

기상 변수를 고려한 모델에 의한 단기 최대전력수요예측

Short-term Peak Power Demand Forecasting using Model in Consideration of Weather Variable

고 회 석, 이 충 식, 최 종 규, 지 봉 호

Hee-Seog Koh, Chung-Sik Lee, Jong-Kyu Choi, Bong-Ho Ji

요 약

특수일 부하를 예측하기 위하여 BP 신경회로망 모형과 다중 회귀모형을 구성한다. 신경회로망 모형은 패턴 변환비를 이용하고, 다중회귀 모형은 평일 환산비를 이용하여 특수일 부하를 예측한다.

주간 피크 부하예측 모형에 패턴 변환비를 이용하여 짧고 긴 특수일 부하를 예측 한 결과 주간 평균 오차율이 1~2[%]로 나와 본 기법의 적합성을 확인할 수 있다. 하지만, 패턴 변환비 방법으로는 하계의 특수일 부하 예측은 어려웠다. 따라서 기온-습도, 불쾌지수 등을 설명변수로 하는 다중 회귀 모형을 구성하고 평일 환산비를 이용하여 하계의 특수일 부하를 예측한다. 평일만의 예측 모형과 예측 결과를 비교해 보면 월 평균 오차율이 비슷하게 나와 이용한 방법의 적합성을 확인하였다. 그리고, 통계적 검정을 통해 구성된 예측 모형의 유효성을 입증할 수 있었다. 이로서 본 연구에서 제시한 특수일 부하를 예측하는 기법의 적합성을 확인함으로써 피크 부하 예측시 큰 난점 중의 하나가 해결되었다.

Abstract

BP neural network model and multiple-regression model were composed for forecasting the special-days load. Special-days load was forecasted using that neural network model made use of pattern conversion ratio and multiple-regression made use of weekday-change ratio.

This methods identified the suitable as that special-days load of short and long term was forecasted with the weekly average percentage error of 1~2[%] in the weekly peak load forecasting model using pattern conversion ratio. But this methods were hard with special-days load forecasting of summertime. therefore it was forecasted with the multiple-regression models. This models were used to the weekday-change ratio, and the temperature-humidity and discomfort-index as explanatory variable. This methods identified the suitable as that compared forecasting result of weekday load with forecasting result of special-days load because months average percentage error was alike. And, the fit of the presented forecast models using statistical tests had been proved.

Big difficult problem of peak load forecasting had been solved that because identified the fit of the methods of special-days load forecasting in the paper presented.

keywords : neural network, pattern conversion ratio, weekday-change ratio, special-days load.

I. 서 론

최첨단 정보 산업사회로의 급속한 발전과 더불어 전력의 중요성은 한층 더해 갈 뿐 아니라 국민 생활과 경제 생활에 가장 중요한 요소 중의 하나로 되었다. 전력의 부족은 초고속 정보화 사회, 경제 발전 및 문화생활을 저해

하고, 산업 흐름의 동맥경화를 일으킬 우려가 있으므로, 양질의 전력 공급은 물론 전력 수급의 장기 공급 계획을 세워 전력 공급에 차질이 없도록 해야한다.

적절한 수급 계획을 세우는데 기초 자료 중의 하나가 피크 전력수요 예측 자료인데, 현재까지 정도(精度)높은 예측 기법 연구가 꾸준히 진행되어 왔다. 예측 기법으로는 다중회귀분석법, 시계열분석법, 전문가 시스템 및 신경

회로망 등이 있고, 신경회로망과 퍼지추론을 바탕으로 하는 기법도 보고되고 있지만, 어느 방법이든 완전하게 만족할 만한 예측 기법은 개발되어 있지 않으며, 어느 기법이든 상황에 따라 장·단점을 동시에 가지므로 주어지는 조건과 상황에 따라 적절한 예측 모형과 기법을 선택적으로 활용할 필요가 있다. 또한 우리나라는 음력을 사용하므로 년 간의 긴 특수일 발생시점이 변동하는 등의 난점이 있어 예측 모형을 구성하는데 커다란 난점으로 되어 왔고, 피크 전력은 기상요인이나 요일 및 특수일 등에 영향을 많이 받으므로 이들 요인들을 처리하는 방법이 필요하게 된다.^{1)~6)}

