

# 평일과 주말의 특성이 결합된 연휴전 평일에 대한 단기 전력수요예측

## Short-Term Load Forecast for Near Consecutive Holidays Having The Mixed Load Profile Characteristics of Weekdays and Weekends

박 정 도\* · 송 경 빈<sup>†</sup> · 임 형 우\*\* · 박 해 수\*\*\*  
(Jeong-Do Park · Kyung-Bin Song · Hyeong-Woo Lim · Hae-Soo Park)

**Abstract** - The accuracy of load forecast is very important from the viewpoint of economical power system operation. In general, the weekdays' load demand pattern has the continuous time series characteristics. Therefore, the conventional methods expose stable performance for weekdays. In case of special days or weekends, the load demand pattern has the discontinuous time series characteristics, so forecasting error is relatively high. Especially, weekdays near the thanksgiving day and lunar new year's day have the mixed load profile characteristics of both weekdays and weekends. Therefore, it is difficult to forecast these days by using the existing algorithms. In this study, a new load forecasting method is proposed in order to enhance the accuracy of the forecast result considering the characteristics of weekdays and weekends. The proposed method was tested with these days during last decades, which shows that the suggested method considerably improves the accuracy of the load forecast results.

**Key Words** : Short-term load forecast, Mixed load profile characteristics, Exponential smoothing, Lunar new year's day, Thanksgiving day

### 1. 서 론

고도의 상업화, 첨단화 및 정보화 사회로의 급진전과 함께 전력수급의 중요성은 한층 더 증가 되고 있을 뿐 아니라 국민소득수준의 향상과 더불어 전력수요의 증가로 매년 전력소비가 크게 증가되어 적정한 예비전력의 확보나 효율적인 발전계획 등의 중요성이 점점 증가되고 있다. 전력계통 설비의 이용 효율을 높게 하기 위해서는 전력수급계획이나 운용에 있어서 전력 공급력과 적정한 예비력의 확보가 대단히 중요하다. 그리고 수급계획의 목적은 전력의 안정 공급을 전제로 한 경제성과 신뢰성을 추구하는 것이라 할 수 있고 전력수급계획 설정 시 이용되는 많은 자료 중 전력수요 예측 자료도 포함되므로 정확한 예측치가 요구된다[1]. 또한 단기 전력수요예측의 오차율을 줄이게 되면 불필요한 전력 생산을 사전에 방지하게 되므로 전력산업의 경제적 측면에서도 전력수요예측은 매우 중요한 문제이다.

평일의 경우 전력수요는 연속적인 시계열 특성이 뚜렷하여 전력수요예측 오차가 크지 않으나 특수일의 경우는 불연속적인 시계열특성을 가지게 되어 전력수요예측 오차율이

높게 나타나게 된다. 특히, 연휴 직전 평일은 오차율이 가장 큰 일자 중 하나이다. 일반적인 전력수요예측에 사용되는 예측방법은 평일의 단기 전력수요예측의 경우 지수평활화법이나 지수평활화법을 응용한 단기 전력수요예측방법의 오차율이 낮아서 많이 사용되고 있다. 주말이나 특수일과 같이 불연속적인 시계열 특성을 나타내는 단기 전력수요예측에서는 지수평활화법의 오차율이 높기 때문에 회귀분석법, 퍼지 선형 회귀분석법, 신경회로망법, 전문가 시스템 등의 방법들이 적용되어 왔다[2-3]. 그러나 연휴 전 평일의 경우 평일의 전력수요특성과 특수일 전력수요특성이 혼재된 형태이므로 수요예측 오차율이 매우 크다. 이 경우에 특수일 예측에 적합한 방법인 회귀분석법, 퍼지 선형회귀분석법 등을 적용하면 오차율이 다소 낮아지지만, 과거의 유사한 패턴이 존재해야 하므로 적합한 데이터 추출에 어려움이 있다. 따라서 연휴 전 평일의 특성을 고려한 단기 전력수요예측 알고리즘이 필요하다. 본 논문에서는 대표적인 연휴인 추석연휴와 설연휴 기간의 직전 평일에 대한 단기 전력수요예측 오차를 감소시킬 수 있는 새로운 방법을 제안한다.

### 2. 본 론

단기 전력수요예측을 1년에 걸쳐 수행하면 오차가 가장 크게 나타나는 일자 중 하나가 연휴 인접일이라는 것을 알 수 있다. 예를 들어 설, 추석은 3일 연휴이며 연휴의 직전 평일, 즉 설 및 추석의 이틀전(d-2)에 대해 평일 특성에 적합한 지수평활화법을 식(1)과 같이 구성하여 수요예측을 수행하면 표 1과 표 2와 같이 상당한 오차가 발생한다.

<sup>†</sup> Corresponding Author : School of Electrical Engineering, Soongsil University, Korea.

E-mail : kbsong@ssu.ac.kr

\* Division of Energy & Electrical Engineering, Uiduk University, Korea.

\*\* Graduate School, Department of Information & Electronics Engineering, Uiduk University, Korea.

\*\*\* Demand Forecasting Center, KPX(Korea Power Exchange), Korea.

Received : July 14, 2012; Accepted : November 28, 2012

$$F_d = 0.4720X_{d-2} + 0.3163X_{d-3} + 0.2117X_{d-4} \quad (1)$$

여기서,  $F_d$ 는 예측치,  $X_{d-i}$ 는 예측일 이전  $i$ 번째 평일의 실측치,  $d$ 는 수요예측 대상일, 지수평활화 계수 및 모델은 [4]를 참고하여 설정하였다.

또한, 전력 수요예측은 대상일 하루 전에 수행되므로 예측일 하루전( $d-1$ )의 실측치 데이터는 존재하지 않기 때문에  $d-2$ 일 부터의 실측치 데이터를 입력 데이터로 사용하였다.

