

신경회로망을 이용한 단기전력부하 예측용 시스템 개발

김형수* · 문경준* · 황기현* · 박준호** · 이화석***

*부산대학교 전기공학과 박사과정 **부산대학교 전기공학과 교수 ***거제대학 전기과 전임강사

Development of Electric Load Forecasting System Using Neural Network

H. S. Kim* · K. J. Mun* · G. H. Hwang* · J. H. Park** · H. S. Lee***

*Dept. of Electric Eng., Pusan National University **Dept. of Electric Eng., Kojje College

Abstract - This paper proposes the methods of short-term load forecasting using Kohonen neural networks and back-propagation neural networks. Historical load data is divided into 5 patterns for each seasonal data using Kohonen neural networks and using these results, load forecasting neural network is used for next day hourly load forecasting. Normal days and holidays are forecasted. For load forecasting in summer, max-, and min-temperature data are included in neural networks for a better forecasting accuracy. To show the possibility of the proposed method, it was tested with hourly load data of Korea Electric Power Corporation.(1993-1997)

기 위해서 최대온도, 최소온도를 부하데이터와 함께 부하 예측 신경회로망의 입력으로 사용하여 부하예측의 정확도를 향상시켰다.

제안한 방법을 윈도우 환경의 그래픽 사용자 인터페이스(Graphic User Interface : GUI) 형식으로 구현함으로써 사용자가 시각적으로 쉽게 제안한 방법을 시뮬레이션하여 검토할 수 있도록 하였다. 본 프로그램을 이용하여 제안한 방법의 유용성을 평가하기 위해서 1993~1997년의 관측된 우리나라의 실제부하를 이용하여 성능평가를 해 본 결과, 온도를 고려함으로써 특수일을 제외한 날에 대해서는 평균 퍼센트 오차가 1.80[%], 특수일의 경우는 2.14[%]로 비교적 우수한 결과를 얻을 수 있었다.

1. 서 론

복잡하고 대규모화된 전력 계통의 최적 운용계획을 위해서 연간 최대전력부하 및 시간별 전력부하에 대한 장기 및 단기간의 전력부하예측이 필요하다. 특히 단기부하예측은 발전비용 및 신뢰도와 밀접한 관계를 가지며, 그 결과는 예측일에 가까운 날의 수요패턴과 기상변화 등에 많은 영향을 받으며 전력계통의 제어 및 단기계획, 전력조류계산 등의 입력자료로 사용된다. 단기부하를 예측하기 위한 종래의 방법으로는 시계열방법, 지수평활화법, 상태공간모델 등이 있다. 그러나 이러한 방법들은 날씨와 같이 부하특성에 영향을 미치는 여러 변수를 반영하기 힘들거나, 모델링이 너무 복잡한 단점이 있다. 이러한 문제를 해결하기 위하여 전문가의 지식과 경험을 바탕으로 과거 부하 데이터, 온도, 풍속, 요일별 유형, 하루의 시간대, 계절 등의 데이터를 이용한 전문가 시스템도 많이 연구되고 있지만 지식기반을 적절히 구축하기 어려운 문제가 있다. 이러한문제 즉, 유연한 입력선택, 모델링의 복잡성, 지식기반구축 등과 같은 문제를 적절히 해결할 수 있는 방법으로서 신경회로망^[1-3]을 이용한 방법들이 연구되고 있다.

본 논문에서는 신경회로망을 이용하여 특수일을 포함한 단기부하예측의 효율적인 방법을 제시하였다. 먼저 코호넨 신경회로망을 이용하여 각 계절별 부하를 평일, 월요일, 토요일, 일요일, 특수일 등의 유형별로 분류한 후, 분류된 데이터를 이용하여 역전파 학습법으로 학습시킴으로써 다음날의 시간별 부하를 예측하였다. 특수일의 경우는 특수일이 가지는 수요패턴을 분석하여 특수일별 최대부하 및 최소부하 특성을 고려할 수 있도록 학습데이터를 구성하였다. 또한 여름철 부하예측시 날씨영향을 고려하

2. 신경회로망에 의한 부하예측 방법

2.1 코호넨 신경회로망에 의한 부하유형 분류

코호넨 신경회로망은 입력층과 출력층만을 가지는 단층구조로 되어 있으며 자기조직화에 의해 주어진 데이터를 유사한 유형끼리 분류하는 클러스터링 기능을 가지고 있다. 본 논문에서는 코호넨 신경회로망을 이용하여 각 계절별 하루 부하를 평일, 월요일, 토요일, 일요일, 특수일의 유형으로 분류하였다.