본 연구에서는 94~95년 2년 간의 하계(6월~8월)를 제외한 기간의 주간 피크부하를 예측하기 위해 BP 학습을 기초로 한 신경회로망 예측 모형을 구성하고, 특수일(공휴일, 추석, 구정 등) 부하를 과거 10년 간의 피크전력 자료를 토대로 패턴 변환비를 이용하여 특수일 부하를 예측한다. 불규칙 변동을 매우 심한 하계(6~8월)의 특수일 부하는 최고 기온과 습도 및 불쾌지수를 이용한 다중 회귀모형을 구성하고, 평일 환산비를 이용하여 하계에 대한 특수일 피크 부하를 예측한다.^{6)~7)}

구성한 특수일 부하 예측 모형들의 적합성을 평일만의 예측 결과와 특수일 예측 결과를 비교 검토하여 본 연구에서 이용한 예측 기법의 타당성을 확인하고자 한다.

II. 특수일 부하예측

1. 신경회로망 모형을 이용한 피크 부하예측

1) 전력 부하의 특성 및 신경회로망 모형

우리나라의 전력의 특성은 매년 유사한 경향을 보이고 있지만 공휴일이나 긴 휴일 때문에 전력의 움직임이 크게 변동하고 있다. 또한 음력을 사용하는 긴 휴일 때문에 전력 수요 예측 모형을 구성하는데 커다란 문제점으로 대두 되고있다. 그러나 평일의 경우에는 년 간의 주간(週間)부하의 변동 경향이 유사하여 요일의 특성을 고려하면 정도(精度) 높은 피크 부하예측이 가능할 것으로 생각된다.

신경 회로망 예측 모형은 BP 학습 알고리즘을 기초로 한 3층 구조의 퍼셉트론으로 하고 학습율과 모멘트 값은 0~1까지 임의로 증가시키면서 대표 주간에 대해서 적용한 결과, 학습 계수는 0.7, 모멘트 값은 0.5에서 가장 빠르게 수렴되어 이 값을 선정한다. 은닉층의 수는 5~100까지 증가시키면서 검토해 본 결과 10개와 30개에서 양호한 특성을 보여 본 모형에서의 은닉층 수는 30개로 한다.

한 주간의 피크 전력수요의 패턴은 특별한 사건이나 특수일이 존재하지 않는 한 가까운 주간 부하 패턴은 유사하기 때문에 구성된 모형으로서 식 (1)에 나타낸다.

특정 [i]주간을 예측하기 위해서 패턴이 유사한 과거 패턴을 입력 및 교사신호로 하여 학습을 한다.

$$D(i) = F [W_i, D(i-8)] \tag{1}$$

$D(i)$: 주간의 실적 부하벡터

$D(i-8)$: $[d(i-8), d(i-9), \dots, d(i-14)]^T$

W_i : 연결강도 벡터

$F[\]$: 비선형 함수

따라서 특정 [i]주간에 대한 예측치는 식 (2)와 같다.

$$\hat{D}(i) = F [\hat{W}_i, D(i-8)] \tag{2}$$

$\hat{D}(i)$: 주간 예측치

\hat{W}_i : 학습된 연결강도

2. 다중 회귀모형을 이용한 하계 피크 부하예측

1) 설명변수의 구성

예측 모형에 사용한 설명 변수는 기온-습도와 불쾌지수이다. 서울, 부산, 대구, 광주, 대전 지역의 기상을 전국을 대표하는 기상으로 지역별 가중치를 주어 산출된 기상자료를 이용한다. 한국전력공사 전력 경제처에서 사용한 지역별 가중치를 이용하였으며, 가중치는 서울 0.5, 부산 0.191, 대구 0.118, 광주 0.095, 대전 0.096으로 한다. 가중 합으로 구한 기상자료를 설명변수로 이용한다.