표 1 2008년 설연휴 직전 평일[2008-02-05 (화)]에 대한 지수평활화법의 시간대별 오차

Table 1 Hourly load forecast error of the exponential smoothing method for 2008-02-05 tuesday (a nearest weekday before lunar new year's day on year 2008)

시간	오차(%)	시간	오차(%)	시간	오차(%)	시간	오차(%)
1	0.78%	7	1.74%	13	4.58%	19	17.00%
2	0.75%	8	2.03%	14	6.14%	20	15.64%
3	1.30%	9	2.72%	15	8.41%	21	13.82%
4	1.54%	10	3.57%	16	11.77%	22	12.11%
5	1.53%	11	3.88%	17	15.84%	23	10.10%
6	1.71%	12	4.72%	18	18.37%	24	8.84%

표 2 2009년 추석연휴 직전 평일[2009-10-01 (목)]에 대한 지수평활화법의 시간대별 오차

Table 2 Hourly load forecast error of the exponential smoothing method for 2009-10-01 thursday (a nearest weekday before thanksgiving day on year 2009)

시간	오차(%)	시간	오차(%)	시간	오차(%)	시간	오차(%)
1	0.71%	7	2.72%	13	4.49%	19	14.47%
2	0.81%	8	3.94%	14	7.08%	20	14.05%
3	1.09%	9	4.93%	15	9.06%	21	12.89%
4	1.38%	10	5.30%	16	11.61%	22	11.29%
5	1.48%	11	5.35%	17	14.68%	23	10.32%
6	1.52%	12	5.45%	18	16.14%	24	10.16%

설연휴 직전 평일인 표 1에서 시간대별 오차율을 살펴보면 오전(1~12시)의 오차평균은 2.18%인 반면 오후(13~24시)의 오차평균은 11.88%의 높은 오차율을 나타내고 있다. 추석연휴 직전 평일인 표 2의 시간대별 오차율을 살펴보면 오전(1~12시)의 오차평균은 2.89%인 반면 오후(13~24시)의 오차평균은 11.35%의 높은 오차율을 나타내고 있다. 이유는 연휴기간의 준비로 인해 국민들의 오후 생활패턴이 일반적인 평일과는 다른 양상을 보이는 것으로 추측된다. 따라서 오후에 적합한 수요예측 오차 감소 방안이 필요하다. 또한 오전의 경우에도 시간별 오차의 평균은 2.89%이나 1시부터 12시로 진행될수록 오차가 선형적으로 커지는 것을 알 수

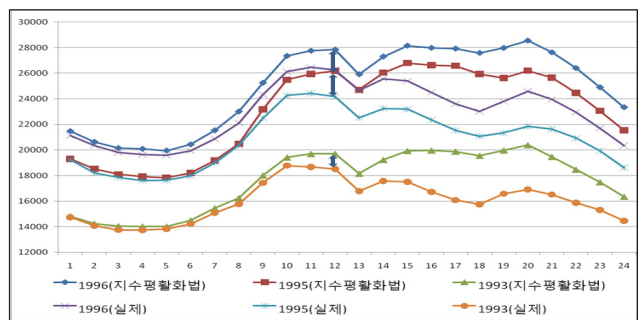
있어서 오전의 경우에도 평일과 주말의 특성이 혼재되어 있음을 알 수 있고, 이에 대한 대책이 필요하다.

## 2.1 설 및 추석연휴 직전 평일의 전력사용패턴에 대한 분석

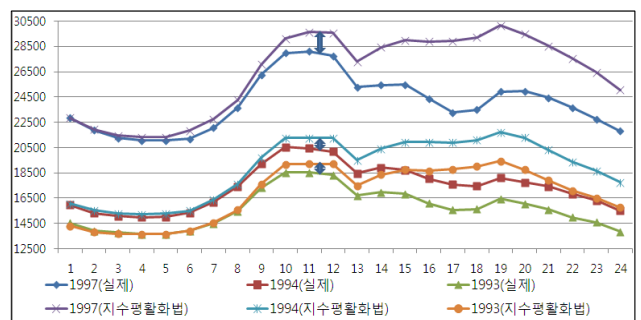
본 논문에서는 1990년대 데이터의 특성분석 결과를 바탕으로 알고리즘을 개발하고 2000년대 유사일자에 대해 수요예측을 수행하여 개발한 알고리즘의 성능을 검토하기로 한다. 설 및 추석연휴 직전 평일의 전력사용특성 분석은 최대 전력 수요에 대한 분석과 오전(1~12)에 대한 분석, 오후(12~24)에 대한 분석으로 구분하여 수행하였다.

### 2.1.1 설 및 추석연휴 직전 평일의 오전 전력사용패턴 분석

설 및 추석연휴 직전일( $d-2$ 일)이 월-금요일에 위치하는 1990년대의 연도에 대해 식(1)의 방법을 사용하여 예측한 결과와 실측값을 그림 1에 나타내었다. (설: 1993년, 1994년, 1997년 추석: 1993년, 1995년, 1996년)



(a) 설연휴 직전 평일(설 d-2)



(b) 추석연휴 직전 평일(추석 d-2)

그림 1 설 및 추석 연휴 직전 평일에 대한 예측값과 실측치 비교

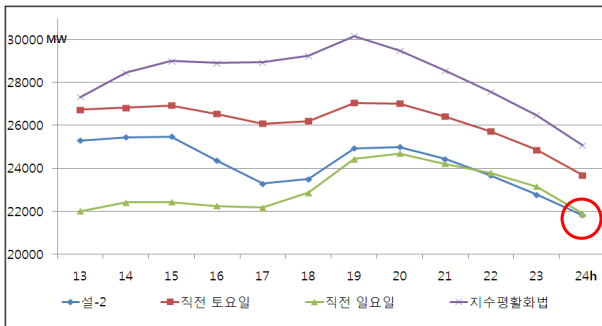
Fig. 1 The actual load profile and the forecast results for a nearest weekday before lunar new year's day and thanksgiving day

그림 1(b)에서 추석연휴 직전 평일 오전에 대한 특징은, 예측값과 실측값의 전력사용패턴은 유사하나 예측치의 최대점이 높은 곳에 위치하여 시간이 경과될수록 오차율이 커진다는 것이다. 즉, 1시~6시의 경우 평일과 전력사용패턴이

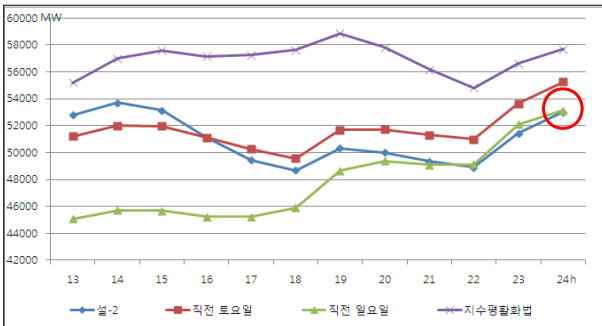
유사하여 예측오차가 매우 작지만 12시에 이르면 오차가 5% 이상 발생하게 된다. 설연휴인 그림 1(a)도 동일한 특성을 나타내고 있음을 알 수 있다.

