

인공지능 활용한 가정의 에너지 소비패턴 감지 및 추출기술 개발

- 기후위기 대응을 위한 가정 전력수요의 활용정책에 기여



▲ 왼쪽부터 김진호 교수, 백건 박사과정생

범지구적 기후환경 문제에 대응하고 탄소중립* 실현을 위해 전력의 효율적 관리와 안정적 공급은 매우 중요하다. 특히 전력 공급의 안정화와 깨끗한 에너지 전환의 수단으로서 수요반응** 제도가 전 세계적으로 주목받고 있다.

* **탄소중립** : 인간의 활동에 의한 온실가스 배출을 최대한 줄이고 남은 온실가스는 흡수, 제거를 통해 순 배출량을 제로화하는 개념 및 정책

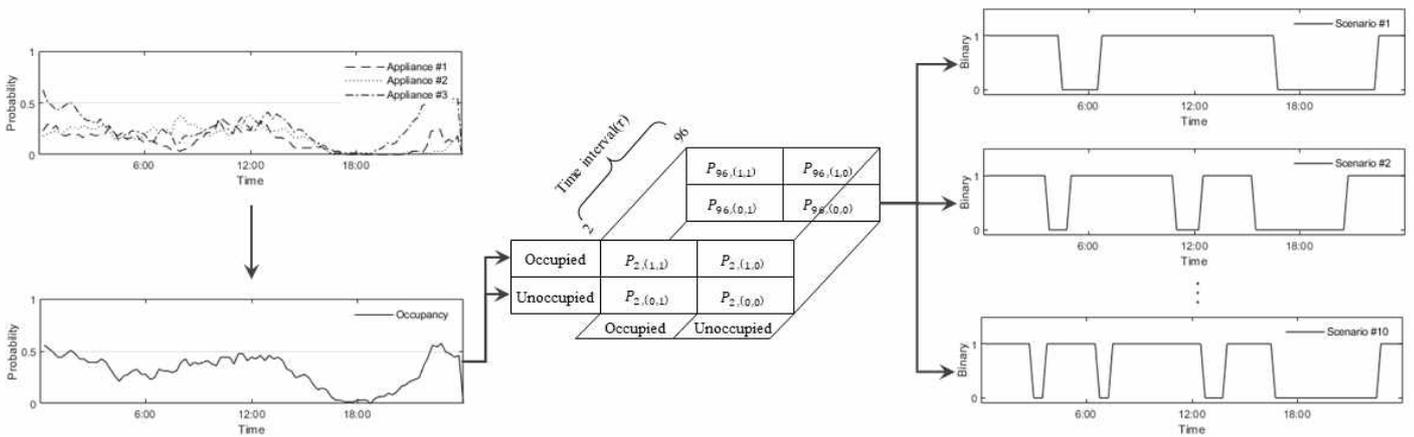
** **수요반응(DR: Demand Response)** : 전력시스템에 문제가 발생할 경우 전력 DR시장에 참여한 기업 등 수요자원들이 시스템의 요청에 따라 약정한 만큼의 수요를 늘리거나 줄이고, 위기 극복 후 증감한 수요 만큼 보상을 받는 것으로 특히 불볕더위로 전력 수요가 절정에 이르는 피크시간과 풍력, 태양광의 급격한 발전 변화상황에서 큰 효과를 발휘

지스트(광주과학기술원) 에너지융합대학원 김진호 교수 연구팀은 주택 또는 아파트에 거주하는 가정용 에너지 사용자의 소비패턴을 감지 및 추출하는 새로운 인공지능(AI) 기반 분석기술을 개발했다.

연구팀은 가정에서 사용되는 가전제품의 초 단위 전력사용량 계측데이터를 활용하여 새로운 확률적 접근 방법론을 통해 가전제품의 사용 및 사람의 재실 패턴을 추출하였다.

수요반응 자원의 실질적인 참여 잠재량을 추정하기 위해서는 정보 데이터를 기반으로 사용자 행동을 포함한 에너지 부하 특성에 대한 분석이 필요하다. 수요반응 잠재량 추정을 위한 모의운영 알고리즘에서는 가전제품의 동특성(dynamics)과 연관된 사용자의 불편도가 정량화하여 반영되었다.

예를 들면, 에어컨 동작과 실내의 열 관성에 따른 온도변화에 인간이 느끼는 편안함의 정도를 ISO 척도에 따라 제약하며, 조명의 조도 변화가 눈의 피로를 유발하지 않도록 국제재생에너지기구(IRENA) 규격을 기반으로 측정 및 제어하였다. 이에 따라 거주 중인 사용자의 에너지 사용 만족도를 충족하는 범위 안에서 자원 잠재량 추정이 가능하도록 하였다.

