

강화학습 기반 ESS 연계형 빌딩 간의 전력 거래 시스템

이소연, 최석민, 김선용

동서대학교

{soyeonlee99, seokmchoi}@gmail.com, sykim@dongseo.ac.kr

Reinforcement Learning-based Building Energy Trading System Between ESS-Integrated Buildings

Soyeon Lee, Seokmin Choi, Sunyong Kim

Dongseo University

요약

전 세계적으로 에너지 소비가 증가함에 따라 에너지 생산량도 증가하고 있다. 이에 따라 에너지 소비를 효율적으로 관리하기 위해 ESS(Energy Storage System) 연구가 주목받고 있으며, 특히 새로운 에너지 관리 전략으로써 ESS가 연계된 빌딩 간의 전력 거래 연구가 활발히 진행되고 있다. 본 논문에서는 강화학습 기반 ESS 연계형 빌딩 간의 전력 거래 시스템을 제안한다.

I. 서론

전 세계적으로 산업 및 경제의 발전, 인구의 증가로 인해 에너지 소비가 꾸준히 증가함에 따라 에너지 생산량도 함께 증가하고 있다. 또한, 에너지 소비의 증가는 막대한 비용 문제 및 환경 문제를 초래했다 [1]. 이에 따라 에너지 소비를 보다 합리적이고 효율적으로 관리하는 방법의 일환으로 에너지 저장 장치(Energy Storage System, ESS)를 활용한 연구가 주목받고 있다. 특히 최근에는 새로운 에너지 관리 전략으로써, ESS가 연계된 빌딩 간 전력 거래를 통해 전체적인 에너지 효율성을 높이는 방법이 주목받고 있다 [2]. 본 논문에서는 효율적인 에너지 관리를 위한 강화학습 기반의 ESS 연계형 빌딩 간의 전력 거래 시스템을 제안한다.

II. 본론

그림 1은 본 논문에서 고려하는 시스템 환경이다. 빌딩은 ESS와 연계되어 있으며 Utility, 타 빌딩 그리고 ESS로부터 전력을 공급 받을 수 있다. Utility 및 타 빌딩은 시간대별로 다르게 책정된 전력 요금으로 빌딩에 전력을 공급한다. 이때 시간대는 경부하, 중간부하 그리고 최대부하로 구분된다. 공급받은 전력은 빌딩이 소비한 전력에 충당하거나 ESS에 충전할 수 있다. ESS에 저장된 전력은 본인이 소비하거나, 필요한 경우 타 빌딩에 판매할 수 있다. 본 논문에서는 Utility 및 타 빌딩의 시간대별 전력 요금 차이를 활용하여 전력 거래 시 전력 요금 절감을 목표로 한다. 빌딩이 전력을 공급받을 때 Utility 및 타 빌딩의 전력 소비패턴, 전력 요금 등의 정보는 실시간으로 변동될 수 있으므로, 이 정보들의 미래를 예측하기 어렵다는 문제점이 있다. 따라서 미래 정보에 대한 예측 없이, 현재까지 경험된 정보만을 활용하여 최적의 전력 거래 운용 정책(Policy)을 도출할 수 있는 강화학습 기법의 적용을 제안한다. Q-learning은 학습 주체인 Agent가 현재 상태(State)를 고려하여 미래 어느 시점까지의 가장 좋은 보상(Reward)을 제공해 줄 것으로 기대되는 행동(Action)을 찾을 수 있는 정책(Policy)을 학습하는 기법이다. 이때, (State, Action) 조합별 Reward의 기댓값을 출력해 주는 Q-function을 활용한다. 제안하는 Q-Learning 알고리즘의 State, Action, Reward는 다음과 같이 정의한다. State = {현재 시간대, 다음 시간대, 현재 내 빌딩의 소비 전력량, 현재 내 빌딩의 ESS

SoC(State of Charge), 현재 타 빌딩의 ESS SoC}, Action = {Buying, Charging, Discharging, Selling}, Reward는 '내 빌딩에서 소비한 전력량에 대한 전력 요금'으로 정의한다. 제안하는 강화학습 기반 ESS 연계형 빌딩 간의 전력 거래 시스템을 통해 미래의 비용함수를 최소화함으로써 최적의 전력 거래 운용 정책을 도출한다.

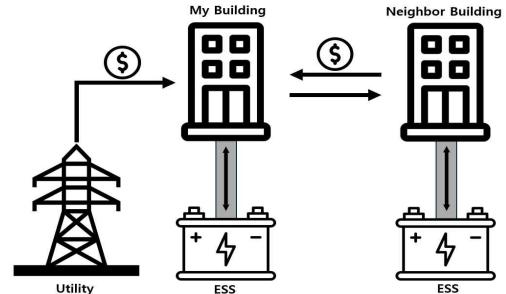


그림 1. 고려하는 ESS 연계형 빌딩 간 전력 거래 환경

III. 결론

본 논문에서는 강화학습 기반 ESS 연계형 빌딩 간 전력 거래시스템을 제안하였다. 빌딩 간의 전력 거래를 통해 실시간으로 변동하는 빌딩의 소비 전력을 충족하며, 이에 따른 전력 요금 절감 효과를 기대한다. 향후 연구에서는 제안하는 시스템에서 실제 빌딩의 전력량 데이터를 활용하여 성능을 검증할 계획이다.

ACKNOWLEDGMENT

이 성과는 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임 (No. 2202R1G1A1011513)

참고 문헌

- [1] B. Hakawati, A. Mousa and F. Draidi, "Smart energy management in residential buildings: the impact of knowledge and behavior," *Scientific Report*, vol. 14, no. 1, 2024.
- [2] J. Jo and J. Park, "Demand-side management with shared energy storage system in smart grid," *IEEE Transactions on Smart Grid*, vol. 11, no. 5, pp. 4466-4476, 2020.