

신경회로망을 이용한 특수일 부하예측

An Special-Day Load Forecasting Using Neural Networks

고 희 석*, 김 주 찬*

Hee-Seog, Koh, Ju-Chan, Kim

요 약

부하예측의 경우 가장 중요한 문제는 특수일의 부하를 예측하는 것이고, 따라서 본 논문은 과거 특수일 부하 데이터를 이용하여 신경회로망 모델에 의해서 특수일 피크부하를 예측하는 방법을 제시한다. 특수일 부하는 예측되었고, 예측 오차율은 광복절을 제외하고는 1~2% 정도의 비교적 우수한 예측결과를 도출 하였다. 따라서 사용한 예측 모델은 특수일의 부하에 만족스러운 정밀한 예측이 가능하고, 신경회로망은 특수일 부하 예측의 결과를 검증하기 위해 4차 직교다항식모형과 특수일 부하의 예측에 효과적인 패턴 변환비를 이용한 신경회로망 모형을 구성했다. 한편, 시간별 특수일의 부하예측에도 신경회로망을 적용한 특수일 부하예측의 경우와 같은 양호한 예측결과를 보였다.

Abstract

In case of load forecasting the most important problem is to deal with the load of special days. According this paper presents forecasting method for special days peak load by neural networks model. by means of neural networks method using the historical past special-days load data, special-days load was directly forecasted, and forecasting % error showed good result as 1~2% except vacation season in summer. Consequently, it is capable of directly special days load, With the models, precision of forecasting was brought satisfactory result. When neural networks was compared with the orthogonal polynomials models at a view of the results of special-days load forecasting, neural networks model which used pattern conversion ratio was more effective on forecasting for special-days load. On the other hand, in case of short special-days load forecasting, both were valid.

Key words : neural networks model, orthogonal polynomials model

제 1 장 서 론

전력시스템을 효과적으로 계획하고 운영하기 위해서는 미래 전력수요를 정확하게 예측하는 일이 매우 중요하다. 이러한 부하예측의 중요성 때문에 매우 다양한 예측기법들이 개발되어 왔다. 그러나 일반 주간부하와 매우 상이한 부하패턴을 보이고 있는 특수일의 경우 예측오차가 높게 나타나고 있다.

본 연구에서는 시간별 특수일의 부하예측을 위하여 신경회로망 모형을 이용한 새로운 예측기법을 제시하였다. 먼저 우리나라의 전력수요가 매년 10~15% 정도 증가하고 있는 점에 착안하여 성장선에 의한 4차 직교 다항식 모형이 소개되었다.¹⁻⁴⁾ 제안된 기법은 1985년부터 1995년까지의 실제 특수일 데이터를 이용하여 시뮬레이션 한 결과 예측 오차율이 약 3%대로 나타난 광복절을 제외하고는 1~2% 정도의 비교적 우수한 예측결과를 도출하였다. 광복절의 경우 여름철 부하의 불규칙성으로 인하여 예측오차가 높게 나타났으며, 이것에 대한 새로운 예측기법이 필요할 것으로 보인다.

본 연구에서는 특수일의 시간별 부하를 예측하고 그

*경남대학교 전기전자공학부

접수 일자 : 2003. 9. 18 수정 완료 : 2004. 1. 08

논문 번호 : 2003-4-10

※이 논문은 2003학년도 경남대학교 학술논문 연구제비 지원으로 이루어졌음

예측의 타당성을 검증하기 위하여 4차의 직교다항식모형과 신경회로망 모형을 구성한다. 우리나라 전력수요는 90년대 들어와서 매년 10~15[%] 정도의 성장을 보이고 있고, 특수일 또한 매년 비슷한 경향의 성장률을 보이고 있어 성장 경향에 의존하는 직교 다항식 모형이 시간별 특수일 부하 예측에 적합할 것으로 생각된다. 신경회로망 예측 모형은 특수일 전주와 전전주의 동일한 요일의 시간별 부하를 입력자료로 활용함으로써 시간별 특수일 부하의 특성을 충분히 설명할 수 있을 것으로 생각되어 예측 모형으로 구성한다. 하지만 부하를 예측하기 위해서는 매시간 발생할 수 있는 사건 및 변동 요인들에 대한 자료 처리 등이 까다로울 뿐 아니라 과거 자료의 상태에 크게 좌우되므로 자료의 처리에 세심한 주의와 보정이 뒤따라야 한다.⁵⁻⁸⁾ 두 형태의 예측 모형으로 시간별 특수일 부하를 예측하고 그 예측 정도 및 자료의 보정기법 등을 비교 검토하여 본 연구에서 제시한 예측 기법의 우수성과 타당성을 검증하고자 한다.

