

시간별 기온을 이용한 예외 기상일의 24시간 평일 전력수요패턴 예측

24-Hour Load Forecasting For Anomalous Weather Days Using Hourly Temperature

강 동 호* · 박 정 도† · 송 경 빈**

(Dong-Ho Kang · Jeong-Do Park · Kyung-Bin Song)

Abstract - Short-term load forecasting is essential to the electricity pricing and stable power system operations. The conventional weekday 24-hour load forecasting algorithms consider the temperature model to forecast maximum load and minimum load. But 24-hour load pattern forecasting models do not consider temperature effects, because hourly temperature forecasts were not present until the latest date. Recently, 3 hour temperature forecast is announced, therefore hourly temperature forecasts can be produced by mathematical techniques such as various interpolation methods. In this paper, a new 24-hour load pattern forecasting method is proposed by using similar day search considering the hourly temperature. The proposed method searches similar day input data based on the anomalous weather features such as continuous temperature drop or rise, which can enhance 24-hour load pattern forecasting performance, because it uses the past days having similar hourly temperature features as input data. In order to verify the effectiveness of the proposed method, it was applied to the case study. The case study results show high accuracy of 24-hour load pattern forecasting.

Key Words : Short-term load forecasting, Similar day, Hourly temperature, Anomalous weather days

1. 서 론

전력수요예측은 안정적인 원만한 전력계통 운영에 필수이며 전력수급 계획 수립을 위한 중요한 요소이다. 단기 전력수요예측은 일일의 전력수요를 예측하여 전력의 가격 결정 및 전력계통 운영을 위해 사용된다. 전력수요예측 오차는 안정적인 전력계통 운영을 방해하고 막대한 경제적 손실을 야기한다. 현재까지 전력수요예측을 위해 많은 선행 연구가 진행되었으며 시계열 분석법, 회귀 분석법과 같은 통계적 모델과 인공신경망, 지식기반의 전문가 시스템, 퍼지 개념을 도입한 예측법 등 다양한 기법들이 적용되어 왔다[1-5]. 전력수요는 기온에 민감하게 반응하는 요소로서, 전력수요와 기온의 연관성을 이용한 전력수요예측 기법 연구가 상당히 진행되었다[6]. 하지만 기존 선행 연구된 전력수요예측 기법은 분석에 사용 가능한 기온 종류가 매우 한정적이었으며, 일자별 최고기온과 최저기온만을 사용한 예측 기법이 대부분인 실정이다. 최근 기상청에서 3시간 단위 기온예보를 발표하고 있으며[7], 보간법을 적용하여 24시간 예보 기온의 추정이 가능하게 되었다. 따라서 과거에 시도하지 못한 시간별 기온과 전력수요의 다양한 분석과 예측 기법 개발이 가능하게 되었다. 본 논문에서는 24시간 기온 데이터를 사용하여 예외적인 기온이 발생한 일자를 분석하였으며, 이를 바탕으로 유사일 검색 기법을 제안함으로써, 예외적인 기온이 발생했을 경우, 24시간 전력수요예측 오차율을 감소시키는 방안을 제안한다.

2. 본 론

2.1 기온 특성 분석

우리나라는 중위도에 위치한 특성으로 4계절이 뚜렷하게 발생하고 각 계절별 특성이 존재한다. 일반적인 하루 중 기온은 주로 새벽에 감소하다가 일출 후에 기온이 상승한다. 상승된 기온은 15시~16시 전·후로 다시 하강하기 시작한다. 그림 1은 2014년 9월 23일 서울의 24시간 기온과 태양의 일출, 일몰 시간에 대하여 나타낸 그림으로 우리나라의 평상적인 기온 변화 패턴을 나타낸다. 이와 같이 평상적인 기온을 나타내는 날에는 계절과 상관없이 새벽 시간에 최저 기온이 발생하며 오후 시간에 최고 기온이 발생한다.

