

코호넨 신경망을 이용한 단기 전력수요 예측

조 승 우, 황 갑 주
울산대학교 공과대학 전기공학과

Short Term Load Forecasting Using The Kohonen Neural Network

Sung-Woo Cho, Kab-Ju Hwang
Dept. of Elec. Eng., Univ. of Ulsan

Abstract

This paper describes an algorithm for short term load forecasting using the Kohonen neural network. Single layer Kohonen neural network presents a lot of advantageous features for practical application. It takes less training time compared to other networks such as BP network, and moreover, its self organized feature can amend the distorted data. The originality of proposed approach is to use a Kohonen map to classify data representing load patterns and to use directly the information stored in the weight vectors of the Kohonen map to predict the load. Proposed method was tested with KEPCO hourly record(1993-1995) show better forecasting results compared with conventional exponential smoothing method.

1. 서 론

전력시스템을 경제적이고 안정적으로 운용하기 위한 방안을 수립하기 위해서는 우선 시시각각으로 변동되는 전력수요를 정확하게 예측하는 일이 우선된다. 최근 전력시스템은 그 설비구성이 점점 복잡 대규모화되고 있으며, 설비의 복잡 대규모화는 적절한 운전예비력의 확보, 심야 시간대의 조정력 확보 및 화력기의 기동정지계획 등 수급운용상의 문제들을 야기하게 된다. 이러한 수급상의 문제에 적절히 대처하기 위해서는 무엇보다 정확하고 안정된 수요예측방안이 필요하다.

이러한 중요성 때문에 다양한 형태의 예측모형들이 제안되어 왔다. 단기에측은 1일~1주일의 수요변동을 대상으로 하기 때문에 장기에측에서 큰 영향으로 작용하는 사회 경제적 요인은 적은 반면, 예측일에 가까운 과거일의 수요패턴이나 기상변화 등이 큰 영향으로 작용된다. 이런 관점에서 과거의

수요실적을 분석하여 접근하는 시계열 예측모형과 수요와 그 변동요인과의 인과관계를 분석하여 접근하는 중회귀법을 들 수 있다.[1-2] 근래에는 수요예측 문제에 내재하는 비선형성과 불확실성을 반영하기 위하여 인공지능형 접근이 시도되고 있는데, 구체적으로는 신경회로망과 퍼지이론 및 전문가 시스템의 도입을 들 수 있다.[3-5]

그동안 전력회사에서 실용적으로 사용되고 있는 단기에측방법으로는 주로 통계적인 기법이 널리 쓰이고 있으며 최근에는 인공지능형 기법이 활발히 적용되고 있다.[6-7] 신경망의 경우에는 주로 다층형 역전파(Back Propagation:BP)신경망을 도입한 예측기법들이 주류를 이루고 있는데, BP 산법은 학습을 시키는데 시간이 많이 소요되며 입력에 따른 정확한 출력값이 주어져야 하고 일부의 데이터만을 추가로 학습시켜기 어려운 문제점이 있다.

본 연구에서는 실용화라는 관점에서, 자기구성형 특성을 가진 코호넨 신경망을 도입하여 다음날의 수요를 안정적이면서도 효과적으로 예측하는 산법을 제안하였다. 단층 구조의 코호넨 신경망은 계산속도가 빠르고 입력에 따른 목적값을 스스로 분류할 수 있는 학습능력을 가지고 있다. 이에 수요예측에 적합한 신경망의 출력노드수를 설정하여 수요실적 및 지역별 기상을 학습을 하였으며, 예측 단계에서는 코호넨 신경망이 갖는 연상작용을 이용하여 다음날의 수요가 예측되도록 하였다.

본 연구를 통하여 제안한 예측산법의 효용성을 알아보기 위하여 최근 3년간(1993-1995) 우리나라의 수요를 사례로 시뮬레이션을 해 본 결과 종래의 평활화 기법에 비해 예측정확도가 개선되고 안정된 예측결과를 얻을 수 있었다.

2. 본 론

가. 입력 데이터

과거 6년간(1990년~1995년)의 수요실적(일 24점)과 지역을 대표하는 5개 도시(서울, 부산, 대전, 대구, 광주)의 은

도(일최대 및 일최저온도)를 데이터베이스로 구축하였으며, 신경망의 학습과정에서 시간별 수요는 일 최대수요에 대한 시간별 수요[pu]로 정규화하여 입력된다.