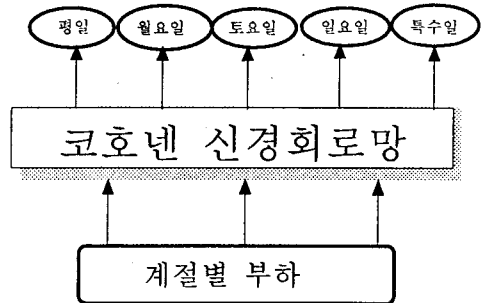


그림 1 코호넨 신경회로망을 이용한 부하 유형분류

1주일간의 부하유형을 볼 때, 월요일의 부하는 전날인 일요일의 영향으로 오전시간의 부하가 평일보다 낮게 나타나고, 토요일의 부하는 오전시간대는 평일과 비슷하지만 오후시간대는 평일 부하보다 낮게 나타난다. 일요일의 부하는 다른 요일의 부하보다 훨씬 낮게 나타나고, 국경

공휴일이나 설날, 추석 등과 같은 특수일의 경우 다른 요일유형의 부하값보다 작으면서 일요일과는 또다른 부하패턴을 나타낸다. 또한 이러한 특수일을 전후로 한 날의 부하유형도 달라짐으로 분류하기에는 불명확하다. 따라서 본 논문에서는 실제부하를 자동으로 여러 유형으로 분류하는 코호넨 신경회로망을 사용하였다. 그림 1은 계절별 부하 유형분류를 위한 코호넨 신경회로망의 구성도를 나타낸다.

2.2 역전파 학습법에 의한 평일 부하예측

특수일을 제외한 평일의 부하예측을 위해 부하의 유형이 여름철에 비해 비슷한 봄, 가을, 겨울철인 경우와 온도의 영향을 많이 받는 여름철인 경우로 나누어 예측방법을 달리하였다. 분류된 유형별 부하데이터를 이용하여 다음날 24시간 부하를 예측하기 위해 역전파 학습법을 사용하였다. 학습에 사용된 신경회로망의 입력 및 출력데이터의 구성은 평일, 토요일, 일요일의 부하예측7시에는 표 1과 같이 구성하였다. 또한, 월요일 부하를 예측할 경우 입력데이터가 변동이 많은 토요일, 일요일 데이터이기 때문에 평일인 금요일을 하루 더 추가하였다.

여름철의 부하예측에서는 7, 8월의 부하데이터와 함께 온도데이터를 사용하였다. 이 때 온도데이터 외에 습도, 불쾌지수, 강우량 등 여러 날씨 요소를 이용할 수 있을 것으로 생각되나 부하에 가장 많은 영향을 줄 것으로 생각되는 온도데이터를 우선 적용하였다. 사용한 온도데이터는 전력 수요가 큰 5대 도시(서울, 부산, 대전, 대구, 광주)에 대한 그 지역의 기상대에서 측정된 값을 사용하였다. 온도를 포함한 경우 학습에 사용된 입력 및 출력데이터의 구성은 평일, 토요일, 일요일의 부하예측시 표 2과 같다.

표 1 신경회로망의 입·출력(평일, 토요일, 일요일)

입력노드	학습데이터
1-24	{ L(d-2, h) h = 1, ..., 24 }
25-48	{ L(d-1, h) h = 1, ..., 24 }
출력노드	학습데이터
1-24	{ L(d, h) h = 1, ..., 24 }

표 2 온도를 포함한 경우 신경회로망의 입·출력(평일, 토요일, 일요일)

입력노드	학습데이터
1-24	{ L(d-2, h) h = 1, ..., 24 }
25-48	{ L(d-1, h) h = 1, ..., 24 }
49-63	{ T _{MAX} (d-k), k=0, 1, 2, 5개 도시 }
64-78	{ T _{MIN} (d-k), k=0, 1, 2, 5개 도시 }
출력노드	학습데이터
1-24	{ L(d, h) h = 1, ..., 24 }