제 II 장 전력수요예측

2-1 전력수요예측 기법

전력수요예측은 예측목적에 따라 대개 장기, 단기 및 순시부하 등으로 분류된다. 장기 전력수요예측은 전기에너지의 개발, 발전 및 송배전 등 미래 전기설비의 증설계획을 결정하는 자료로 사용되며, 순시부하예측은 전력의 주파수 제어 자료로 사용되고 있다. 단기 전력수요예측은 1시간에서 주간, 월간 등의 전력수요를 예측하는 것으로 전력계통의 부하 예측은 발전소간의 경제적 전력분담 특히 화력기에서 수 시간 앞선 전력수요예측은 여러 발전소의 효율적인 기동, 정지에 필요한 자료이며 모선 전력수요예측은 모선부하의 경제적 배분, 계통운용의 감시, 위험한 운전요소의 발견 및 계통의 돌발사고분석 등 계통안정도 문제에 관련된 참고자료로 이용되고, on-line 전압제어에서는 전압-무효 전력제어를 결정하는 자료로도 이용되고 있다. 그러므로 정도가 높은 단기 부하예측은 전력계통의 경제적 운용과 전력배분 및 발전설비의 유지보수계획을 결정하는 자료로서 중요한 역할을 하고 있다.

현재까지 보고되고 있는 예측기법을 크게 나누어 보면 시계열 분석법, 회귀분석법, 전문가 시스템 및 신경회로망 등으로 구분할 수 있는데 어느 방법이든 완전하게 만족할 만한 예측기법은 아직 개발되어 있지 않았으며, 어느 기법이든 사용하고자 하는 상황에 따라 장·단점을 동시에 가지고 있어 주어지는 상황에 적합한 모델의 선택과 적용이 수반되어야 할 것이다.

2-2 전력수요의 특성

전력 데이터는 1985년부터 1995년까지 요구된다. 전력수요는 경제성장이나 기상조건 등에 좌우되나, 우리나라의

경우 전력수요는 경제성장률에 거의 비례하여 증가하므로 대표적으로 전력수요의 특성을 분석하기 위해 그림 2-1에 1992년부터 1996년까지 5년간 피크부하의 변동 경향을 나타낸 것인데, 그림을 보면 년간의 최대 전력수요의 변동 형태가 유사하고, 요일에 의한 주 주기변동을 하고 있을 뿐 아니라 매년 전력수요의 성장 경향을 볼 수 있다. 특히 주 주기성 때문에 시간대별로 보정계수가 필요하게 되며, 전력수요가 매년 10~15[%]로 성장하고 있음을 알 수 있다.

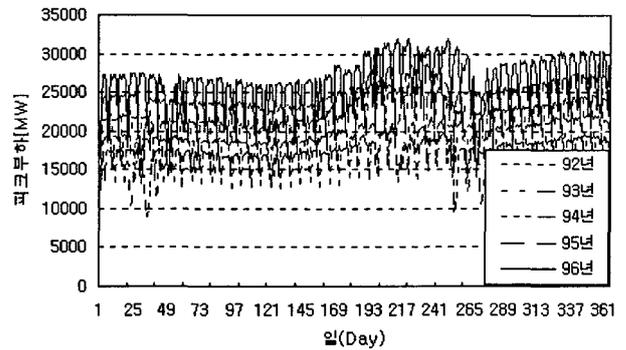


그림 2-1 '92 ~ '96' 최대전력수요의 특성

Fig 2-1 '92 ~ '96 Characteristics of Peak Power Demand

2-3 특수일 부하 예측 모형

전력수요 예측시 가장 큰 난점 중의 하나는 특수일 부하에 대한 처리기법인데, 본 연구에서는 시간별 특수일 부하를 예측하고자 두 가지 예측 모형을 구성한다.