**2.1.2 설 및 추석연휴 직전 평일의 오후 전력사용패턴 분석**

설 및 추석연휴 직전 평일의 전력사용패턴을 그림 1을 통해 고찰하면 1시~6시는 평일 전력사용패턴과 매우 유사하며, 오후로 진행할수록 토요일의 전력사용패턴을 나타내고, 24시에 가까울수록 일요일의 전력사용패턴을 나타낼 것이라는 것을 가정해볼 수 있다. 오후의 전력사용패턴 분석을 위해서 설 및 추석연휴 직전 평일, 이전주 토요일, 이전주 일요일 및 지수평활화법의 예측값을 오후에 대해 함께 나타내면 다음 그림과 같다.



(a) 1997년 설



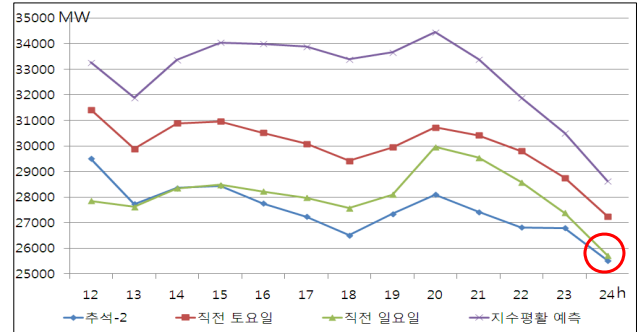
(b) 2008년 설

**그림 2** 1997년과 2008년 설연휴 직전 평일, 이전주 토요일, 이전주 일요일 및 지수평활화법 예측값의 패턴

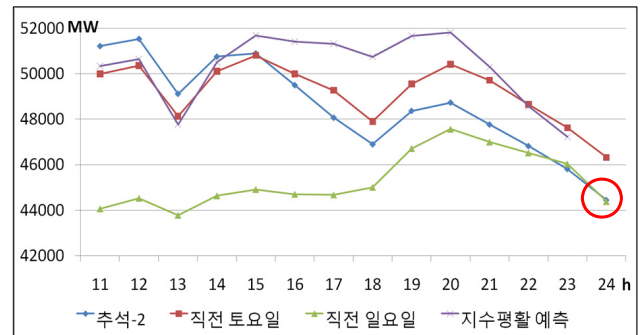
**Fig. 2** The load patterns of a nearest weekday, the previous saturday, the previous sunday before lunar new year's day and the exponential smooting forecast results for year 1997 and year 2008

그림 1에서 그림 3에 나타난 바와 같이 기존의 방법으로 설 및 추석연휴 직전 평일에 대해 예측하게 되면 상당한 오차가 발생함을 알 수 있다. 실제 설 및 추석연휴 직전 평일의 오후 전력사용패턴은 이전 주 토요일의 전력사용패턴과 매우 유사하나 24시로 진행할수록 이전 주 일요일의 부하에 근접하며 24시가 되면 이전 주 일요일의 전력사용량과 거의 동일함(그림에서 원으로 표시한 부분)을 알 수 있다. 즉 패

턴은 유사하나 기울기가 다르게 나타난다. 따라서 오후 예측에는 이전 주 토요일의 패턴을 이전 주 일요일의 24시 사용량에 근접하도록 선형보정하게 되면 예측 오차를 상당히 줄일 수 있을 것이다.



(a) 1999년 추석



(b) 2009년 추석

**그림 3** 1999년과 2009년 추석연휴 직전 평일, 이전주 토요일, 이전주 일요일 및 지수평활화법 예측값의 패턴

**Fig. 3** The load patterns of a nearest weekday, the previous saturday, the previous sunday before thanksgiving day and the exponential smooting forecast results for year 1999 and year 2009

설 및 추석연휴 직전 평일 24시의 전력사용량이 이전 주 일요일 24시의 전력사용량과 어느 정도 일치하는지 아래 표에 정리하였다.

**표 3** 연도별 설 및 추석연휴 직전 평일 24시와 이전 주 일요일 24시

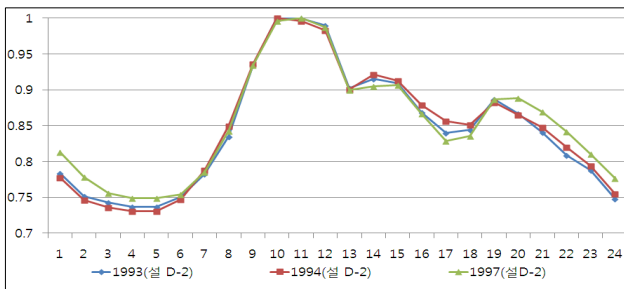
**Table 3** The load at 24 hour of the previous sunday and a nearest weekday before lunar new year's day and thanksgiving day  
단위: MW

연도	설			추석		
	1997	1994	1993	1996	1995	1993
연휴 직전평일 24시	21,825	15,509	13,873	20,346	18,605	14,468
이전주 일요일 24시	21,902	15,867	13,513	20,216	18,359	14,451
오차(%)	0.35	2.31	2.59	0.64	1.32	0.12

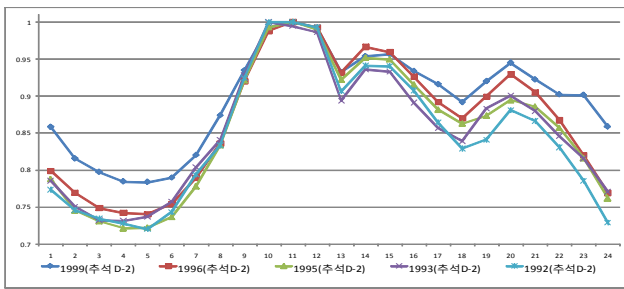
위의 표에서 설 및 추석연휴 직전 평일 24시와 이전 주 일요일 24시의 전력수요 편차의 평균은 설의 경우 1.75%, 추석의 경우 0.69%로 설 및 추석연휴 직전 평일은 24시가 가까울수록 이전 주 일요일의 특성을 나타낸다는 것으로 가정하여도 큰 무리가 없다. 또한, 그림 2와 그림 3을 고찰하면 1990년대와 2000년대를 비교해도 24시의 수요특성은 언급한 대로 이전 주 일요일의 특성을 나타낸다는 것을 알 수 있다. 즉, 1990년대에 비해 10여년이 지난 최근에도 연휴 인근의 평일에는 수용가의 전력사용패턴이 일정하다는 것을 의미한다. 이것은 우리나라 고유의 사회/문화적인 특성에서 기인한 결과로 볼 수 있다.

**2.1.3 설 및 추석연휴 직전 평일의 최대전력 사용패턴 분석**

설 및 추석연휴 직전 평일의 최대수요예측 오차가 상대적으로 크게 나타나는 것을 분석하기 위해 그림 4와 그림 5에 설 및 추석연휴 직전 평일의 수요패턴과 설 및 추석연휴 1주일 전 평일의 수요패턴을 정규화하여 나타내었다.



