

연휴에 대한 전력 수요예측

구본석* 백영식* 송경빈**
 경북대학교* 계명대학교**

Load Forecasting for Lunar New Year's Day and Korean Thanks-Giving Day

Bon-Suk Ku* Young-Sik Baek* Kyung-Bin Song**
 Kyungpook National Univ.* Keimyung Univ.**

Abstract - 전력 계통의 운용 계획을 최적화 하기 위해서 수요예측에 관한 연구가 활발히 진행되고 있다. 기존의 수요예측 기법의 최대 오차는 특수일이 토요일과 월요일인 경우와 연휴인 경우에 발생한다. 이 중 특수일이 토요일과 월요일인 경우는 퍼지 선형회귀분석법과 상대계수법을 이용하여 우수한 결과를 도출한 바 있다. 구정과 추석은 특수일 중 평일과의 부하 차이가 가장 큰 특수일이며 약 45~50% 정도가 감소된다. 이러한 부하의 감소 폭은 서서히 줄어서 연휴 당일 4일 후에는 완전히 복구가 되며 연휴 전 부하가 낮아지는 시점은 연휴 당일 3일 전이다. 연휴 예측의 불확실성은 연휴 기간의 길이 변동 및 기타 다양한 변수들에 의한 유동성에 기인한다. 특히 추석의 경우 과거 데이터 이용에 더욱 신중해야 하며 타 특수일에 비해 부하 값의 예측이 힘들다. 또한 직전 평일 대비 추석 연휴의 부하는 변화가 심하게 나타나며 본 논문에서는 퍼지 선형회귀분석법을 기본으로 변형된 알고리즘으로 향상된 예측도를 제시한다.

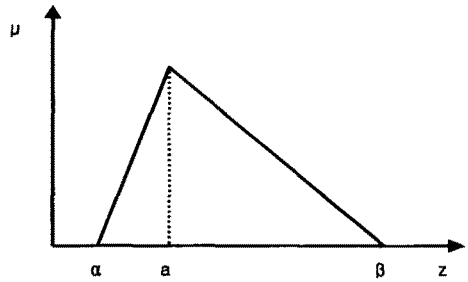


그림 1. 퍼지멤버 그래프
 선형회귀 모델로부터 퍼지 개념을 도입하여 퍼지 선형회귀 모델을 구성하면 다음 식과 같다.

$$Y_i = A_0 \oplus (A_1 \otimes X_i) \quad (1)$$

여기서, $A_0: (a_0, a_0), A_1: (a_1, a_1)$ 는 퍼지 멤버로서 회귀분석모델의 계수로 중심 a_i 이고, 스프레드는 a_i 이다. 변수 X_i 는 (x_i, γ_i) 이며, Y_i 는 (y_i, e_i) 이다.

- x_i : 특수일 직전 평일 4일간의 수요를 정규화한 값들의 평균
- γ_i : x_i 의 표준편차
- y_i : 특수일 당일의 정규화값
- e_i : y_i 의 표준편차

여기서는 직전 평일과 특수일의 관계가 각각 X_i 와 Y_i 의 값이 된다. 표 1에서 퍼지 입력 데이터가 X_i 와 Y_i 로 표현되어 있는데 여기서 i 는 과거 동일 특수일과 그 직전 평일 4일의 데이터가 몇 개년이 쓰이는지에 대한 표현이다. 본 연구에서는 과거 3개년 실적을 사용한다. 과거 동일 특수일의 의미는 예측하고자 하는 특수일과 같은 과거 특수일을 말한다.

즉 $X_1, X_2, X_3, Y_1, Y_2, Y_3$ 가 구성된다.[2]

1. 서 론

전력계통의 운용 목표는 품질이 좋은 전력을 경제적으로 안전하게 공급자에게 공급하는데 있다. 즉, 전력을 안정적으로 공급하고 전력설비를 경제적으로 운용한다고 하는 것은 전력 수요를 상정하고 수력, 화력, 원자력 등의 공급력을 적절히 배분함으로써 이루어진다. 따라서 전력수요예측은 전력수급 종합시스템 구축의 목표를 달성하기 위한 기본 단계라고 할 수 있다.[1] 특수일의 연 중 최대 오차율은 토요일과 월요일 특수일 그리고 구정과 추석과 같은 연휴의 경우에 발생한다. 토요일과 월요일 특수일은 상대계수법을 퍼지 선형회귀분석법에 접목시켜 좋은 결과를 도출한 바 있다. 퍼지 선형회귀분석법은 특수일과 직전 평일의 부하차이를 이용하여 예측하는데 구정의 경우는 과거 구정과와 부하차이가 일관성이 크지만 추석은 그 일관성이 크게 떨어진다. 따라서 본 논문에서는 그 이유를 규명하고 보완된 알고리즘을 제시하여 예측의 정확도를 높였다.