첫 번째 예측 모형은 4차의 직교 다항식 모형으로 우리나라의 전력 수요는 매년 성장 경향을 보이고 있기 때문에 구성한 예측 모형이다. 이 모형은 과거 부하의 변동에 크게 좌우되므로 입력자료의 요일 특성에 대한 정도 높은 보정이 이루어진다면 양호한 예측이 가능할 것으로 생각되며, 두 번째 예측 모형은 BP학습을 기초로 한 3층 구조의 신경회로망 모형으로서 전력수요의 변동 특성은 예측일에 가까울수록 유사한 패턴을 보이기 때문에 구성된 예측모형이다. 하지만 이 모형은 예측일(특수일) 가까운 평일 부하의 패턴을 학습하므로 특수일 부하 예측시는 반드시 특수일 보정계수가 필요하기 때문에 전문가적인 처리가 요구된다.

2-3-1 신경회로망 예측 모형 : 학습계수 및 모멘트 값

구성한 신경회로망 모형은 역전파(BP) 학습알고리즘을 기초로 한 3층 구조의 퍼셉트론으로 하고 학습율과 모멘트 값을 0에서 1까지 임의로 증가시키면서 임의의 대표 주간을 선정해 결과를 검토해 보았다. 논문에서 학습율과 모멘트값은 어느 정도 반비례 특성을 보이고 있는 것으

로 보고되고 있고, 임의의 대표 기간에 대해 예측을 수행한 결과를 비교해 본 결과 학습계수는 0.7에서, 모멘트 값은 0.5에서 가장 빠른 수렴을 보이는 것으로 분석되어 이 값들을 신경회로망 부하예측 모형에 사용한다.

2-3-2 은닉층의 선정

특수일이 속해 있는 월(3월, 4월, 5월, 6월, 7월, 8월 10월, 12월)의 임의의 한 패턴에 대하여 중간층인 은닉층의 개수에 따른 출력치를 비교하여 최적의 은닉층 수를 시행착오적으로 결정한다. 3층 신경회로망이 비선형 함수를 나타내는데 적합하다고 보고되고 있기 때문에 30개의 뉴런을 가지는 한층의 은닉층으로 다층 신경회로망 모형을 구성한다. 또한 BP 학습법의 단점인 지역 최소치 문제를 해결하고자 뉴런의 수를 5개부터 100개까지 증가시키면서 검토해 본 결과 본 논문에서는 은닉층의 유닛 수를 30개로 선정시 양호한 특성을 보였다. 일반적으로 은닉층의 유닛 수가 많으면 더 잘 수렴할 것으로 생각되지만, 은닉층의 유닛 수가 많다고 꼭 양호한 결과를 내는 것은 아니고, 은닉층의 유닛수가 많으면 수렴속도가 느려지는 것이 일반적이다. 오차를 최소화하는 연결강도 벡터는 유일한 것이 아니며 비록 작더라도 예측에서는 서로 다른 예측결과를 나타낸다. 따라서 은닉층의 수를 30개로 하였고, 오차의 제곱 합의 한계 범위를 10^{-5} 까지로 하였다. 그리고, 평균 오차율을 구하는 식을 식 (2.1)에 나타낸다.

$$\epsilon = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \frac{|Y - \hat{Y}|}{\hat{Y}} \times 100 \quad (2.1)$$

제 III 장 시간별 특수일 부하 예측 및 결과 분석

3-1 신경회로망 모형을 이용한 시간별 특수일 부하예측 - 특수일 보정비

특수일이란 공휴일을 총칭하는 것으로서 신경회로망 모형을 이용하여 시간별 특수일 부하를 예측하기 위한 다종다양한 기법들이 보고되고 있지만 특수일에 대한 처리문제가 가장 큰 난점으로 작용하고 있다. 특수일의 발생 요일은 매년 다를 뿐 아니라 주말인 경우에는 요일 특성을 가지고 있으므로 이러한 특성을 보정하기 위한 기법이 필요하게 된다.

신경회로망은 가까운 일에 대한 학습은 양호한 예측정도를 보인다는 것에 착안하여 특수일 보정비를 이용하여 시간별 특수일 부하를 예측하는 것이다. 평일의 시간별 부하를 입력 패턴으로 하고 이 모형을 이용하여 시간별 특수일 부하를 예측하기 위해서는 입력자료 중에 특수일 부하가 포함 될 경우는 그 입력 자료들을 평일 특성에 맞도록 보정한 보정치를 입력자료로 하고, 특수일

보정비를 이용하여 예측한다. 즉, 시간별 특수일 부하 예측시에는 일반 패턴으로 예측한 특수일 부하 예측치에 과거 동일한 특수일의 시간별 부하 자료로부터 추정된 특수일 보정비를 곱해 줌으로서 시간별 특수일 부하를 예측하는 것이다.

