

평일과 주말의 시간대별 부하특성을 고려한 단기 전력수요예측 기법

임형우*, 문시웅*, 박정도*, 송경빈**, 주성관+, 신기준**, 조범섭**, 차동철**
 위덕대학교*, 송실대학교**, 고려대학교*, 전력거래소**

A scheme for short-term load forecast considering hourly load profile characteristics of weekdays and weekend

Hyeong-Woo* Lim, Si-Woong Moon*, Jeong-Do Park*, Kyung-Bin Song**, Sung-Kwan Joo+,
 Ki-Jun Shin**, Bum-Seob Cho**, Dong-Chul Cha**
 Uiduk University*, Soongsil University**, Korea University+, Korea Power Exchange**

Abstract -단기 전력수요예측의 오차를 줄여 불필요한 전력생산을 이전에 방지하는 것은 매우 중요하다. 본 논문에서는 오차율이 높은 연휴 전 평일의 단기 전력수요예측 정확도를 높이기 위해 이전 평일과 주말의 데이터를 이용한 새로운 예측 방법을 제안하고, 추석연휴 전 평일에 제안한 방법을 적용하여 수요예측에 대한 오차가 개선됨을 확인하였다.

요하다. 또한 오전의 경우에도 시간별 오차의 평균은 2.89%이나 1시에서 12시로 진행될수록 오차가 선형적으로 커지는 것을 알 수 있어서 오전의 경우에도 평일과 주말의 특성이 혼재되어 있음을 알 수 있고, 이에 대한 대책이 필요하다.

1. 서 론

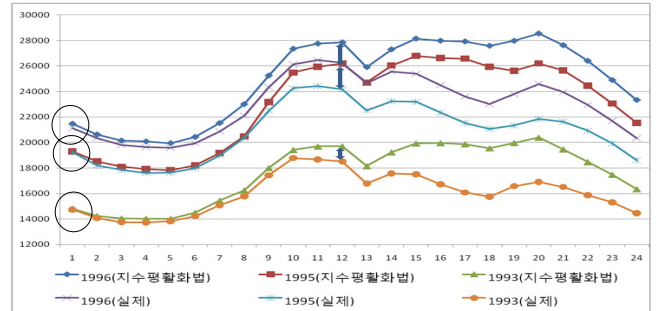
단기 전력수요예측의 오차율 감소는 발전 비용의 감소와 전력 공급신뢰도 향상의 결과로 나타나기 때문에 단기 전력수요예측은 전력 계통의 경제적인 운용측면에서 매우 중요하다[1]. 평일과 같은 연속적인 시계열 특성을 나타내는 단기 전력수요예측의 경우 지수평활화법이나 지수평활화법을 응용한 단기 전력수요예측방법의 오차율이 낮아서 많이 사용되고 있다. 주말이나 특수일과 같이 불연속적인 시계열 특성을 나타내는 단기 전력수요예측에서는 지수평활화법의 오차율이 높기 때문에 회귀분석법, 퍼지 선형 회귀분석법, 신경회로망법, 전문가 시스템 등의 방법들이 적용되어 왔다. 그러나 연휴 전 평일의 경우 평일의 전력수요특성과 특수일 전력수요특성이 혼재된 형태이므로 수요예측 오차율이 매우 크다. 따라서 연휴 전 평일의 특성을 고려한 단기 전력수요예측 알고리즘이 필요하다. 본 논문에서는 대표적인 연휴인 추석연휴 기간의 직전 평일에 대한 단기 전력수요예측 오차를 감소시킬 수 있는 새로운 방법을 제안한다.

2.1 추석연휴 직전 평일의 오전 수요예측

추석연휴 직전일(추석-2일)이 월-금요일에 위치하는 1993년, 1995년, 1996년에 대해 (1)의 방법을 사용하여 예측한 결과와 실측값을 그림1에 나타내었다.

2. 본 론

단기 전력수요예측을 1년에 걸쳐 수행하면 오차가 가장 크게 나타나는 일자 중 하나가 연휴 인접일이라는 것을 알 수 있다. 예를 들어 구정, 추석과 같은 연휴의 직전 평일에 대해 평일 특성에 적합한 지수평활화법을 식(1)과 같이 구성하여 수요예측을 수행하면 표1과 같이 상당한 오차가 발생한다.

