



특수일의 전력수요 예측치 보정 방안에 관한 연구

A Study on Calibrating the Forecasted Load of Electric Power Considering Special Day Factor

| | |
|--------------------|--|
| 저자 (Authors) | 백종관, 한정희 Jong-Kwan Baek, Jung-Hee Han |
| 출처 (Source) | 산업경제연구 28(1) , 2015.02, 191-203 (13 pages) Journal of Industrial Economics and Business 28(1) , 2015.02, 191-203 (13 pages) |
| 발행처 (Publisher) | 한국산업경제학회 Korean Industrial Economic Association |
| URL | http://www.dbpia.co.kr/Article/NODE06205061 |
| APA Style | 백종관, 한정희 (2015). 특수일의 전력수요 예측치 보정 방안에 관한 연구. 산업경제연구, 28(1), 191-203. |
| 이용정보 (Accessed) | 서울대학교 147.47.207.*** 2018/08/20 13:17 (KST) |

저작권 안내

DBpia에서 제공되는 모든 저작물의 저작권은 원저작자에게 있으며, 누리미디어는 각 저작물의 내용을 보증하거나 책임을 지지 않습니다. 그리고 DBpia에서 제공되는 저작물은 DBpia와 구독계약을 체결한 기관소속 이용자 혹은 해당 저작물의 개별 구매자가 비영리적으로만 이용할 수 있습니다. 그러므로 이에 위반하여 DBpia에서 제공되는 저작물을 복제, 전송 등의 방법으로 무단 이용하는 경우 관련 법령에 따라 민, 형사상의 책임을 질 수 있습니다.

Copyright Information

Copyright of all literary works provided by DBpia belongs to the copyright holder(s) and Nurimedia does not guarantee contents of the literary work or assume responsibility for the same. In addition, the literary works provided by DBpia may only be used by the users affiliated to the institutions which executed a subscription agreement with DBpia or the individual purchasers of the literary work(s) for non-commercial purposes. Therefore, any person who illegally uses the literary works provided by DBpia by means of reproduction or transmission shall assume civil and criminal responsibility according to applicable laws and regulations.

특수일의 전력수요 예측치 보정 방안에 관한 연구*

백종관

서일대학교 교수, 제1저자

(jkbaek@seoil.ac.kr)

한정희

강원대학교 교수, 교신저자

(jhhan@kangwon.ac.kr)

전력은 생산과 동시에 소비가 발생하는 특성을 갖고 있기 때문에 전력수요 예측은 정확도가 매우 중요하다. 전력수요 예측에 관해서는 이미 많은 연구가 진행되어왔고 전반적으로 높은 정확도를 보여 주기도 한다. 하지만 공휴일이나 명절 등과 같은 특수일의 전력수요는 변동성이 매우 커서 정확한 예측이 어려울 뿐만 아니라 특수일 전력수요 급감 등의 큰 변동성은 특수일 직후 예측모형의 모수 추정에도 영향을 주므로 특수일 직후의 전력수요 예측값은 일반적으로 높은 오차율을 보인다. 본 연구에서는 특수일 전력수요 예측값의 정확도를 높이기 위해 과거 특수일 전력수요 패턴 분석을 바탕으로 임의의 예측모형에 의해 계산된 전력수요 예측값을 보정하는 방법을 제시한다. 2008년부터 2013년까지의 데이터를 분석한 결과 특수일에 대한 전력수요 예측값 보정으로 평균오차율은 평균 19.2%, 최대오차율은 51.3% 감소하였다.

핵심주제어 : 전력수요, 수요예측, 회귀모형, 특수일

1. 서론

전력은 인간생존의 필수적인 요소일 뿐만 아니라 산업생산에 있어서도 필수적인 투입요소이다.(유승훈·전군오, 2004) 김호연(2011)은 전력의 공급제한이 국민경제에 미치는 파급효과를 분석하였다. 전력수요는 단순히 생산을 지원하는 기반이라기보다는 그 자체가 생산의 효율성에 지대한 영향을 미친다.(이현재, 2013) 따라서 전력은 산업발전 및 국민경제에 있어서 중요한 역할을 하며 경제 발전을 위한 주요 자원이므로 전력을 낭비하지 않도록 해야 한

▷ 논문접수(2015. 2. 4), ▷ 심사완료(2015. 2. 15), ▷ 게재확정(2015. 2. 25)

* 본 논문은 2013년도 서일대학교 학술연구비에 의해 연구되었음

다. 그런데 전력은 생산과 동시에 소비가 발생하는 특성을 갖고 있기 때문에 전력 소비량을 정확히 예측하는 것은 경제적인 전력 생산을 위해 매우 중요하다. 전력의 불필요한 생산을 막기 위해서는 하루에 생산해야 하는 전력의 총량을 정확히 예측할 필요가 있다.