(a) 설연휴 직전 평일(설 d-2)



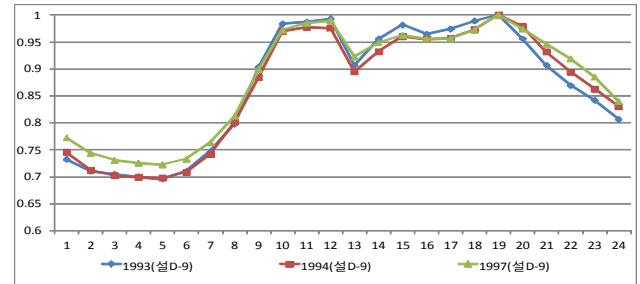
(b) 추석연휴 직전 평일(추석 d-2)

**그림 4** 1990년대 설 및 추석연휴 직전 평일(추석 d-2)의 수요패턴

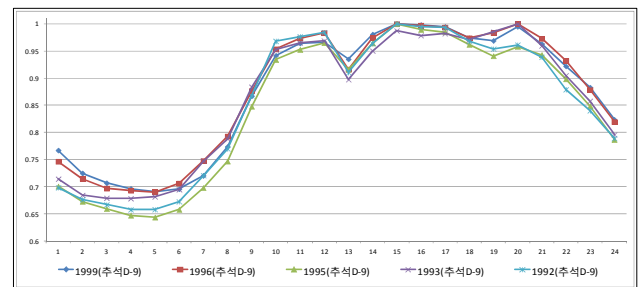
**Fig. 4** The load patterns of a nearest weekday(d-2) before lunar new year's day and thanksgiving day during 1990 decade

그림으로부터 평일(d-9)의 경우 최대수요는 15시 혹은 20시에 발생하는 반면, 설 및 추석연휴 직전 평일(d-2) 최대전

력 수요는 10시~12시에 발생하는 것을 알 수 있다. 따라서 설 및 추석 연휴 직전 평일의 최대부하 예측은 1~24시 중의 최대수요를 사용하여 예측하면 오차가 크게 발생할 수밖에 없으므로, 이전 평일 10~12시의 실적값을 최대값 예측의 입력으로 사용하여 전력수요예측을 수행해야 최대전력 수요 예측 오차를 감소시킬 수 있을 것이다.



(a) 설연휴 직전 평일(설 d-9)



(b) 추석연휴 직전 평일(추석 d-9)

**그림 5** 1990년대 설 및 추석연휴 1주일전 평일의 수요패턴  
**Fig. 5** The load patterns of a weekday located on a week before lunar new year's day and thanksgiving day during 1990 decade

본 논문에서는 설 및 추석연휴 직전 평일의 24시 수요를 예측하기 위해 이전 일자에 대한 12시의 전력수요를 바탕으로 최대수요를 예측하기로 한다.

**2.2. 설 및 추석연휴 직전 평일의 수요예측**

본 절에서는 설 및 추석연휴 직전 평일에 적합한 수요예측 알고리즘을 제안한다. 설 및 추석연휴 직전 평일은 모두 유사한 특성을 나타내므로 제안한 알고리즘을 추석을 기준으로 설명한다. 설의 경우는 아래에 설명할 추석의 경우와 유사한 특성을 가지므로 동일한 알고리즘을 사용하여 예측 가능하다.

**2.2.1 추석연휴 직전 평일의 최대수요예측**

추석연휴 직전 평일의 최대수요를 예측하기 위해 추석연휴 직전 평일(추석 d-2), 이전 평일(추석 d-3), 직전 일요일의 최대전력 수요를 분석하면 다음과 같다.

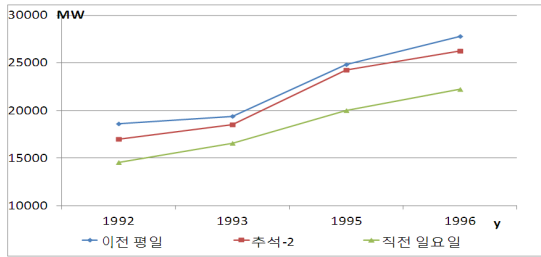


그림 6 연도별 추석연휴 직전 평일(d-2), 이전 평일(d-3), 직전 일요일의 최대전력 수요 비교

Fig. 6 The maximum load demand of a nearest weekday(d-2), a weekday(d-3) and the previous sunday before thanksgiving day

위 그림은 연도별 추석연휴 직전 평일(d-2), 이전 평일(d-3)과 직전 일요일의 최대전력 수요이다. 각 최대 사용량은 항상 다음 관계를 만족한다.

$$SUN_{max} < D_{max} < WeekDay_{max} \quad (2)$$

여기서,  $SUN_{max}$ 는 직전 일요일의 최대값,  $WeekDay_{max}$ 는 이전 평일(d-3)의 최대값,  $D_{max}$ 는 추석연휴 직전 평일(d-2)의 최대값이다.

또한,  $D_{max} - SUN_{max}$ 과  $WeekDay_{max} - SUN_{max}$ 의 비율은 일정한 범위 내에서 존재한다는 분석결과로부터 부하 변동비를 추석연휴 이전 일요일과 추석연휴 이전 평일(d-3)의 부하를 사용하여 다음과 같이 정의한다.

$$\alpha = \frac{D_{max} - SUN_{max}}{WeekDay_{max} - SUN_{max}} \quad (3)$$

여기서,  $\alpha$ 는 직전 일요일 최대값에 대한 이전 평일(d-3) 최대값과 추석연휴 직전 평일(d-2) 최대값의 부하변동비이다.