기상자료 중 전력부하와 상관관계가 높은 변수로써 고려되는 것은 불쾌지수, 최고기온, 15시 상대습도 등인데, 불쾌지수는 최고기온과 15시 상대습도를 이용하여 산출한 값을 이용한다. 그리고 불쾌지수는 최고기온과 상대습도로부터 산출되므로 편 상관계수에 문제가 발생하지 않도록 불쾌지수만을 설명변수로 하는 예측 모형이 필요하여 두 형태의 다중 회귀 예측 모형을 구성한다.

2) 다중 회귀 예측 모형

하계 평일의 최대전력수요를 예측하기 위한 예측 모형으로 식 (3), (4)과 같이 2개의 회귀모형을 구성한다.

$$P(t) = a_0 + a_1 T_m + a_2 T_m^2 + a_2 H \tag{3}$$

T_m : 최고기온[°C]

H : 15시 상대습도 [%]

$$P(t) = a_0 + a_1 Thi \tag{4}$$

Thi : 불쾌지수

예측에 이용된 자료는 한국전력공사에서 제공된 94년과 95년의 시간별 전력량을 이용하며, 구축한 예측 모형으로는 전력수요의 주간변동(요일변동)으로 인해 평일만을 예측해야 하므로, 주말 부하 및 특수일 부하 때문에

생기는 변동을 제거하는 방법이 필요하게 된다.

3. 특수일 부하 예측 모형

1) 신경회로망 모형의 특수일 부하예측

신경회로망 예측 모형을 이용하여 특수일 부하를 예측하기 위해서는 특수일 부하의 입력자료들을 요일 특성에 맞도록 변환 해 주어야 하므로 본 연구에서는 패턴 변환비를 이용한다. 또한 추정한 패턴 변환 계수의 곱으로부터 특수일 부하를 예측한다.

식 (5), (6)은 특수일 부하의 입력자료를 일반 패턴으로 변환시키는 식이며, 과거 특수일 부하 자료로부터 변환계수를 추정할 때도 이 식을 이용한다.

$$T'_k = \frac{(T_k' - 1) + (T_k' - 2)}{2} \quad (5)$$

$$T'_k = \frac{(T_k' - 7) + (T_k' - 14)}{2} \quad (6)$$

T'_k : 특수일 부하

식 (5)는 특수일이 평일인 경우에 사용되는 변환식이고, 식 (6)은 요일의 특성을 그대로 반영하기 위해 특수일이 주말인 경우에 이용하는 변환식일 뿐 아니라 긴 연휴 부하들의 변환에 이용한다.

이상의 방법으로 신경회로망 예측 모형을 이용하여 특수일 부하를 예측할 경우 특수일 부하의 입력패턴을 변환시킨 후 과거 특수일 부하 자료로부터 변환계수를 추정한다. 과거 매년 구해진 변환 계수들의 평균치를 추정 변환계수로 사용하여 특수일 부하를 예측한다. 식 (7)에 패턴 변환 계수 추정에 이용하는 식을 나타낸다.

$$WD = \frac{T_k}{T'_k} \quad (7)$$

T_k : 패턴 변환된 부하

T'_k : 특수일 부하

패턴 변환계수를 추정하기 위해서 사용한 자료는 1985년부터 1994년까지의 10년 간의 피크 부하 자료를 이용한다.

2) 다중 회귀모형의 특수일 부하예측

다중 회귀모형을 이용하여 하계의 피크 부하를 예측할 경우에는 주 주기성을 발생하는 주말부하나 특수일(공휴일, 휴가철) 등을 처리하는 것이 가장 큰 과제로 대두되어 왔다. 따라서 이 특성을 제거하기 위하여 주말 부하나 특수일 부하 등을 평일로 환산하는 평일 환산비를 도입하여, 이들을 평일로 간주하고 월별로 하계 피크부하를 예측한다.