식 (3.1)과 식 (3.2)은 과거 특수일 부하 자료로부터 특수일 보정비를 추정할 때 이용하는 식이다.

$$P'_k = \frac{(P_k - 1) + (P_k - 2)}{2} \quad (3.1)$$

$$P'_k = \frac{(P_k - 7) + (P_k - 14)}{2} \quad (3.2)$$

P_k : 시간별 보정된 부하)

식 (3.1)은 특수일이 평일인 경우에 사용되는 보정식이고, 식 (3.2)은 특수일이 주말인 경우에 사용하는 보정식이다. 또한 P'_k 의 전날이나 전전날이 주말인 경우 이용하는 보정식을 식(3.3)에 나타냈는데, 이 식은 특수일로 인해 발생하는 연휴 특성을 보정하고자 하는 것이다.

$$P'_k = \frac{(P_k - 1) + (P_k + 4)}{2}$$

$$P'_k = \frac{(P_k - 3) + (P_k + 1)}{2} \quad (3.3)$$

이상의 방법으로 신경회로망 모형을 이용하여 시간별 특수일 부하를 예측할 경우 평일패턴을 입력으로하여 예측하기 때문에 정도 높은 특수일 보정비의 추정이 반드시 수반되어야 할 것으로 판단된다.

과거 특수일 부하와 패턴 변환시킨 부하 실적치와의 비를 이용하여 특수일 보정비(SC)를 추정한다. 이 관계식을(3.4)에 나타낸다.

$$SC = \frac{P_k}{P'_k} \quad (3.4)$$

P_k : 시간별 특수일 부하

P'_k : 시간별 보정된 부하

특수일 보정비를 추정하기 위해서 1990년부터 1995년까지의 시간별 부하 자료를 이용한다.

3-2 신경회로망 예측 모형

신경회로망은 예측일 가까운 일의 패턴을 입력으로 하면 양호한 예측 정도를 얻을 수 있다는 것에 착안하여 평일 패턴으로부터 시간별 특수일 부하를 예측하는 모형이다.

특수일의 전주나 전전주의 동일한 요일의 평일 패턴을 입력으로 하고, 특수일 보정비를 이용하여 시간별 특수일

부하를 예측하는 것이다.

식(3.5)에 특수일 [i]일의 시간별 부하를 예측하기 위해 과거의 같은 요일의 패턴을 입력 및 교사신호로 하여 학습하는 모형을 나타낸다.

$$P(i) = F [W_i, P(i-t)] \quad (3.5)$$

여기서, $P(i) = \{p(i, t): t=1,2,3,\dots,24\}$
 : 일 시간별 실적 부하

$$P(i-t) = [p(i-25), p(i-25), \dots, p(i-48)]^T$$

W_i : 연결강도 벡터
 $F[]$: 비선형 함수

따라서, 특수일 [i]일에 대한 시간별 예측치는 식 (3.6)로 예측한다.

$$\hat{P}(i) = F [\hat{W}_i, P(i-t)] \quad (3.6)$$

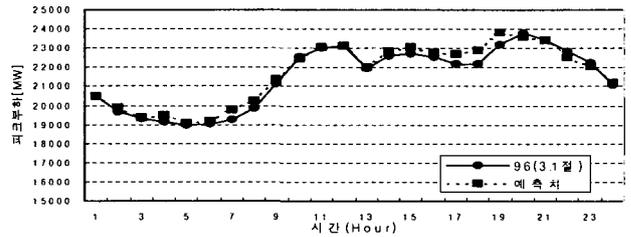
여기서, $\hat{P}(i)$: 시간별 예측치
 \hat{W}_i : 학습된 연결강도