아래 표는 2008년 추석의 부하 변동비 계산을 위한 데이터 선정방법을 나타낸 것이다

표 4 2008년의 계수선정을 위한 데이터 선택

Table 4 Data selection example for the parameter calculation in case of year 2008

날짜	요일	최대값 (MW)	선정 방법
2008-09-07	일	44,320	직전 일요일( $SUN_{max}$ )
2008-09-08	월	56,339	평일
2008-09-09	화	56,352	평일
2008-09-10	수	55,860	평일
2008-09-11	목	55,820	평일( $WeekDay_{max}$ )
2008-09-12	금	53,880	추석연휴 직전 평일( $D_{max}$ )
2008-09-13	토	38,020	추석연휴(추석-1)
2008-09-14	일	31,849	추석
2008-09-15	월	35,103	추석연휴(추석+1)

2008년 추석의 경우 위의 표를 참고한 부하 변동비  $\alpha$ 는 다음과 같이 계산한다.

$$\alpha = \frac{53880 - 44320}{55820 - 44320} = 0.8313 \quad (4)$$

앞에서 계산한 부하 변동비는 특정 년도의 부하 변동비이므로 특정 년도의 평일 대비 연휴 기간에 대한 전력사용 패턴이라고 볼 수 있다. 전력사용패턴은 생활방식의 변화, 물가 등 다양한 요인에 의하여 변화하므로 매년 계산되는 부하의 변동비에 대한 추세를 반영하는 것이 적절할 것이므로, 다음과 같이 최근 3개년의 부하 변동비에 대해 지수평활화법을 응용하여 예측 년도의 부하 변동비를 계산한다. 예측 년도의 부하 변동비 산출식은 다음과 같고 계수는 [4]를 참조하였다.

$$\phi = 0.4719 \times \alpha_{y-1} + 0.3162 \times \alpha_{y-2} + 0.2118 \times \alpha_{y-3} \quad (5)$$

여기서,  $\phi$ 는 추세를 반영한 부하변동비,  $\alpha_{y-i}$ 는 과거 추석연휴 직전일이 평일인 i번째 과거 년도의 부하변동비이다.

식(5)에서 구한  $\phi$ 를 통해 예측 년도의 최대수요를 아래와 같이 계산한다.

$$D_{max} = SUN_{max} + \phi \times (WeekDay_{max} - SUN_{max}) \quad (6)$$

제한한 최대수요예측 방법의 정확도를 검토하기 위해 최근 10년간의 추석연휴 기간에 대해 연구대상이 되는 년도(설 및 추석연휴 직전 평일이 주말과 징검다리 휴일에 위치하는 경우는 제외)를 선정하면 2002, 2003, 2005, 2008, 2009년이 된다. 해당 년도의 추석연휴 직전 평일의 최대수요를 예측하기 위해 사용되는  $\alpha_{y-1}$ ,  $\alpha_{y-2}$ ,  $\alpha_{y-3}$ 을 표 5에 나타내었다.

표 5 추석연휴의 예측 연도별 부하 변동비 선정

Table 5 Load variation rate for thanksgiving day

부하 변동비	2002년	2003년	2005년	2008년	2009년
$\alpha_{y-1}$	0.525 (1999)	0.767 (2002)	0.692 (2003)	0.814 (2005)	0.831 (2008)
$\alpha_{y-2}$	0.722 (1996)	0.525 (1999)	0.767 (2002)	0.692 (2003)	0.814 (2005)
$\alpha_{y-3}$	0.737 (1995)	0.722 (1996)	0.525 (1999)	0.767 (2002)	0.692 (2003)
$\phi$	0.6457	0.690	0.6865	0.7659	0.7965

예를 들어, 2008년 추석연휴 직전 평일의 최대수요예측을 수행할 경우, 부하 변동비는 추석연휴 직전일이 평일인 과거 3년(2005, 2003, 2002년)의 데이터를 사용하여 다음과 같이  $\phi$ 를 계산한다.

$$\Phi = 0.4719 \times 0.814 + 0.3162 \times 0.692 + 0.2118 \times 0.767 = 0.7659$$

최대수요는 식(6)을 이용하여 다음과 같이 계산한다.

$$D_{max} = 44320 + 0.7659 \times (55860 - 44320) = 53159 \text{ [MW]}$$

이와 같은 방식으로 선정된 년도에 대한 전력수요예측을 수행하고 그 결과를 지수평활화법 및 회귀분석법과 비교하여 표 6에 나타내었다.

**표 6** 추석연휴 직전 평일에 대한 제안한 방법과 지수평활화법, 회귀분석법의 비교

**Table 6** Results comparison of the proposed method and the conventional methods for a nearest weekday before thanksgiving day

연도	2002-09-19 (목)	2003-09-09 (화)	2005-09-16 (금)	2008-09-12 (금)	2009-10-01 (목)	평균
지수평활화법 (MW)	38,824	43,369	47,418	55,745	54,337	
회귀분석법 (MW)	36,034	45,280	46,972	56,871	53,839	
제안방법 (MW)	35,413	40,284	44,222	53,159	52,306	
실제값 (MW)	36,382	40,705	44,251	53,880	51,529	
지수평활화법 오차(%)	6.29	6.14	6.68	3.35	5.17	
회귀분석법 오차(%)	0.96	11.24	6.15	5.55	4.48	5.67
제안방법 오차(%)	2.66	1.03	0.07	1.34	1.51	1.32

추석의 경우 지수평활화법과 회귀분석법의 평균오차는 5.53%과 5.67%로 높은 오차율을 나타내는 반면 제안한 방법의 평균오차는 1.32%를 나타내고 있다. 위의 결과를 비교할 때 지수평활화법과 회귀분석법에 비해 제안한 방법의 성능이 탁월하다는 것을 알 수 있다. 따라서 제안한 최대수요 예측 방법을 추석연휴 직전 평일의 전력수요예측 시 최대값 예측에 사용하면 오차를 크게 개선할 수 있다.

**2.2.2 추석연휴 직전 평일의 오전 수요예측**

추석연휴 직전 평일의 24시간 수요예측은 오전 수요예측과 오후 수요예측으로 나누어서 예측을 수행한다. 추석연휴 직전 평일의 오전 수요예측 방법은 다음과 같다.

1). 2.1.1절에서 평일과 전력사용패턴이 가장 유사한 것으로 나타난 1시의 예측값과 2.2.1절에서 설명한 최대전력 수요예

측방법으로 구한 12시의 예측값을 사용하여 그림 7과 같은  $Y_1(h)$ ,  $Y_2(h)$  직선을 도출하고,  
2). 지수평활화법의 결과에  $Y_1(h)$ 와  $Y_2(h)$ 의 차이만큼을 선형보정하여 오전에 대한 수요예측을 다음과 같이 수행하며  $Y_1(h)$ 와  $Y_2(h)$  정의는 다음과 같다.

$$Y_1(h) = \frac{(F_1^d - F_{12}^d)}{11} \times (h-1) + F_1^d \tag{7}$$

$$Y_2(h) = \frac{(F_1^d - D^{dmax})}{11} \times (h-1) + F_1^d \tag{8}$$

여기서,  $F_h^d$ 는 예측일 h시의 전력수요 예측값,  $D^{dmax}$  예측일의 최대전력 수요예측값이다.

