

## 기온과 부하패턴을 이용한 단기수요예측

구본희, 윤경하, 차준민  
대전대학교

### Short-term Load Forecasting by using a Temperature and Load Pattern

Bon-Hui Ku, Kyoung-Ha Yoon, Jun-Min Cha  
Daejin University

**Abstract** - This paper proposes a short-term load forecasting by using a temperature and load pattern. The forecasting model that represents the relations between load and temperature which get a numeral expected temperature based on the past temperature was constructed. Case studies were applied to load forecasting for 2009 data, and the results show its appropriate accuracy.

#### 1. 서 론

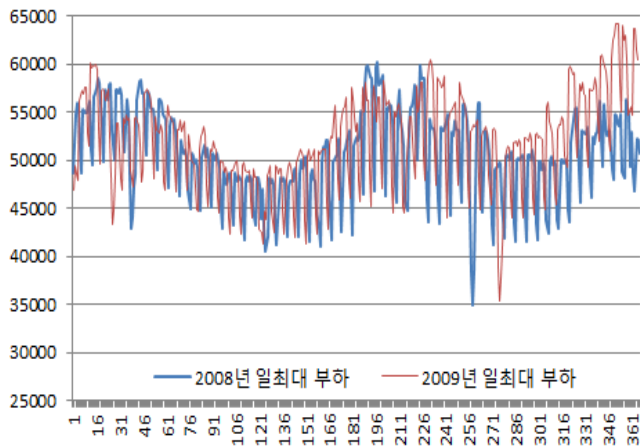
전력계통의 운용 목표는 고품질의 전력을 경제적이고 안전하게 공급하는 것이다. 전력은 생산과 소비가 동시에 일어나며 저장이 불가능한 특징을 갖는다. 전력의 부족은 산업과 경제활동에 지장을 주게 되므로, 적절한 전력수급을 위한 전력수요예측의 정확성은 중요하다. 전력 수요에 영향을 미치는 요인으로는 사회, 경제적 요인뿐만 아니라 계절, 기온 등의 요소가 있다. 그중 기온은 전력수요에 가장 큰 영향을 미치며 수요예측에 기온에 대한 특성을 반영하는 연구들이 진행되고 있다.

본 연구에서는 부하를 설명하는 여러 변수들 중 기온과 부하에 대한 모델을 구성하고, 부하 변동의 요소들을 제거한 후 수요예측을 수행한다.

#### 2. 부하와 기온의 특성

##### 2.1 부하의 특성

국내의 전력 수요의 특성을 살펴보면 봄과 가을의 부하는 유사한 특징을 보이는 것에 비하여, 동절기의 난방수요에 따른 부하의 증가와 하절기 냉방부하의 사용으로 전력수요가 급등하는 특징을 갖고 있다.

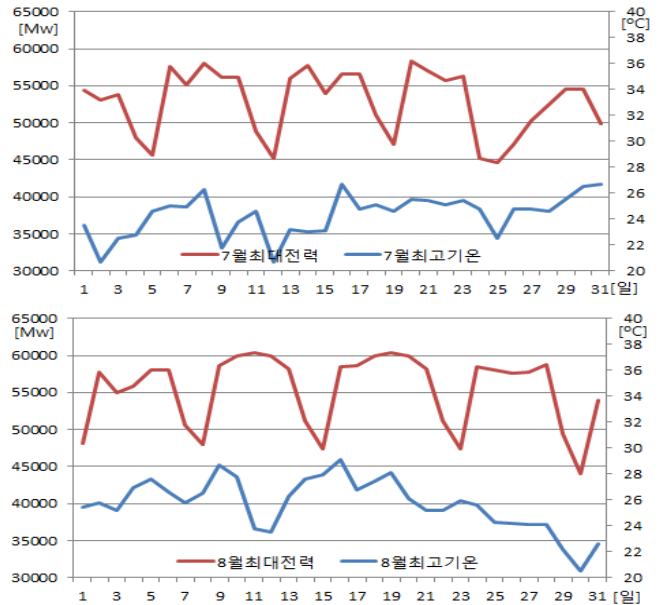


〈그림 1〉 2008년~2009년의 일 최대부하

〈그림 1〉은 2008년 1월 1일부터 2009년 12월 31일까지의 일 최대부하를 나타낸 것이다. 매년 부하의 크기는 증가하지만 패턴은 비슷하게 나타난다. 그러나 부하는 계절, 휴일 등에 따라 변동하게 되는데, 특히 매년 휴일이나 연휴, 휴가철 등이 변하기 때문에 전력 수요예측에 영향을 미치게 된다.

