

## 단기 전력수요예측 정확도 개선을 위한 대표기온 선정방안

(Representative Temperature Assessment for Improvement of Short-Term Load Forecasting Accuracy)

임중훈\* · 김시연 · 박정도 · 송경빈\*\*

(Jong-Hun Lim · Si-Yeon Kim · Jeong-Do Park · Kyung-Bin Song)

### Abstract

The current representative temperature selection method with five cities cannot reflect the sufficient regional climate characteristics. In this paper, the new representative temperature selection method is proposed with the consideration of eight representative cities. The proposed method considered the recent trend of power sales, the climate characteristics and population distribution to improve the accuracy of short-term load forecasting. Case study results for the accuracy of short-term load forecasting are compared for the traditional temperature weights of five cities and the proposed temperature weights of eight cities. The simulation results show that the proposed method provides more accurate results than the traditional method.

Key Words : Short-Term Load Forecasting, Representative Temperature, Accuracy of Load Forecasting, Climate Characteristics

### 1. 서 론

전력수요는 기온, 요일, 경제상황, 산업구조의 변화 등 다양한 요인들이 복합적으로 작용하여 비선형적인

- 
- \* 주저자 : 송실대학교 전기공학과 석사과정
  - \*\* 교신저자 : 송실대학교 전기공학부 부교수
  - \* Main author : The Master's course of Department of Electrical Engineering at Soongsil University
  - \*\* Corresponding author : Associate Professor of Department of Electrical Engineering at Soongsil University
- Tel : 02-820-0648, Fax : 02-817-7961  
E-mail : kbsong@ssu.ac.kr  
접수일자 : 2013년 2월 12일  
1차심사 : 2013년 2월 15일  
심사완료 : 2013년 4월 8일

특성과 불확실성을 나타내기 때문에 정확한 전력수요 예측을 위해서는 다양한 요인을 고려한 접근이 필요하다. 특히 단기 전력수요는 계절에 따른 기온의 영향을 많이 받기 때문에 정확한 전력수요예측을 위해서는 기온이 전력수요에 미치는 영향을 심도 있게 분석할 필요가 있다. 단기 전력수요예측에서 여러 기상요소 중 기온의 비중을 가장 크게 두어 예측을 하는 이유는 기온변동과 전력수요변동과의 상관관계가 가장 높기 때문이다. 또한 최근 이상기온현상에 의한 냉·난방수요의 변동이 심하지만 이를 적절하게 반영하기 어렵기 때문에 단기 전력수요예측의 오차가 크게 발생함에 따라 정확한 단기 전력수요 예측을 위해 기온이 크게 고려되고 있다. 기존의 단기 전력수요예측에

는 5대도시의 전력 판매량에 따라 가중치를 산정하여 산출된 전국 대표기온을 사용하였으나, 각 지역의 특성을 충분히 반영하기 어렵기 때문에 새로운 전국 대표기온을 산정하는 방법이 필요하다. 따라서 최근 경향에 따른 지역별 전력판매량, 인구수 등 지역특성을 충분히 반영할 수 있는 요소들을 분석하여 체계적으로 전국 대표기온을 선정하기 위한 새로운 지역별 가중치 선정방안을 제시한다.

## 2. 단기 전력수요예측을 위한 전국 대표기온 산정방안

가장 널리 사용되고 있는 단기 전력수요예측 알고리즘은 전국의 전력수요를 전체적인 변동요인을 고려하여 예측하는 방법이다. 단기 전력수요예측 알고리즘에 사용되는 데이터는 전국단위의 전력수요와 예측일의 기상예보 데이터를 사용한다. 기상예보 데이터는 계절에 따라 최고기온 및 최저기온을 사용하며, 과거의 기온변화 이력을 통해 기온에 대한 전력수요 민감도 테이블을 구성하고 예측일과 예측 전일의 기온차를 이용해 전력수요를 보정한다. 이 때 지역 별 기온을 이용하여 산출된 전국 대표 기온 데이터가 입력 데이터로 사용된다. 기존의 기온가중치는 지역 별 영향을 고려하여 전국을 서울, 대전, 대구, 광주, 부산으로 나누어 이들 지역에 대한 전력판매량과 인구를 분석하여 지역별 수요분포비율을 산출한다. 산출된 수요분포비율로 각 지역기온에 가중치를 주어 최종적으로 대표기온을 계산한다. 과거 전력수요예측에 사용되는 5대 도시의 전국평균기온을 산출하는 수식은 다음과 같다[1].