① 이전 평일 3일 데이터를 이용하여 (1)의 식으로 시간별 예측수행

$$F_h^d = 0.4720 MW_h^{d-2} + 0.3163 MW_h^{d-3} + 0.2117 MW_h^{d-4} \tag{9}$$

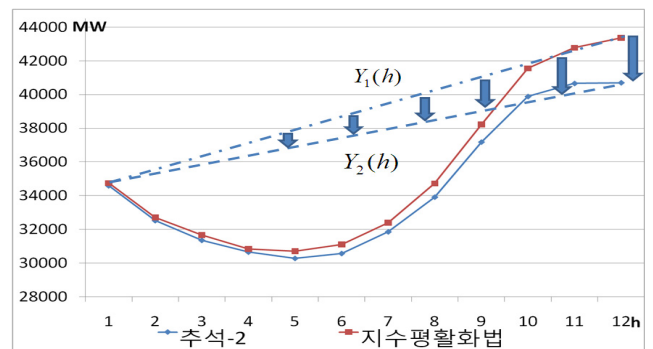
여기서,  $MW_h^d$ 는 d일 h시의 전력수요 실측값,  $F_h^d$ 는 예측일 h시의 전력수요 예측값이다.

②  $Y_1(h)$ ,  $Y_2(h)$ 를 이용하여 지수평활화법의 예측결과를 (10)의 식으로 선형보정하여 1~12시의 전력수요를 예측한다.

$$F_h^d = F_h^d \times \left( 1 - \frac{Y_1(h) - Y_2(h)}{Y_1(h)} \right) \tag{10}$$

여기서,  $F_h^d$ 는 오전에 대한 최종 예측값이다.

추석 연휴 직전 평일의 오전에 대한 수요예측 과정을 그림으로 나타내면 아래와 같이 기존 지수평활화법의 오차를 선형보정하는 과정으로 도식화 할 수 있다.



**그림 7** 추석연휴 직전 평일 오전에 대한 예측값과 실측치 비교

**Fig. 7** Comparison of the actual load profile and the forecast results from 1 hour to 12 hour for a nearest weekday(d-2) before thanksgiving day

### 2.2.3 추석연휴 직전 평일의 오후 수요예측

토요일 오후의 전력사용패턴을 오전예측에서와 같이  $Y_3(h)$ 와  $Y_4(h)$  직선에 대해 보정하면 추석연휴 직전 평일의 전력사용패턴과 토요일 오후의 전력사용패턴이 유사하다는 것을 알 수 있다. 따라서, 다음의 절차를 통해 추석연휴 직전 평일의 오후에 대한 전력수요예측을 수행한다.

- ① 이전 주 토요일의 전력사용패턴을 적용하기 위해 이전 주 토요일 12시, 24시 실측값으로부터  $Y_3(h)$  방정식을 구한다.

$$Y_3(h) = -\frac{MW_{24}^{Sat} - MW_{12}^{Sat}}{12}(h-12) + MW_{12}^{Sat} \quad (11)$$

- ② 오전예측의 12시 예측값( $F_{12}^d$ )과 이전 주 일요일 24시 실측값을 사용하여  $Y_4(h)$  방정식을 구한다.

$$Y_4(h) = -\frac{MW_{24}^{Sun} - F_{12}^d}{12}(h-12) + F_{12}^d \quad (12)$$

- ③  $Y_3(h)$ ,  $Y_4(h)$ 를 이용하여 이전 주 토요일 실측값을 (13)의 식으로 선형보정하여 토요일 전력사용패턴을 고려한 오후(13시~24시)의 수요예측을 수행한다.

$$F_h^d = MW_h^{Sat} \times \left(1 + \frac{Y_4(h) - Y_3(h)}{Y_3(h)}\right) \quad (13)$$

여기서,  $F_h^d$ 는 오후에 대한 최종 예측값이다.

추석 연휴 직전 평일의 오후에 대한 수요예측 과정을 그림으로 정리하면 다음과 같다. 그림에서 알 수 있듯이 기존의 지수평활화법으로 예측하게 되면 토요일의 특성을 가지는 오후에 대해서 실제와는 상이한 패턴을 도출함을 알 수 있다. 따라서 오후에 대한 수요예측은 이전 주 토요일의 부하 사용패턴을 일요일 24시 기준으로 선형보정하여 수행한다.

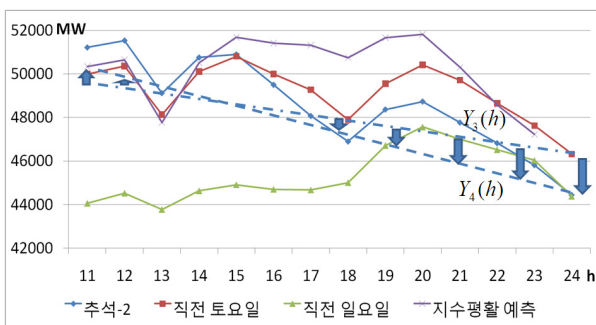


그림 8 추석연휴 직전 평일, 직전 토요일, 직전 일요일 및 지수평활화법 예측값의 패턴 비교  
 Fig. 8 Load patterns of a nearest weekday(d-2) before thanksgiving day, the previous saturday, the previous sunday and the conventional forecast results

### 2.2.4 설 및 추석연휴 직전 평일의 수요예측 알고리즘

앞 절에서 설명한 추석연휴 직전 평일의 전력사용패턴에

대한 분석결과를 정리하면 추석연휴 직전 평일의 오전의 경우 일반 평일과 전력사용 패턴은 유사하나 최대전력 수요예측값이 상대적으로 높아 12시로 갈수록 오차가 점점 증가하게 된다. 오후의 경우 전력사용 패턴은 토요일 오후 사용패턴과 유사하며 24시로 갈수록 일요일 24시의 전력수요와 유사하다. 이러한 특성을 반영한 예측 과정은 다음과 같다.

- ① 과거 연도별 직전 일요일 최대값에 대한 직전 평일 최대값과 추석연휴 직전 평일 최대값의 부하변동비를 계산.
- ② 부하변동비의 추세를 반영한 예측년도의 부하 변동비를 계산.
- ③ 예측년도의 부하변동비를 이용한 최대수요 예측.
- ④ 이전 평일 3일 데이터를 지수평활화법에 적용한 시간별 예측.
- ⑤ 시간별 예측한 1시값과 12시값, 최대수요 예측값을 연결하는 선형방정식 구성.
- ⑥ ⑤에서 구한 선형방정식을 이용하여 지수평활화법의 예측 결과를 선형 보정.
- ⑦ 이전 주 토요일의 전력사용패턴을 적용하기 위해 이전 주 토요일 12시, 24시 실측값으로부터 선형방정식 수립.
- ⑧ 오전예측의 12시 예측값과 이전 주 일요일 24시 실측값을 사용하여 선형방정식을 구성.
- ⑨ ⑦,⑧에서 구한 선형방정식을 이용하여 이전 주 토요일 실측값을 선형 보정하여 토요일 전력사용패턴을 고려한 오후의 수요예측을 수행.
- ⑩ 오전 예측값과 오후 예측값을 합하여 추석연휴 직전 평일의 최종 예측값을 계산.