3. 특수일의 부하예측을 위한 신경회로망

신경회로망을 이용하여 특수일 부하를 예측할 경우 학습패턴이 부족하여 일반적으로 예측정확도가 크게 낮아진

다. 본 논문에서는 학습 패턴의 부족을 해소하고 요일에 따라 특수일의 부하패턴이 다른 것을 고려할 수 있는 신경회로망을 구성하였다. 또한 특수일을 크게 양력과 음력 특수일로 나눌 수 있는데, 음력의 경우 날짜가 계속 변하기 때문에 독립된 신경회로망을 구성해야 한다. 그러나 1일 특수일인 석탄일의 경우 양력특수일과 비슷한 유형을 보이기 때문에 본 논문에서는 특수일을 1일 특수일과 2일 이상 특수일로 분류하여 예측하였다. 특수일의 경우 해당 특수일 직전의 평일 4일간의 평균을 정규화한 값이 각각의 특수일마다 다르고 매년 유사하게 나타나며, 과거 동일한 요일 유형을 갖는 해당 특수일의 부하값 또한 정규화할 경우 매우 유사하게 나타남을 알 수 있다. 또한 특수일 이전의 일요일 부하의 최대, 최소값은 특수일의 최대, 최소값에 큰 영향을 미치는 것을 알 수 있다. 따라서 이러한 요인들을 적절히 고려할 수 있는 입력 데이터 구성을 제안하였다. 본 논문에서 사용한 특수일 예측을 위한 신경회로망의 입력 및 출력 데이터의 구성은 표 3과 같다.

표 3 특수일의 부하예측시 신경회로망의 입·출력

입력노드	학습데이터
1-24	{ L(i1, h) h = 1, ..., 24 }
25-48	{ L(i2, h) h = 1, ..., 24 }
49-72	{ L(i3, h) h = 1, ..., 24 }
출력노드	학습데이터
1-24	{ L(d, h) h = 1, ..., 24 }

1일 특수일인 경우 입력 데이터(i1,i2,i3)는 각각 특수일 이전의 평일 4일간에 대한 24시간 시간별 평균부하와 특수일이 위치한 요일과 동일한 요일에 대한 2주간의 시간별 평균부하, 그리고 특수일 이전의 일요일 부하를 입력으로 하였다. 또한 여름철의 특수일인 경우 평일부하 예측 신경회로망과 마찬가지로 온도를 포함하여 입력을 구성함으로써 예측의 정확도를 높였다. 2일 이상 특수일(설날, 추석, 신정)인 경우에는 특수일의 요일에 구분없이 항상 일정한 부하패턴을 보이기 때문에 별도의 신경회로망을 구성하여 예측하였다. 이때 입력 데이터(i1,i3)는 1일 특수일과 동일하나 i2의 경우 예측하려는 날의 전날 24시간 부하값을 입력함으로써 요일에 상관없이 특수일이 위치한 날짜에 의한 구분이 가능하도록 하였다.

4. 사례 연구

본 논문에서는 1994-95년의 계절별 부하데이터를 코호넨 신경회로망을 이용하여 5가지 유형(평일, 월요일, 토요일, 일요일, 특수일)으로 분류한 후 각각을 역전파 학습 방법에 의해 학습하였다. 95년도의 계절별, 요일별 부하예측 결과를 그림 2에 나타내었다. 그림에서 보는 바와 같이 여름철을 제외하고는 비교적 양호한 결과를 보였다. 여름철의 경우 온도를 포함함으로써 평균오차를 2.02[%]에서 1.80[%]로 개선할 수 있었다.

1997년도의 특수일에 대한 예측 결과를 그림 3에 나타내었다. 여름철 특수일의 경우 온도를 고려함으로써 다소 오차가 줄어들었으며, 2일 이상 특수일인 신정과 여름철 특수일, 성탄절의 경우 오차가 다소 증가했지만 대부분 2[%] 이내의 오차를 가짐을 알 수 있었다.