현재까지 전력수요 예측을 위한 많은 연구가 진행되어 왔으며, 전력수요 예측을 위한 기존 연구에서는 회귀분석, 시계열분석, 신경망, 뉴로-퍼지 이론 등과 같은 다양한 방법을 제안하고 있으나, 공휴일을 포함한 연휴나 명절과 같은 특수일에 대한 연구는 많지 않다. 공휴일이나 명절에는 나들이 및 고향을 찾는 대규모 인구 이동으로 전력수요가 줄어드는 것이 일반적이다. 특히 추석이나 구정의 경우 연휴기간이 길고 연휴 일수가 일정하지 않기 때문에 전력수요의 변동성이 매우 크게 나타나는 경향이 있다. 특수일을 고려한 전력수요 예측에 관한 대표적인 기존연구 내용을 아래에 소개한다.

김광호·윤형선(1998)은 신경망을 이용하여 특수일의 최대, 최소 전력수요 및 특수일 24시간 전력수요를 예측하였다. 이 연구에서는 입력값으로 특수일 직전 평일 4일의 시간대별 부하의 평균값 및 요일 특성을 반영하기 위한 2진 코드값을 사용한다. 요일은 평일(화~금), 토요일, 일요일, 월요일로 구분하였다. 송경빈 등(2002)은 특수일의 최대전력수요 예측을 위해 특수일의 종류와 요일이 모두 일치하는 과거 데이터를 찾아 특수일의 보정값을 계산하는 상대계수법을 제안하였다. 하지만 특수일의 종류와 요일이 모두 일치하는 과거 데이터를 찾기 위해서는 수년 전의 데이터를 사용해야하는 상황이 발생할 수 있는데, 이 경우 최근의 추세를 정확하게 반영하기 어렵다. 위영민 등(2007)은 역시 과거 특수일 데이터 중에서 같은 요일 타입을 갖는 데이터를 분석하여 중회귀분석을 수행하였다. 위영민 등(2009)은 특수일 최대전력수요 예측을 위해 특수일 최고 기온 예측치와 유사한 과거 평일 데이터를 추출하는 유사온도 샘플링 방식을 사용하였다. 권오성 등(2012)은 특수일의 단기 전력수요 예측을 위해 특수일과 특수일 직전 평일의 예측 오차를 분석하여 온도에 대한 전력수요 민감도를 분석하여 특수일 전력수요 예측에 반영하였다. 앞에서 언급한 대부분의 연구는 특수일 중 명절이 아닌 공휴일의 오차를 수정하는 연구이며 또한 최대전력수요를 예측하고 있다. 최대전력수요는 전력 소비량의 한계점을 예측하여 순간적인 전력부족으로 인해 발생하는 정전 등의 위험을 회피하기 위한 중요한 정보를 제공한다. 하지만 특수일의 경우 일반적인 날보다 전력수요가 감소하기 때문에 전력부족을 예방하는 것보다는 불필요한 전력 생산을 방지하는 것이 중요하다. 따라서 특수일을 고려한 전력수요 예측에서는 일일 최대 전력수요보다 일일 총 수요를 정확히 예측하는 것이 더 중요하다.

전력의 일일 총 수요를 예측한 연구로는 Dilaver and Hunt(2011), Wang et al.(2011), 한정희·백종관(2010, 2011) 등이 있다. Dilaver and Hunt(2011)은 터키 주거 지역 일일 전력수요 총량의 장기적인 변화를 예측하기 위해 기상정보를 제외하고 과거 전력수요 실적자료만 이용하는 시계열 모형을 개발하였다. Wang et al.(2011)은 호주 남부지역의 전력수요 총량

의 장기적인 추세를 예측하기 위해 LLEF(Largest Lyapunov Exponent Forecasting Method) 시계열 예측모형을 사용하였으며 PSO(Particle Swarm Optimization) 기법을 이용하여 시계열 예측 모형의 파라메타를 결정하였다. Dilaver and Hunt(2011)와 Wang et al.(2011)의 연구는 시계열 분석을 이용하여 장기적인 추세를 예측하는 것을 목적으로 하고 있다. 한정희·백종관(2010)에서는 일일 전력수요 총량의 주간 패턴을 최고차항의 계수가 음수인 2차 함수식으로 표현하여 여름철 일일 전력수요 총량을 예측하는 회귀모형을 제안하였다. 그러나 일일 전력수요 총량의 주간 패턴을 2차식으로 표현하면 주간 최고값이 나타나는 요일을 중심으로 주간 전력수요 패턴이 좌우 대칭이 아닌 경우에는 예측오차가 증가하는 문제가 발생하였다. 이를 보완하기 위해 한정희·백종관(2011)에서는 2차식이 아닌 이진변수를 이용하여 요일을 표현하였다. 전력수요의 요일특성을 표현하기 위해 이진변수를 이용한 회귀모형을 사용할 경우 2차식을 포함한 회귀모형보다 오차율이 20% 이상 감소하였으며, 기존 타 연구에 비해 좋은 결과를 보여주고 있다. 하지만 한정희·백종관(2011)의 연구는 특수일이 거의 포함되지 않는 여름철 데이터만을 분석하였다는 한계점을 갖는다. 따라서 본 연구에서는 한정희·백종관(2011)의 연구를 확장하여 특수일의 전력수요 예측 및 보정 방법을 제안한다.