2011년~2013년 평일(화~금)을 대상으로 최고기온과 최저기온 발생시간을 조사해본 결과, 약 83%의 일자에서 최고기온이 14시~16시에 발생하는 것을 확인할 수 있었다. 최저기온의 경우, 3년간의 평일 중 약 69%의 일자가 5시~7시에 최저기온이 발생하였다. 또한 약 18%의 일자에서 24시에 최저기온이 발생하였다. 즉, 일반적인 기온 패턴의 경우 최고기온은 정오 이후 오후 시간대에 발생하는 것을 알 수 있다. 최저기온은 새벽 및 자정에 발

† Corresponding Author : Div. of Energy and Electrical Engineering, Uiduk University, Korea.
E-mail: jdpark@uu.ac.kr

* Dept. of Information & Electronics Eng., Graduate School, Uiduk University, Korea.

** School of Electrical Engineering, Soongsil University, Korea
Received : January 8, 2016; Accepted : May 10, 2016

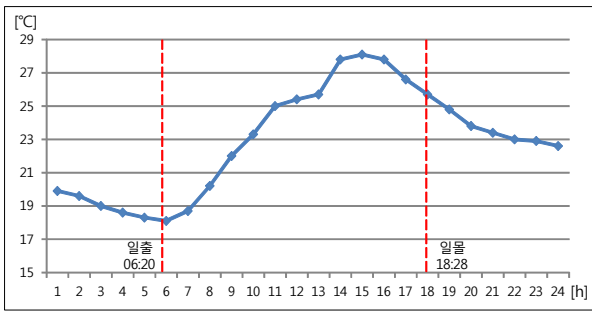


그림 1 2014년 9월 23일 서울의 24시간 기온과 일출/일몰 발생 시간

Fig. 1 24-hour Seoul temperatures and sunrise/sunset time on September 23, 2014

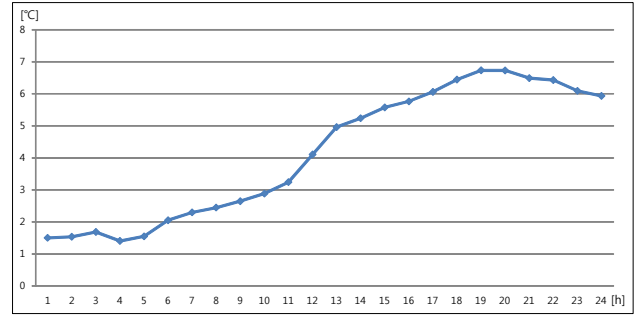


그림 3 2012년 12월 14일 시간대별 기온 변화

Fig. 3 Hourly temperature change on December 14, 2012

또한, 그림 3과 같이 기온이 지속적으로 상승하는 일자는 주로 아래 조건을 만족하며, 이러한 일자를 U패턴으로 정의한다.

$$T_{d-1}^{max} < T_d^{max} < T_{d+1}^{max}$$

$$T_{d-1}^{min} < T_d^{min} < T_{d+1}^{min}$$

조사한 3년(2009년~2011년) 평일 중 이와 같은 예외적인 기온 변화를 나타내는 날은 약 19.8%로 비교적 많은 비율을 차지하고 있으므로, 예외적인 기온 변화를 나타내는 일자에 대한 오차율 개선의 중요성은 매우 크다.

2.2 24시간 전력수요 패턴 및 예측 오차

한국 전력거래소에서 사용 중인 기존 평일 전력수요예측 기법은 최대 전력수요예측과 최소 전력수요예측에만 기온이 적용되어 있으며, 24시간 전력수요 패턴 생성에는 기온의 효과가 고려되지 않는다[8]. 하지만 24시간 전력수요 패턴 생성에 기온이 고려되지 않으면 예외적인 기온 변화에 적절한 대응이 어렵다. 예측일에 발생하는 예외적인 기온 변화는 일반적인 24시간 수요 패턴과 상이한 24시간 전력사용 패턴을 발생시킨다. 2014년 12월 16일의 경우 전국에 한파 특보가 발생하여 대체적으로 흐리거나 지역에 따른 소나눈이 발생하였다. 2012년 12월 14일은 남쪽 저기압이 발생하여 다른 일자에 비해 포근한 날씨가 지속되었다. 두 일자 모두 동계에 속하지만 일반적인 기후가 발생하여 기온의 지속적인 하강과 상승이 발생하였다. 이러한 기온 변화는 24시간 전력수요 패턴에 많은 영향을 준다. 그림 4는 하강기온 패턴이 발생한 2014년 12월 16일과 그 주변 일자의 24시간 전력수요와 기온을 나타낸다.