3-3 시간별 특수일 부하 예측

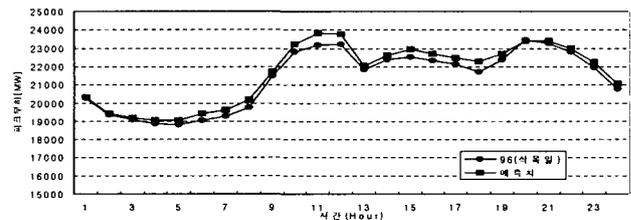
신경회로망 예측 모형을 이용하여 시간별 특수일 부하를 예측한 결과를 그림 3-1에 나타내었고, 그림 3-2에 4차직교다항식 모형을 이용하여 시간별 특수일 부하를 예측한 결과를 나타내었다. 1시부터 24시까지의 예측 결과를 나타낸다. 시간별 특수일 부하의 예측 결과를 보면 예측 오차율이 1% 대 이하로 높은 예측 정도를 얻어 본 연구에서 구성한 신경회로망 모형의 적합성을 확인할 수 있었다. 이는 예측일에 가까운 자료를 토대로 패턴인식을 시킴으로서 예측의 적응성이 우수했다고 판단되지만, 이 모형을 이용할 경우 과거의 전력 자료로부터 정도 높은 특수일 보정비의 추정이 수반되어야 한다는 것이 과제로 작용한다. 특수일 보정계수의 시간대별 보정은 1시부터 6까지는 보정이 필요없는데, 이는 특수일의 새벽시간대(1시~6시)부하는 전일의 평일 부하특성에 기인하기 때문인 것으로 판단되며, 반면에 특수일 다음날의 새벽 시간대의 부하는 전날의 특수일 부하 특성에 기인하는 모습을 보인다. 따라서 특수일 다음날의 시간대별 부하를 예측할 경우는 특수일 부하 특성에 맞도록 예측해야 할 것으로 생각된다.

그림 3-1에 신경회로망 모형을 이용한 시간별 특수일 부하의 예측 결과를 그래프로 나타낸 것인데, 그림에서 보면 어린이날을 제외한 모든 특수일의 시간별 부하의 변동 형태가 유사함을 알 수 있다. 어린이날의 시간별 부

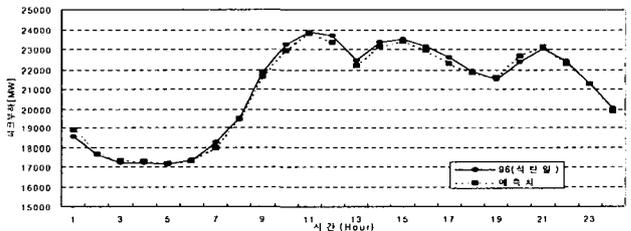
하특성이 다른 특수일 부하의 움직임과 다른 이유는 어린이날이 일요일이기 때문이지만 요일 보정비를 이용한 신경회로망 모형은 잘 추정해 나감을 알 수 있다. 이로서 본 연구에서 구성한 신경회로망 모형은 특수일이 요일에 상관없이 양호한 예측이 가능하다는 것을 알 수 있었지만, 광복절의 예측은 다소 떨어지는 경향을 보였다. 이는 하계에는 다양한 변동 요인을 가지고 있기 때문인 것으로 사료되어 광복절의 예측시에는 보다 양호한 예측 정도를 얻기 위한 새로운 기법의 개발이 필요할 것으로 판단된다.



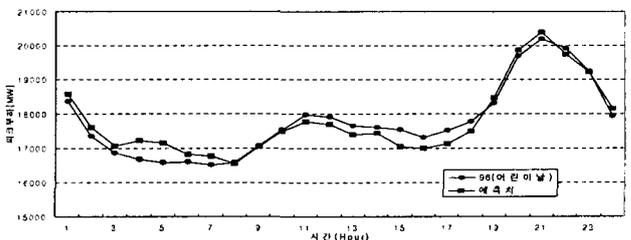
(a) 3.1절



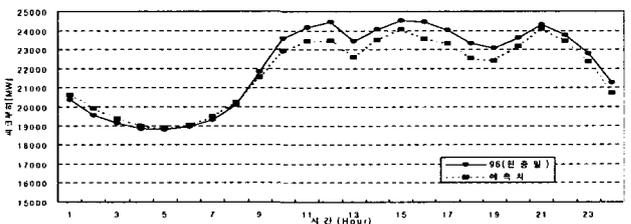
(b) 식목일(4월5일)