두 형태의 평일 환산비를 이용하는데, 평일 환산비

1(WD₁)은 3항 이동 평균법을 이용한 것이고, 평일 환산비 2(WD₂)는 평일만의 예측 모형에서 추정된 a_0 계수를 이용하는 방법이다.

III. 부하 예측 결과 및 분석

1. 부하 예측 결과

1) 주간 부하예측 결과

BP 학습 알고리즘을 기초로 한 신경회로망 예측 모형을 이용하여 94년부터 95년까지의 하계를 제외한 2년 간의 주간 피크부하를 예측한다. 주간 피크부하를 예측한 결과를 표 1에 나타내었다.

표 1. 신경 회로망 모형을 이용한 주간 평균예측 오차율 [%]

월	주	94년	95년	월	주	94년	95년
		오차율	오차율			오차율	오차율
1	1	신정	신정	6	1	1.413	1.045
	2	신정	신정		2	3.858	3.630
	3	1.998	0.477		3	6.821	5.144
	4	1.686	1.267		4	5.296	1.659
2	1	0.331	구정	9	1	2.031	2.869
	2	구정	구정		2	5.619	추석
	3	구정	1.273		3	6.971	추석
	4	2.194	0.831		4	추석	8.700
3	1	3.323	3.337	10	1	추석	0.780
	2	3.432	2.284		2	3.677	2.478
	3	1.297	0.903		3	3.716	2.771
	4	1.223	0.852		4	0.912	1.619
4	1	2.028	1.235	11	5	1.143	0.865
	2	3.767	2.959		1	0.865	1.414
	3	2.275	2.606		2	1.347	1.473
	4	1.879	1.061		3	1.061	0.955
	5	1.336	1.638		4	0.856	1.261
5	1	3.668	7.214	12	1	1.157	7.942
	2	4.446	6.348		2	1.079	1.735
	3	2.982	1.813		3	1.735	1.319
	4	4.060	1.704		4	1.078	0.862
					5	2.962	4.710

표에서 특수일을 학습해야 되는 주간의 예측결과를 보면 주간 평균 예측 오차율이 3[%]대로 대체로 높게 나타났고, 긴 특수일(신정, 구정, 추석)을 학습해야 되는 주간의 예측은 어려웠을 뿐 만 아니라 그 다음주의 예측에도 큰 영향을 미치고 있으므로 특수일 부하에 대한 처리기법이 필요하게 된다.

특히 9월의 예측결과를 보면 예측 오차율이 높게 나타나고 있는데, 이는 9월의 피크부하를 예측하는 신경회로망 모형이 년 중 피크부하가 발생하는 8월의 주간을 학습해야 하기 때문인 것으로 분석되어 이 부분에 지속적

인 보완이 따라야 할 것으로 생각된다. 또한 신경회로망 모형으로는 하계의 피크 부하를 예측하기에는 어려워 다중 회귀 모형을 이용하여 하계의 피크 부하를 예측한다.

표 2. 다중 회귀 모형의 예측 결과(평일)

년	월	모형	자료수	계수 (a_0)	R^2	월평균 오차율 [%]	F	표의 F치
94	6	1	20	22042.85	0.71	1.36	15.1	3.10
		2	20	21991.54	0.65	1.32	43.9	4.35
	7	1	20	25581.55	0.89	0.92	50.2	3.10
		2	20	25412.34	0.88	0.90	162	4.35
	8	1	17	25258.29	0.58	0.94	6.64	3.29
		2	17	24968.38	0.50	0.91	19.6	4.54
95	6	1	17	24394.59	0.47	1.39	5.70	3.29
		2	17	24112.67	0.54	1.31	19.6	4.54
	7	1	15	26299.07	0.68	1.32	10.7	3.49
		2	15	26009.98	0.67	1.31	29.9	4.54
	8	1	14	27834.29	0.80	0.59	18.7	3.71
		2	14	27263.69	0.83	0.52	64.4	4.75

