

그래프 신경망을 이용한  
전력 거래 파트너 매칭 서비스

강효은, 김용수, 홍윤영, 김호원\*

\*부산대학교

{hyoeun0915, yongsu, hyy0238, howonkim}@pusan.ac.kr

# Partner Matching Service on Electric Power Transaction using Graph Neural Network

Hyo Eun Kang, Yong Su Kim, Yoon Young Hong, Ho Won Kim\*

Pusan National University

## 요약

최근 국내 전력 거래 시장은 K-RE100 캠페인 참여 확산 및 직접PPA 제도의 등장에 따라 신재생에너지 중심으로 조성되고 있다. 본 논문은 P2P 전력거래 플랫폼에서 전력 구매 희망자와 가까운 지역의 적합한 분산자원 공급자와 매칭시켜주는 그래프 신경망 기반 지역 맞춤형 전력 거래 서비스를 제안한다. 전력 구매 요청 발생 시 구매 희망자와 인근 공급자들의 정보를 조합하여 전력 최적의 거래 파트너 후보군을 추천한다. GraphSAGE를 사용하여 정확도 95%를 달성하였으며, 웹 기반 전력 거래 플랫폼을 구현하여 서비스 실현 가능성을 검증하였다.

## I. 서론

전세계적으로 소규모 분산전원 보급이 확대됨에 따라 에너지 프로슈머의 전력산업 참여 기회도 증가하는 추세이다. 특히, 에너지 프로슈머 등장으로 전력시장에 변화가 발생하면서 이해관계자의 역할 변화가 발생하고 있다. 그에 따라 전력회사는 계통신뢰도, 전력거래, 부가서비스 측면에서 에너지 프로슈머 확산에 대비하여야 한다.

한편, 에너지 프로슈머의 성장을 저해하는 요소는 잉여전력이며, 잉여 전력을 해소할 수 있는 방안이 필요하다. 이를 위해 P2P 전력거래 시장이 점차 커지고 있는 추세이다. 국내에서는 프로슈머 사업을 통한 전력거래 허용, 상계거래 범위 확대 및 소규모 전력 중개사업 허용 등을 통해 P2P 시장의 활성화 방안을 모색하고 있다[1]. P2P 프로슈머 시장에서는 수요와 공급이 지속적으로 변화하며 거래의 단위가 작고 참여자가 많게 되므로 AI, 블록체인 등 신기술을 활용한 전력 거래 플랫폼의 지능화가 필수적이다.

본 논문에서는 신재생에너지 지역생산 및 소비 체계 활성화를 위해 최적  
으로 전력 구매 희망자와 전력공급자를 매칭하는 지역 맞춤형 전력 거래  
파트너 매칭 플랫폼을 제안한다.

## II. 본론

본 논문에서는 GraphSAGE[2]을 이용하여 인근 지역 내 최적의 전력 거래 파트너 후보군 추천 모델을 구현하였다. GraphSAGE는 Node간의 연결성에 대해 표현력이 우수한 그래프 신경망 모델이다. 전력 거래 파트너 매칭 플랫폼은 GraphSAGE 모델을 기반으로 전력 구매 희망자와 인근 공급자들의 정보를 조합하여 최적의 거래 파트너를 추천한다.

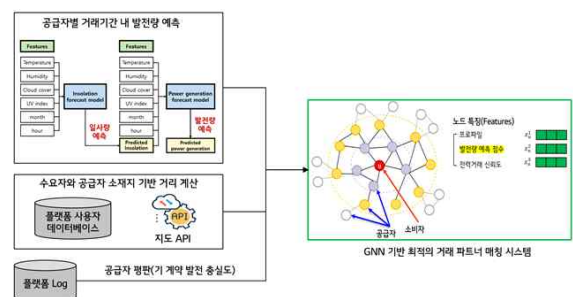
전력 거래 파트너 매칭 알고리즘은 크게 Graph를 구현하기 위한 데이터 전처리, 에너지 프로슈머와 전력 수요자간의 연결 여부를 예측하는 Link Prediction Task[3] 과정으로 나눌 수 있다.