$$\begin{aligned} \text{전국평균기온} &= \text{서울기온} \times \text{서울 수요분포비율} \\ &+ \text{대전기온} \times \text{대전 수요분포비율} \\ &+ \text{대구기온} \times \text{대구 수요분포비율} \\ &+ \text{광주기온} \times \text{광주 수요분포비율} \\ &+ \text{부산기온} \times \text{부산 수요분포비율} \end{aligned}$$

위의 수식의 지역 수요분포비율은 표 1에 제시한다.

표 1. 5대도시의 기온가중치

Table 1. Weights for temperatures of five cities

지역	서울	대전	대구	광주	부산
가중치 %	50.0	10.0	12.0	8.0	20.0

선정된 지역 중 서울, 대구 및 부산의 가중치의 합이 82%로, 대전과 광주의 비중이 매우 낮은 것을 알 수 있다. 그리고 서울을 제외한 경기도 및 인천광역시의 수요분포비율과 강원지역의 수요분포비율을 대표도시 서울에 포함시켰기 때문에, 지역적 특성을 충분히 고려하지 못하였다고 할 수 있을 것이다. 또한 전력판매량만을 기준으로 삼았기 때문에, 인구와 기온분포 등을 고려하지 못한 문제점이 발생한다.

최근 전력수요 및 인구 분포 경향을 보면, 전국 전력판매량의 약 70%와 전국 인구의 약 76%를 수도권 및 경상도가 차지하고 있어 전국 대비 수도권과 경상도에 대한 전력사용비중이 높은 것을 알 수 있다[2-3]. 선행 연구에서 인구와 전력 사용량에 대해 개별적인 분석을 통해 전국 대표기온에 의한 지역별 가중치를 선정하였다[4]. 인구 수 기준의 기온가중치를 산정하기 위한 지역별 맵핑 방안 중 경기도의 경우, 지역이 넓어 경기 북부와 남부를 구분하여야 하며, 같은 경기도 지역이라 할지라도 남부와 북부의 기온차이는 두드러지게 차이가 나타난다. 인구가 집중된 수도권을 세분화하고, 지역별 기온차이를 고려하기 위해 경기도 북부는 서울에 맵핑하고, 경기도 남부는 경기도 중 가장 인구가 많은 수원을 선택하여 맵핑하였다. 경기남부와 경기북부는 수원을 기준으로 하여 같은 위도상의 지역으로 나누었다. 인구수를 기준으로 한 지역선정은 경남지역에 대한 세부적인 반영이 어렵다는 단점이 존재하기 때문에, 추후 확보되는 데이터를 통한 다양한 접근방법으로 분석이 필요하다. 인구수를 기준으로 한 맵핑지역과 기온가중치는 표 2와 표 3에 나타내었다.

전력판매량 기준 기온가중치 선정을 위해 2011년 기준 한전 지역본부 별 전력판매량 데이터를 사용하였다. 전국 대표기온을 이용하여 전력수요예측에 이용함에 있어 전력수요를 기준으로 구분하기 때문에, 맵핑을 할 경우 전력소비에 따른 지역별 전력수요가

**표 2. 인구수를 기준으로 맵핑된 지역**  
**Table 2. Mapped regions based on population**

대표도시	맵핑된 지역	대표도시	맵핑된 지역
서울	서울, 경기북부	대전	대전, 충남, 충북
인천	인천	대구	대구, 경북
수원	경기남부	광주	광주, 전남, 전북
원주	강원	부산	부산, 경남, 울산

