

태양광 에너지 예측을 위한 기상 데이터 기반의 인공 신경망 모델 구현

정원석* · 정영화* · 박문규** · 서정욱*

*남서울대학교 정보통신공학과

**세종대학교 원자력공학과

Solar Energy Prediction Based on Artificial neural network Using Weather Data

Wonseok Jung* · Young-Hwa Jeong* · Moon-Ghu Park** · Jeongwook Seo*

*Department of Information and Communication Engineering, Namseoul University

**Department of Nuclear Engineering, Sejong University

E-mail : jwseo@nsu.ac.kr

요 약

태양광발전시스템은 태양광으로부터 에너지를 생산하는 발전기술이며, 신재생 에너지 기술 중 가장 빠르게 성장하고 있다. 태양광 발전 시스템은 부하에 안정적으로 에너지를 공급하는 것이 가장 중요시 된다. 그러나 날씨 및 기상 조건에 따라 에너지 생산이 불안정하기 때문에 에너지 생산량에 대한 정확한 예측이 필요하다. 본 논문에서는 강수량, 장·단파 복사선 평균, 온도 등 15가지 종류의 기상 데이터를 사용하여 태양광 에너지를 예측하는 인공 신경망(ANN)을 구현하고 성능을 평가한다. 인공 신경망은 은닉층을 구성하고 오버피팅을 방지하기 위한 페널티 α 와 같은 파라미터를 조절하여 구현한다. 예측모델의 정확도와 타당성을 검증하기 위해 성능지표로 MAPE(Mean Absolute Percentage Error)와 MAE(Mean Absolute Error)를 사용한다. 실험 결과 Hidden Layer Sizes='16×10'을 사용하였을 때 MAPE=19.54와 MAE=2155345.10776로 나타났다.

ABSTRACT

Solar power generation system is a energy generation technology that produces electricity from solar power, and it is growing fastest among renewable energy technologies. It is of utmost importance that the solar power system supply energy to the load stably. However, due to unstable energy production due to weather and weather conditions, accurate prediction of energy production is needed. In this paper, an Artificial Neural Network(ANN) that predicts solar energy using 15 kinds of meteorological data such as precipitation, long and short wave radiation averages and temperature is implemented and its performance is evaluated. The ANN is constructed by adjusting hidden parameters and parameters such as penalty for preventing overfitting. In order to verify the accuracy and validity of the prediction model, we use Mean Absolute Percentage Error (MAPE) and Mean Absolute Error (MAE) as performance indices. The experimental results show that MAPE = 19.54 and MAE = 2155345.10776 when Hidden Layer Sizes = '16×10'.

키워드

Artificial Neural Network, Solar Energy, Prediction, Weather data, Multi-layer Perceptron

1. 서 론

최근 세계적으로 환경 문제, 자원 고갈 문제를 해결하기 위한 방안으로 신재생에너지에 대한 관심이 가속화 되고 있다 [1]. 태양광발전시스템은 지구온난화 문제를 해결하기 위한 신재생 에너지 기술 중 가장 빠르게 성장하고 있는 기술로 태양광으로부터 에너지를 생산하는 발전기술이다. 태양광

발전 시스템은 부하에 안정적으로 에너지를 공급하는 것이 가장 중요시 된다. 그러나 날씨 및 기상 조건에 따라 에너지 생산이 불안정하기 때문에 에너지 생산량에 대한 정확한 예측이 필요하다 [2].

본 논문에서는 강수량, 장·단파 복사선 평균, 온도 등 15가지 종류의 기상 데이터를 사용하여 태양광 에너지를 예측하는 인공 신경망(ANN)을 구현하고 성능을 평가한다.

II. 기상 데이터

본 논문에서 예측모델 및 분석 대회 플랫폼인 Kaggle의 데이터로 미국 기상학회 주최로 2013년부터 2014년까지 개최된 태양 에너지 예측 경연 대회의 데이터를 사용한다. 사용된 데이터는 1994년부터 2007년까지 총 14년 동안의 미국 오클라호마 주 Chickasha 지역의 기상정보 데이터로, 하루 단위 15개 기상 요소로 구성되고 데이터 수는 약 75,000개이다. 15가지 기상 요소는 표 1에서 자세히 설명하였다 [3].

표 1. 기상 요소 설명

Variable	Description
apcp_sfc	3-Hour accumulated precipitation at the surface
dlwrf_sfc	Downward long-wave radiative flux average at the surface
dswrf_sfc	Downward short-wave radiative flux average at the surface
pres_msl	Air pressure at mean sea level
pwat_eatm	Precipitable Water over the entire depth of the atmosphere
spfh_2m	Specific Humidity at 2 m above ground
tcdc_eatm	Total cloud cover over the entire depth of the atmosphere
tcolc_eatm	Total column-integrated condensate over the entire atmosphere
tmax_2m	Maximum Temperature over the past 3 hours at 2 m above the ground
tmin_2m	Minimum Temperature over the past 3 hours at 2 m above the ground
tmp_2m	Current temperature at 2 m above the ground
tmp_sfc	Temperature of the surface
ulwrf_sfc	Upward long-wave radiation at the surface
ulwrf_tatm	Upward long-wave radiation at the top of the atmosphere
uswrf_sfc	Upward short-wave radiation at the surface
total	the total daily incoming solar energy

III. Multi-layer Perceptron

인공 신경망은 생물학의 신경망에서 영감을 얻은 통계학적 학습 알고리즘이다. 신경망 학습 혹은 훈련은 각 레이어의 가중치를 결정하는 과정이다.