Graph는 각 Node는 플랫폼에 참여한 에너지 프로슈머와 전력 수요자

를 타나낸다. 따라서 플랫폼 사용자에게 대한 프로파일을 Node의 Feature로 사용한다. 전력 수요자는 소재지 위치 정보(위도, 경도), 전력 공급량 및 단가(원/kWh) 등을 설정한다. 에너지 프로슈머는 발전소 위치 정보(위도, 경도), 희망 계약 전력량 및 단가(원/kWh), 계약 기간 등을 설정한다. 또한, Node feature에는 공급자의 발전량 예측 정보를 포함한다. 전력 수요자는 발전 설비가 없으므로 발전량 예측 값은 -1로 설정하였다. Node feature를 생성함으로써 사용자의 정보와 사용자간의 연결 정보를 동시에 학습할 수 있어 모델의 성능을 높일 수 있다.

Link Prediction Task는 에너지 프로슈머와 전력 수요자간 거래 가능성에 대해 예측하는 것이다. 전력 거래가 가능한 다수의 에너지 프로슈머 후보군을 추천하는 문제이므로 Multi-Label Classification[4]으로 정의할 수 있다.

Link Prediction Task는 기존 Node 간 연결 정보를 학습하여 미래 연결 가능성이 있는 Node를 예측하므로 과거 거래 기록이 필요하다. 본 연구에서는 가상의 거래 기록을 생성하기 위해 에너지 프로슈머 정보는 공공데이터포털의 남부발전소 태양광발전소 정보를 사용하였으며, 전력 공급량과 희망 단가와 등은 임의로 설정하였다. 전력 소비자의 정보는 임의로 구성하였다. 에너지 프로슈머와 전력 소비자 간 연결 정보는 사용자 프로파일을 기준으로 우선순위를 구성 및 매칭하여 학습에 활용하였다.



[그림 1] 전력 거래 파트너 매칭 서비스

본 논문에서 실험은 Python 3.7에서 TensorFlow 2.4.1과 Deep Graph Library[5]를 사용하여 구현하였다. 성능평가는 GraphSAGE, SimpleGNN(Simple Graph Neural Network), CNN(Convolutional Neural Network)을 사용하여 진행하였다.

|           | Train | Test  |
|-----------|-------|-------|
| GraphSAGE | 97.3% | 95.4% |
| SimpleGNN | 90.3% | 93.1% |
| CNN       | 80%   | 78.5% |

[표 1] 성능평가 결과

본 연구에서 제안하는 모델을 활용한 전력 거래 파트너 매칭 플랫폼의 기술적 구현 가능성을 검증하기 위해 POC(Proof of Concept)를 구현하였다. 아래 [그림 2]와 같이 전력 거래 파트너 매칭 플랫폼은 제공하여 전력 구매 희망자와 소재지 인근 공급자를 조합하여 공급자와 중개계약을 진행할 수 있다.



[그림 2] 전력 구매 희망자 파트너 추천 서비스 예시

### III. 결론

본 논문에서는 그래프 신경망을 이용하여 전력 거래 플랫폼의 전력 거래 파트너 매칭 서비스를 위한 모델을 제안하였다. 본 연구는 에너지 프로슈머의 사업 다각화를 통한 마이크로그리드 참여를 촉진시켜 신·재생에너지 지역생산 및 소비 체계 활성화 요인을 발견하는 데 의의가 있다. 전세계적으로 전력거래 회원 급증 및 RE100 참여 확산에 따라, 본 논문에서 제안하는 솔루션이 상용화로 확대가 가능해질 것으로 기대된다.

### ACKNOWLEDGMENT

\* 본 연구는 국토교통부/과학기술정보통신부/국토교통과학기술진흥원의 스마트시티 혁신성장동력 프로젝트 지원으로 수행되었음(과제번호 18N-SPS-B149388-01)

### 참 고 문 헌

- [1] 박찬국, 김양수, "우리나라 P2P 전력거래 가능성 연구", 에너지경제연구원 수시연구보고서, 2016.
- [2] Hamilton, William L., Rex Ying, and Jure Leskovec. "Inductive representation learning on large graphs.", Proceedings of the 31st International Conference on Neural Information Processing Systems, 2017.
- [3] Zhang, Muhan, and Yixin Chen. "Link prediction based on graph neural networks." Advances in Neural Information Processing Systems 31 (2018): 5165-5175.
- [4] de Carvalho, André CPLF, and Alex A. Freitas. "A tutorial on multi-label classification techniques." Foundations of computational intelligence volume 5 (2009): 177-195.
- [5] Wang, Minjie, et al. "Deep graph library: A graph-centric, highly-performant package for graph neural networks." arXiv preprint arXiv:1909.01315 (2019).