**표 3. 맵핑된 지역에 대한 기온가중치**  
**Table 3. Weights for temperatures of mapped regions**

지역	서울	인천	수원	원주
가중치 %	37.02	5.58	7.21	3.06
지역	대전	대구	광주	부산
가중치 %	10.33	10.38	10.47	15.94

비교적 정확하게 반영될 수 있다는 장점이 존재한다. 그러나 지역에 따라 기온에 민감하지 않은 전력 수요에 대한 비중이 높아질 수 있다. 예를 들어 산업 용부하가 많고 인구가 적은 지역이 있다면 이 지역은 기온과 관계없이 일정하게 전력을 사용하게 되어 지역에 따라 월별 전력사용량이 기온에 의한 전력수요 변화를 대표할 수 없게 될 가능성이 존재한다. 이 문제점을 보완하기 위하여 인구 수 기준에 의한 지역구분을 기초로 하여 13개의 지역분부를 크게 서울, 경기, 인천, 강원, 대전, 대구, 광주, 부산으로 나누고 나머지 분부는 해당지역으로 맵핑하였다. 또한 최근 전력사용에 대한 지역본부별 경향을 반영하기 위하여 2009년부터 2011년까지 3개년에 대한 전력 판매량만 사용하였다. 수도권지역은 인구 수 기준 맵핑방안과 마찬가지로 서울에 경기 북부를 포함시켜 맵핑하였으며, 맵핑된 지역과 기온가중치에 대해서는 표 4과 표 5에 나타내었다. 인구수 기준의 가중치와 비교하였을 경우, 지역에 대한 편중이 사라지며 수도권과 경남지역에 대한 비중이 다소 낮아짐을 알 수 있다.

전력수요는 기온변화에 대하여 밀접한 상관관계를 가진다. 이는 기온변화에 따라서 사람들의 냉난방기기

의 사용량이 증감하게 되는 것을 의미한다. 인구 수 기준과 전력판매량 기준을 이용하여 기온가중치를 산정하였지만 두 방안에 대해 복합적으로 고려할 필요가 있기 때문에 인구 수 기준 기온가중치 산정방안에 추가적으로 개선된 기온가중치 산정방안을 연구하였다. 기존 인구 수 기준의 가중치를 기준점으로 설정하고 인구 수 기준 맵핑에 전력사용량을 감안하여 인구 수가 가장 많고 1인당 전력 사용량이 타 지역에 비하여 비교적 적은 서울과 부산의 가중치를 확대하였다. 서울과 부산의 가중치를 증가시킨 만큼 타 지역(대전, 대구, 광주)의 가중치를 감소시켰다. 증감시킨 가중치는 사례연구 기간의 수요예측결과의 오차가 가장 작아지는 값을 트라이얼 에러로써 탐색하였다. 개선된 인구수를 기준으로 한 맵핑지역은 인구수 기준의 맵핑지역과 동일하며 기온가중치는 표 6에 나타내었다.

**표 4. 전력판매량을 기준으로 맵핑된 지역**  
**Table 4. Mapped regions based on power sales volumes**

대표도시	한전 지역본부명	대표도시	한전 지역본부명
서울	서울, 남서울, 경기북부	대전	대전충남, 충북
인천	인천	대구	대구경북
수원	경기	광주	광주전남, 전북
원주	강원	부산	부산, 경남

**표 5. 맵핑된 지역에 대한 기온가중치**  
**Table 5. Weights for temperatures of mapped regions**

지역	서울	인천	수원	원주
가중치 %	16.13	6.96	14.41	3.83
지역	대전	대구	광주	부산
가중치 %	15.47	12.74	12.23	18.23

**표 6. 맵핑된 지역에 대한 기온가중치**  
**Table 6. Weights for temperatures of mapped regions**

지역	서울	인천	수원	원주
가중치 %	43.76	5.58	4.48	3.06
지역	대전	대구	광주	부산
가중치 %	6.33	8.38	6.47	21.94