II. 본 론

2.1. 특수일을 고려하지 않는 전력수요 예측

본 연구에서는 특수일을 포함한 1일 전력수요 예측을 수행하고자 한다. 특수일이 아닌 일반일의 전력수요 예측은 비교적 정확도가 높은 방법들이 이미 많이 개발되어 있다. 그러나 특수일은 특수일의 요일 및 주말과의 관계, 샌드위치 연휴 유무 등 다양한 변동 요인으로 인해 정확한 예측이 어렵다. 일반적으로 특수일에는 나들이 및 고향 방문 등으로 인해 인구 이동이 많아 전력 수요가 줄어드는 경향이 있다. 이 논문에서 특수일은 신정(1.1) 구정(1, 2월), 삼일절(3.1), 노동절(5.1), 어린이날(5.5), 석가탄신일(4, 5월), 현충일(6.6), 제헌절(7.17), 광복절(8.15), 추석(9, 10월), 개천절(10.3), 크리스마스(12.25) 등 약 12개 기념일을 의미한다. 또한 2013년부터는 제헌절이 공휴일에서 제외되고 한글날(10.9)이 공휴일에 포함되었다.

본 연구의 목적은 특수일에 대한 보정을 통해 1일 전력수요 총량의 예측 오차를 줄이는 것이다. 따라서 특수일이 아닌 일반적인 날짜에 대한 전력수요 예측에는 한정희·백종관(2011)이 제시한 방법을 사용하여, 1년간 전력수요 1일 총량에 대한 예측오차를 비교한다.

한정희·백종관(2011)의 연구는 외기온도, 직전일 수요 외에도 추가적으로 요일을 고려하여 예측 정확도를 높인 회귀 모형을 제시하고 있다. 일반적으로 전력수요는 외기온도에 의해 크게 좌우되는데 여름에 외기온도가 상승하면 냉방기기 사용으로 전력수요가 증가하고 겨울에 외기온도가 하강하면 난방기기 사용으로 전력수요가 증가한다. 따라서 전력수요는 외기온도와 여름에는 양의 상관관계를, 겨울에는 음의 상관관계를 갖는다.

직전일 수요는 대부분의 연구에서 전력수요 예측에 사용되고 있다. 그 이유는 요일별 패턴이나 외기 온도만으로 표현할 수 없는 다양한 기타 요인들(가령, 지역의 인구의 증감이나 공업단지 개발 등과 같은 전력수요 구조의 변화)이 예측일 직전 수일 내의 전력수요 실적에 반영되고 있기 때문이다.

전력수요 예측의 정확도를 높이기 위해서는 외기 온도와 직전일의 수요뿐만 아니라 요일에 대한 고려도 필요하다. 전력수요는 계절이나 온도와 관계없이 일요일에 가장 낮은 전력수요를 보이다가 월요일에 상승하여 금요일까지 높은 수요를 보이며 토요일부터 다시 낮아지는 패턴을 갖는다. 본 연구에서 제안하는 전력수요 예측값의 보정 방법의 효과를 확인하기 위한 비교 실험에서는 외기 온도, 직전일 수요 및 요일 요인을 모두 고려한 한정희·백종관(2011)의 연구에서 제안한 회귀모형을 사용하며, 이는 아래와 같다.

$$\hat{Y}_{d-0} = a + bY_{d-1} + cT_{d-0} + e_{tue}I_{tue} + e_{wed}I_{wed} + e_{thu}I_{thu} + e_{fri}I_{fri} + e_{sat}I_{sat} + e_{sun}I_{sun} \quad (1)$$

\hat{Y}_{d-0} : 예측일의 전력수요 예측값(종속변수)

Y_{d-1} : 예측일 전날의 전력수요 실측값(연속형 독립변수)

T_{d-0} : 예측일의 평균 외기온도 예측값(연속형 독립변수)

I : 예측일의 요일과 같은 요일은 1, 그렇지 않으면 0(이산형 0/1 독립변수).

식 (1)에서는 요일 특성, 평균 외기온도, 전일 전력수요를 독립변수로 표현하며, 요일 표현에는 이진변수를 사용한다. \hat{Y}_{d-0} 는 예측일의 예측된 결과이며 입력값으로는 Y_{d-1} , T_{d-0} , I 가 있다. Y_{d-1} 는 전날의 실제 전력수요, T_{d-0} 는 예측일의 외기온도이며 I 는 요일에 관련된 입력값이다. 식 (1)에서 예측일의 요일과 같은 요일의 이진변수에는 1이 입력되고, 나머지 요일에 해당하는 이진변수에는 0이 입력된다. 월요일의 경우 모든 이진 변수의 값은 0이 된다. 위 회귀모형은 비교적으로 정확한 예측을 하였지만 대상을 하절기로 한정하고 있다. 하절기에는 특수일이 광복절만 존재하며 명절과 같은 긴 연휴도 존재하지 않는다. 한정희·백종관(2011)의 연구에서 특수일이 포함되지 않은 하절기(7~8월) 데이터만을 이용해 식 (1)을 평가하였으며 0.95의 결정계수(R^2)를 보였다. 또한 분산 분석을 통한 유의 확률도 1.05E-239으

로 좋은 결과를 보여주고 있다. 따라서 본 연구에서는 식 (1)의 회귀모형을 특수일을 고려하지 않는 전력수요예측 방법으로 사용한다.