2. 본 론

2.1 퍼지 선형회귀분석

일반적으로 널리 사용되는 삼각 퍼지 멤버가 그림 1에 제시되었다. 그림 1의 퍼지 멤버 \tilde{A} 에서 a 는 중심이고 α 와 β 는 스프레드이다. 선형회귀분석은 일반적인 1차 선형식으로 표현되고 몇 개의 상관 관계가 있는 표본들로 계수를 추정하여 하나의 선형식을 만들고 임의의 입력되는 변수에 따른 값을 예측할 수 있는 방법이다.

표 1 퍼지 데이터 입력

i	X_i (x_i, γ_i)	Y_i (y_i, e_i)
1	(x_1, γ_1)	(y_1, e_1)
2	(x_2, γ_2)	(y_2, e_2)
⋮	⋮	⋮
i	(x_i, γ_i)	(y_i, e_i)

2.2 연휴인 구정과 추석의 수요예측

2.2.1 연휴에 대한 고찰

구정과 추석은 연휴로 평일 부하에 비하여 크게 낮으며 패턴 역시 평일 부하와 다른 특수일과 다르게 나타난다.

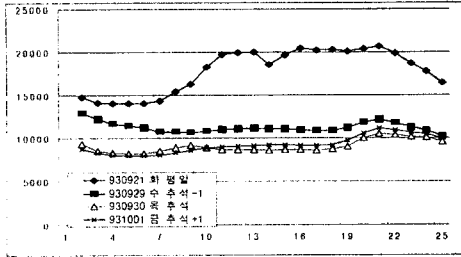


그림 2 평일과 연휴의 부하 패턴과 크기

그림 2에서 평일과 연휴 3일 동안의 24시간 부하의 크기 및 패턴을 나타내었으며 평일에 비하여 일 중 최대 부하의 크기가 각각 63%, 52%, 55% 정도로 모든 특수일 중에서 부하가 가장 낮게 나타났다. 구정과 추석 3일 연휴를 퍼지 선형회귀모델을 이용하여 예측하면 예측 연도를 기준으로 하여 과거 3개년에 각각 대하여 특수일과 직전 평일 4일을 이용하여 이들을 퍼지화하여 회귀 모델을 구성하였다. 직전 평일 4일의 최대 값에 대한 예측 특수일의 최대 값의 비를 퍼지화 된 값이 구정에서는 큰 차이를 보이지 않지만 추석의 경우 큰 차이를 보인다. 이들은 음력이므로 매년 날짜가 바뀐다. 물론 비슷한 날짜의 연휴를 선정하여 회귀모델을 구성한다면 그 보다 정확할 수는 없겠지만 90년부터 3일로 지정되어 이용 가능한 데이터는 90년부터 97년까지 7개년의 데이터 밖에 없으므로 비슷한 날짜의 과거 3개의 구정과 추석을 선별하는 일은 힘들다. 직전 평일 4일은 연휴가 있는 전 주의 데이터를 선별하여 이용하였으며 퍼지 선형회귀분석법을 이용하여 예측한 값이 표 2와 표 3에 명시되었다.