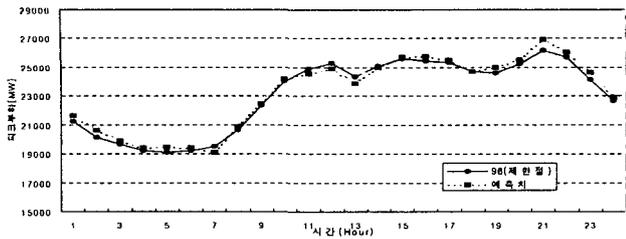
(c) 석탄일(5월25일)



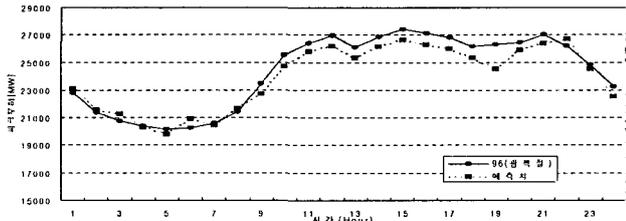
(d) 어린이날(5월5일)



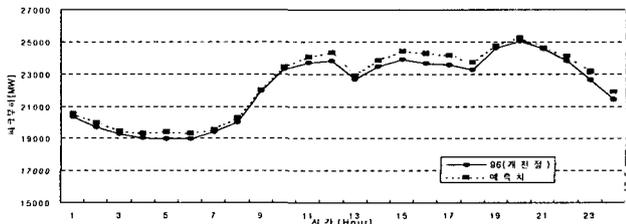
(e) 현충일(6월6일)



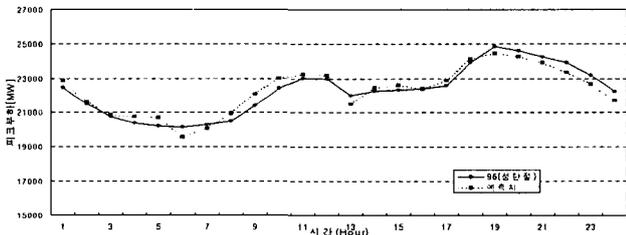
(f) 제현절(7월17일)



(g) 광복절(8월15일)



(h) 개천절(10월3일)



(i) 성탄절(12월25일)

그림 3-1 신경회로망 모형의 예측 그래프

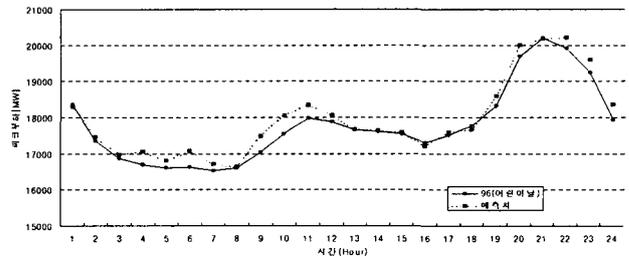
Fig 3-1 Forecasting Graph of the Neural Network Model

그림 3-2의 4차의 직교 다항식 예측모형의 ($y_t = A + BP_1 + CP_2 + DP_3 + EP_4$) 단 이 식에서 A, B, C, D, E 는 정수이고, P_1t, P_2t, P_3t, P_4t 는 각각 t 의 1차 2차 3차 4차의 보통의 다항식을 나타내는 것으로 하고 그 최고차의 계수를 1로 하기로 한다) 시간별 특수일 부하의 실측치와 예측치를 그래프로 나타내는 대표적인 것인데, 예측치에 실측치가 잘 추종해 가고 있음을 볼 수 있다. 하지만 1996년도의 어린이날은 일요일이므로 주말 보정비가 별도로 필요하게 되어 어린이날의 전주와 전전주 일요일 부하 자료로부터 요일 보정비를 추정하여 어린이날(특수일)의 부하를 예측해야 하므로 표 3-1에 일요일 보정비(일요일)를 나타낸다.