그림 4를 보면, 하강 기온 패턴이 발생한 2014년 12월 16일(화)은 일반적인 겨울철 수요특성과 달리 최대 전력수요가 18시에 발생하였다. 하지만 이 날을 제외한 다른 주중 일자(2014년 12월 15일(월), 2014년 12월 17일(수)~19일(금))의 최대 전력수요는 일반적인 겨울철 수요특성 대로 10시와 11시에 발생하였다. 즉, 2014년 12월 16일의 전력수요패턴은 기온의 지속적인 하강으로 인하여 오후 전력수요가 증가된 것이다. 또한, 2014년 12월 16일 이후에는 일반적인 기온 패턴이 발생하여 전력수요 패턴이

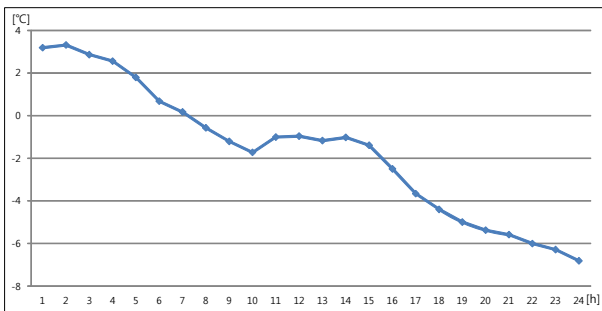


그림 2 2014년 12월 16일 시간대별 기온 변화

Fig. 2 Hourly temperature change on December 16, 2014

생하는 것을 알 수 있다.

한편, 최고기온이 새벽시간 및 24시에 발생 하는 일자가 존재하는 것을 확인할 수 있다. 최고기온이 새벽 시간대에 발생한 경우, 이후의 24시간 기온이 새벽기온보다 낮은 기온을 나타내는 것을 의미한다. 최고기온이 24시에 발생한 경우, 그 전 24시간 동안의 기온이 24시 기온보다 낮음을 의미한다. 이러한 일자들은 모두 일반적이지 않은 예외적인 기온으로 간주할 수 있다. 일반적인 24시간 기온 패턴과 가장 상이한 24시간 기온 패턴은 이와 같이 기온의 지속적인 하강 혹은 지속적인 상승이 이루어지는 일자일 것이다. 지속적인 기온의 하강 및 상승이 발생할 경우, 최고기온 발생시간 및 최저기온 발생시간은 일반적인 24시간 기온 패턴과 발생 시간대가 상이하다. 그림 2~그림 3은 기온의 지속적인 하강과 상승이 발생하는 일자의 기온 변화를 나타낸다.

그림 2와 같이 기온이 지속적으로 하강하는 일자는 주로 다음 조건을 만족하는 일자이며, 이러한 일자를 D패턴으로 정의한다.

$$T_{d-1}^{max} > T_d^{max} > T_{d+1}^{max}$$

$$T_{d-1}^{min} > T_d^{min} > T_{d+1}^{min}$$

여기서, T_d^{max} 는 d일의 최고기온, T_d^{min} 은 d일의 최저기온

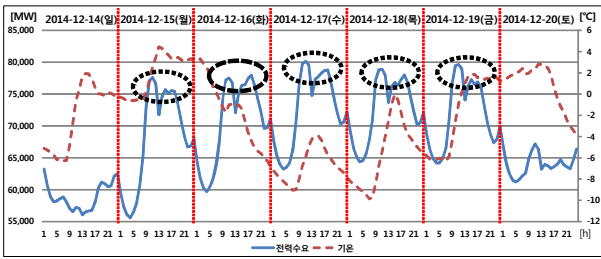


그림 4 2014년 12월 14일(일)~2014년 12월 20일(토) 24시간 전력수요와 기온 변화

Fig. 4 The 24-hour load and temperature change during December 14, 2014~December 20, 2014