표 2. 퍼지 선형회귀분석법을 이용한 예측

	구정전날	구정	구정다음날
93년	3.96	3.61	1.98
94년	1.64	4.30	0.85
95년	7.58	0.98	3.44
96년	0.95	0.66	1.89
97년	2.02	2.58	2.70

표 3. 퍼지 선형회귀분석법을 이용한 예측

	추석전날	추석	추석다음날
93년	7.39	0.26	1.09
94년	3.13	5.63	6.83
95년	4.03	0.70	0.75
96년	6.51	7.47	6.50
97년	7.29	5.99	1.86

표 2와 표 3을 보면 구정과 추석 3일 연휴의 평균오차는 각각 2.61%와 4.36%로 예측이 되었으며 추석의 경우 예측도가 8%에 가까운 경우가 반 이상으로 오차를 개선의 필요성이 요구되었다. 구정에 비하여 추석의 예측도가 떨어지는 이유는 추석 전 주 평일데이터가 8월 중순에서 9월 말에 존재하여 장마나 태풍 등과

같은 변수에 영향을 받기 쉬운 시기에 위치하고 있으므로 정확한 예측의 어려움이 있었다. 또 추석이 음력 특수일 이므로 직전 평일 4일과 특수일의 데이터가 8월 말에서 10월 초까지 이용되므로 여름과 가을의 데이터가 혼용되어 평일과 특수일간의 상관 관계가 떨어지게 되기 때문이다.

2.2.2 추석에 대한 퍼지 선형회귀모델

추석 연휴를 예측하는데 퍼지 선형회귀분석법을 그대로 적용하는 데에는 문제점이 있으므로 새로운 방법을 모색하게 되었다.

2.2.1에서 고찰한 바와 같이 추석의 데이터 선별법에 두 가지 문제가 제기 되었다.

평일 데이터 기간인 8월, 9월이 호우, 장마, 태풍으로 수요변화가 가장 민감한 부분이라는 점과 데이터 선별이 8월에서 10월까지 이루어지므로 직전평일과 특수일과의 상관 관계가 떨어져 회귀식 이용 시 오차가 커진다는 점이다. 따라서 이러한 문제점을 해결하기 위하여 다음과 같은 두 가지의 제안을 하게 되었다.

첫째 특수일 전 평일 4일의 데이터를 수요 변수에 가장 민감도가 덜한 4월 중순으로 잡는 것이다. 5월은 특수일이 많은 달로 매년 일정한 기간을 직전 평일의 데이터로 취득하는데 용이하지 않다.

두 번째는 과거 추석 데이터 이용 시 예측 연도의 추석과 비슷한 시기의 데이터를 이용하는 것이 바람직 하다. 즉, 표 4에서 9월 초에서 10월 초까지 추석의 날짜가 다양하게 분포하고 있음을 볼 수 있는데 예측하고자 하는 날짜와 동일한 시기의 추석을 이용하여 퍼지 선형회귀분석법에 적용해야 한다. 그러나 실적이 과거 7년 밖에 없으므로 기존의 방식인 과거 동일 특수일 3개년 회귀식에서 2개년 회귀식을 바꾸고 이를 이용한다.

표 4. 과거 추석 날짜

	날 짜
90년 추석	10월 3일
91년 추석	9월 22일
92년 추석	9월 11일
93년 추석	9월 30일
94년 추석	9월 20일
95년 추석	9월 9일
96년 추석	9월 27일
97년 추석	9월 16일

표 5. 과거 2개년 퍼지 입력데이터

i	$X_i(x_i, r_i)$	$Y_i(y_i, e_i)$
1	(x_1, r_1)	(y_1, e_1)
2	(x_2, r_2)	(y_2, e_2)

과거 2개년 데이터를 사용하면 표 1은 표 5와 같이 변형된다. 따라서 전체 퍼지 선형회귀 분석의 알고리즘은 다음과 같다.

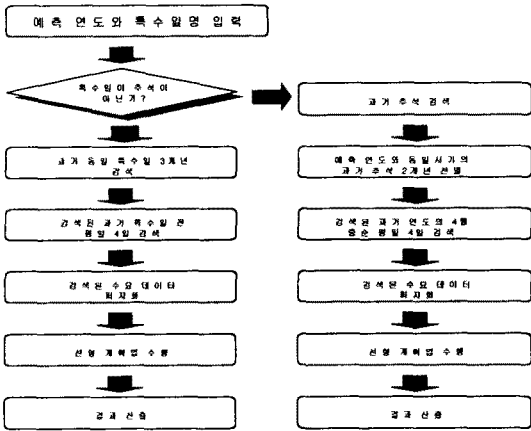


그림 3. 퍼지 선형회귀분석 알고리즘과 보완된 알고리즘

2.2.3 사례 연구

위의 알고리즘의 순서에 따라 93년 추석 당일을 예측해 보겠다.