본 연구에는 2008년부터 2013년까지의 전력수요에 대한 전력거래소 자료와 평균 외기온도 자료(기상청)를 사용하였다. <표 1>에는 식 (1)을 이용하여 2008년부터 2013년까지 분기별 평균오차율과 최대오차율을 분석한 결과를 나타낸다. 본 연구에서는 예측의 정확도 및 보정효과를 확인하기 위해 오차율을 비교하는데, 오차율은 일반적으로 널리 쓰이는 평균오차율(MAPE: Mean Absolute Percentage Error)과 최대오차율(MPE: Maximum Percentage Error)을 사용한다. <표 1>에서 보는 것과 같이 주어진 회귀모형은 특수일이 비교적 적은 여름에서는 평균오차율과 최대오차율 모두 좋은 결과를 보이고 있지만, 특수일이 상대적으로 많은 봄에는 오차율이 조금 상승하며 명절이 포함된 가을과 겨울에는 매우 심각한 오차가 발생함을 알 수 있다.

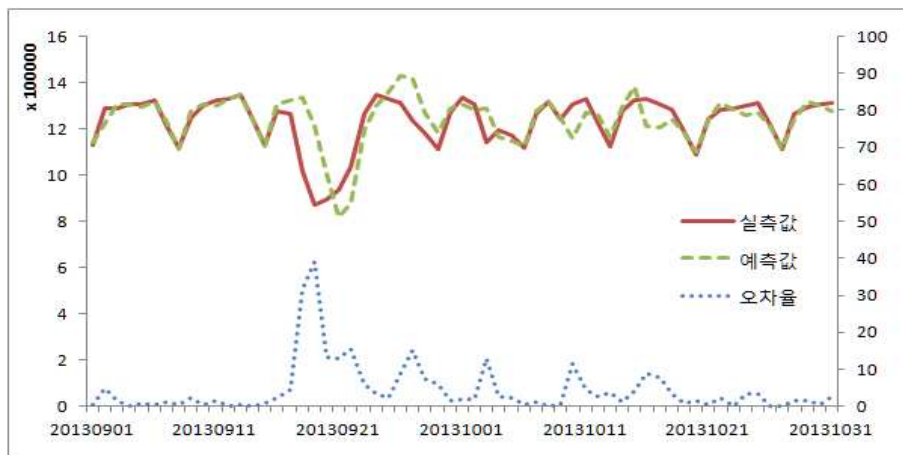
<표 1> 특수일을 고려하지 않은 예측(평균오차율과 최대오차율)

| | | 봄 (3~5월) | 여름 (6~8월) | 가을 (9~11월) | 겨울 (1, 2, 12월) | 전체 |
|------|-------|-------------|--------------|---------------|-------------------|------|
| 2008 | 평균오차율 | 2.9 | 2.1 | 2.8 | 4.1 | 3.0 |
| | 최대오차율 | 13.4 | 7.6 | 26.2 | 40.0 | 40.0 |
| 2009 | 평균오차율 | 2.6 | 2.6 | 3.2 | 4.2 | 3.2 |
| | 최대오차율 | 16.9 | 10.9 | 33.7 | 32.9 | 33.7 |
| 2010 | 평균오차율 | 2.4 | 2.3 | 3.9 | 3.3 | 3.0 |
| | 최대오차율 | 7.8 | 7.6 | 28.2 | 26.6 | 28.2 |
| 2011 | 평균오차율 | 2.1 | 2.4 | 3.2 | 3.8 | 2.9 |
| | 최대오차율 | 12.4 | 11.1 | 28.0 | 33.0 | 33.0 |
| 2012 | 평균오차율 | 2.5 | 2.0 | 2.9 | 3.1 | 2.6 |
| | 최대오차율 | 11.0 | 10.0 | 18.7 | 27.8 | 27.8 |
| 2013 | 평균오차율 | 2.4 | 2.4 | 3.5 | 3.1 | 2.9 |
| | 최대오차율 | 10.7 | 7.4 | 39.0 | 19.6 | 39.0 |
| 평균 | 평균오차율 | 2.5 | 2.3 | 3.3 | 3.6 | 2.9 |
| | 최대오차율 | 12.0 | 9.1 | 29.0 | 30.0 | 33.6 |