##### 2.2 하계 기온과 부하의 특성

기온은 수요예측에 영향을 미치는 요인 중 하나이다. 특히 하절기는 매년 최고기온의 경신과 열대야 지속으로 인하여 최대 전력이 다른 계절과 비교해 확연히 높고 수요변동특성 또한 가장 크게 나타난다[1-2].



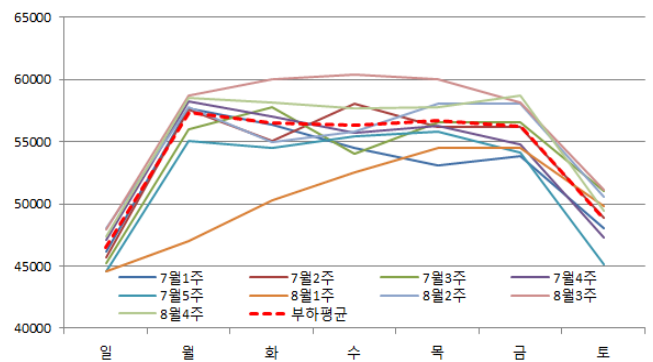
〈그림 2〉 2009년 하절기 최고기온과 최대부하사이의 관계

#### 3. 사례연구

##### 3.1 하절기 부하 패턴 분석

전력 부하는 일주일 주기로 변동한다. 주말의 부하는 평일의 부하에 비하여 0.6~0.8정도의 값을 갖는다. 요일별 부하의 패턴을 알아보기 위하여 하절기의 일 최대 부하를 주 단위로 나누어 하절기 부하패턴을 설정한다.

〈그림 3〉은 2009년 하절기의 일 최대부하를 요일별로 나타낸 것이다. 하절기의 부하는 기온의 상승에 따라 냉방부하가 증가하기 때문에 기온이 전력수요 증가의 가장 큰 원인이 된다. 8월 1주의 경우 하계휴가로 인하여 부하 패턴이 다르게 나타나며, 하절기 부하의 패턴을 설정하기 위하여 전후 1주의 부하(7월 5주, 8월 2주)의 평균으로 8월 1주의 패턴을 설정하고 하절기 부하의 평균을 구하였다[2-4].



〈그림 3〉 2009년 하절기 일최대부하

### 3.2 전력수요예측 알고리즘

최대온도와 최대전력의 관계를 분석하기 위해 각각의 온도데이터를 이용하여, 데이터를 주말과 평일로 구분한다. 부하와 온도의 상관관계가 1에 가까운 데이터를 얻기 위해 다음과 같은 계산과정을 거친다[3-4].

$$S_x = \sqrt{\frac{\sum x^2 - (\sum x)^2/n}{n-1}} \quad (1)$$

$$S_y = \sqrt{\frac{\sum y^2 - (\sum y)^2/n}{n-1}} \quad (2)$$

여기서,  $x$ 는 온도,  $y$ 는 최대전력,  $(\bar{x}, \bar{y})$ 는 표본평균,  $(S_x, S_y)$ 는 표본 표준편차이다. 상관계수  $r$ 은 다음과 같이 구해지며 상관계수가 1에 가까운 데이터를 얻는다.

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{(n-1)s_x s_y} \quad (3)$$

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n x_i y_i - \frac{(\sum_{i=1}^n x_i)(\sum_{i=1}^n y_i)}{n}}{(n-1)s_x s_y} \quad (4)$$

예측 데이터는 2009년 7월에서 8월까지의 온도데이터를 이용하였고 같은 온도에서의 최대전력을 이용하여 평균전력을 구한다.

$$AvgMW_{max}^{TS} = \frac{\sum_i MW_{max}^{TS}}{N} \quad (5)$$

여기서,  $AvgMW_{max}^{TS}$ 는 최대전력의 평균,  $MW_{max}^{TS}$ 는 같은 온도에서의 최대전력이다. 최대전력과 평균의 오차율은 다음 식과 같다.

$$error(\%) = \frac{AvgMW_{max}^{TS} - \sum_i MW_{max}^{TS}}{AvgMW_{max}^{TS}} \times 100 \quad (6)$$

각각의 최대온도와 최대전력을 이용하여 최대수요를 예측하는 식은 다음과 같다.

$$F_d = aX_{d-1} + a(1-a)X_{d-2} + a(1-a)^2X_{d-3} + (1-a)^3F_d \quad (7)$$

여기서,  $x$ 는 같은 온도의 실측치,  $d$ 는 예측일,  $F_d$ 는 예측치,  $a$ 는  $1/N$ ( $N$ =관측데이터의 수)와 같으며 예측일의 예상최대온도와 동일 영역의 수요를 사용하여 수요예측을 수행한다.