2) 하계 피크 부하 예측 결과

구성한 다중회귀 모형을 94년과 95년의 하계 6, 7, 8월의 피크부하를 월별로 평일에 대해서만 하계 피크부하를 예측한다. 하계의 평일 피크 부하 예측은 월별로 수행하고, 예측한 결과를 표 2에 나타낸다. 모형 1은 기온-습도를 설명변수로 이용한 모형이고(식 3), 모형 2는 불쾌지수를 이용한(식 4) 모형이다. 예측 결과를 보면 기온-습도 모형보다는 불쾌지수 모형이 다소 양호한 예측정도를 얻었는데, 이는 예측기간으로 선택한 94년과 95년의 하계에는 이상난동 기온으로 냉방기의 보급이 2배 이상 급등한 시기이고, 국민 소득 수준의 향상과 더불어 불쾌지수에 대한 냉방기의 부하가 피크부하의 첨두치를 차지하는 비율이 크게 작용했기 때문인 것으로 생각된다.

표 3. 특수일의 패턴 변환비 추정

특수일	추정변환계수	94년 실계수	95년 실계수
3.1절(3.1)	0.892	0.896	0.888
근로자의날(3.10)	0.823	0.880	0.832
식목일(4.5)	0.919	0.900	0.897
어린이날(5.5)	0.884	0.884	0.891
석탄일(5)	0.868	0.887	0.876
현충일(6.6)	0.904	0.859	0.903
제헌절(7.17)	0.898	0.889	0.848
광복절(8.15)	0.877	0.828	0.868
개천절(10.3)	0.896	0.869	0.903
성탄절(12.25)	0.843	0.817	0.823

평일만을 이용한 경우는 예측오차율이 1~2[%]대로 양

호하였지만, 이것으로는 예측으로서의 의미가 저감되며, 주말부하나 특수일 부하를 모형에 포함시킬 수 있는 다른 방법이 필요하게 된다.

다중회귀 모형의 F치를 검토해 본 결과 “표의 F치” 보다 높게 나타나 예측 모형으로서의 적합성은 확인되었다.

3) 특수일 부하 예측 결과

(1) 신경회로망 모형의 예측 결과

과거 10년 간의 특수일 부하 자료로부터 추정된 패턴 변환 계수를 이용하여 신경회로망 모형으로 하계를 제외한 특수일 부하를 예측한다.

표 4. 패턴변환비를 이용한 특수일 부하 예측결과

월	주	94년	95년	월	주	94년	95년
		오차율	오차율			오차율	오차율
1	1	0.961	1.421	6	1	1.413	1.045
	2	0.427	1.009		2	1.960	2.355
	3	1.998	0.477		3	5.216	4.034
	4	1.686	1.267		4	5.296	1.659
2	1	0.331	0.861	9	1	2.031	2.869
	2	1.311	0.929		2	5.619	9.494
	3	2.282	1.273		3	6.971	1.889
	4	1.430	0.831		4	4.626	8.700
3	1	0.857	1.525	10	1	3.620	0.780
	2	0.961	0.903		2	1.303	1.378
	3	0.956	0.903		3	2.155	1.780
	4	1.223	0.852		4	0.912	1.619
4	1	2.028	1.235	11	5	1.143	0.865
	2	1.095	1.432		1	0.865	1.414
	3	1.342	1.141		2	1.347	1.473
	4	1.879	1.061		3	1.061	0.955
	5	1.336	1.638		4	0.856	1.261
5	1	1.265	1.811	12	1	1.157	1.498
	2	2.293	1.898		2	1.079	1.735
	3	0.652	1.813		3	1.735	1.319
	4	2.007	1.704		4	1.078	0.862
				5	1.429	1.112	

과거 특수일 자료로부터 추정된 특수일 변환계수를 표 3에 나타냈는데, 이 추정 변환계수를 이용하여 길고 짧은 특수일 부하를 예측하고, 예측한 결과를 표 4에 나타낸다. 표의 오차율은 주간 평균 오차율을 의미하며, 표 1과 표 4의 결과를 비교해 보면 특수일 부하를 처리하고 주간 피크부하를 예측한 경우의 주간 평균 오차율이 1~2[%]대로 매우 양호한 예측 결과가 나와 예측 정도가 크게 향상된 것을 알 수 있다.