[그림 1]은 2013년 9월 1일부터 10월 31일까지의 일별 전력수요 예측치와 실측치를 나타

낸 그래프이다. 그림에서 왼쪽 축은 실측치와 예측치의 값을 나타내며 오른쪽 축은 오차율을 나타낸다. 그림에서 보면 9월초부터 추석 연휴가 시작되는 9월 18일전까지는 비교적 정확히 예측하고 있다. 하지만 연휴가 시작되는 9월 18일에서 오차가 커지면서 추석 당일인 19일에는 오차가 더욱 커진다. 2013년 추석 연휴는 20일까지이나 21일이 토요일이며 22일이 일요일이기 때문에 22일까지 전력수요가 평소에 비해 줄었다. 하지만 특수일을 고려하지 않기 때문에 9월 1일부터 9월 17일까지 평균 1.3%이던 오차율이 18일부터 31.7%, 39.0%, 13.2%, 12.9%, 15.4%로 증가한다. 특수일이 지난 이후에도 과거 특수일의 데이터가 전력수요 예측에 포함되기 때문에 다시 비교적 큰 폭의 오차가 생기며 이는 점차 줄어들다가 특수일이 입력 데이터로 포함되지 않는 10월 중순부터 다시 예측 정확도가 좋아진다. 10월 19일부터 10월 31일까지 오차율은 평균 1.4%이다. 따라서 특수일에 대한 보정을 통해 특수일의 예측 오차뿐만 아니라 특수일 직후의 예측 오차도 함께 감소시키는 보정 방법 개발이 필요하다.

[그림 1] 2013년 9월부터 10월까지 실측값과 예측값 및 오차율



2.2. 특수일 보정 방법

본 연구에서는 예측일 기준 직전 5년 동안의 특수일 전력수요 패턴을 고려한 상대계수법을 이용하여 주어진 예측값을 보정하며, 특수일을 두 가지로 구분하였다. 일반적인 공휴일과 명절로 나누고 공휴일은 공휴일끼리 보정하고 명절은 같은 명절끼리 보정하였다.

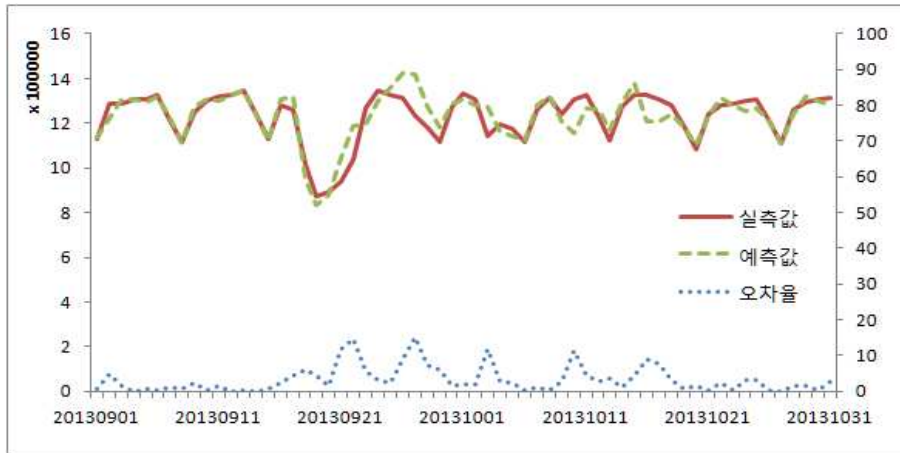
2.2.1. 공휴일 보정

공휴일의 예측값을 보정하기 위해서는 과거 공휴일의 전력수요 데이터를 참고해야 하는데 송경빈 등(2002)의 연구와 같이 동일한 종류의 공휴일이 동일한 요일을 가질 경우 가장 비슷한 상황이 될 수 있다. 하지만 동일한 종류의 공휴일이 동일한 요일인 날을 찾기 위해서는 아주 오래 전의 데이터를 사용하게 될 수도 있으며, 이 경우 그 사이에 발생한 전력수요 구조의 변화나 최근의 전력수요 추세를 정확하게 반영하기 어렵다. 또한 샘플링 데이터의 수가 적어서 보정의 정확성이 떨어지는 문제점이 발생할 수도 있다. 따라서 본 연구에서는 공휴일의 종류를 구분하지 않고 공휴일의 요일만을 기준으로 예측일에 해당하는 요일과 동일한 과거 공휴일 전력수요 데이터를 참조하여 특수일 전력수요 예측값을 보정한다. 같은 종류의 공휴일이라도 요일이 다르면 전력수요 패턴이 달라질 수 있기 때문이다. 같은 삼일절이라도 어떤 요일이나에 따라 실제 외출하는 인구의 규모가 달라질 수 있다고 가정한 것이다. 반대로 종류가 다른 공휴일이라도 요일이 같으면 전력수요 패턴은 비슷한 성향을 보인다고 가정한다. 삼일절과 현충일이 다른 공휴일이고 계절도 다르지만 같은 금요일이라면 비슷한 성향을 보이기 때문이다. 공휴일이 샌드위치 연휴인 경우를 포함한 경우에도 전력수요 패턴이 달라질 수 있으므로 본 연구에서는 샌드위치 연휴를 하나의 공휴일로 생각하고 이를 반영하였다.