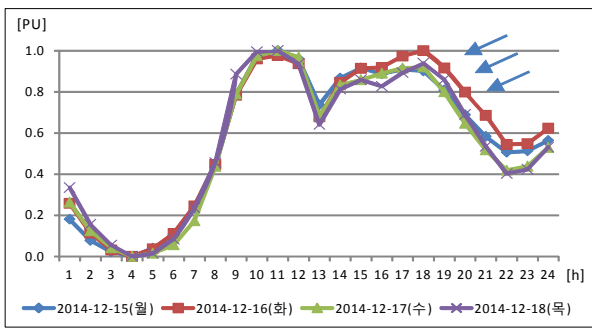


그림 5 2014년 12월 15일(월)~2014년 12월 18일(목) 24시간 전력수요 비교

Fig. 5 The 24-hour load comparison during December 15, 2014~December 18, 2014

오전에 최대전력수요가 발생하는 형태로 되돌아가는 것을 확인할 수 있다. 2014년 12월 15일(월)~2014년 12월 18일(목)의 24시간 전력수요 패턴을 아래와 같이 정규화하여 비교하면 이러한 특징을 더욱 명확하게 확인할 수 있다.

최근 3일을 입력데이터로 사용하는 기존 24시간 전력수요 패턴 예측 방식[8]으로 2014년 12월 16일을 예측할 경우, 최근 과거 3일의 24시간 전력수요패턴과 2014년 12월 16일의 24시간 전력수요패턴이 상이하여 예측 오차를 증가시킨다. 본 논문은 예외적인 기온 변화로 발생하는 전력수요예측 오차를 개선하기 위해 유사일을 반영한 전력수요예측 기법을 제안한다.

2.3 유사일 검색 기법

시간별 기온을 이용한 전력수요 유사일을 검색하기 위해 예측일의 24시간 기온과 과거 일자의 24시간 기온 편차의 유사도 분석 기법을 제안한다. 유사도는 두 객체간의 닮은 정도에 대한 수치적인 척도로 0~1사이의 값을 가지며 값이 클수록 높은 유사도를 나타낸다. 거리는 비유사도의 의미로 두 객체간의 다른 정도에 대한 수치적인 척도이다. 유사도와는 반대로 값이 작을수록 높은 유사도를 나타낸다[9]. 본 논문에서는 유사도 분석을 위해

유클리드 거리를 사용하였다. 유사도 분석을 위한 모델은 다음과 같다.

$$EDM = \sqrt{\sum_{h=1}^{24} (T_h^f - T_h^p)^2} \quad (1)$$

여기서, T_h^f 는 예측일의 h 시간 기온, T_h^p 는 과거 일자의 h 시간 기온

현재 기상청에서는 3시간 단위의 기상예보를 제공하고 있다. 기온은 3시간 이내에서 급격히 등락하는 특성을 나타내지는 않으므로 시간별 기상예보는 보간법을 사용하여도 큰 무리가 없다. 따라서 T_h^f 는 3시간 단위의 기상예보에 Natural Cubic Spline 보간법을 적용하여 1시간 단위의 기상예보를 생성한 데이터를 사용하기로 한다.

전력수요는 기온의 변화에 민감하게 반응하므로 전력수요의 유사일 검색은 동일한 계절을 기준으로 수행되어야 한다. 본 논문에서는 유사일과 동일한 계절 및 기후 조건을 예측일 기준으로, 최근 한 달(30일)을 동일한 기후조건으로 정한다. 또한 과거 1년 전 동일 일자를 기준으로 ± 30 일, 과거 2년 전 동일 일자를 기준으로 ± 30 일을 유사한 계절조건으로 고려할 수 있을 것이므로, 유사일 검색 구간으로 선정하여 검색 대상 일자의 모집단 크기를 증가시킨다. 예를 들어 2010년 1월 21일 유사일 검색을 위한 과거 일자 검색 범위는 다음과 같다.