이러한 특성은 설연휴 직전 평일에도 유사하게 나타나므로 설연휴 직전 평일에도 동일한 알고리즘을 적용하는 것이 가능하다. 설 및 추석연휴 직전 평일의 수요예측 과정을 흐름도로 표현하면 아래의 그림과 같다.

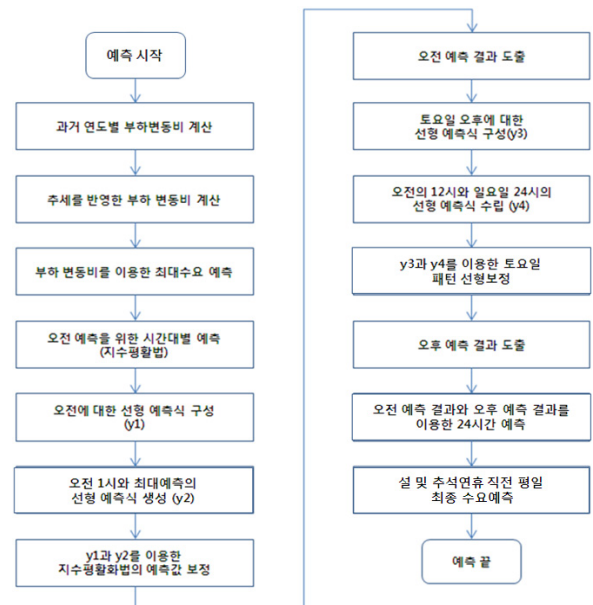


그림 9 설 및 추석연휴 직전 평일의 수요예측 알고리즘  
 Fig. 9 Load forecast algorithm for a nearest weekday before lunar new year's day and thanksgiving day

### 3. 사례 연구

제안한 설 및 추석연휴 직전 평일예측 방법의 정확도를 확인하기 위해 최근 10년간의 설 및 추석연휴 기간에 대해 연구대상이 되는 년도(설 및 추석연휴 직전 평일이 주말과 징검다리 요일에 위치하는 경우는 제외)의 설 및 추석연휴 직전 평일을 예측하여 그 결과를 아래 표에 나타내었다.

**표 7** 제안한 방법과 지수평활화법의 설연휴 직전 평일 예측 비교

**Table 7** Comparison of the forecast results in case of a nearest weekday before lunar new year's day

방법	오차 (%)	2000-02-03 (목)	2003-01-30 (목)	2004-01-20 (화)	2006-01-27 (금)	2007-02-16 (금)	2008-02-05 (화)	2010-02-12 (금)	평균
지수 평활	최대값	6.37	4.75	5.70	7.68	3.58	4.72	4.18	5.28
	24시간 평균	9.71	8.49	8.48	10.32	8.23	7.04	6.55	8.40
제안 방법	최대값	0.92	0.87	1.18	1.48	1.95	1.84	1.58	1.40
	24시간 평균	1.93	2.26	1.67	2.32	2.39	1.22	1.89	1.95

제안한 방법으로 예측한 설연휴 직전 평일의 최대값의 평균 오차는 1.40%로 나타났으며, 지수평활화법의 최대값 평균 오차는 5.28%로 제안한 최대값 예측 방법보다 매우 높음을 알 수 있고, 24시간 평균 오차는 제안한 방법이 1.95%이며 이에 반해 지수평활화법은 8.4%로 매우 높은 오차를 나타내고 있다. 다음 표는 각 연도별 설연휴 직전 평일에 대한 시간대별 오차를 나타낸 것이다.

**표 8** 설연휴 직전 평일에 대한 제안한 방법의 시간대별 오차율

**Table 8** Hourly error of the proposed method in case of a nearest weekday before lunar new year's day

시간	2002	2003	2005	2008	2009	시간	2002	2003	2005	2008	2009
1	0.92	0.45	2.86	0.67	0.71	13	2.54	0.05	0.92	1.45	1.17
2	0.53	0.23	1.90	0.50	0.40	14	1.52	0.46	0.37	1.88	1.31
3	0.48	0.59	1.07	0.23	0.29	15	0.42	1.54	0.73	1.52	1.80
4	1.46	1.66	0.58	0.05	0.20	16	0.94	2.44	1.70	0.60	2.35
5	2.38	1.60	0.72	0.42	0.08	17	2.20	3.62	2.48	0.21	3.20
6	3.96	1.95	1.38	0.63	0.39	18	3.21	2.40	3.08	0.52	2.17
7	4.45	2.66	1.78	0.63	0.44	19	3.18	3.19	1.13	0.37	1.78
8	2.82	2.63	0.67	0.65	1.30	20	0.65	5.51	1.11	0.95	2.07
9	1.73	2.82	1.23	0.47	1.93	21	1.07	5.35	1.37	0.89	1.95
10	0.85	2.11	0.48	0.89	1.98	22	0.45	4.26	0.97	1.42	1.05
11	1.33	1.73	0.14	1.29	1.71	23	0.52	2.47	0.91	1.94	0.36
12	2.66	1.03	0.07	1.34	1.51	24	0.41	1.75	1.15	1.98	0.13

제안한 방법을 추석연휴 직전 평일에 대해 적용한 결과를 아래의 표에 나타내었다.

**표 9** 제안한 방법과 지수평활화법의 추석연휴 직전 평일 예측 비교

**Table 9** Comparison of the forecast results in case of a nearest weekday before thanksgiving day

방법	오차 (%)	2002-09-19 (목)	2003-09-09 (화)	2005-09-16 (금)	2008-09-12 (금)	2009-10-01 (목)	평균
지수 평활	최대값	6.71	6.55	7.16	3.46	5.45	5.87
	24시간 평균	8.59	8.42	8.20	6.79	7.12	7.82
제안 방법	최대값	2.66	1.03	0.07	1.34	1.51	1.32
	24시간 평균	1.69	2.19	1.20	0.89	1.26	1.45