나. 수요패턴의 분류

실적년도의 수요를 이용한 시뮬레이션을 통하여 적절한 출력층의 구조를 도출하였다. 이를 위해 신경망 출력층의 구조를 [3×3]에서 출발하여 [17×17]까지 증가시키면서 가장 바람직한 출력층의 구조를 찾아 본 결과, [3×3]부터 [6×6]의 구조로는 변동요인별 수요패턴이 중복되거나 너무 넓게 분류되는 단점이 나타났다. 결국 요일에 따른 변동특성이 적절하게 나타나는 구조로는 적어도 [7×7] 구조가 필요함을 밝혔다. 표 1은 신경망의 출력층이 [7×7]구조에서 나타나는 수요패턴을 표시한 것이다. 출력층 [7×7]구조의 신경망을 학습할 때 총 5개의 패턴으로 분리되어 각 출력노드에 패턴집합의 일부가 할당되었으나 다양한 형태의 수요곡선이 모여있는 특수일의 경우는 하나의 집합으로 분리하기가 어려웠다. 특수일의 경우, 신경망을 이용한 패턴의 분류가 명확하지 못한 이유는 과거 실적자료의 양이 부족하였기 때문이다. 출력층의 노드 수는 분리하고자 하는 패턴의 수와 관련되어 출력노드의 수가 많아 질수록 세밀하게 분리된다. 그러나 필요이상으로 세밀하게 패턴을 분리하는 것은 실용적이지 못하며 출력층 구조가 [10×10] 이상이 되면 예측정확도의 개선은 이루어지지 않았다. 본 연구에서는 실용적인 면을 고려하여 요일별 특성이 살아나도록 4가지 패턴(평, 일, 월, 토)으로 분리하고 특수일은 코드를 부여하여 별도로 학습하였다. 이때 예측정확도를 높이기 위해서 요일별 4가지 패턴을 기상요인이 많은 계절(여름)과 그 밖의 계절(봄, 가을, 겨울)로 분리하여 학습하였다.

표 1. 출력층 노드에 할당되는 대표적인 수요패턴

		월	월	월		토
평, 월	평, 월		평, 월	월		토
평, 월	월		평	평, 토		토
평	평	평	평			일
평	평	평	평	평	특	특
평	평	평		일	일	일
평	평	평	일, 특	일, 특	일, 특	일, 특

다. 신경망의 학습

실적년도의 수요를 이용한 시뮬레이션을 통하여 적절한 출력층의 구조를 찾아 본 결과, 요일에 따른 변동특성이 적절하게 나타나는 구조로는 [10×10] 형태가 적합함을 알아 내었다. 학습시에는 요일에 따른 패턴의 특성이 살아나도록 다음 표와 같이 분리하여 학습하는데, 학습의 초기단계에서 학습률 α 를 0.5, 노드간 유클리디안 거리를 7로 크게 설정하여 출력층의 노드 대부분이 참여하도록

유도하고, 점차 거리를 줄여나가 최종적으로는 주위노드만이 선택되도록 하였다.

가) 평상일(화~금)

입력노드	학습 데이터
1~24	전일대비 수요증감율[pu]
25	요일코드
26	특수일 코드
27~50	예측전일 시간별 수요[pu]
51~55	지역별(5곳) 최대온도

나) 기타일(일, 월, 토)

입력노드	학습 데이터
1~24	시간별 수요[pu]
25	요일코드
26	특수일 코드
27~46	지역별(5곳) 최대온도
51~55	지역별(최대온도-최저온도)

라. 연상작용을 이용한 예측

예측시는 코호년 신경망의 연상작용을 이용한다. 즉, 예측일에 대해 미리 알 수 있는 정보들(노드 25~55)를 이용하여 예측일의 시간별 수요(노드 1~24)를 연상해 내는데, 연상되는 수요가 정규화된 수요패턴[pu]이므로 실제 수요패턴[MW]은 다음 식으로 변환한다.

평상일 예측[MW] = 예측전일의 시간별 실적[MW]*연상된 시간별 수요증감율[pu]

기타일 예측[MW] = 평상일 최대[MW]*저감율*연상된 시간별 수요[pu]

마. 사례검토

제안한 예측방법의 효용성을 알아보기 위하여 최근 3년간(1993-1995) 우리나라의 수요를 사례로 시뮬레이션을 한 결과를 요약하면 표 2~3과 같다.

표 2. 여름철의 평균 예측오차[x]

패턴 \ 연도	1993년	1994년	1995년	평균
평요일	1.6	1.6	1.9	1.7
일요일	1.5	2.6	2.5	2.2
월요일	1.4	2.1	1.9	1.8
토요일	1.5	1.6	2.3	1.8
평균	1.5	2.0	2.1	1.9

표 3. 평상계절의 평균 예측오차[x]

패턴 \ 연도	1993년	1994년	1995년	평균
평요일	1.0	1.1	1.0	1.0
일요일	1.5	1.4	1.7	1.5
월요일	1.3	1.4	1.6	1.4
토요일	1.4	1.1	1.4	1.3
평균	1.3	1.3	1.4	1.3