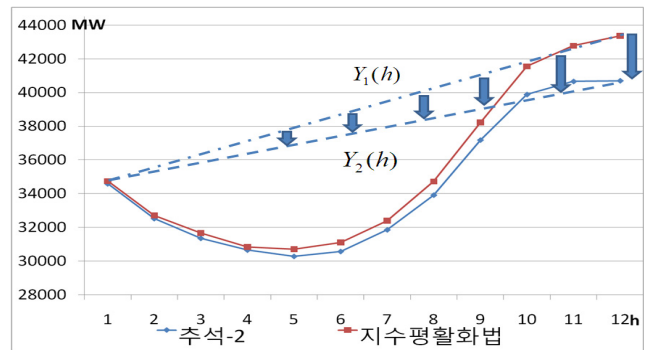


〈그림 1〉 추석연휴 직전 평일에 대한 예측값과 실측치 비교

그림1에서 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.

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

여기서, F_d 는 예측치, X_{d-i} 는 예측일 이전 i 번째 평일의 실측치, d 는 수요예측 대상일, 지수평활화 계수 및 모델은 [2]를 참고하여 설정하였다. 또한, 예측을 수행하는 시점($d-1$)의 실측치 데이터는 존재하지 않으므로 $d-2$ 일 부터의 실측치 데이터를 입력 데이터로 사용하였다.



〈그림 2〉 추석연휴 직전 평일 오전에 대한 예측값과 실측치 비교

〈표 1〉 2009년 추석연휴 직전 평일(2009-10-01 목)에 대한 지수평활화법의 시간대별 오차

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

표1의 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 필

따라서 1. 평일과 전력사용패턴이 가장 유사한 것으로 나타난 1시의 예측값과 [3]을 참고한 12시의 예측값을 사용하여 그림2와 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 수행한다.

① 이전 평일 3일 데이터를 이용하여 (2)의 식으로 시간별 예측

$$F_h^d = 0.4720MW_h^{d-2} + 0.3163MW_h^{d-3} + 0.2117MW_h^{d-4} \quad (2)$$

여기서, MW_h^d 는 d일 h시의 전력수요 실측값, F_h^d 는 예측일 h

시의 전력수요 예측값이다.

- ② [3]의 방법으로 12시의 전력수요를 예측
- ③ $Y_1(h)$, $Y_2(h)$ 를 이용하여 지수평활화법의 예측 결과를 (3)의 식으로 선형보정하여 1~12시의 전력수요를 예측한다.

$$F_h^d = F_h^d \times \left(1 - \frac{Y_1(h) - Y_2(h)}{Y_1(h)} \right) \quad (3)$$

여기서, F_h^d 는 오전에 대한 최종 예측값이다.

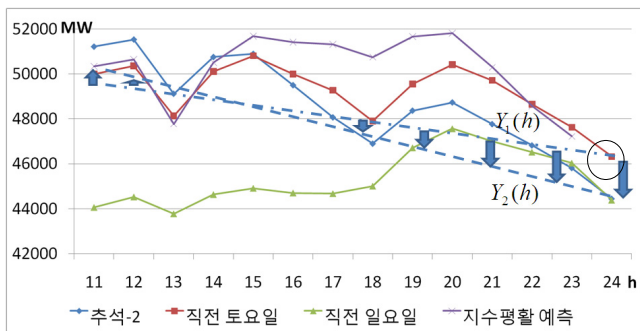
2.2 추석연휴 직전 평일의 오후 수요예측

추석연휴 직전 평일의 전력사용패턴을 그림1을 통해 고찰하면 1시~6시는 평일 전력사용패턴과 매우 유사하며, 오후로 진행할수록 토요일의 전력사용패턴을 나타내고, 24시에 가까울수록 일요일의 전력사용패턴을 나타낼 것이라는 것을 가정해볼 수 있다. 따라서 추석연휴 직전 평일 24시의 전력사용량이 직전 일요일 24시의 전력사용량과 어느 정도 일치하는지 표2에 정리하였다.

〈표 2〉 연도별 추석연휴 직전 평일 24시와 직전 일요일 24시

연도	1996	1995	1993
연휴 직전 평일 24시(MW)	20346 (09-24 화)	18605 (09-06 수)	14468 (09-27 월)
직전 일요일 24시(MW)	20216 (09-22 일)	18359 (09-03 일)	14451 (09-26 일)
오차(%)	0.64	1.32	0.12

표2의 추석연휴 직전 평일 24시와 직전 일요일 24시의 전력사용량 편차의 평균은 0.69%로 추석연휴 직전 평일은 24시에 가까울수록 일요일의 특성을 나타낸다는 것을 알 수 있다.