**표 10** 추석연휴 직전 평일에 대한 제안한 방법의 시간대별 오차율

**Table 10** Hourly error of the proposed method in case of a nearest weekday before thanksgiving day

시간	2002	2003	2005	2008	2009	시간	2002	2003	2005	2008	2009
1	0.92	0.45	2.86	0.67	0.71	13	2.54	0.05	0.92	1.45	1.17
2	0.53	0.23	1.90	0.50	0.40	14	1.52	0.46	0.37	1.88	1.31
3	0.48	0.59	1.07	0.23	0.29	15	0.42	1.54	0.73	1.52	1.80
4	1.46	1.66	0.58	0.05	0.20	16	0.94	2.44	1.70	0.60	2.35
5	2.38	1.60	0.72	0.42	0.08	17	2.20	3.62	2.48	0.21	3.20
6	3.96	1.95	1.38	0.63	0.39	18	3.21	2.40	3.08	0.52	2.17
7	4.45	2.66	1.78	0.63	0.44	19	3.18	3.19	1.13	0.37	1.78
8	2.82	2.63	0.67	0.65	1.30	20	0.65	5.51	1.11	0.95	2.07
9	1.73	2.82	1.23	0.47	1.93	21	1.07	5.35	1.37	0.89	1.95
10	0.85	2.11	0.48	0.89	1.98	22	0.45	4.26	0.97	1.42	1.05
11	1.33	1.73	0.14	1.29	1.71	23	0.52	2.47	0.91	1.94	0.36
12	2.66	1.03	0.07	1.34	1.51	24	0.41	1.75	1.15	1.98	0.13

위의 표에서 제안한방법의 24시간 평균오차의 평균은 1.45%이며 최대값오차 평균은 1.32%인 반면 지수평활화법으로 구한 24시간 평균오차의 평균은 7.82%, 최대값오차 평균은 5.87%의 높은 오차율을 나타내고 있다. 전력거래소의 일반적인 평일 예측 오차율이 평균 1%대 임을 감안할 때, 오차 과다 발생일인 연휴 인근 평일의 24시간 평균 오차율이 1.45%인 것은 뛰어난 성능이라고 할 수 있다.

### 4. 결 론

본 논문에서는 1년 중 예측 오차율이 높은 구간 중 하나인 설 및 추석 연휴 직전 평일에 대해 예측오차를 개선하는 방안을 제안하였다. 사례 연구를 통해 과거 연도를 제안한 방법으로 예측한 결과 설연휴 직전 평일의 24시간 평균 오차가 1.95%이며, 최대값의 평균 오차는 1.4%로 나타났다. 또한, 제안한 방법을 추석연휴 직전 평일에 적용한 결과 24시간 평균 오차는 1.45%, 최대값의 평균 오차는 1.32%로 매우 우수한 결과를 산출하였다. 이 결과는 일반 평일의 오차와 비슷한 수준으로 수요예측이 매우 어려운 설과 추석 인근 일자임을 감안하면 매우 낮은 오차율이라고 할 수 있다. 제안한 방법을 설 및 추석연휴 직전 평일 예측 시 사용한다면 단기 수급계획의 정확성에 따른 계통 운영의 안정성 및 전력시장의 경제적 운영에 기여할 수 있을 것으로 기대한다



다. 한편, 설 및 추석연휴 이후 평일의 전력사용특성도 평일과 주말의 특성이 혼재되어 있을 수 있으므로, 향후 이에 대한 연구도 수행할 예정이다.

**References**

- [1] Hee-Seog,koh, Se-Hun Lee, Sik-Chung Lee, "Special-Days Load Handling Method using Neural Networks and Regression Models", Journal of the Korean Institute of Illuminating and Electrical Installation Engineers vol. 16, No2, pp. 98~103, March, 2002.
- [2] Kyung-Bin Song, Young-Shik Baek, Dug-Hun Hong, Gil-Soo Jang, "Short-term load forecasting for the holidays using fuzzy linear regression method", IEEE Trans. on Power Systems, Vol.20, No.1, pp.96-101, 2005.
- [3] D.H. Hong, S.H. Lee, and H.Y. Do, "Fuzzy linear regression analysis for fuzzy input-output data using shape preserving operations", Fuzzy Sets and Systems 122, pp.513-526, September 2001.
- [4] Oh-Sung Kwon, Rae-Jun Park, Kyung-Bin Song, Sung-Kwan Joo, Jeong-Do Park, Burm-Sup Cho, Ki-Jun Shin, "Coefficient selection technique of exponential smoothing model for weekday load forecasting", KIEE Power Engineering Society, The proceeding of the Autumn Conference, pp. 295-296, 2010.
- [5] Hyeong-Woo Lim, Si-Woong Moon, Jeong-Do Park, Kyung-Bin Song, Sung-Kwan Joo, Ki-Jun Shin, Bum-Seob Cho, Chang-Hyun Jung, "A scheme for short-term load forecast applying the trend of load variation rate", KIEE Power Engineering Society, The proceeding of the Summer Conference, pp. 69-70, 2011.
- [6] Hyeong-Woo Lim, Si-Woong Moon, Jeong-Do Park, Kyung-Bin Song, Sung-Kwan Joo, Ki-Jun Shin, Bum-Seob Cho, Dong-Chul Cha, "A scheme for short-term load forecast considering hourly load profile characteristics of weekdays and weekend", KIEE Power Engineering Society, The proceeding of the Summer Conference, pp. 71-72, 2011.

저 자 소 개



**박 정 도 (朴 正 道)**

1969년 10월 6일생. 1992년 연세대학교 전기공학과 졸업. 1994년 동 대학원 전기 전자공학과 졸업(석사). 2000년 동 대학원 전기 및 컴퓨터공학과 졸업(공학박사). 현재 위덕대학교 에너지전기공학부 부교수.

Tel : 054-760-1663  
E-mail : jdpark@uu.ac.kr



**송 경 빈 (宋 敬 彬)**

1963년 9월 15일생. 1986년 연세대학교 전기공학과 졸업. 1988년 동 대학원 전기 공학과 졸업(석사). 1995년 텍사스 A&M 대학교 전기공학과 졸업(공학박사). 현재 숭실대학교 전기공학부 부교수.

Tel : 02-820-0648  
E-mail : kbsong@ssu.ac.kr



**임 형 우 (林 炯 右)**

1987년 1월 24일생. 2012년 위덕대학교 에너지전기공학부 졸업. 현재 위덕대학교 일반대학원 정보전자공학과 석사과정

Tel : 054-760-1778  
E-mail : eodrnwkd4@naver.com



**박 해 수 (朴 海 秀)**

1981년 11월 26일생. 2007년 울산대학교 전기전자정보시스템공학과 졸업. 2007년 전력거래소 입사. 2011~현재 동 기관 전력수요예측업무 담당. 관심분야는 중장기/단기 전력수요예측, 기상예보, 전력수급

Tel : 02-3456-6646  
E-mail : namurail@kpx.or.kr