2.2.2. 명절 보정

명절은 다른 공휴일과 달리 긴 연휴를 갖으며 대규모 귀성 행렬로 인해 전력수요 편차가 심하므로 명절 전력수요 보정에는 명절 데이터만을 이용한다. 명절은 요일보다는 명절의 길이가 더욱 중요한 것으로 판단하였다. 명절이 짧은 경우 연휴 기간이 아니라도 명절 연휴 직전 또는 직후의 전력수요는 평소보다 감소하는 현상을 보인다. 특히 연휴 직후에 이 같은 현상이 뚜렷하며 이는 연휴에 고향을 방문하고 늦게까지 머물다 오는 사람들이 많은 것이 원인으로 분석된다. 따라서 명절은 명절 연휴만을 특수일로 보지 않고 명절 연휴와 이어지는 주말을 포함하여 예측값을 보정할 필요가 있으며, 명절 연휴 직후 이틀 정도는 명절의 영향을 받는 것으로 분석되었다. 따라서 본 연구에서는 예측값 보정이 필요한 명절 연휴의 길이를 6일로 결정하였다. 즉, 명절 연휴 앞날과 연휴가 끝나고 이틀을 더 특수일로 분류하였다. 주말과 명절 연휴가 중복된 경우, 주말의 수요 감소 특성이 추가적으로 나타나지는 않는 것으로 파악되었다. 다만 구정과 추석은 다른 명절로 구분하며 같은 명절의 데이터만을 사용하여 분석하였다.

[그림 2] 특수일 보정 후의 오차 그래프(2013년 9월 ~ 10월)



[그림 2]은 2013년 9월부터 10월까지의 예측값 보정 후 오차율 그래프이다. [그림 2]를 보면 특수일 보정 후에 전력수요 예측 오차율이 크게 감소한 것을 알 수 있다. 특히 오차율이 높은 추석 명절 연휴 기간의 오차율은 확연히 줄어들었다. 9월 18일~9월 22일 보정 전 평균 오차율은 22.4%이지만, 보정 후 평균오차율은 7.7%이다.

<표 2>는 2008년~2013년의 계절별 평균오차율과 최대오차율에 대한 6년 평균을 보여준다. 명절이 포함되지 않은 봄과 여름에는 10%이내의 오차율 개선을 보이며, 특히 여름에는 보정의 효과가 크게 나타나지 않는다. 그러나 명절이 포함된 가을과 겨울에는 평균오차율에서는 18% 이상, 최대오차율에서는 50% 정도의 개선이 이루어졌다.

<표 2> 보정 전과 보정 후의 차이(2008년 ~ 2013년)

| 오차율의 6년 평균 | | 봄(3~5월) | 여름(6~8월) | 가을(9~11월) | 겨울(12~2월) |
|------------|-------|---------|----------|-----------|-----------|
| 보정 전 | 평균오차율 | 2.5 | 2.3 | 3.3 | 3.6 |
| | 최대오차율 | 12.0 | 9.1 | 29.0 | 30.0 |
| 보정 후 | 평균오차율 | 2.4 | 2.3 | 2.7 | 2.9 |
| | 최대오차율 | 9.8 | 9.1 | 12.7 | 15.0 |
| 감소 비율(%) | 평균오차율 | 4.9 | -0.3 | 18.2 | 20.2 |
| | 최대오차율 | 18.1 | 0.1 | 56.1 | 49.9 |

2.2.3. 특수일 이후 오차 수정

[그림 2]를 보면 명절이 지난 후에도 오차율이 명절 이전처럼 떨어지지 않고 높은 오차율을 유지하는 것을 알 수 있다. 이는 명절 연휴기간의 데이터가 계속해서 이후 전력수요 예측에 영향을 미치기 때문에 발생하는 현상으로 볼 수 있다. 따라서 명절 연휴 직후의 전력수요 예측 오차를 빠르게 줄이기 위해서는 명절 데이터의 영향을 없애는 것이 중요하다. 본 연구에서는 전력수요를 예측하기 위한 입력 데이터에서 특수일의 데이터를 제거하고 특수일의 데이터 수만큼 추가 데이터를 포함시켜 회귀모형의 계수 추정에 사용하였다. 실험 결과 2013년 9월에서 10월까지의 평균오차율이 3.3%에서 3.0%로 감소하였으며, 감소비율은 9.6%에 해당한다.

2.2.4. 특수일 보정 알고리즘

본 연구에서 전력수요예측은 하루단위로 계산되며 특정일을 예측하고 난 후 다음 날을 예측하는 방식으로 진행된다. 전력수요를 예측할 날짜가 특수일일 경우 다음과 같은 방식으로 계산할 수 있다.