- D - 2 ~ D - 30 : 2010/01/19 ~ 2009/12/22
- D⁻³⁶⁵ - 30 ~ D⁻³⁶⁵+30 : 2009/02/20 ~ 2008/12/22
- D⁻⁷³⁰ - 30 ~ D⁻⁷³⁰+30 : 2008/02/20 ~ 2007/12/22

2.4 기온 유사일을 이용한 24시간 전력수요예측

24시간 기온을 이용한 전력수요 유사일 검색을 위해 입력 데이터를 구축한다. 유사일 검색 모델은 앞 절에서 설명된 것과 같이 유클리드 거리 모델로 구성되며, 입력 데이터를 과거 실측 데이터에서 추출한다. 아래의 표는 2010년 1월 21일에 대한 기온 유사일을 검색하는 경우 EDM을 사용하여 예측일과 과거 일자의 거리를 계산한 결과이다.

표 1 2010년 1월 21일과 과거 일자의 기온 거리 계산 결과
Table 1 The EDM results between past days and January 21, 2010

범위	날짜	거리	범위	날짜	거리
D - 2	2010/01/19	33.33	D ⁻³⁶⁵ - 8	2009/01/13	31.65
D - 6	2010/01/15	24.92	D ⁻³⁶⁵ - 12	2009/01/09	17.39
D - 7	2010/01/14	46.64	D ⁻³⁶⁵ - 13	2009/01/08	19.48
D - 8	2010/01/13	53.76	D ⁻³⁶⁵ - 14	2009/01/07	20.40
:	:	:	:	:	:

위의 거리 계산 결과 중 거리값이 가장 작은 아래 3개의 일자를 사용하여 2010년 1월 21일의 24시간 전력수요 패턴 예측에 사용한다.

표 2 EDM 결과 중 거리가 가장 작은 3개 일자

Table 2 The nearest 3 candidates of EDM results

대상	날짜	거리
D ⁻⁷³⁰ +2	2008/01/23	7.39
D-22	2009/12/30	8.20
D ⁻³⁶⁵ +30	2009/02/20	9.96

24시간 전력수요 패턴 및 전력수요 계산은 생성된 패턴의 정확도 비교를 위하여 기존 방식[8]과 동일한 지수평활법 및 지수평활 가중치를 적용하였다. 아래의 식은 검색된 유사일을 적용한 예측일의 24시간 전력수요 패턴 계산식을 나타낸 것이다.

$$SDL_h^p = \alpha SDL_h^1 + \alpha(1-\alpha)SDL_h^2 + \alpha(1-\alpha)^2SDL_h^3 + (1-\alpha)^3 \frac{SDL_h^1 + SDL_h^2 + SDL_h^3}{3} \quad (2)$$

여기서, SDL_h^n 는 기온 거리가 n 번째로 가까운 일자의 h 시간 전력수요, SDL_h^p 는 기온 유사일을 적용한 예측일의 h 시간 전력수요 패턴, α 는 지수평활 가중치

이후, 식 (2.2)로 계산된 24시간 전력수요 패턴을 다음 식을 사용하여 정규화 한다.

$$PU_SDL_h^p = \frac{SDL_h^p - SDL_{min}^p}{SDL_{max}^p - SDL_{min}^p} \quad (3)$$

여기서, $PU_SDL_h^p$ 는 SDL_h^p 를 정규화한 값, SDL_{max}^p 는 24시간에 대한 SDL_h^p 중 최대치, SDL_{min}^p 은 최소치

기 계산된 최대 전력수요와 최소 전력수요에 정규화 된 24시간 패턴을 적용하여 최종적인 예측일의 24시간 전력수요를 산출할 수 있다. 아래의 식은 최대 전력수요와 최소 전력수요 예측치를 사용하여 예측일의 24시간 전력수요를 계산하는 것을 나타낸다.

$$\hat{L}_d[h] = (\hat{L}_d^{max} - \hat{L}_d^{min}) \times PU_SDL_h^p + \hat{L}_d^{min} \quad (4)$$

여기서, \hat{L}_d^{max} 는 예측일의 최대 전력수요, \hat{L}_d^{min} 은 예측일의 최소 전력수요, $\hat{L}_d[h]$ 는 최종 24시간 전력수요 예측값

위의 절차를 요약하면 다음과 같은 순서도로 나타낼 수 있다.