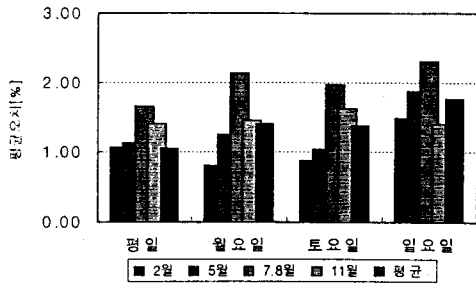


그림 2 계절 및 유형별 평균오차 비교

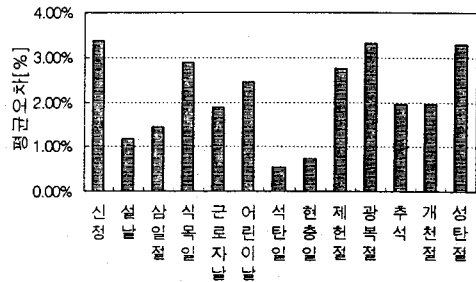


그림 3 특수일별 평균 오차 비교

본 논문에서 제안한 방법을 토대로 하여 C++ 프로그램을 이용하여 윈도우상에서의 전력부하예측용 프로그램을 구성하였다. 윈도우용 프로그램을 이용함으로써 시각적 구현 및 시스템내의 다른 요소들과 상호작용을 간단히 함으로써 보다 편리한 사용이 가능하도록 하였다. 그림 4는 전체프로그램 중 부하수요예측창을 나타낸 것이다. 그림에서 나타난 것처럼 부하수요 및 예측수요를 시각적으로 볼 수 있으며 온도에 대한 고려도 가능하도록 하였다.

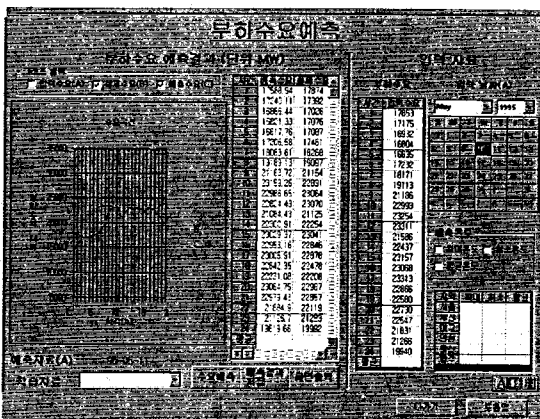


그림 4 부하수요예측창

5. 결 론

본 논문에서는 단기 부하예측시 예측의 정확도를 높이기 위한 신경회로망 모델을 제안하였다. 코호넨 신경회로망을 사용하여 부하 데이터를 평일, 월요일, 토요일, 일요일, 특수일로 분류하여 유형별로 예측하는 방법을 제안하였다. 또한 특수일의 경우 예측의 정확도를 높이기 위해 요일별 정보를 추가하는 방법을 제안하였다. 그리고 여름철 부하예측의 정확도를 높이기 위해 최대, 최소온도를 추가로 입력하였다.

제안한 방법의 효용성을 보이기 위해 한국전력의 실제 부하 데이터를 이용하여 다음날의 유형별 전력부하를 예측하였다. 특수일을 제외한 유형에서의 오차는 1.32~1.76[%]로 나타났고, 특수일의 경우 양력 및 음력 특수일을 포함하여 2.14[%]로 비교적 우수한 결과를 나타내었다. 이러한 결과를 시각적으로 쉽게 검토할 수 있도록 그래픽 환경에서 프로그래밍을 하여 사용자가 편리하게 사용할 수 있도록 하였다. 향후 과제로는 여름철 특수일의 경우 적절한 온도 고려방법을 검토하고 다년간에 걸쳐 시뮬레이션을 함으로써 부하에 영향을 미치는 요인에 대한 연구가 더 필요할 것이다.

참 고 문 헌

- [1] T. Bauman, A. J. Germond, "Applications of the Kohonen Network to Short-Term Load Forecasting", ANNPS, pp. 407-412, 1993.
- [2] 조승우, 황갑주, 김성학, "코호넨 신경망을 이용한 단기 전력수요 예측", 대한전기학회논문지, Vol. 46, No. 3, Mar., 1997
- [3] 김광호, 윤형선, "특수일 전력수요예측을 위한 신경회로망 시스템의 개발", 대한전기학회 하계학술대회 논문집, pp. 850-853, 1998.