- Step 1. 데이터 정리 및 전력수요예측
- Step 2. 특수일 분류
- Step 3. 보정 계수 계산
- Step 4. 보정된 전력수요 예측값 계산

Step 1에서는 과거 전력 수요 데이터와 평균 온도 데이터 중에서 특수일을 제외한 과거 28일의 데이터를 정리한다. 주어진 데이터를 이용하여 회귀모형의 계수를 계산한 후 전일 데이터와 예상평균온도, 요일 정보를 넣어서 전력수요를 예측한다. 이때 계산된 전력수요는 특수일을 고려하지 않은 값이다. Step 1에서 회귀모형을 계산하기 전에 특수일 데이터를 모두 제외함으로써 특수일 이후의 오차를 줄일 수 있으며 28일의 데이터를 이용하는 것은 요일 정보를 반영하기 위해 같은 요일의 정보가 4개는 필요하기 때문이다. 구하고자 하는 날이 2013년 추석당일인 경우 예측값은 1,209,258.3 이다.

Step 2에서는 특수일을 공휴일과 명절로 구분하였으며 보정계수를 계산하기 위해 공휴일과 명절의 특수성에 맞게 보정에 필요한 데이터만 추출하여 정리한다. 계산하고자 하는 날이 공휴일(샌드위치 연휴 포함)인지 명절인지 구분하고 공휴일일 경우 과거 같은 요일의 공

휴일에 대한 데이터만 모은다. 이때 공휴일의 종류는 고려하지 않는다. 만약 주어진 날이 명절일 경우 과거 5년에 대한 같은 명절 데이터를 모은다. <표 3>은 2013년 추석 당일의 전력을 예측하기 위해 가져온 실제 전력수요와 식 (1)로 예측한 전력수요의 2008년부터 2012년까지의 데이터이다.

Step 3에서는 Step 2에서 모은 과거 데이터를 이용하여 보정 계수를 계산한다. 주어진 데이터의 날짜에서 회귀모형에 의해 예측된 보정되기 전의 전력수요와 그날의 실제 전력수요를 비율로 계산한다. 예를 들어 예측값이 100이었는데 실제 전력수요가 80인 경우 차이에 대한 비율은 $20\% = (100 - 80) / 100$ 가 된다. <표 3>에서 두 값의 차이에 대한 비율을 계산하였다. 이 비율을 평균을 내면 2013년 추석 당일에 대한 보정계수는 34.2%가 된다.

<표 3> 2008년부터 2012년까지 보정전 데이터

| | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 |
|----------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 실제 전력수요 | 726,600 | 737,800 | 807,010 | 846,380 | 845,360 |
| 식 (1)에 의해 계산된 예측값 | 1,092,947 | 1,112,100 | 1,241,276 | 1,326,561 | 1,254,679 |
| 두 값의 차이에 대한 비율 | 33.5% | 33.7% | 35.0% | 36.2% | 32.6% |

Step 4에서는 식 (1)에 의해 예측된 전력수요에 (1 - 보정계수)를 곱하여 보정된 전력수요를 계산한다. 따라서 2013년 추석의 보정된 예측치는 795,734.2가 된다. 2013년 추석의 실제 전력수요는 869,970으로 오차율은 39.0%에서 8.5%로 줄어든다.

2.3. 결과 분석

<표 4>은 주어진 회귀모형에 의해 나온 데이터와 특수일 이후 오차까지 수정한 최종 보정 결과를 비교한 것이다. 보정하기 전보다 평균오차율은 약 20%정도 감소하였으며 최대오차율은 약 50%정도 개선되었다. 특히 최대오차율은 보정 전 평균 30% 이상의 높은 오차율

을 보였으나, 보정 후에는 최대오차율이 16% 정도로 크게 낮아졌다.

<표 4> 보정 전과 보정 후의 차이(2008년 ~ 2013년)

| | | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 평균 |
|-------------|-------|------|------|------|------|------|------|------|
| 보정 전 | 평균오차율 | 3.0 | 3.2 | 3.0 | 2.9 | 2.6 | 2.9 | 2.9 |
| | 최대오차율 | 40.0 | 33.7 | 28.2 | 33.0 | 27.8 | 39.0 | 33.6 |
| 최종 보정 후 | 평균오차율 | 2.4 | 2.5 | 2.4 | 2.4 | 2.1 | 2.3 | 2.4 |
| | 최대오차율 | 17.0 | 14.6 | 14.3 | 18.6 | 18.9 | 14.7 | 16.4 |
| 감소 비율(%) | 평균오차율 | 19.6 | 20.4 | 19.0 | 15.7 | 21.1 | 19.7 | 19.2 |
| | 최대오차율 | 57.5 | 56.5 | 49.1 | 43.8 | 32.0 | 62.2 | 51.3 |

III. 결 론

본 연구에서는 특수일을 포함한 1년 전체 전력수요 예측을 수행하였다. 기존 연구들에서 특수일이 아닌 날의 전력수요에 대한 예측방법들이 많이 개발되었으며 비교적 정확하게 예측을 하고 있다. 하지만 공휴일과 명절과 같은 특수일의 존재는 1년 전체의 전력수요 예측을 어렵게 만드는 요인이 된다.