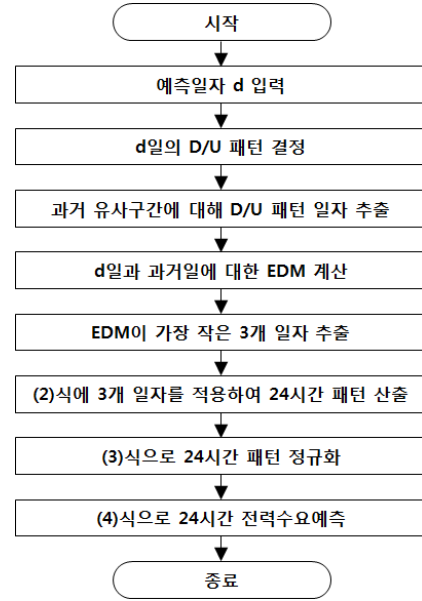


그림 6 시간별 기온을 이용한 예외 기상일의 24시간 평일 전력수요패턴 예측

Fig. 6 24-hour load forecasting for anomalous weather days using hourly temperature

3. 사례 연구

제안된 방식을 검증하기 위해 예외적인 기온이 발생한 일자 중 예측 오차가 높은 일자를 대상으로 선정하였다. 전력수요패턴만의 정확도를 비교하기 위해 최대·최소 전력값은 예측값이 아닌 실측값을 입력데이터로 사용한다. 2011년 하반기 이후의 전력수요는 절전 규제 및 수요관리가 이루어졌기 때문에 전력수요패턴이 수요관리에 의해 왜곡된 부분이 다소 존재한다. 따라서 전력수요의 왜곡이 발생하지 않은 2009년 1월~2011년 9월 이전의 일자를 사례 연구 기간으로 설정하였다. 이 기간 중 기존 방식 [8]의 예측오차가 높은 10일을 추출하여 선정된 일자는 다음과 같다.

표 3 유사일 검색 대상 일자 및 기존 24시간 예측 오차 (D 패턴)

Table 3 Sample dates for similar day search (D pattern)

유사일 검색 대상 일자	최대오차[%]	최소오차[%]
2010/01/21	6.8363	2.6914
2010/09/28	5.0961	2.2424
2010/12/23	4.9768	1.8038
2010/03/25	4.6427	2.2402
2010/09/08	4.7072	1.6913

표 4 유사일 검색 대상 일자 및 기준 24시간 예측 오차(U 패턴)
Table 4 Sample dates for similar day search(U pattern)

유사일 검색 대상 일자	최대오차[%]	최소오차[%]
2009/05/08	4.9380	2.2981
2010/06/04	4.7519	1.7665
2010/03/11	4.2824	1.3627
2010/12/17	3.9651	1.7469
2011/03/18	3.4687	1.6033

여기서, 최대오차와 최소오차는 기준 방식[8]을 해당 일자에 적용하여 도출한 24시간 예측결과의 오차율 중 최대와 최소를 의미한다.

선정된 일자를 대상으로 제안한 방법을 적용하였다. 계산 결과 가장 EDM이 작은 상위 3개의 일자를 사용하여 24시간 전력수요 예측을 수행한다. 그림 7과 그림 8은 D패턴과 U패턴이 발생한 특정 일자에 대한 기존 예측 방식[8]과 제안한 24시간 예측 방식을 비교한 것이다.

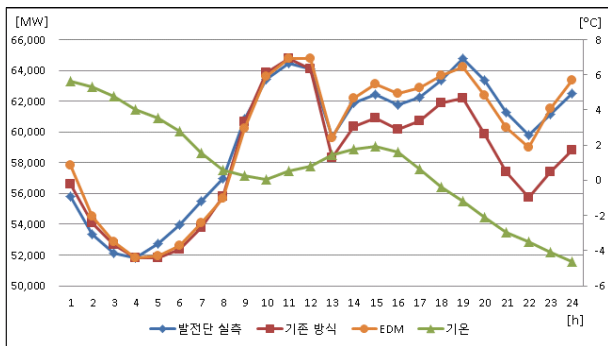


그림 7 2010년 1월 21일 예측 결과 (D 패턴)
Fig. 7 Forecasting results for January 21, 2010 (D pattern)

표 5 2010년 1월 21일 예측 결과 (D 패턴)
Table 5 Forecasting results for January 21, 2010 (D pattern)

