

인공신경회로망을 이용한 계통 주중 전력수요예측

전승욱*, 박우재*, 박정욱*
연세대학교*

Weekdays Load forecasting of Domestic Power System Using Artificial Neural Network

Seung-Wook Jeon*, Woo-Jae Park*, Jung-Wook Park*
Yonsei University*

Abstract - 전력 계통의 운용 계획을 최적화하기 위해서 연간 최대전력수요와 시간별 전력수요에 대한 장단기간의 수요 예측에 관한 연구가 활발하게 진행 중이다. 특히, 단기 수요 예측은 발전비용과 신뢰도에 크게 영향을 주며, 전력계통의 제어 및 단기계획, 경제급전, 전력조류계산 등의 입력 자료로 활용된다. 많은 예측 문제에 폭넓게 사용되고 있는 인공신경회로망은 전력수요 예측에도 자주 쓰이는 기법이다. 본 논문에서는 이를 보다 정확히 하기 위해 기존의 인공신경회로망 기법을 개선하여 보다 정확한 예측을 보였다.

1. 서 론

전력수요형태는 경제성장에 따른 국민생활의 수준향상으로 전력소비가 지속적으로 증가하고 있다. 1990년대 전력수요는 연평균 98% 증가하였고, 그 이후 현재까지 연평균 63% 증가하였다. 최대전력은 1990년대 연평균 95%증가에서 2001년 이후 5%대로 증가하였다. 최근 하계 최대전력은 2010년 8월 20일(금)로 전년도 8월 대비 62,674 MW(106%) 증가한 68,886 MW 기록하였다. 이는 경기회복에 따른 기본부하증가와 이상환과에 따른 난방부하의 급증이 원인으로 추정되며, 하계 최대전력이 동계 최대전력 보다 923 MW 크게 나타났다. 전력 계통의 운용 계획을 최적화하기 위해서 연간 최대전력수요와 시간별 전력수요에 대한 장단기간의 수요 예측에 관한 연구가 활발하게 진행 중이다. 특히, 단기 수요 예측은 발전비용과 신뢰도에 크게 영향을 주며, 전력계통의 제어 및 단기계획, 경제급전, 전력조류계산 등의 입력 자료로 활용된다.[1] 이런 추세를 고려할 때, 전력수요변동특성을 파악하여 수요예측 방안을 도출해 내는 것이 중요하며, 이것을 전력계통에 적용하는 것이 안정적이고 경제적인 최적 계통 운영의 밑거름이 될 것이다. 본 논문에서는 인공지능신경망방법을 소개하고, Weight를 도출하기 위해 기존의 인공신경회로망의 방법을 개선시켜 보다 정확하고, 입력값의 변화를 잘 수용하도록 신경망을 학습시킨 결과를 보였다.

실제 상황에서 제안된 방법의 실효성을 검증하기 위해 2006년 한국전력수요 값을 직접 대입하여 인공신경망을 구성하였고, 2006년 2월부터 2006년 4월까지의 자료를 대입하여 인공신경회로망의 Back-Propagation(역전개, BP)과정을 통해 Weight를 수정하였다. 이렇게 결정된 Weight를 통해 5월의 주중 비특수일 전력수요를 예측하였고, 기존의 방법과 제안된 방법의 결과를 그래프와 MAPE(절대백분율오차평균, Mean Absolute Percentage Error)로 비교하여 개선점을 확인하였다.

2장에서는 인공신경회로망을 이용한 수요예측기법을 소개하고 개선점을 설명한다. 3장에서는 Matlab을 이용한 수요예측결과를 비교한다. 그리고 마지막으로 4장에서는 결론을 제시한다.