이로서 피크 부하 예측시 큰 난점인 짧은 특수일 부하뿐만 아니라 긴 특수일(신정, 구정, 추석)부하도 패턴 변환비를 이용하여 예측하는 것이 가능하게 되었다.

(2) 다중 회귀 모형의 예측 결과

하계의 주말부하나 특수일 부하를 평일 환산비를 이

용하여 이들의 특성을 제거한 후 피크부하를 예측 한 결과를 표 5에 나타낸다.

표에서 보면 전 모형에서 월 평균 예측 오차율이 1~2[%]대로 아주 양호한 결과가 나와 평일 환산비를 이용하여 주말부하나 특수일 부하를 평일부하와 같이 다중 회귀모형에 포함시켜 피크부하를 예측하는 기법의 적합성을 입증하였다. 다중회귀 모형의 F치를 검토해 본 결과 "표의 F치" 보다 높게 나타나 예측 모형으로서의 적합성 또한 확인하였다.

표 5. 예측결과(평일 환산비)

년	월	모형	자료수	R ²	오차율 (WD ₁) [%]	오차율 (WD ₂) [%]	F	표 F치
94	6	1	30	0.33	1.93	2.19	5.71	2.92
		2	30	0.29	1.87	2.10	15.7	4.17
	7	1	31	0.22	1.74	1.79	3.84	2.92
		2	31	0.26	1.65	1.69	34.9	4.17
	8	1	31	0.27	1.43	1.67	4.72	2.92
		2	31	0.27	1.40	1.60	12.1	4.17
95	6	1	30	0.26	1.88	2.04	4.31	2.92
		2	30	0.29	1.79	1.99	13.1	4.17
	7	1	31	0.71	2.15	2.57	26.3	2.92
		2	31	0.73	2.05	2.54	81.7	4.17
	8	1	31	0.32	1.89	1.93	5.76	2.92
		2	31	0.34	1.78	1.92	16.6	4.17

2. 예측 분석

BP 신경회로망 예측 모형에 패턴 변환비를 이용하여 길고 짧은 특수일 부하를 예측한 결과 9월을 제외한 오차율이 1~2[%]대로 만족스러운 결과를 얻었다. 이로서 예측 모형 구성시 큰 난점이 해결되어 패턴 변환비 기법의 적합성은 확인 됐지만, 하계의 매우 불규칙한 부하 변동에는 적용하지 못했다. 따라서 하계의 특수일 부하는 다중 회귀 모형을 이용하여 월별 처리하여 예측을 수행했다. 설명변수로는 기온-습도, 불쾌지수로 하고 특수일 부하를 평일 환산비를 이용하여 처리하고 예측한 결과 평일만의 예측결과와 비교해 보면 %오차율이 큰 변화가 없이 비슷한 결과를 얻었다. 또한 94년과 95년의 하계에는 기상 이변으로 냉방기의 보급률이 2배 이상 급등한 시기였음에도 불구하고 매우 양호한 예측 정도를 얻어 제시한 기법의 적합성을 입증되었다. 그리고 두 형태의 평일 환산비 중 3항 이동 평균치를 이용하는 WD₁ 기법이 더 효과적인 것으로 나타났는데, 이는 전력의 변동 경향을 적절히 반영했기 때문이라 생각된다. 또한 한국전력공사 전력 경제처에서 냉방부하의 95년도의 점유율이 21.1[%]이고 2000년도에는 점유율이 24.1[%]가 될 것으로 보고하고 있어 앞으로 불쾌지수에 대한 하계 피크부하의 첨두 부하에 점점 더 큰 영향을 미칠 것이고, 다중회귀

모델의 설명변수로서 중요한 요소로 작용할 것으로 생각된다.