예측 모델	최대오차(%)	평균오차(%)
기존 방식	6.836	2.691
EDM	3.667	1.267

표 6 2010년 3월 11일 예측 결과 (U 패턴)
Table 6 Forecasting results for March 11, 2010 (U pattern)

예측 모델	최대오차(%)	평균오차(%)
기존 방식	4.282	1.363
EDM	2.487	0.758

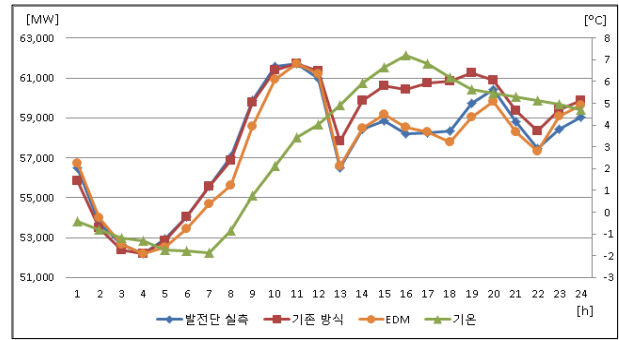


그림 8 2010년 3월 11일 예측 결과 (U 패턴)
Fig. 8 Forecasting results for March 11, 2010 (U pattern)

위의 그림에서 알 수 있듯이 기온과 무관하게 최근 3일을 입력 데이터로 24시간 패턴을 계산하는 기존 방식은 오후로 갈수록 실측값과의 차이가 커져서 평균 오차를 크게 발생시키지만, 제안한 방법은 오후의 패턴도 비교적 정확하게 산출함을 알 수 있다. 그림 7의 D 패턴의 경우 오후로 갈수록 기온이 하강함에 따라 난방수요가 급증하여 13시 이후의 전력수요가 증가하였고, 그림 8의 U 패턴의 경우 오후로 갈수록 기온이 상승함에 따라 난방수요가 감소하여 13시 이후의 전력수요가 줄어든 것을 알 수 있다. 최근 들어 기상청으로부터 3시간 단위의 기온 데이터가 제공됨에 따라서 일상적인 우리나라의 연중 기온패턴에서 벗어나는 이러한 특성을 나타내는 유사일자를 검출하여 전력수요예측 입력데이터로 적용하게 되면 수요예측 성능을 크게 향상시킬 수 있다. 나머지 일자에 대한 오차율을 비교하면 아래의 표와 같다.

표 7 D패턴 발생일자의 최대 오차 비교
Table 7 A comparison of maximum error for D pattern days

날짜	기존 방식(%)	EDM(%)
2010/01/21	6.836	3.667
2010/09/28	5.096	1.277
2010/12/23	4.977	1.339
2010/03/25	4.643	2.685
2010/09/08	4.707	2.542
평균	5.252	2.302

표 8 D패턴 발생일자의 평균 오차 비교
Table 8 A comparison of average error for D pattern days

날짜	기존 방식(%)	EDM(%)
2010/01/21	2.691	1.267
2010/09/28	2.242	0.296
2010/12/23	1.804	0.462
2010/03/25	2.240	1.052
2010/09/08	1.691	0.800
평균	2.134	0.775

표 9 U패턴 발생일자의 최대 오차 비교

Table 9 A comparison of maximum error for U pattern days

날짜	기존 방식(%)	EDM(%)
2009/05/08	4.938	2.792
2010/06/04	4.752	1.268
2010/03/11	4.282	2.487
2010/12/17	3.965	3.032
2011/03/18	3.469	1.333
평균	4.281	2.183

표 10 U패턴 발생일자의 평균 오차 비교

Table 10 A comparison of average error for U pattern days

날짜	기존 방식(%)	EDM(%)
2009/05/08	2.298	0.946
2010/06/04	1.767	0.445
2010/03/11	1.363	0.758
2010/12/17	1.747	0.675
2011/03/18	1.603	0.546
평균	1.755	0.674

사례연구 대상에 대한 전체 오차율 개선 사항은 다음과 같다.

