

# 기상 데이터를 활용한 순환신경망 기반 태양광 발전량 예측 시스템

이상우, 권정혁, 김의직\*

한림대학교 소프트웨어융합대학

{sam\_2011, jhkwon, \*ejkim32}@hallym.ac.kr

## Recurrent Neural Network-Based Photovoltaic Power Generation Prediction System Using Meteorological Data

Sang-Woo Lee, Jung-Hyok Kwon, Eui-Jik Kim

School of Software, Hallym University

### 요약

본 논문은 기상 데이터를 활용한 순환신경망 기반 태양광 발전량 예측 시스템을 제안한다. 제안하는 시스템은 1) 기상정보 수집기, 2) 기상정보 데이터베이스, 3) 순환신경망 예측모델, 4) 태양광 발전량 GUI로 구성된다. 기상정보 수집기는 최근 24시간에 대한 기상정보를 수집한다. 기상정보 데이터베이스는 전달받은 기상정보와 태양광 발전량을 시간대별로 저장한다. 순환신경망 예측모델은 최근 24시간의 기상 데이터와 발전량 데이터를 입력 데이터로 사용하여, 향후 6시간에 대한 태양광 발전량을 예측한다. 태양광 발전량 GUI는 발전량 예측결과를 시각화하여 보여준다. 제안하는 시스템의 성능을 검증하기 위한 실험이 수행되었다. 실험결과, 제안하는 시스템은 평균 92%의 정확도로 6시간 이후의 태양광 발전량을 예측했다.

### I. 서론

최근 기존의 전력망에 정보통신기술이 접목된 지능형전력망에 대한 관심이 전 세계적으로 증가하고 있다. 지능형전력망은 전력 공급자와 소비자 간 실시간 정보교환을 통해 전력 공급의 안정화 및 전력 소비의 합리화를 달성하는 것을 목표로 한다. 이러한 지능형전력망 서비스에서 핵심기술 중 하나가 발전량 예측기술이다. 특히, 지능형전력망 서비스의 안정적이고 효율적인 전력 공급을 위해 발전량 예측은 반드시 필요한 작업이다 [1]. 그러나 여러가지 발전방법 중 태양광 발전의 발전량은 햇빛, 바람, 미세먼지, 기온 등의 다양한 기상요소의 영향을 받기 때문에 정확하게 예측하는 것이 어렵다. 따라서, 정확한 태양광 발전량 예측은 도전적인 기술이 슈로 고려되어 왔다[2][3]. 본 논문에서는 최근 다양한 시계열 데이터 분석작업에서 높은 성능을 보이고 있는 순환신경망을 기반으로 한 발전량 예측 시스템을 제안한다. 제안하는 시스템은 이전 24시간 동안의 기상정보(수집시간, 일사량, 습도, 강수량, 풍속, 기온, 미세먼지)를 수집한다. 그리고 수집한 기상정보를 순환신경망 예측모델의 입력 데이터로 사용하여, 향후 6시간에 대한 태양광 발전량을 예측한다. 제안하는 발전량 예측 시스템의 성능을 평가하기 위한 실험이 수행되었다. 실험결과, 제안하는 시스템은 평균 93%의 정확도(R2 결정계수)로 6시간 후의 태양광 발전량을 예측할 수 있었다.

### II. 본론

제안하는 시스템은 1) 기상정보 수집기, 2) 기상정보 데이터베이스, 3) 순환신경망 예측모델, 4) 태양광 발전량 GUI로 구성된다. 기상정보 수집기는 농촌진흥청과 한국환경공단에서 제공하는 기상정보(일사량, 습도, 강수량, 풍속, 기온, 미세먼지) 데이터를 수집하고, 이를 데이터베이스에 전달한다. 그림 1은 기상정보 데이터베이스의 테이블 구조를 보여준다. 기상정보 데이터베이스는 전달받은 기상정보와 태양광 발전량을 수집시간과 함

께 저장한다. 순환신경망 예측모델은 DB로부터 불러온 최근 24시간 동안의 기상정보, 발전량, 수집시간 정보를 입력 데이터로 사용하여, 이후 6시간에 대한 발전량을 결과값으로 도출한다. 그림 2는 태양광 발전량 GUI를 보여준다. 태양광 발전량 GUI는 날짜별, 시간별로 태양광 발전량의 실측값, 예측값, 예측 정확도를 시각화해서 보여준다.

#	이름	데이터 유형	코멘트
1	time	VARCHAR	시간
2	totalaccurenamount	DOUBLE	누적 발전량
3	gen_increase	DOUBLE	시간당 발전량
4	time_ranged	DOUBLE	현재 시간 정보
5	insol	DOUBLE	일사량
6	humid	DOUBLE	습도
7	rain	DOUBLE	강수량
8	ws	DOUBLE	풍속
9	temp	DOUBLE	기온
10	pm10	DOUBLE	미세먼지

time	totalaccurenamount	gen_increase	time_ranged	insol	humid	rain	ws	temp	pm10
2018-08-01 07:00:00	17,858.080	3.980	0.500	0.270	68.000	0.000	0.500	28.200	30.000
2018-08-01 08:00:00	17,867.500	9.420	1.000	1.020	59.000	0.000	0.800	30.300	30.000
2018-08-01 09:00:00	17,880.740	13.240	2.000	1.690	53.000	0.000	0.700	32.400	31.000
2018-08-01 10:00:00	17,894.040	13.300	3.000	2.310	45.000	0.000	1.000	34.300	25.000
2018-08-01 11:00:00	17,918.880	24.940	4.500	2.770	41.000	0.000	1.600	35.800	23.000