퍼셉트론은 인공 신경망의 한 종류로서 본 논문에서는 Multi-layer Perceptron(MLP)을 사용하고 Scikit-learn의 MLPRegression 라이브러리를 사용하여 그림 1과 같이 구현한다 [4].

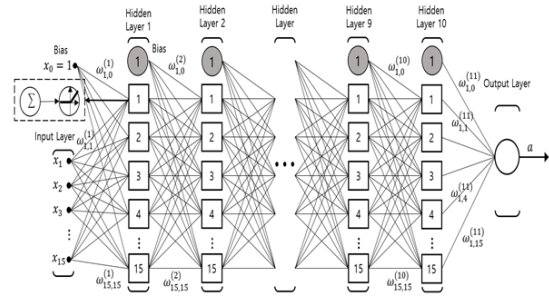


그림 1. 구현한 MLP 구조

우선 검증을 위한 성능지표로 MAPE(Mean Absolute Percentage Error)와 MAE(Mean Absolute Error)를 사용하였다. MAPE는 예측 오류의 가장 일반적인 척도이다. 수식은 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$MAPE = \frac{100}{N} \sum_{i=1}^N \left| \frac{y_i - \hat{y}_i}{y_i} \right|$$

그리고 MAE는 두 개의 연속 변수의 차이의 척도이며 각 점과 $Y = X$ 선 사이의 평균 수평 거리이다. 수식은 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$MAE = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N |y_i - \hat{y}_i|$$

제안한 모델은 80%의 학습데이터, 20%의 테스트 데이터로 나누어 실험하여 다음과 같은 파라미터를 도출한다. 은닉층은 16개의 노드와 10개의 레이어로 구성하고 난수 생성 프로그램에서 사용되는 시드로 Random State를 1로 조정하여 실험한 모델에 대한 성능평가 지표 MAPE와 MAE를 사용하여 검증을 수행한 결과 MAPE는 19.5406367617, MAE는 2155345.10776로 나타났으며, 그림 2는 테스트 데이터와 예측 데이터를 비교한 그래프이다.

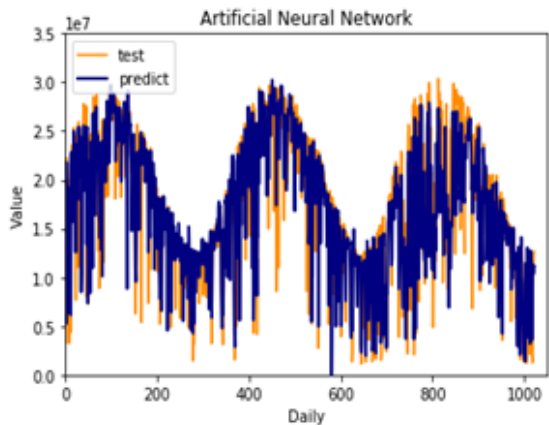


그림 2. 테스트 데이터와 예측 결과 데이터 비교

IV. 결 론

본 논문에서는 날씨 및 기상 조건에 따라 에너지 생산이 불안정한 문제를 해결하기 위해 기상 데이터로부터 ANN 모델을 사용하여 파라미터 조정을 통해 태양광 에너지를 예측한다. 실험을 통해 좋은 성능의 파라미터 Hidden Layer Sizes = 16×10 , Random State=1, Max iter=3000를 도출하였으며, 성능평가 지표로 사용한 MAPE는 19.5406367617, MAE는 2155345.10776을 확인하였다.

ACKNOWLEDGMENTS

This work was supported by the Korea Institute of Energy Technology Evaluation and Planning(KETEP) and the Ministry of Trade, Industry & Energy(MOTIE) of the Republic of Korea (No. 20171210201140).

참고문헌

- [1] Junhee Bae, Ie-jung Choi, Jongsu Lee, Jungwoo Shin. "Adoption analysis of new and renewable energy: Based on adoption patterns of OECD countries." Korean Energy Economic Review, Vol. 13, No. 1, pp.57-81, Mar. 2014
- [2] Donghun Yang, Nayoung Yeo, Sangcheol Kim, Jeongwoo Lee, Seontae Kim and Pyeongsoo Mah, "A Piecewise Prediction Model of Solar Radiation using eather Sensing Information for stand-alone Photovoltaic Systems," Korea Inormation Science Societ, pp.15-17, June. 2017
- [3] kaggle, "AMS 2013-2014 Solar Energy Prediction Contest", [Internet]. Available: <https://www.kaggle.com/c/ams-2014-solar-energy-prediction-contest>
- [4] Scikit-learn, "MLPRegressor", [Internet]. Available: http://scikit-learn.org/stable/modules/generated/sklearn.neural_network.MLPRegressor.html