2. 인공신경회로망을 이용한 전력수요예측

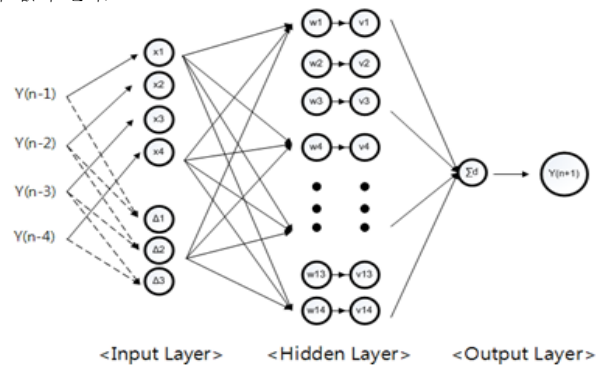
2.1 인공신경회로망(ANN)

신경망(NN)은 많은 예측 문제에 폭넓게 사용되고 있다. 복잡한 비선형 관계가 다른 전통적인 선형 모형에 비해 더 좋은 해법을 제공할 수 있는 것이 신경망이 성공한 주요 원인이다.[2]

수요예측에서 인공신경망의 주요 기능은 다음날 시간별 전국 전력수요를 예측하는 것이다. 논문에서 인공신경망의 많은 종류가 보고되진 않았지만 가장 대중적인 순방향 모형을 제시하였다.

이 논문은 시간별 전력량 예측을 위해 <그림 1>과 같은 3층 순방향 모형을 적용했다. 적용한 ANN은 과거 자료의 학습과정을 통해 복잡한 입출력 관계는 물론 비선형의 모형화와 빠른 변화가 가능하다. 인공신경회로망 모형은 하나의 입력층(Input Layer)과 하나의 은닉층(Hidden Layer), 하나의 출력층(Output Layer)으로 구성된다. 은닉층에서는 시그모이드함수를 활성화수로 사용한다. <그림 1>에서 볼 수 있듯이 ANN의 입력 변수 구조는 4개의 전력 수요값을 받아 7개의 입력값으로 구성한다. 이렇게 구성된 7개의 입력값은 14개의 은닉층으로 전개되어

각 Weight마다 적용되고 출력층으로 합산된다. 이는 다음날의 수요 예측 값이 된다.



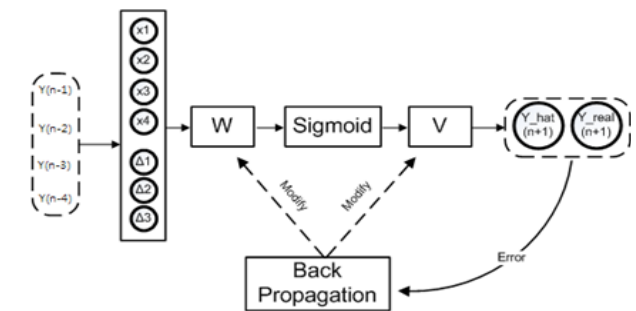
<그림 1> 인공신경회로망 모델

<그림 1>에서 알 수 4개의 입력값으로 4개의 전력수요가 입력으로 들어간다. 과거 전력값 4개의 값을 그대로 반영하는 뉴런 x1, x2, x3, x4가 있고 입력값의 변화량을 표현하는 뉴런 Δ1, Δ2, Δ3이 추가로 정의되어 총 7개의 입력값이 은닉층으로 전개된다. 은닉층을 통과하면서 각 값의 비중과 변화량에 따라 Weight가 결정되며, 아래 식(1)과 같이 곱해진다.

$$d_i = V_i \cdot \text{sigmoid}(W_i \cdot X) \quad (1)$$

이렇게 정해진 d값을 합산하면 다음날 수요 예측값이 된다.

2.2 기존 인공신경망의 Weight 수정



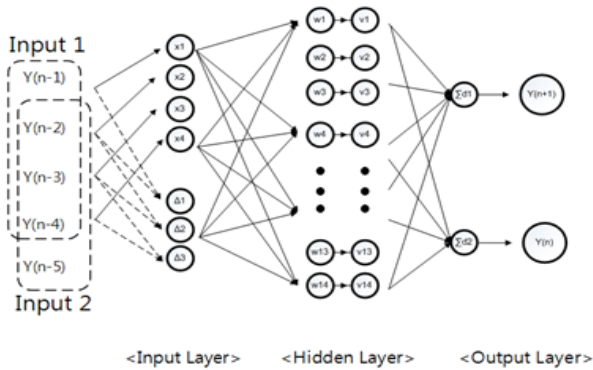
<그림 2> 인공신경회로망 Weight 수정방법

은닉층의 Weight는 ANN의 역전개방법을 적용하여 수정한다. 예측값과 실제값의 차이가 허용 오차보다 작아질 때 까지 수정을 반복한다. <그림 2>와 같이 예측값과 실제값의 오차가 V의 변화량을 결정하고, 이 값은 시그모이드 함수의 미분값에 적용되어 W값의 변화량을 정한다. 이런 방법으로 입력값에 의한 예측값이 실제값과 같아질 때 까지 Weight를 수정하고 최종적으로 결정된 V, W값으로 예측을 하게 된다.