### 3.3 수요예측 결과

다음 <표 1>은 2010년 8월 전력거래소의 전력계통운영실적에 따른 일일 수요예측 오차율을 나타낸다[5]. 2009년 8월의 수요예측 오차율은 1.49%이며, 2010년 8월의 예측오차는 1.35%로 감소되었음을 알 수 있다. 현재 수요예측을 위한 데이터로는 과거의 수요와 실적, 기상변화에 대한 기온변화, 시간에 따른 수요, 경제 성장 등의 여러 요소들을 이용하여 수요예측을 수행하고 있다.

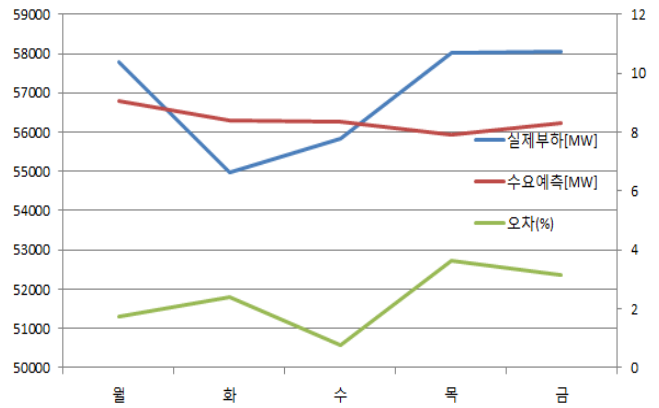
<표 1> 일일 수요예측 오차율 (8월 평균)

구분	월평균(%)			누계(%)		
	'10년	'9년	증감(%p)	연간 목표	누적 실적	증감(%p)
오차율(%)	1.35	1.49	-0.15	1.331	1.347	+0.016

여름에는 온도의 영향으로 인한 예측의 오차가 크게 나타나며, 기온 상승과 냉방부하의 증가로 전력소비량이 증가하고 있다. 수요예측을 위하여 여름의 기온의 변화와 전력 수요실적을 이용하여 수요예측을 수행하였으며, 각각의 온도의 영역에 대한 데이터를 사용하여 전력수요를 예측하였다.

<표 2> 2009년 8월 10일-8월 14일의 수요예측 결과

	실제부하 [MW]	수요예측결과 [MW]	오차율 (%)
8월10일 월요일	57,788	56,779	1.74
8월11일 화요일	54,987	56,313	2.41
8월12일 수요일	55,848	56,269	0.75
8월13일 목요일	58,026	55,927	3.61
8월14일 금요일	58,055	56,236	3.13



<그림 4> 실제 부하와 예측 결과 비교

하절기의 부하 패턴은 요일에 대한 변동이 크지 않기 때문에 수요에 대한 가장 큰 영향을 미치는 요소인 기온을 반영하여 수요예측을 수행하였다. 그 결과 기존의 수요예측의 방법보다 계산이 간단하며, 오차율은 2.33%로 비교적 양호한 결과를 보인다. 추후 다개년도를 대상으로 데이터를 누적하여 수요예측을 수행한다면 정확도를 개선할 수 있을 것이다.

## 4. 결 론

본 연구에서는 하절기 기온과 전력수요와의 상관관계를 분석하고 온도특성을 반영하여 여름 1주간의 단기 수요예측을 수행하였다.

1. 국내 전력계통의 특징은 냉난방 수요로 인한 부하가 증가하고 있으며 이는 기온의 영향을 받는다.
2. 기온의 변화에 따라 부하에 영향을 미치게 되며 온도특성을 반영하여 수요예측을 수행하였다.
3. 수요예측 결과 온도특성을 반영하여 비교적 양호한 오차율로 수요예측이 가능하다.
4. 수요예측의 정확도를 높이기 위한 데이터가 많아진다면 더욱 정확한 결과를 얻을 수 있을 것으로 예상된다.

## [참 고 문 헌]

- [1] 구분희, 윤경하, 차준민, 송경빈, 백용기, "기온 변화 특성을 반영한 하절기 전력수요예측에 관한 연구", 대한전기학회 전력기술위원회 추계 학술대회 논문집, 2010. 11
- [2] 고희석, 이충식, 김종달, 최종규, "기온예상치를 고려한 모델에 의한 주간최대전력수요예측", 대한전기학회논문지, 45권, pp.511-516, 1996. 4
- [3] 송경빈, 하성관, "단기수요예측 알고리즘", 대한전기학회논문지 53권, pp.529-535, 2004. 10
- [4] 김기수, 송경빈, "온도특성에 대한 데이터 정제를 이용한 제주도의 단기 전력수요예측", 한국조명전기설비학회 추계학술대회논문집, 2008. 10
- [5] KPX, "전력계통운영실적". 2010년 8월