표 11 오차율 개선

Table 11 The enhancement of erros

항목	개선율(%)
최대오차	2.524
평균오차	1.220

D패턴의 경우에는 최대오차가 기존 방식의 예측보다 평균 약 2.95% 개선되었으며 평균오차는 약 1.36%가 개선되었고, U패턴의 경우에는 최대오차가 평균 약 2.1% 개선되었으며 평균오차는 약 1.08% 개선됨을 확인하였다. 전체적으로는 최대오차가 2.52%, 평균오차가 1.2% 개선되었다.

4. 결 론

기존의 전력수요 예측기법은 최대 전력수요와 최소 전력수요 예측에 한해서 기온이 적용된 예측을 수행하므로 24시간 전력수요 패턴 예측에는 기온이 적용되지 않고 있는 실정이다. 따라서 예외적인 기온 변화 및 이상 기온이 발생할 경우 정확한 전력수요 예측에 어려움이 있었다.

본 논문에서는 이러한 단점을 보완하기 위해 기온을 고려한 유사일을 검색하여 24시간 전력수요 패턴을 계산하는 새로운 방법을 제안하였다. 기존 방식과 비교를 위해 예외적인 기온이 발생한 일자 중 예측 오차가 높은 10일을 추출하여 전력수요 예측 결과를 비교하였고, 제안한 24시간 전력수요패턴 예측 기법은 기

존의 방법보다 최대오차와 24시간 평균오차를 크게 개선함을 확인하였다. 조사기간인 3년(2009년~2011년) 평일 중 이와 같은 예외적인 기온 변화를 나타내는 일자는 약 20%로 비교적 많은 비율을 차지하고 있으므로 제안한 방안을 적용할 경우 그 효용성이 크다고 할 수 있다.

감사의 글

이 연구결과물은 2014학년도 위덕대학교 학술진흥연구비 지원에 의하여 이루어졌습니다. 아울러, 전력거래소의 연구 지원에 감사드립니다.

References

- [1] Suhartono, et. al., "Two-Level Seasonal Model Based on Hybrid ARIMA-ANFIS for Forecasting Short-Term Electricity Load in Indonesia", International Conference on Statistics in Science, Business and Engineering (ICSSBE), pp.1-5, 2012.
- [2] Zhang Xiaoyun, Wu Ying, "Load Forecasting Based on Wavelet Analysis Combined with the Fuzzy Support Vector Kernel Regression Method", International Conference on Electric Information and Control Engineering (ICEICE), pp.499-504, 2011.
- [3] Kenji Nose-Filho, Anna Diva Plasencia Lotufo, Carlos Roberto Minussi, "Short-Term Multinodal Load Forecasting Using a Modified General Regression Neural Network", IEEE Trans. On Power Delivery, vol.26, no.4, pp.2862-2869, Oct. 2011.
- [4] Siddharth Arora, James W. Taylor, "Short-Term Forecasting of Anomalous Load Using Rule-Based Triple Seasonal Methods", IEEE Trans. on Power Systems, vol.28, no.3, pp.3235-3242, Aug. 2013.
- [5] V. H. Hinojosa, A. Hoese, "Short-Term Load Forecasting Using Fuzzy Inductive Reasoning and Evolutionary Algorithms", IEEE Trans. on Power Systems, vol.25, no.1, pp.565-574, Feb. 2010.
- [6] KPX, "A Study on the New Load Forecasting System Development Based on the Analysis of Electrical Power and Weather Feature", 2014.
- [7] Korea Meteorological Administration, "http://www.kma.go.kr"
- [8] KPX, "A Study on Short-Term Load Forecasting Technique and its Application", 2011.
- [9] Pang-Ning Tan, Michael Steinbach, Vipin Kumar, "Introduction To Data Mining", Addison Wesley, 2007.

저 자 소 개



강 동 호 (Dong-Ho Kang)

1989년 7월 18일생. 2014년 위덕대학교 에너지전기공학부 졸업. 2016년 동 대학원 정보전자공학과 졸업(석사). 현재 (주) HODI 연구원.

Tel : 070-4620-8012

E-mail : dhkang@hodi.co.kr



박 정 도 (Jeong-Do Park)

1969년 10월 6일생. 1992년 연세대학교 전기공학과 졸업. 1994년 동 대학원 전기전자공학과 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 (Kyung-Bin Song)

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

Tel : 02-820-0648

E-mail : kbsong@ssu.ac.kr