

# 다중 입력(multi-input) LSTM을 적용한 전기자동차 충전소 충전량 예측에 관한 연구

김선주, 김상철\*

국민대학교 소프트웨어융합대학원, \*국민대학교

skytofly71@kookmin.ac.kr, \*sckim7@kookmin.ac.kr(교신저자)

## A study on predicting charging volume of electric vehicle charging station using multi-input LSTM

Kim Sun Joo, Kim Sang Chul\*

Kookmin Univ., \*Kookmin Univ.Univ.

### 요약

본 논문은 실제 데이터인 한국전력공사의 전기자동차(Electric Vehicle, 이하 EV) 충전소 자료를 이용하여 일별 EV 충전소 충전량 예측을 위한 데이터 전처리 방법을 제안하고 DNN(Deep Neural Network) 모델과 시계열 특성을 가진 데이터 예측에 적합한 LSTM(Long Short-Term Memory) 모델을 결합하여 일별 EV 충전소 충전량을 예측한다. 충전 시작 직후부터 충전기 최대 충전량으로 충전됨을 가정하여 충전기 1일 충전량을 정의한다. 충전기 1일 충전량을 기준으로 데이터 전처리 방법을 제안하고, 수식 구성 변수들을 모델 입력변수로 사용하였다. 모델의 성능은 RMSE, MSE, MAPE를 이용하여 평가하였다. 시간당 최대 충전기 충전용량 데이터셋을 학습한 DNN 모델과 충전량, 충전분, 기대충전량차이 시계열 데이터 셋을 각각 학습한 3개의 LSTM 모델을 모두 결합한 모델을 학습데이터와 분리된 20%의 테스트 데이터로 검증 결과, 약 98.9%의 정확도를 보였다. 본 연구 결과는 전력망의 안정적인 전력 운용을 위한 중장기 EV 충전소 충전량 예측 모델 개발에 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

### I. 서론

전기를 에너지원으로 사용하는 전기자동차(Electric Vehicle, EV)의 확산은 더 많은 전력 수요로 이어져 전력 운영 및 계획에 문제가 될 수 있다 [1]. 전력망에 영향을 줄 수 있는 EV 충전소 충전량을 실제 데이터 기반으로 예측하고자 한다. 본 논문은 관련연구, 제안된 알고리즘, 실험, 결론으로 이어진다.

### II. 관련연구

[2]은 예측 모델 제안 없이 전체 충전시간 동안 전체 충전량이 균등하게 충전됨을 가정하는 방식과 충전시작 직후부터 충전기 최대 충전량으로 충전됨을 가정하는 두 가지 방식으로 실제 EV 충전소 충전 데이터를 분석하고, 지역별/계절별/용도별 충전 패턴을 도출하였다. 본 논문은 충전시작 직후부터 충전기 최대 충전량으로 충전됨을 가정하여 충전기 1일 충전량을 정의하고 EV 충전소 충전량 예측 모델을 제안한다.

### III. 제안된 알고리즘

국내 EV 충전시설은 급속 충전 시설과 완속 충전시설로 구분된다 [3]. 일일 EV 충전소 충전량 예측을 급속 충전 시설과 완속 충전 시설로 구분하여 예측할 수 있도록 입력변수와 출력변수를 구성한다.

사용 데이터의 '충전시작'과 '충전종료'는 실제 충전의 시작과 종료시간이 아닌 충전케이블의 연결 및 해제를 의미한다 [2]. 충전시작 직후부터 충전기 최대 충전량으로 충전됨을 가정하여 실제 충전량 P를 충전기의 시간당 최대충전용량 C, 충전시간 t, 차이 d를 사용하여 다음과 같은 식으로 정의한다.

$$P - d = C \times t \quad (1)$$

$$P = C \times t - d \quad (2)$$

식 (2)로부터 충전기 1일 충전량을 다음과 같이 정의한다.

$$P = \sum_{i=1}^n (C \times t_i - d_i) \quad (3)$$

P: 충전기 1일 충전량

C: 시간당 최대 충전기 충전용량

t: 충전기 1일 i번째 충전시간

d: 충전기 1일 i번째 기대충전량차이

식 (3)에서 시간당 최대 충전기 충전용량을 충전시간으로 곱한 충전량과 실제 충전량과의 차이를 기대충전량차이로 정의하였다. 충전기 1일 충전량을 적용하여 모델에 사용될 변수를 구성하였다. DNN모델은 급속 충전 시설과 완속 충전시설로 구분하여 충전기 시간당 최대 충전기 충전용량을 입력변수로 하였다. LSTM 모델은 급속 충전시설과 완속 충전시설로 구분하여 충전량, 충전분, 기대충전량차이를 각각 입력변수로 하였다. DNN 모델과 LSTM모델을 결합하여 알고리즘을 구성하고 출력변수는 급속 충전시설 충전량과 완속 충전시설 충전량으로 하였다. 제안모델은 그림 1과 같다.