그림 1은 1993년의 월별 평균예측오차를 지수평활화법과 비교하여 그래프로 나타낸 것이다. 지수평활화법은 과거 5개의 동일유형 수요를 단순 평활화(평활화 계수는 0.7)하여 예측한 결과이며 기상감응 수요변동분을 보상하지 않았다. 반면에 코호넨 신경망의 경우에는 예상은도 대신 해당일의 실적은도를 사용한데다 신경망 특유의 연상기능에 힘입어 매우 좋은 예측결과를 보여주고 있다. 그림 2은 특수일의 예측결과를 비교한 그래프로 평활화법이나 신경망법 어느쪽도 좋은 결과를 얻을 수 없었다. 그 이유는 특수일의 충분한 과거실적자료를 확보할 수가 없었기 때문인데, 특수일의 경우에는 신경망을 이용한 접근보다는 과거 특수일 수요를 분석한 저감율(평상일 대비 환산계수)을 이용하는 경험적인 기법이나 전문가의 지식기반을 이용한 접근이 보다 안정적인 예측을 할 수 있을 것으로 판단된다.

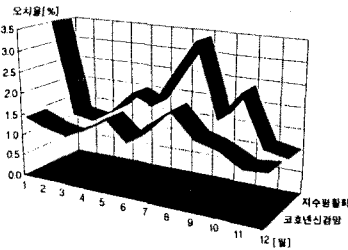


그림 1. 월평균예측오차의 비교(1993년도)

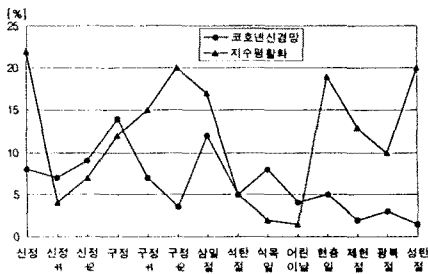


그림 2. 특수일 예측오차의 비교

3. 결 론

본 연구에서는 코호넨 신경망을 이용하여 과거의 수요와 기상실적을 학습시킨 후, 예측일의 정보를 이용하여 다음날의 수요를 예측하는 산법을 개발하였다. 이를 위하여 코호넨 신경망의 학습과 수요패턴의 분류에 적합한 신경망 출력노드의 구조를 도출하였으며, 코호넨 신경망의 연상작용을 이용하여 다음날의 시간별 수요를 예측하였다. 제안한 예측방안을 우리나라 실제통을 대상으로 특수일을 제외한 최근 3년간의 수요를 대상으로 사례검토를 한 결과 평상일의 예측오차가 약 1.3[x]수준, 여름철의 예측오차가 1.9[x]수준으로 우수하며, 종래의 지수평활화법에 비교할 때 특히 기상감응 계절에서 매우 안정적이면서도 정확도가 높은 예측결과를 가져다 주었다.

단중구조의 코호넨 신경망은 다중형 신경망과 달리 그 구조가 단순하고 학습시간이 많이 걸리지 않아 On-line적용이 용이하며 자율학습과 연상작용에 의해 안정적인 예측을 할 수 있다. 반면에 신경망을 이용한 예측방법이 갖는 약점인 예측과정을 명확히 해명할 수 없고, 부적절한 과거 데이터가 큰 예측오차를 유발할 수 있다. 특히 특수일과 같이 충분한 과거데이터를 확보하기 어려운 경우의 예측정확도를 개선하기 위한 연구가 필요하다.

참 고 문 헌

- [1] IEEE Committee Report, "Load Forecasting Bibliography Phase I", IEEE Trans. on Power Apparatus and Systems, vol. PAS-99, pp. 53-58, 1980
- [2] W.R.Christiaanse, "Short Term Load Forecasting Using General Exponential Smoothing", IEEE Trans. on Power Apparatus and Systems, Vol. PAS-90, No. 2, March/April 1972, pp. 900-910
- [3] S.Rahman, R.Bhatnagar, "An Expert System Based Algorithm for Short Term Load Forecast.", IEEE Trans. on Power Systems, vol. 3, no. 2, pp. 392-399, May 1988
- [4] K.Y.Lee, Y.T.Cha, J.H.Park, "Short - Term Load Forecasting Using An Artificial Neural Network.", IEEE Trans. on Power Systems, vol. 7, No. 1, pp. 124-132, Feb. 1992
- [5] K.H.Kim, J.K.Park, K.J Hwang, S.H.Kim, "Implementation of Hybrid Short-Term Load Forecasting System Using Artificial Neural Networks and Fuzzy Expert Systems", IEEE Trans. on power Systems, Vol. 10, No. 3, August 1995
- [6] "Next day peak load forecasting using an artificial neural network", CRIEPEY Report. No. Y92007, 1993