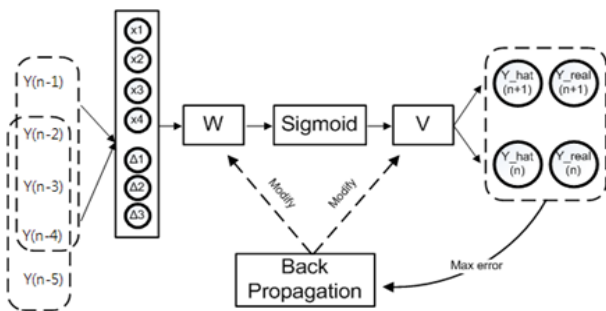
2.3 인공신경망 Weight 수정방법 제안

인공신경회로망으로 전력수요예측을 하는데는 몇가지 문제점이 있다. <그림 2>의 방법대로 Weight를 수정하면 해당 데이터들에 대해서는 최

적의 Weight가 되지만 다른 입력값을 넣어도 입력값에 반응하는 것이 아니라 기존의 값과 비슷한 값을 도출하여 입력값에 민감하지 못하였다. 그리하여 Weight가 정해진 날짜와 멀어질수록 오차가 더 커지고, 입력값에 따른 출력값 변화의 크기가 매우 작다는 문제가 발생하였다.[3]



<그림 3> 제안된 인공신경회로망 모델



<그림 4> 제안된 인공신경회로망의 Weight 수정방법

정확한 전력수요를 예측을 하기 위해 ANN의 방식을 <그림 3,4>와 같이 수정하였다. ANN이 입력값에 민감하게 반응하면서 정확한 수요를 예측해낼 때 까지 Weight를 수정하도록 훈련시켜서 입력값에 따른 변화와 수요예측 값까지 정확하게 한 것으로 방법은 아래와 같다.

- 1단계) 전국전력수요 자료에서 비특수일 주중 자료를 골라낸다.
- 2단계) n 번째 날 기준, n-1 번째 날 기준으로 각각 예측에 적용할 7개의 입력층을 설정한다.
- 3단계) 두개의 입력을 같은 Weight를 적용시켜 수요예측을 한다.
- 4단계) 두 개의 예측값과 실제전력수요와 비교한다.
- 5단계) 큰 오차값을 BP에 적용하여 Weight를 수정한다.
- 6단계) error가 0.1%보다 작아질 때 까지 3~5단계를 반복한다.
- 7단계) 각 시간별 Weight가 정해질 때 까지 6단계를 반복한다.
- 8단계) 정해진 Weight로 수요예측을 한다.

위 방법을 Matlab을 이용하여 제안된 인공지능신경망을 이용한 수요 예측을 시행하였고, 아래 결과를 분석하였다.

3. Matlab을 이용한 결과 분석

3.1 인공신경회로망

2006년 한국전력수요값 중 2월부터 5월까지 실시간 전력 수요값을 이용하였다.

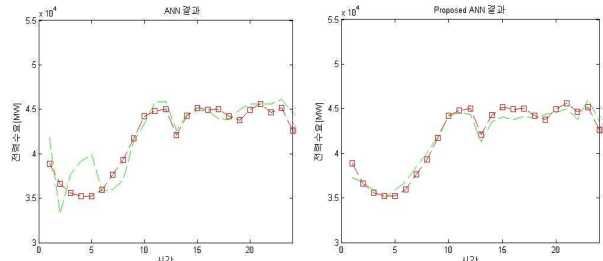
<표 1> 2006년 실시간 전국 전력수요

전력수요 (MW)	0~1시	1~2시	...	23~24시
2/7	49229	47223	...	52584
:	:	:	...	:
5/11	39578	37199	...	43352
5/12	39283	37198	...	43969

위 자료를 통해 각 시간별 전력수요값을 이용하여 인공지능신경망의 Weight를 훈련시켰다. 아래 결과를 분석하였다.