### 3. 사례연구

제안한 방법의 수요예측 정확도 향상을 검증하기 위해 기온을 고려한 지수평활법을 이용하여 2009년부터 2011년까지 3개년에 대한 전력수요예측을 수행하였다 [5-6]. 기상청으로부터 입수한 8개 도시의 일별 최고, 최저, 평균기온을 대표도시의 기온데이터로 사용하였다. 앞에서 설명한 전력판매량과 인구 수 및 개선된 인구 수 기준 가중치를 이용하여 전국대표기온을 작성하였다. 수요예측결과 중, 특수일과 특수일 전·후일, 설날연휴와 추석연휴, 징검다리 요일을 제외하였다. 기존 5대도시의 가중치를 사용한 결과, 인구 수 기준 가중치를 사용한 결과, 전력판매량 기준 가중치를 사용한 결과, 개선된 인구 수 기준 가중치를 사용한 결과를 비교 분석하였다. 2009년부터 2011년까지의 3개년에 대한 수요예측결과는 다음과 같다. 최대·최소부하오차는 일중 최대·최소부하 시점의 오차를 나타내며 최대오차는 24시간 중 오차가 가장 큰 시점의 오차를 나타낸다. 평균오차는 24시간 평균 오차를 나타낸다.

표 7. 5대도시 기온가중치를 이용한 예측 결과  
Table 7. Forecasting results using weights for temperatures of five cities

연도	최대부하 오차 %	최소부하 오차 %	최대오차 %	평균오차 %
2009년	1.8481	2.0624	3.9042	1.9449
2010년	1.6626	2.1175	3.8739	1.8537
2011년	1.6274	1.9021	3.4837	1.6660
3년 평균	1.7128	2.0274	3.7541	1.8216
표준편차	1.4551	1.7848	1.8847	1.0547

표 8. 8대도시 전력판매량 가중치 이용 예측 결과  
Table 8. Forecasting results using weights of temperatures based on power sales volumes of eight cities

연도	최대부하 오차 %	최소부하 오차 %	최대오차 %	평균오차 %
2009년	1.8959	2.0749	3.9320	1.9665
2010년	1.7313	2.1172	3.9080	1.8752
2011년	1.6709	1.9013	3.5296	1.6845
3년 평균	1.7662	2.0312	3.7900	1.8422
표준편차	1.4835	1.7836	1.9041	1.0711

표 9. 8대도시 인구 수 가중치 이용 예측 결과  
Table 9. Forecasting results using weights of temperatures based on population of eight cities

연도	최대부하 오차 %	최소부하 오차 %	최대오차 %	평균오차 %
2009년	1.8623	2.0662	3.9187	1.9504
2010년	1.6838	2.1186	3.8809	1.8600
2011년	1.6349	1.9037	3.4876	1.6685
3년 평균	1.7271	2.0295	3.7626	1.8264
표준편차	1.4583	1.7838	1.8846	1.0554

표 10. 8대도시 개선 인구 수 가중치 이용 예측 결과  
Table 10. Forecasting results using weights of temperatures based on modified population of eight cities

연도	최대부하 오차 %	최소부하 오차 %	최대오차 %	평균오차 %
2009년	1.8458	2.0612	3.9060	1.9434
2010년	1.6588	2.1062	3.8588	1.8460
2011년	1.6347	1.8795	3.4723	1.6582
3년 평균	1.7132	2.0157	3.7458	1.8160
표준편차	1.4545	1.7735	1.8753	1.0485

개선안의 경우 트라이얼 에러로써 탐색한 결과를 이용하였기 때문에 도출한 가중치를 검증하기 위하여 2011년까지의 사례연구를 통한 결과로 2012년에 대한 수요예측을 실시하였다.

표 11. 2012년 전력수요 예측 결과  
Table 11. Forecasting results of 2012.

