화

추론의 결과로 얻어지는 데이터는 퍼지 집합이므로 이를 실제 사용하기 위해서는 비퍼지화된 수치적인 출력이 필요하다.

$$z_0 = \text{defuzzification}(C) \quad (2)$$

여기서 C는 추론에 의해 얻어진 퍼지 집합을 나타내고 z_0 는 사용하게 될 출력을 나타낸다. 일반적으로 널리 사용되는 비퍼지화 방법으로 최대법(Maximum Criterion Method), 최대 평균법(Mean of Maximum Method), 무게 중심법(Center of Gravity Method) 등이 있다.

3.2 퍼지 신경회로망

전력 수요예측에 퍼지 전문가 시스템이 이용될 경우 3.1.2 에서와 같은 IF-Then 구조를 갖는 Rule 을 통한 퍼지추론하여야 한다. 하지만, 이러한 Rule을 정확히 찾아내는 것은 매우 어려운 일이다. 본 논문에서 사용한 퍼지 신경회로망은 [그림 3]과 같이 퍼지 추론에 신경회로망을 이용함으로써 이러한 문제를 해결할 수 있으며, 그정보가 신경회로망의 Weight 로 나타나 어진다.

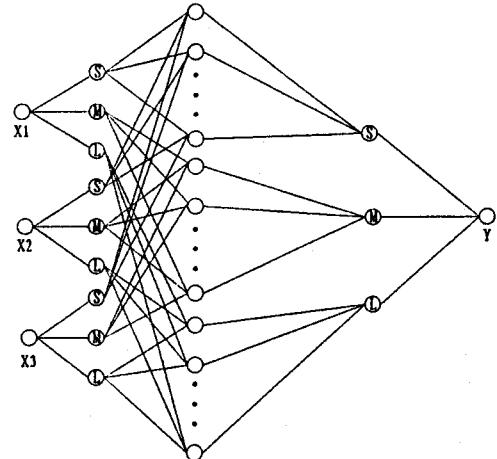


그림 3 제안하는 퍼지 신경회로망
Fig. 3 The Proposed Fuzzy Neural Network

[그림 3]에서 X1,X2 그리고 X3은 각각 GNP, 1인당 국민소득, 광공업 성장을 의미 Y는 예측하고자하는 전력 수요량이다.

3.3 장기 전력수요예측에 퍼지 신경회로망의 적용

본 논문에서는 입력 변수를 [그림 4]와 같이 세 개의 언어변수(Linguistic Variable) - Small, Medium, Large - 로 구분하여 각각의 멤버쉽값을 퍼지 신경회로망의 입력으로 하였다

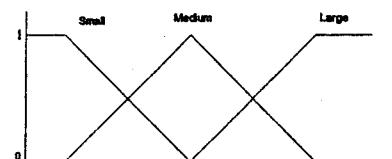


그림 4 멤버쉽 함수
Fig. 4 Fuzzy Membership Function

4. 사례 연구

본 논문에서는 앞에서 언급한 퍼지 신경회로망의 입력변수를 GNP, 1인당 국민소득, 광공업 성장을 등의 언어변수(Small, Medium, Large)의 멤버쉽 함수값으로 하여 한국 전력공사(KEPCO)의 1971년부터 1984년까지의 실적 자료를 학습하여 1985년부터 1991년까지의 연간 전력 판매량을 예측하였다. 또한, 그 결과를 다층형 신경회로망(Multi-layered Neural Network)을 이용한 예측결과와 비교 하였다.

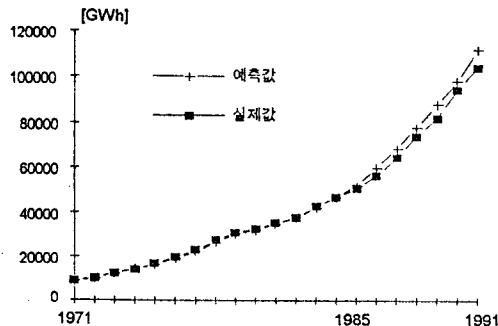


그림 5 퍼지 신경회로망을 이용한 예측 결과
Fig. 5 The result of forecast using Fuzzy Neural Network

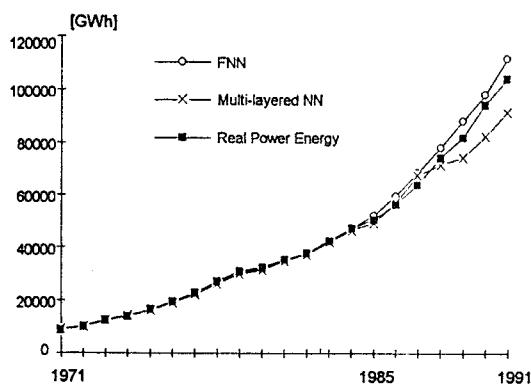


그림 6 FNN 과 다층형신경회로망의 예측 결과
Fig. 6 The result of forecast using FNN and NN

| | 최대 오차 | 평균 오차 |
|-----|----------|----------|
| ANN | 12.78852 | 6.800941 |
| FNN | 7.460607 | 5.67627 |

표 1 FNN 과 다층형 신경회로망의 예측 오차
Table 1 Error ratio of FNN and Multi-layered NN

5. 결론

[그림 5]와 표1에서 보는 바와 같이 퍼지 신경회로망이 장기 전력수요예측에 유용한 수단이 될 수 있음을 볼 수 있다. 향후 퍼지 멤버쉽 함수를 무엇으로 하느냐 그리고 언어변수 (Linguistic Variable)를 몇 가지로 나누는 것이 가장 좋은 결과를 가져올 수 있는가 하는 문제에 대해 연구해야 할 것이다.

6. 참고 문헌

- [1] Kwang-HO Kim, Jong-Keun Park , " Implementation of Hybrid Short-term Load Forecasting System Using Artificial Neural Networks and Fuzzy Expert Systems "
- [2] K.Y.Lee, Y.T.Cha, J.H.Park, "Short-Term Load Forecasting Using an Artificial Neural Network" , IEEE Trans. on Power System, vol.7, no.1, pp.124-132, Feb.1992
- [3] Young-II Park, Jong-Keun Park, "An Expert System for Short Term Load Forecasting by Fuzzy Decision" , Proc. of IFAC Symposium on Power Systems and Power Control, August 1989, Seoul, Korea
- [4] M.J.Lee, Y.I.Park, J.K.Park, "Short-Term Load Forecasting by Artificial Neural Network and Fuzzy Expert System" , Journal of KIEE, vol.4, no.2, 1991
- [5] B.Kosko, "Neural Networks and Fuzzy Systems" , Prentice Hall, 1992
- [6] H.J.Zimmermann, "Fuzzy Set Theory and Its Applications" , Kluwer-Nijhoff Publishing, 1986
- [7] PK Dash & AC Liew , " A Comparative Study of Load Forecasting Models Using Fuzzy Neural Networks"
- [8] Yasuhiro Hayashi, " Long Term Load Forecasting using Improved Recurrent Neural Network" Journal of JIEE, vol 113, no. 11