IV. 결 론

신경회로망 모형과 다중 회귀모형을 이용한 특수일 부하를 예측 한 결과 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

- [1] 신경 회로망 모형에 패턴 변환비를 이용하여 짧은 특수일 뿐 만 아니라 긴(추석, 구정) 특수일 부하를 예측한 결과 주간 평균 오차율이 1~2[%]로 나와 본 기법의 적합성을 확인했고
- [2] 패턴 변환비로는 하계의 특수일 부하를 예측할 수 없어, 평일 환산비를 이용한 다중 회귀모형을 구성하고 하계의 특수일 부하를 예측한 결과 월 평균 오차율이 2[%]대 이하로 만족할 만 했으며,
- [3] 다중 회귀 모형의 통계적 검정 결과 구성된 모형의 적합성을 입증하여 제시한 기법의 유효성이 확인되었다.

접수일자 : 2001. 5. 20 수정완료 : 2001. 6. 16

이 논문은 1998년도 경남대학교 학술 연구조성비 지원에 의해 연구되었음.

참고문헌

- [1] 고희석, 정재길, "乾球溫度를 考慮한 長期最大電力需要 豫測에 관한 연구", 대한전기학회지, Vol. 34, No. 10, 1985, pp. 390~398.
- [2] 고희석, 이태기, 김현덕, 이충식, "온도를 고려한 지수 평화에 의한 단기부하예측", 대한전기학회지, Vol. 43, No. 5, 1994, pp. 730~738.
- [3] 고희석, 이충식, 김종달, 최종규, "기온예상치를 고려한 모형에 의한 주간 최대전력수요예측", 대한전기학회지, Vol. 45, No. 4, 1996, pp.511~516.
- [4] 고희석, 이철우, 이충식, "전력부하설비의 최적운용을위한 시간대별 전력수요상정", 한국조명·전기설비학회지, Vol.10 No 1, 1996, pp. 75~79.
- [5] 고희석, 이충식, 김현덕, 이희철, "신경회로망을 이용한 단기부하예측" 대한전기학회 추계학술대회, 1993, pp. 29~31.
- [6] 고희석, 이충식, "평일환산비를 이용한 단기 부하상정 알고리즘", 한국조명·전기설비학회지, Vol. 11, No. 5, 1997, pp. 62~66.
- [7] 한국전력공사 전력경제처, "하계 냉방부하 특성분석", 1991~1995.



고희석(Hee-Seog Koh)
正會員
1966년 부산대 전기공학과
1979년 동아대 대학원
전기공학과(공학석사)
1985년 중앙대 대학원
전기공학과(공학박사)
1999년 대한전기학회 부회장

2001년 경남대학교 대외부총장
현재 : 경남대학교 전기전자공학부 정교수
관심분야 : 신경회로망, 퍼지시스템, 전력계통,
집지시스템, 고조파



이충식(Chung-Sik Lee)
正會員
1991년 경남대학교 전기공학과
1993년 경남대학교 전기공학과
(공학석사)
2000년 경남대학교 전기공학과
(공학박사)

현재 : 대원과학대학 전기과 교수
관심분야 : 신경회로망, 퍼지시스템, 공장자동화



지봉호 (Bong-Ho Ji)
正會員
1991년 경남대학교 전기공학과
1993년 경남대학교 전기공학과
(공학석사)
1998년 경남대학교 전기공학과
공학박사 수료
현재 : (주)삼흥파월텔 대표
관심분야 : 신경회로망, 퍼지시스템, 전력계통



최종규(Jong-Kyu Choi)
正會員
1987년 경남대학교 전기공학과
1994년 경남대학교 전기공학과
(공학석사)
1997-현재 경남대학교 전기공학과
공학박사 수료
현재 : 마산대학 전기과 조교수
관심분야 : 신경회로망, 퍼지시스템, 전력계통