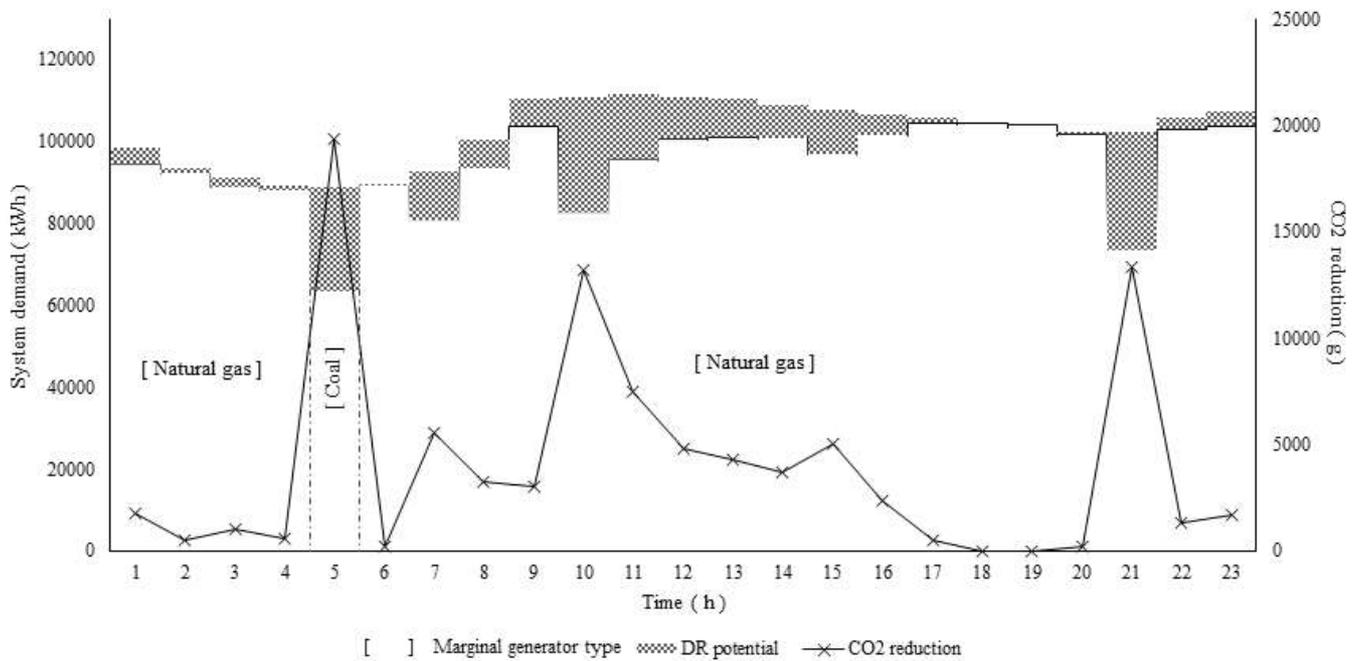


[그림1] 거주자의 행동패턴 추출 과정 시뮬레이션

여러 차원(요일, 날씨, 계절)으로 부하 데이터를 분석하여 패턴화된 결과를 학습시켜 특성(feature)을 도출하고 이를 활용하여 예측일에 대한 확률적 시나리오를 구성

이 기술은 탄소 저감을 위한 수요반응 시장에 적용하여 거시적인 환경 대응성 향상을 위한 시장 인센티브 설계방향을 직관적으로 제시하였다. 연구팀은 이 연구를 통해 한 가구가 250일을 수요반응 자원으로 참여하였을 때 약 10MWh 수준의 에너지를 전력망에 기여할 수 있으며, 이는 7.7톤 규모의 이산화탄소를 감축하는 수준의 효과임을 확인했다.

또한 화석연료를 사용하는 발전기 출력의 일부를 수요반응 자원으로 대체한다면 탄소 저감으로 인한 환경편익을 소비자에게 돌려줄 수 있는 새로운 시장 인센티브를 창출할 수 있다고 시사했다.



[그림2] 탄소저감을 위한 수요반응 자원의 대체효과

개발한 기술을 적용하여 주택/아파트 거주고객의 수요반응 자원을 매집하였을 때 기대할 수 있는 환경편익을 도식화. 하루 기준의 각 시간대별 한계발전기의 이산화탄소 배출량을 산정하여 대규모 가정용 수요반응 자원이 화석연료를 대체하였을 때의 탄소저감을 정량화

김진호 교수는 “이번 연구 성과를 통해 가정의 에너지 수요를 대형 통합자원으로 전환할 수 있는 빅데이터 기반의 분석이 가능하다”면서 “향후 본 기술의 적용대상 섹터를 확장하여 물, 열, 가스, 전기차 등 다방면의 섹터 커플링* 효율성 향상과 이를 위한 정책마련에 기여할 수 있다”고 말했다.

* 섹터 커플링 : 가변적인 재생에너지 전력을 다른 에너지 형태로 변환하여 사용 및 저장하는 형태로써 에너지 부문(물, 열, 가스, 수송) 간 결합하는 기술 및 시스템

지스트 김진호 교수 연구팀이 수행한 이번 연구는 산업통상자원부와 한국에너지기술평가원의 지원을 받아 수행되었으며, 전기전자공학분야 상위 10% 이내 논문인 'IEEE Transactions on Smart Grid' 의 2021년 9월호에 게재되었다.

논문의 주요 내용

1. 논문명, 저자정보

- 저널명 : IEEE Transactions on Smart Grid* (Impact factor: 8.96)
*전기전자공학 분야 저명한 국제 학술지로 상위 10% 이내 (6.2%, 17/273) 학술지
- 논문명 : Resident behavior detection model for environment responsive demand response
- 저자 정보 : 백건(제1저자, GIST), 이은정(제2저자, GIST), 김진호(교신저자, GIST)