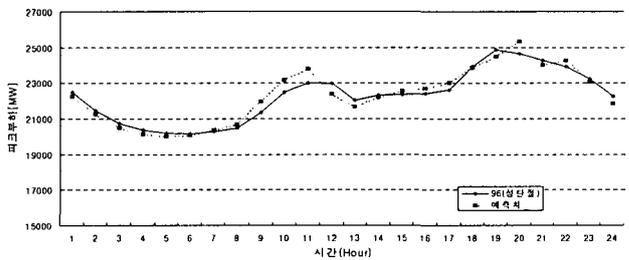
표 3-1 일요일 보정비(어린이날)

Table 3-1 Sunday Revision Ratio(A Child-day)

시간대	1~4	5~8	9~16	17~21	22~24
특수일					
어린이날 (5월5일)	0.97	0.95	0.935	0.955	0.97



(a) 어린이날



(b) 성탄절

그림 3-2. 직교 다항식 모형의 예측 그래프

Fig. 3-2. Forecasting Graph of Orthogonal Polynomial Model

3-4 예측 결과 분석

시간별 특수일 부하를 예측하기 위해 4차의 직교다항식 모형을 구성하고 시간별 특수일 부하를 예측 한 결과를 보면 광복절을 제외한 다른 특수일 부하의 예측 정도가 대부분 2%대 이하로 양호한 결과를 보였지만, 광복절은 여름철의 중심에 있는 시기이고 불규칙 변동 요인들이 많이 발생하는 시기이므로 다소 큰 예측 오차율을 보인 것으로 판단된다. 또한 그림 3-3에 직교 다항식 모형의 일 평균 예측 오차율의 특수일 부하의 일 평균 오차율을 보면 광복절 만 3% 정도로 다소 높게 나타났지만 다른 특수일의 일 평균 예측 오차율은 1% 대로 양호한 예측 정도를 보이고 있어 구성된 예측 모형의 적합성을 알 수가 있다.

또한 특수일의 전주와 전전주의 동일한 요일 패턴을 입력패턴으로 예측하고, 특수일 보정비를 이용하여 시간별 특수일 부하를 예측하는 신경회로망 모형의 예측 결과를 보면 시간별 예측 오차율이 1%대 이하로 양호한 예측 정도를 얻었다. 또한 각 특수일별 일 평균 오차율을 그림 3-4에 나타냈는데, 이 그림에서 보면 광복절을 제외한 특수일의 일평균 오차율 또한 1%대 이하로 양호한 예측 결과를 보였다. 하지만 광복절의 일 평균 오차율은 2%대의 예측 정도를 보였는데, 이는 8월 첫째 휴가철이

있고 그 자료를 입력 패턴으로 하기 때문인 것으로 분석되지만 4차의 직교 다항식 모형보다 더 양호한 예측 결과를 보여 신경회로망이 더 우수한 예측 모형으로 분석되었다. 특히 신경회로망 모형은 특수일 보정계수 만 정도 높게 추정이 가능하다면 양호한 예측 정도를 얻을 수 있을 뿐 아니라 예측 수행 및 보정이 간편하다는 특징이 있다.

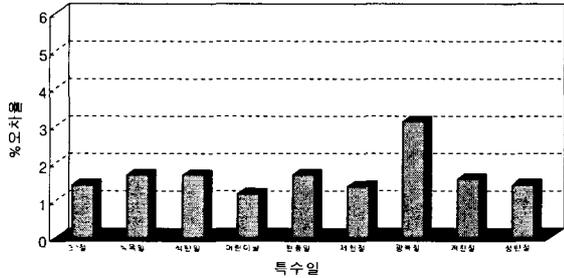


그림 3-3 직교 다항식 모형의 일 평균 예측 오차율
Fig. 3-3 The Average Forecasting % Error of the Orthogonal Polynomial Model

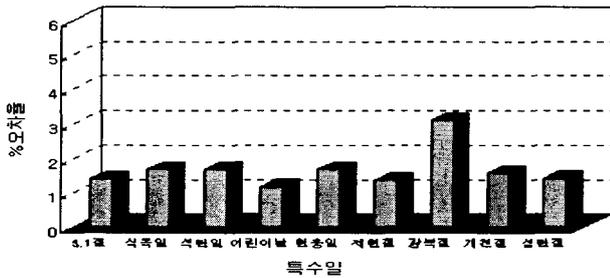


그림 3-4 신경회로망 모형의 일 평균 예측 오차율
Fig 3-4 The Average Forecasting % Error of the Neural Network Model

제 IV 장 결 론

전력수요를 예측하는 기법은 매우 단순한 것부터 대단히 복잡한 기법까지 다종 다양하게 개발되어 있고 지금도 꾸준한 연구가 지속되고 있으나, 현재까지 그 지역 혹은 국가에 꼭 들어맞는 최적의 기법은 보고되고 있지 않다.

