

난방 사용량 추정 기반의 아파트단지 전력수요예측 연구

전우성, 김보우, 서동준*
경북대학교

(msjws0511, kbw5913, *dongjunsuh)@knu.ac.kr

Prediction of Electricity Consumption for Apartment Complex by using Estimation Heating Demand

Woosung Jeun, Bowoo Kim, Dongjun Suh*
Kyungpook National University

요약

기후변화에 대응하기위해 대한민국 정부는 '2050 탄소중립 달성과 녹색성장실현'을 위한 국가 전략 및 제 1 차 국가기본계획을 의결하였다. 이에 따라 건물 에너지 평가 방식이 건물의 에너지 효율 목표, 에너지소비량 평가방식으로 변경되어 건물에 대한 에너지 소비량 평가가 중요해졌다. 본 연구는 건물 전력수요예측 모델의 성능을 높이기 위해 가구의 난방 수요를 추정하였다. 추정된 결과를 활용하여 대구광역시 소재 연면적 10,000m² 이상 1,000,000m² 이하, 월간 전력사용량 100,000kWh 이상 1,000,000kWh 이하의 아파트 단지 320 개를 대상으로 머신러닝 기반의 월간 전력수요예측을 진행하였다. 실험 결과 난방 사용량 추정을 사용한 LGBM 모델이 RMSE 0.071, MAPE 7.863 의 높은 성능을 보여주는 것을 확인하였다.

I. 서론

세계적인 기후 변화로 환경보호에 대한 관심이 증가하는 추세이다. 대한민국 정부는 '2050 탄소중립 달성과 녹색성장 실현'을 위하여 국가 전략 및 제 1 차 국가 기본계획을 의결하였다. 온실가스 감축목표는 2018 년 대비 40% 감축할 예정으로, 건물 분야에서의 감축율은 32.8% 이다. 건물 분야의 세부 내용은 건물 에너지 효율 제고를 위하여 건물 에너지 소비량 평가제도를 도입할 예정이다. 현행 건물 에너지 평가는 대형 건물의 에너지 효율 목표만 설정되어 있으나 계획에 따르면 에너지효율목표와 에너지소비량 평가 병행 방식으로 변경된다 [1]. 에너지 평가 방식의 변경으로 신규 건설 건물, 기존 건물 모두 에너지 소비량을 통한 에너지 효율 평가가 필요하다.

국내 가정용 전기 사용량은 여름철 냉방 및 겨울철 난방에 의해 소비가 빠르게 증가한다. 주택용 가전기기 보급현황 조사 보고서에 따르면 전기난로/담요의 가구당 보급률이 계속 증가하여 2019 년 기준 10 가구 중 7 가구 이상이 전기난로를 보유하고 있는 것으로 조사되었다 [2, 3]. 전기난로 보급률 및 겨울철 전력 사용량 증가는 가구의 에너지수요예측 연구에 참고할 수 있는 자료로 사용할 수 있다.

본 논문에서는 건물 전력수요예측 모델의 성능을 높이기 위해 가구의 난방 수요를 추정하였으며, 추정된 난방 수요를 활용하여 대구광역시 소재 아파트 단지를 대상으로 머신러닝 기반의 월간 전력수요예측을 진행하였다.

II. 본론

2.1 데이터 수집 및 전처리

본 연구에서는 대구광역시 소재 연면적 10,000m² 이상 1,000,000m² 이하, 월간 전력사용량 100,000kWh 이상 1,000,000kWh 이하의 아파트 단지 320 개를 실험 대상으로 선정하였다. 수집된 데이터의 정보는 Table 1 로 정리하였다 [4, 5, 6].

Table 1 Information of Collected Data

데이터 분류	세부항목
건물 데이터	지번주소, 연면적 (m ²), 높이 (m), 지상 층 수, 지하 층 수, 건물 수, 부속 건물 수, 사용용도, 허가일
에너지 데이터	2015년 1월 ~ 2021년 12월 7년간 건물 별 월 단위 전력 사용량(kWh)
기상관측 데이터	2015년 1월 ~ 2021년 12월 7년간 대구 지역 월 단위 평균 기온(°C), 평균상대습도(%), 평균 풍속(m/s)

가구의 난방 사용량 추정을 위해 가구에너지패널조사((구)가구에너지 상설표본조사) 결과를 수집하였다 [7]. 수집된 가구에너지패널조사 결과를 활용하여 월간 가구별 난방 수요를 추정하였으며 추정된 월간 가구별 난방 수요는 Figure 1 과 같다.