<표 2> 절대백분율오차평균 비교

MAPE(%)	ANN	Proposed ANN
5/18	3.07	1.53
5/19	2.47	1.16
5/23	2.44	1.56
5/24	2.77	1.81
5/25	2.81	1.15
5/26	2.81	1.44
5/30	3.03	2.19



<그림 5> 시뮬레이션 결과 비교 (5/23)

2006년 2월부터 4월까지 3개월 전력 데이터를 이용하여 기존의 인공신경회로망의 예측기법과 제안된 예측기법을 수행하고 결과를 비교하였다. 기존의 기법은 오차도 크고 시간이 지날수록 전력의 패턴을 잘 따라가지 못해 격차가 커진다. 반면 제안된 방법은 날짜가 지나도 오차가 적은 것을 확인할 수 있다. <그림 5>에서는 같은 날을 기법을 다르게 적용하여 5월 23일의 시간별 전력수요값을 나타낸 것이다. 날짜가 지나도 소비전력의 패턴을 잘 따라감을 확인할 수 있다.

4. 결론

본 논문에서는 ANN을 이용해 한국의 주중 수요예측을 할 때, 구조상 발생하는 문제를 보완하기 위해 Back-Propagation (BP)의 방법을 수정하여 보다 정확히 수요예측을 하는 알고리즘을 제안하였다. 지난 3일과 지난요일의 전력수요를 이용하여 다음날 수요를 예측하는 ANN을 구성할 때, 보다 정확히 하기 위해 과거값을 이용해 BP를 이용하여 weight를 정하지만, 이렇게 정해진 값들은 변화되는 입력값에 대한 반응이 떨어진다. 그리하여 Weight를 정한 날짜에서 멀어질수록 오차값이 커지는 현상을 발견하였다. 이를 개선하기 위해 Weight를 설정하는 ANN의 구조를 수정하여 인공지능신경망이 2일치를 예측하여 입력의 변화에 따라 출력되는 결과가 변화되고, 보다 정확히 예측할 수 있도록 수정하였다. 이렇게 수행한 결과에 대하여 MAPE는 약 1.44~2.19% 정도의 성능을 얻었다. 기존의 ANN에 비하여 보다 안정되고 입력의 영향을 수용하는 결과라고 할 수 있다. 향후 진행되어야 할 연구방향은 다음의 두가지로 요약된다. 우선 한국의 수요 특성상 주중 패턴, 연(年)패턴, 온도에 따른 민감도 등의 영향을 많이 받으므로 인공지능신경망을 더 수정하여 이에 대한 학습을 시켜 오차를 줄이고 신뢰도를 향상시킬 계획이다. 그리고 인공지능신경망의 단점이라 할 수 있는 계수의 인위적 설정에 대하여 다른 수학적 접근을 가미하여 신뢰성을 향상시키고, 전국수요 뿐만 아니라 지역, 산업체 수요에 적용할 계획이다.

[감사의 글]

본 연구는 2011년도 지식경제부의 재원으로 한국에너지 기술평가원(KETEP)의 지원을 받아 수행한 연구 과제입니다. (No. 20104010100590-11-1-000)

[참고 문헌]

- [1] 권오성, 박재준, 송경빈, "평일 수요 예측을 위한 지수평활화 모형의 계수 선정 기법", 2010년도 대한전기학회 전력기술부분 추계학술대회 논문집 11.05.2010
- [2] D.C Park, 미-Sharkawi "Electric Load forecasting Using An Artificial Neural Network", IEEE Transactions on Power systems Vol.6, No.2, May 1991
- [3] Shu Fan, Luonan Chen, and W. J. Lee, "Short-Term Load Forecasting Using Comprehensive Combination Based on Multimeteorological information", IEEE Trans. Industry Appl., vol. 45, no. 4, Aug. 2009