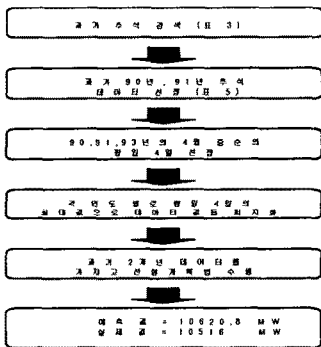


그림 4. 93년 추석 예측

$$\text{오차율} = \frac{|10620.8 - 10516|}{10516} \times 100 = 0.99\%$$

이런 방식으로 93년부터 97년까지 추석 연휴동일의 수요를 예측해 보면 표 6과 같은 결과가 나오는데 예측의 정확성이 크게 향상되었음을 알 수가 있으며 표 7에서는 참고문헌 [6]과의 비교로 본 알고리즘의 타당성을 검증하였다. 95년과 97년의 경우에는 7% 정도의 오차율을 보였는데 이는 당일의 부하가 예측 부하보다 다소 큰 경우로 과거 연휴와는 다른 수요 증분을 가진다고 볼 수 있다.

표 6. 새로운 알고리즘 추석 결과

	보완된 알고리즘		
	추석전날	추석	추석다음날
93년	5.74	0.99	1.68
94년	0.91	2.82	4.24
95년	7.72	3.52	4.15
96년	4.08	3.54	1.25
97년	1.37	3.70	7.27

표 7. 기존 논문과의 비교

96년 특수일	기존 논문		제안된 기법
	24시간 예측 평균 오차율	24시간 예측 최대 오차율	일 최대 부하예측 연휴 평균 오차율
96	2.64	6.40	2.95

3. 결 론

퍼지 선형회귀모델을 이용한 예측은 과거의 수요를 통하여 미래의 수요를 예측하는데 아주 유용한 정보를 제공해 주며 과거 3년의 실적치로 직전 평일과 특수일의 관계를 회귀식으로 만들고 이들의 관계를 설명해주는 변수를 구함으로써 미래 예측가능한 식을 구성하게 된다. 따라서 예측하고자 연도의 직전 평일 4일의 값이 데이터 베이스화 되어 있으므로 특수일을 예측 할 수 있다. 구성과 추석 연휴를 퍼지 선형회귀모델을 이용하여 예측해 본 결과 추석 연휴의 경우 연 중 최대 오차를 보였으며 분석 결과 추석 연휴에는 퍼지 선형회귀모델을 그대로 적용시키기에는 부적절함이 있다고 판단하였다. 따라서 기존 알고리즘을 변환하여 예측의 정확도를 향상시켰다. 향후 데이터가 축적된다면 이 알고리즘의 예측도는 더욱 향상될 것이다.

본 연구는 한국과학재단 목적기초연구
(과제번호:R01-2000-00011)지원으로 수행되었음.

[참 고 문 헌]

- [1] 전력수급계획 및 운영해석 종합시스템 개발에 관한 연구. 한국전력공사 전력연구원, 1998, 12
- [2] 조현호, 백영식, 송경민, 홍덕현, "퍼지 선형회귀분석 알고리즘을 이용한 특수일 전력수요예측", 2000년도 대한전기학회 하계학술대회 논문집 pp.298-300, 2000.7
- [3] Dug Hun Hong, Sungho Lee and Hae Young Do, "Fuzzy linear regression data using shape preserving operations", Fuzzy Sets and systems
- [4] D.H. Hong and H.Y. Do, "Fuzzy systems reliability analysis by the use of Tw(the weakest t-norm) on fuzzy number arithmetic operations", Fuzzy Sets and systems 90, pp. 307-316, 1997
- [5] 김광호, "특수일 전력수요예측을 위한 퍼지 전문가시스템의 개발", 전기학회는문지제 7호, 제 47권, pp.886-891, 1998년 7월
- [6] Kwang-Ho Kim, Member, IEEE, "Shore-Term Load Forecasting for Special Days in Anomalous Load Conditions Using Neural Networks and Fuzzy Inference Method, IEEE TRANSACTION ON POWER SYSTEM, VOL.15, NO.2, pp.559-565, MAY 2000