그림 1. 기상정보 데이터베이스의 테이블 구조

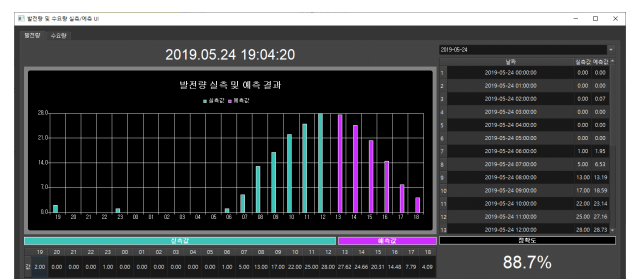


그림 2. 태양광 발전량 GUI

제안하는 시스템의 성능을 검증하기 위해 실험을 수행했다. 실험을 위해 2018년 7월부터 2019년 6월까지 수집된 1시간 간격의 발전량 데이터와 기상 데이터를 사용하였다. 표1은 실험에서 사용된 월별 발전량 데이터 정보를 보여준다.

표 1. 월별 발전량 데이터 정보

월	데이터 출처	태양광 발전시설 위치
1~2	한국농어촌공사	전라남도 진도군 진도읍
3~4		
5~6		
7~8	자체 생산	서울특별시 동작구
9~10		
11~12		

5월~12월의 발전량 데이터는 자체 생산 데이터이며, 서울 동작구 아파트 단지 내에 설치된 태양광 발전시설에서 수집되었다. 1~4월의 발전량 데이터는 한국농어촌공사가 제공하는 데이터이며, 진도에 위치한 태양광 발전 시설에서 수집되었고, 자체 생산한 발전량 데이터와의 용량 차이를 고려하여 발전량 스케일이 더 작게 조정되었다. 기상데이터는 앞서 언급된 농촌진흥청과 한국환경공단에서 제공하는 기상정보 및 미세먼지 데이터를 사용했다. 이렇게 수집된 데이터의 70%는 훈련용 데이터로, 나머지 30%는 성능 검증용 데이터로 사용했다.

순환신경망 예측모델은 이전 24시간의 시간별 기상정보와 태양광 발전량을 입력받고, 이후 6시간의 태양광 발전량을 결과값으로 도출하는 Long Short-Term Memory(LSTM) 모델로 정의했다. 그리고, 월별 발전량 패턴의 차이를 고려하여 1~2월, 2~3월, 5~6월, 7~8월, 9~10월, 11~12월의 발전량 예측모델을 각각 훈련시켰다. 표2는 실험에서 사용된 발전량 예측모델의 하이퍼파라미터를 보여준다.

표 2. 발전량 예측모델 하이퍼파라미터

Number of input layer	8
Number of hidden layer	4
Number of LSTM units	200
Learning rate	0.001
Batch size	20
Loss function	Mean Absolute Error (MAE)
Optimizer	Adam

실험결과, 태양광 발전량 예측 시스템은 평균 93%의 예측 정확도(R2 결정계수)를 보였다. 구체적으로, 1~2월, 3~4월, 5~6월, 7~8월, 9~10월, 11월~12월의 발전량 예측모델이 각각 92%, 95%, 94%, 88%, 92%, 94%의 예측 정확도를 보였다. 표 3은 월별 발전량 예측 정확도를 요약하여 보여준다.

표 3. 월별 발전량 예측 정확도

1~2월	3~4월	5~6월	7~8월	9~10월	11~12월	평균
0.92	0.95	0.94	0.88	0.92	0.94	0.93

### III. 결 론

본 논문에서는 기상관측 데이터를 활용한 순환신경망 기반의 태양광 발전량 예측 시스템을 제안했다. 제안하는 시스템은 1) 기상정보 수집기, 2) 기상정보 데이터베이스, 3) 순환신경망 예측모델, 4) 태양광 발전량 GUI

로 구성된다. 기상정보 수집기는 농촌진흥청·한국환경공단이 제공하는 최근 24시간의 시대별 기상정보를 수집한다. 기상정보 데이터베이스는 수집된 기상정보, 태양광 발전량, 수집시간을 저장한다. 순환신경망 예측모델은 최근 24시간 동안의 기상정보, 발전량 정보, 수집시간 정보를 입력값으로 사용하여, 향후 6시간에 대한 태양광 발전량을 예측한다. 마지막으로 태양광 발전량 GUI는 발전량 예측결과를 시각화하여 보여준다. 제안하는 시스템의 성능 검증을 위해 2018년 7월부터 2019년 6월까지의 발전량 데이터 및 기상 데이터를 사용하여 실험을 수행했다. 실험결과, 제안하는 발전량 예측 시스템은 평균 93%의 높은 정확도로 태양광 발전량을 예측할 수 있었다.

### ACKNOWLEDGMENT

이 논문은 2020년도 정부(교육부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업임 (No. 2020R111A3052733).

### 참 고 문 헌

- [1] E. Izgi, A. Öztopal, B. Yerli, M. K. Kaymak, and A. D. Sahin, "Short - mid-term solar power prediction by using artificial neural networks," Solar Energy, vol.86, no.2, pp. 725-733, 2012.
- [2] M. Chai, F. Xia, S. Hao, D. Peng, C. Cui, and W. Liu, "PV power prediction based on LSTM with adaptive hyperparameter adjustment," IEEE Access, vol.7, pp. 115473-115486, 2019.
- [3] S. Han, Y. H. Qiao, J. Yan, Y. Q. Liu, L. Li, and Z. Wang, "Mid-to-long term wind and photovoltaic power generation prediction based on copula function and long short term memory network," Applied energy, vol.239, pp. 181-191, 2019.