### IV. 실험

실험에 사용한 데이터는 공공데이터 포털에서 제공하는 한국전력공사 EV 충전소 충전량으로 2020-01-01 ~ 2020-12-15 데이터를 사용하였다. 데이터 전처리에서 충전시작시간의 일자와 충전종료시간의 일자가 서로 다른 경우 충전시작시간의 일자와 충전종료시간의 일자가 같도록 두

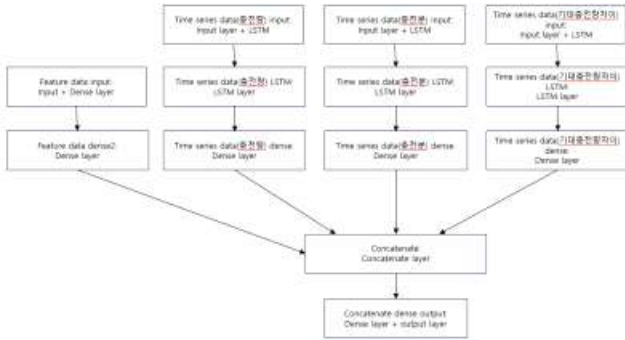


그림 1 제안모델

개의 자료로 나누어 식 (3)을 적용하였다. 식 (3)을 기준으로 이상데이터를 처리하였으며 급속 충전 시설과 완속 충전시설로 나누어 충전현황과 기대충전량차이를 그림 2, 그림 3과 같이 그래프로 분석하였다.

예측 모델 개발은 Python기반 환경에서 tensorflow, keras, sklearn라이브러리를 활용하였다. MinMaxScaler로 데이터 정규화 하였으며, 에포크(epochs)=500, 배치사이즈(batch\_size)=16, 페이선트(patient)=20, 옵티마이저(optimizer)='Adam', 드롭아웃(dropout)=0.2, 학습률(learning\_rate)=0.009, 활성화함수(activation)='relu'로 10회 실험하여 RMSE, MAE, MAPE로 성능 평가하였다.

생성한 7개의 모델 중에서 DNN모델과 LSTM모델 3개를 결합한 모델의 RMSE와 MAE가 가장 작았고 10회실험에 대한 평균 MAPE 0.0110, 예측 정확도 약 98.9%로 가장 좋은 결과를 나타내었다.

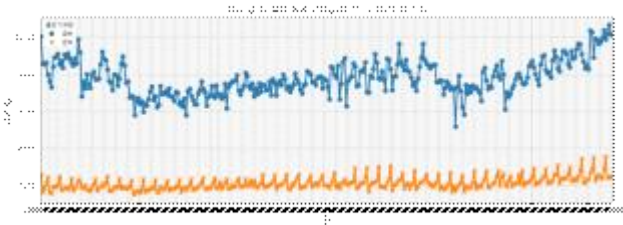


그림 2 급속/완속 충전현황

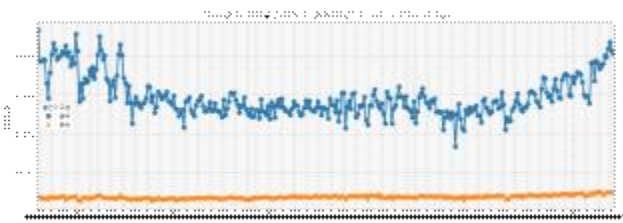


그림 3 급속/완속 기대충전량차이

표 1 모델평가표

	RMSE	MAE	MAPE
최종선정 모델	494.1	391.3	0.0110



그림 4 예측결과

## V. 결론

본 논문에서는 EV 충전소 충전량 예측을 위하여 DNN 모델과 LSTM 모

델을 결합하여 여러 모델을 생성하고 정확도를 비교하였다. 실험 결과, 7개의 모델 중에서 시간당 최대 충전기 충전용량 데이터셋을 학습한 DNN 모델과 충전량, 충전분, 기대충전량차이 데이터 셋을 각각 학습한 3개의 LSTM 모델을 모두 결합한 다중 입력 모델의 오차가 가장 작고 정확도가 높았다. 제안한 모델의 성능은 RMSE, MSE, MAPE로 평가하여, 최종 선정 모델의 예측 정확도는 약 98.9%임을 확인하였다.

향후 연구로서, EV 충전소별 일별 충전량 예측을 연구하고자 한다

## ACKNOWLEDGMENT

본 연구는 2022년 과학기술정보통신부 및 정보통신기획평가원의 SW 중심대학사업의 연구결과로 수행되었음(2022-0-00964). 본 연구는 과학기술정보통신부 및 정보통신기획평가원의 ICT혁신인재4.0 사업의 연구결과로 수행되었음 (IITP-2023- 2020-0-018260201001). 본 연구는 과학기술정보통신부 및 정보통신기획평가원의 대학ICT연구센터육성지원사업의 연구결과로 수행되었음 (IITP-2023-2018-0-01396\*)

## 참 고 문 헌

- [1] Mohammad, F., Kang, D. K., Ahmed, M. A., & Kim, Y. C. (2023). Energy Demand Load Forecasting for Electric Vehicle Charging Stations Network based on ConvLSTM and BiConvLSTM Architectures. IEEE Access.
- [2] Kim J., Moon S., Lee B., Kim C. (2018), Analysis and Pattern Deduction of Actual Electric Vehicle Charging Data, The Transactions of the Korean Institute of Electric Engineers, 67(11), 1455-1462.
- [3] Lee, J. (2022). International Standardization of Electric Vehicle Charging Infrastructure and Legal Trends in South Korea. KIPE MAGAZINE, 27(2), 50-55