〈그림 3〉 추석연휴 직전 평일(추석-2), 직전 토요일, 직전 일요일 및 지수평활화법 예측값의 패턴 비교

2009년 추석연휴 직전 평일, 직전 토요일, 직전 일요일과 지수평활화법의 예측결과를 그림 3에 나타내었다. 1990년대가 아닌 2009년을 비교해도 24시의 수요특성은 언급한 대로 직전 일요일의 특성을 나타낸다는 것을 알 수 있다. 즉, 10여년이 지난 최근에도 연휴 인근의 평일에는 국민들의 전력사용패턴이 일정하다는 것을 의미한다. 또한, 토요일 오후의 전력사용패턴을 오전 예측에서와 같이 $Y_1(h)$ 와 $Y_2(h)$ 직전에 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 직전 토요일의 전력사용패턴을 적용하기 위해 직전 토요일 12시, 24시 실측값으로부터 $Y_1(h)$ 방정식을 구한다.

$$Y_1(h) = -\frac{MW_{24}^{Sat} - MW_{12}^{Sat}}{12}(h-12) + MW_{12}^{Sat} \quad (4)$$

- ② 오전예측의 12시 예측값과 직전 일요일 24시 실측값을 사용하여 $Y_2(h)$ 방정식을 구한다.

$$Y_2(h) = -\frac{MW_{24}^{Sun} - F_{12}^d}{12}(h-12) + F_{12}^d \quad (5)$$

- ③ $Y_1(h)$, $Y_2(h)$ 를 이용하여 직전 토요일 실측값을 (6)의 식으로

로 선형보정하여 토요일 전력사용패턴을 고려한 오후(13시~24시)의 수요예측을 수행한다.

$$F_h^d = MW_h^{Sat} \times \left(1 + \frac{Y_2(h) - Y_1(h)}{Y_1(h)} \right) \quad (6)$$

여기서, F_h^d 는 오후에 대한 최종 예측값이다.

3. 사례 연구

제안한 추석연휴 직전 평일예측 방법의 정확도를 확인하기 위해 최근 10년간의 추석연휴 기간에 대해 연구대상이 되는 년도(추석연휴 직전 평일이 주말과 징검다리 휴일에 위치하는 경우는 제외)의 추석연휴 직전 평일을 예측하여 그 결과를 표3에 나타내었다.

〈표 3〉 제안 방법과 지수평활법의 추석연휴 직전 평일 예측 비교

방법	오차(%)	2002	2003	2005	2008	2009	평균
		09-19(목)	09-09(화)	09-16(금)	09-12(금)	10-01(목)	
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
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

〈표 4〉 제안 방법의 시간대별 오차율

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

표3에서 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 성능개선이 라고 할 수 있다.

4. 결 론

본 논문에서는 연휴 인접 평일의 전력수요패턴을 분석하여, 연 중 높은 오차율을 나타내는 추석연휴 직전 평일에 대하여 오전과 오후를 나누어 전력수요예측을 수행하여 예측결과를 향상시키는 새로운 방안을 제안하였다. 사례연구를 통해 제안한 방법이 낮은 오차율을 나타낸다는 것을 확인하여 성능을 검증하였다.

제안한 방법을 구정 연휴 및 기타 연휴의 경우에도 적용하여 그 유효성을 검증할 계획이며, 연휴 직전 일자가 주말에 위치한 경우에도 적용 가능한 방법을 추후 연구할 계획이다.

감사의 글

본 연구는 한국전력거래소 과제 단기 전력수요 예측 기법 및 적용방안에 관한 연구의 지원으로 수행되었습니다.

[참 고 문 헌]

- [1] 이정훈, 김진오, 이윤호, “은도와 부하의 비선형성을 이용한 단기부하예측에서의 TAR”, 대한전기학회 논문지, 50A권 9호, pp.399, 2001년 9월
- [2] 권오성, 박래준, 송경민, 주성관, 박정도, 조범섭, 신기준, “평일 수요예측을 위한 지수평활화 모형의 계수 선정기법”, 대한전기학회 전력기술 부문회 추계학술대회 논문집, pp-295-296, 2010년
- [3] 임형우, 문시용, 박정도, 송경민, 주성관, 조범섭, 신기준, 정창현, “부하 변동비의 추세를 반영한 단기 전력수요예측 기법”, 대한전기학회 추계학술대회 논문집, 2011년