가중치 선정방안	최대부하오차 %	최소부하오차 %	최대오차 %	평균오차 %
5대도시 기준	1.8144	1.9047	3.6390	1.8400
인구 수 기준	1.8195	1.9047	3.6401	1.8425
전력판매량 기준	1.8290	1.9056	3.6453	1.8506
개선된 인구수 기준	1.8098	1.9051	3.6352	1.8355

전체적으로 1.8%대의 평균오차를 나타냄을 사례연구를 통해 알 수 있었으며, 전력판매량과 인구 수 기준의 예측결과는 기존 5대도시 예측결과보다 개선되지 않았다. 하지만 개선된 인구 수 기준의 3년 평균오차는 5대도시보다 개선됨을 확인할 수 있었고 최대부하오차, 최소부하오차, 최대오차 및 평균오차의 모든 부분에서 표준편차가 줄어드는 것으로 나타났다. 2012년 수요예측 결과 역시 인구수 및 전력판매량 기준 가중치를 이용한 결과는 5대도시 가중치를 이용한 결과를 개선시키지 못하였으나, 개선된 인구 수 기준의 수요예측 결과는 평균오차를 0.0045% 개선하였음을 확인할 수 있었다. 즉 개선된 인구 수 기준의 대표기온 선정방안은 단기전력 수요예측의 정확성 및 예측 안정성 측면에서 모두 우수한 것으로 평가할 수 있다.

#### 4. 결 론

본 논문에서는 단기전력 수요예측 정확도 향상을 위해 5대도시 기온을 이용하여 산정하던 대표기온을 8대도시로 확대하여 산정하는 방안을 제시하였다.

전국 8대도시 대표기온 선정을 위해 인구 수, 전력 판매량, 개선된 인구 수 기준의 가중치를 이용하는 방안을 고찰하였다. 사례연구를 통해 일부 제안한 가중치를 이용한 예측결과는 기존 방법보다 개선되지 않았지만 개선된 인구 수 기준 가중치를 사용한 수요예측결과는 기존 방법보다 다소 단기전력 수요예측 정확도가 개선됨을 알 수 있었다.

세분화된 시간별 지역 전력수요데이터와 지역 기상 정보와 결합하여 사용되어진다면 국지적인 이상기후 발생 또는 인구밀집에 의한 전력수요 상승 시 제안한 기온가중치를 이용하여 보다 정확한 수요예측결과를 얻을 수 있을 것으로 기대한다.

본 연구는 2011년도 지식경제부의 재원으로 한국에너지기술평가원(KETEP)의 지원을 받아 수행한 연구 과제(No. 20114010203110)입니다.

#### References

- [1] "Development of the Integrated System for Power System Operation Planning and Analysis", KEPRI Power Systems Research Lab, 1998.
- [2] "The Monthly Report on Major Electric Power Statistics", KEPCO, Vol 400, pp 66-67, 2012.
- [3] "Resident registration population by korean" Korean Statistical Information Service (<http://kosis.kr>)
- [4] J.H Lim et al, "A Study on Representative Temperature Assessment for Short-Term Load Forecasting", KIEE Annual Summer Conference, 2012.
- [5] J.W Lee et al, "Analysis of Load Forecasting Error for Improving the Accuracy of the Short-term Load Forecasting", KIEE Annual Autumn Conference, 2010.
- [6] Oh-Sung Kwon, Kyung-Bin Song, "Development of Short-Term Load Forecasting Method by Analysis of Load Characteristics during Chuseok Holiday", KIEE, Vol.60A pp.2215-2220, 2010.

#### ◇ 저자소개 ◇



**임종훈 (林鐘勳)**

1985년 4월 22일생. 2012년 숭실대학교 전기공학부 졸업. 현재 숭실대학교 전기공학과 석사과정.



**김시연 (金是燃)**

1985년 6월 30일생. 2012년 숭실대학교 전기공학부 졸업. 현재 숭실대학교 전기공학과 석사과정.



**박정도 (朴正道)**

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



**송경빈 (宋敬彬)**

1963년 9월 15일생. 1986년 연세대 전기공학과 졸업. 1988년 동 대학원 전기공학과 졸업(석사). 1995년 텍사스 A&M 전기공학과 졸업(박사). 2002년~현재 숭실대학교 전기공학부 부교수.