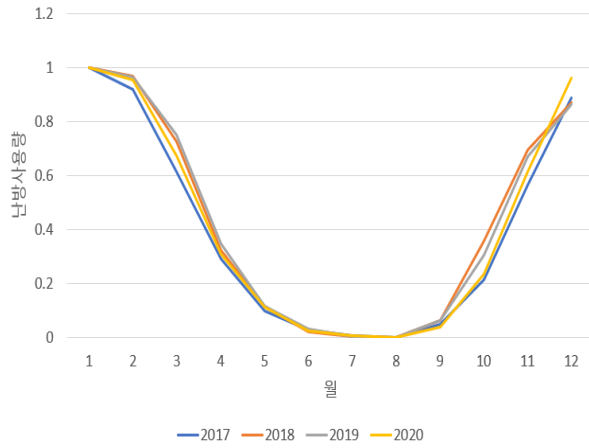


Figure 1 Estimation of Heating Demand

총 데이터 16,987 건에 대하여 동일한 기준으로 실험 결과를 비교 분석하기 위하여 데이터의 정규화를 진행하였으며, 머신러닝을 위해 학습 데이터 10,987 건, 검증 데이터 4,000 건, 테스트 데이터 2,000 건으로 데이터를 분할하였다.

2.2 실험

실험 대상 단지의 전력수요예측을 위해 머신러닝 기반 예측 모델 중 Deep Neural Network (DNN), Support Vector Regression (SVR), Light Gradient Boosting Machine (LGBM)을 선정하였다. 예측 모델의 성능평가를 위해 Root Mean Square Error (RMSE)와 Mean Absolute Percentage Error (MAPE)를 사용하였다.

Figure 2 에서 실제 값과 모델 별 예측 값을 비교 분석하였다. 6 가지의 수요예측모델 모두 실제와 추세를 비슷하게 예측하는 것을 확인 하였다. 난방 수요를 사용한 예측 모델 성능 평가 별 비교를 Table 2 에서 정리하였다. RMSE 평가 결과에서는 LGBM, SVR, DNN 순으로 예측모델의 성능이 뛰어났으며 MAPE 평가 결과에서는 LGBM, DNN, SVR 순으로 예측모델의 성능이 뛰어났다. 모든 예측모델에서 월간 난방 사용량을 사용한 경우가 사용하지 않은 경우와 비교하였을 때 성능이 더욱 우수하였다.

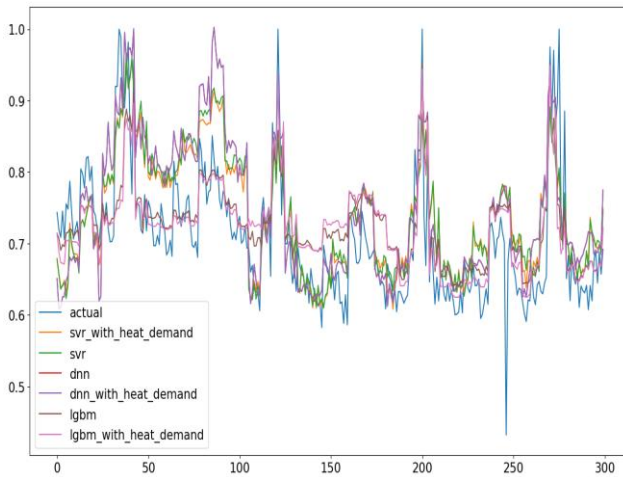


Figure 2 Comparison of Real Demand and Estimated Demand

Table 2 Evaluation of Model Result

모델명	평가지표	난방사용량 미사용	난방사용량 사용
DNN	RMSE	0.104	0.102
SVR		0.081	0.081
LGBM		0.071	0.071
DNN	MAPE	10.001	9.038
SVR		15.326	11.927
LGBM		7.863	7.719

III. 결론

본 연구에서는 전국의 가구에너지패널조사 결과를 활용하여 가구 월간 난방 사용량을 추정하고 추정된 값을 활용하여 머신러닝 기반의 월간 전력수요예측을 진행하였다.

난방 사용량 추정 값을 사용하였을 때 LGBM 모델에서 RMSE 0.071, MAPE 7.863 으로 높은 예측 성능을 보여주었다.

추후 연구로는 전력수요예측에서 사용할 수 있는 다른 통계 및 기법을 활용한 연구를 진행할 예정이다.

ACKNOWLEDGMENT

본 연구는 정부(과학기술정보통신부, 교육부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행되었음 (과제번호: 2021R1A5A8033165, 2021R111A3049503)

참고 문헌

- [1] 환경부, <https://www.me.go.kr>
- [2] 김철현, 박광수, “국내 전력 소비 패턴의 구조적 변화 및 변화요인 분석”, 에너지경제연구원
- [3] “2019 주택용 가전기기 보급현황 조사 보고서”, 전력거래소
- [4] 건축데이터개방, <https://open.eais.go.kr>
- [5] 중관기상관측, 기상자료개방포털, <https://data.kma.go.kr>
- [6] 공공데이터포털, <https://data.go.kr>
- [7] 국가에너지통계종합정보시스템, <https://www.ksesis.net>