따라서 본 연구에서는 기존에 제시된 전력수요 예측방법에 특수일에 대한 보정방법을 제시하였다. 보정을 위해 특수일을 공휴일과 명절로 구분하였으며 공휴일은 같은 요일을 갖는 과거 공휴일의 데이터에 대한 분석을 통해 보정하였으며 명절은 명절의 기간 +3일을 명절에 의해 영향을 받는 기간으로 잡고 과거 같은 명절 데이터를 분석하여 보정하였다. 보정한 결과 공휴일이 2번밖에 없는 여름 기간에는 많이 줄어들지 않았지만 공휴일이 많은 봄에는 최대오차율에서 18%의 감소를 보였다. 특히 명절이 포함된 가을과 겨울에는 평균오차율이 19.2% 줄었으며 최대오차율은 51.3% 감소하였다.

본 연구에서 추가적으로 특수일 이후의 오차율을 줄이기 위해 특수일에 대한 데이터를 입력데이터에서 제거하고 사용하는 방법을 제시하였다. 결과적으로 최종 보정 후 평균오차율은 19.2% 감소효과가 있었으며 최대오차율에서는 51.3% 감소효과가 있었다.

참 고 문 헌

- 권오성 · 임중훈 · 이상철 · 송경빈 · 박정도(2012), “특수일의 단기 전력수요 예측을 위한 온도 영향 분석,” 대한전기학회 전력기술부문회 전력계통·전력경제연구회 공동 춘계학술대회 논문집, 159-160.
- 김광호 · 윤형선(1998), “특수일 전력수요 예측을 위한 신경회로망 시스템의 개발,” 대한전기학회 하계학술대회, 850-853.
- 김호연(2011), “공익사업분문의 공급제한이 국민경제 전반에 미치는 경제적 파급효과,” 산업경제연구, 24(3), 1835-1862.
- 송경빈 · 구본석 · 백영식(2002), “특수일의 최대 전력수요 예측 알고리즘 개선,” 전기학회논문집, 51(3), 109-117.
- 위영민 · 문국현 · 이재희 · 주성관 · 송경빈(2007), “온도 효과를 고려한 다항 회귀분석법을 이용한 특수일 최대 전력수요 예측 알고리즘,” 대한전기학회 추계학술대회 논문집, 29-30.
- 위영민 · 송경빈 · 주성관(2009), “특수일 최대 전력수요 예측을 위한 결정계수를 사용한 데이터 마이닝,” 전기학회논문집, 58(1), 18-22.
- 유승훈 · 정균오(2004), “전력소비와 경제성장의 인과관계 분석,” 산업경제연구, 17(1), 81-93.
- 이현재(2013), “우리나라 전력수요와 경제성장간의 장단기 영향에 관한 실증분석,” 산업경제연구, 26(6), 2605-2619.
- 한정희 · 백종관(2010), “요일 요인을 고려한 하절기 전력수요 예측,” 한국산학기술학회, 11(8), 2793-2800.
- 한정희 · 백종관(2011), “하절기 일일 전력수요 총량 예측을 위한 회귀모형 개발,” 상품학연구, 29(5), 69-75.
- Dilaver, Zafer, and Lester C. Hunt(2011), “Modelling and Forecasting Turkish Residential Electricity Demand,” *Energy Policy*, 39(6), 3117-3127.
- Wang Jianzhou, Dezhong Chi, Jie Wu, and Hai-yan Lu(2011), “Chaotic Time Series Method Combined with Particle Swarm Optimization and Trend Adjustment for Electricity Demand Forecasting,” *Expert Systems with Applications*, 38(7), 8419-8429.

A Study on Calibrating the Forecasted Load of Electric Power Considering Special Day Factor

Jong-Kwan Baek*

Jung-Hee Han**

Abstract

Forecasting the load of electric power with accuracy is of crucial importance as the consumption and production of electric power occur almost simultaneously. There are numerous studies on the load forecasting of electric power, and the accuracy obtained by previous studies is overall satisfactory. However, forecasting the load with accuracy on traditional holidays of Korea such as Choo-Seok and Goo-Jeong is quite difficult as the fluctuation of the load on those holidays is quite high. In order to improve the accuracy of load forecasting on holidays, in this study, we present a calibration method compensating the fluctuation inherent to the forecasted load on holidays based on realtime data-mining on history data. Analysis on the data in periods of 2008 ~ 2013 shows that the proposed calibration method improves the forecasting accuracy by 19.2% and 51.3% in terms of daily average forecasting error and daily maximum forecasting error, respectively.

Keywords : electric power load, demand forecasting, regression analysis, special day effects.

* Professor, Department of Industrial System Management, Seoul University

** Professor, College of Business Administration, Kangwon National University