본 연구에서 시간별 특수일 부하를 예측하기 위하여 신경회로망 모형을 구성하고 그 예측결과의 타당성을 검증하기 위하여 4차직교다항식으로 예측한 결과와의 비교에서 얻은 결론은 다음과 같다.

- [1] 특수일의 전주나 전전주의 동일한 요일 부하를 입력 패턴으로 하는 신경회로망 모형으로 시간별 특수일 부하를 예측 한 결과 시간별 예측 오차율이 2 %대 이하로 양호한 예측 결과를 얻었으며,
- [2] 신경회로망 모형의 일 평균 오차율 또한 1 %이하로 양호한 예측 결과를 보였으며, 광복절의 일 평균 예측 오차율도 2 %대로 4차의 직교 다항식 모형 보다

더 양호한 예측 결과를 얻었고,

- [3] 4차의 직교 다항식 모형 보다 신경회로망 모형은 특수일 보정비를 정도 높게 추정한다면 양호한 예측 정도를 얻을 수 있을 뿐 아니라 예측의 수행 및 보 정도 비교적 간편하다는 특징이 있어 시간별 특수일 부하를 예측할 경우 신경회로망 예측 모형이 4차의 직교 다항식 예측 모형보다 우수한 것으로 분석되었다.

이것으로 지금까지 전력수요를 예측할 때 가장 문제시되었던 특수일 부하를 정도 높게 예측하는 방법들이 제시되고 적합성이 확인되므로서 전력수요 예측시 가장 큰 문제 중의 하나가 해결될 수 있을 것으로 기대된다.

이후로 본 논문에서 제시한 방법들 외에 다른 우수한 예측기법을 개발 발전시켜 이들을 한 뱅크로 한 전력수요 예측기의 개발이 수반된다면 급변하는 부하특성을 잘 추종해 전력수요의 예측에 새로운 장을 열 수 있을 것으로 생각된다.

참고문헌

- [1] P.C.Gupta, "A stochastic approach to peak power demand forecasting in electrical utility system", IEEE Trans. Power App. system, Vol. PAS-90, 1971, pp. 824~832.
- [2] W. D. Laing, "Time series methods for predicting the CEGB demand", in Comparative Methods for Electrical Load Forecasting, D. W. Bunn and E. D. Farmer, Eds. New York, NY:Wiley, 1985, pp. 69~85.
- [3] M. T. Hangan, S. M. Behr, "The time series approach to short term load forecasting", paper 87.WM 044-1, presented at the IEEE Power Engineering Society Winter Meeting, New Orleans, LA, Feb. 1987.
- [4] 고희석, 이태기, "指數平滑에 의한 長期 最大電力需要 豫測에 관한研究", 照明電氣設備學會論文誌, Vol. 6, 1992, pp. 43~50.
- [5] 고희석, 이태기, 김현덕, 이충식, "온도를 고려한 지수 평활에 의한 단기부하예측", 대한전기학회논문지, Vol. 43, No. 5, 1994, pp. 730~738.
- [6] 고희석, 정형환, 이태기, "지수 평활을 이용한 단기 부하예측", 대한전기학회 하계학술대회 논문집(A), 1993, pp. 29~32.
- [7] 박영문 외1인, "칼만필터와 시계열을 이용한 순환 단기 부하예측", 대한전기학회논문지, Vol. 32, No. 6, 1983, pp. 389~398.
- [8] Robert H. Shumway, "Applied statistical time series analysis", Prentice-Hall, 1988.



고 희 석 (Hee-Seog Koh)

正會員

1966년 부산대학교 전기공학과 졸업

1985년 중앙대학교 대학원 전기공학과 (박사)

1999년 대한전기학회 부회장 역임

2001년 3월~2003년 2월 경남대학교 대외
부총장 역임

현재 한국조명전기설비학회 부회장, 경남대학교

전기전자공학부 교수

관심분야 : 전력계통, 재료, 부하예측 등



김 주 찬 (Ju-Chan Kim)

正會員

2000년 경남대학교 전기공학과 졸업

2002년 경남대학교 대학원 전기공학과(석사)

현재 경남대학교 대학원 전기공학과

박사과정

관심분야 : 전력계통, 재료, 부하예측 등
