

빌딩 에너지 예측 시스템 개발

이현주*, 한만집*

* 삼성전자 DMC 연구소

e-mail : hj9990.lee@samsung.com

Development of Building Energy Prediction System

Hyun-Joo Lee*, Man-Jib Han*

*Samsung Electronics Co., Ltd. DMC R&D Center

요 약

본 연구에서는 회귀분석을 통해 오피스 건물의 에너지 사용량을 예측하는 시스템을 개발하고 이를 실증하는 실험적 연구를 수행하였다. 회귀분석의 파라미터로는 외기온도, 에너지 사용량 등이 사용되었으며 예측 정확도 향상을 위해 파라미터를 확장해서 실험하였다. 에너지 사용량 예측에 대한 검증은 위해서 실시간 데이터 수집과 분석을 위한 시스템을 개발하였으며, 해당 시스템을 이용해 수원 소재 오피스 건물에서 실증한 결과에 따르면 겨울철 에너지 사용량에 대한 예측 오차율이 10% 미만으로 나타났다.

1. 서론

미국 에너지 성의 자료에 따르면 전체 에너지 사용량 중 빌딩에서 사용되는 에너지는 전체의 약 40%에 달한다[1]. 최근 화석에너지의 고갈 및 환경오염 문제가 대두됨에 따라 다량의 에너지가 사용되는 빌딩의 에너지 사용량을 절감하기 위한 움직임이 증가하고 있다. 국내의 경우 2001년 ‘직접부하제어 지원제도’, 2009년 ‘지정기간/주간예고 수요조정 제도’, 2011년 ‘긴급자율절전 수요조정제도’, 2012년 ‘긴급절전 수요조정제도’ 등 공급 위주의 정책에서 수요를 조절하는 것으로 정책을 떠나가고 있다[2]. 해외에서도 미국의 경우 2009년부터 LEED Incentive 제도를 통해 인증 건물에 대해서는 3년간 세제를 감면해주는 혜택을 주고 있으며, 일본 역시 보조금 제도를 통해 에너지 절약을 실천하는 가정에 대해 가구당 10만엔 수준의 지원금을 주는 제도를 시행하여 수요 조절을 통한 에너지 정책을 늘려가고 있다.

본 연구에서는 수요 예측/조절을 위한 빌딩 에너지 절감 시스템을 개발하였으며 구체적으로는 회귀분석 기반의 에너지 사용량 예측 엔진 및 에너지 사용현황을 제공하는 시스템을 개발하였다. 사용자에게 에너지 사용 현황 및 예측 사용량을 제공함으로써 에너지 사용을 억제하도록 유도할 수 있으며 이를 응용하여 피크부하 관리 및 최적 운영 스케줄 생성, 이상 운전 감지 등에 활용하는 것이 가능하다. 구현된 시스템의 예측 정확도는 오피스 빌딩에 대한 실증을 통해 확인하였다.

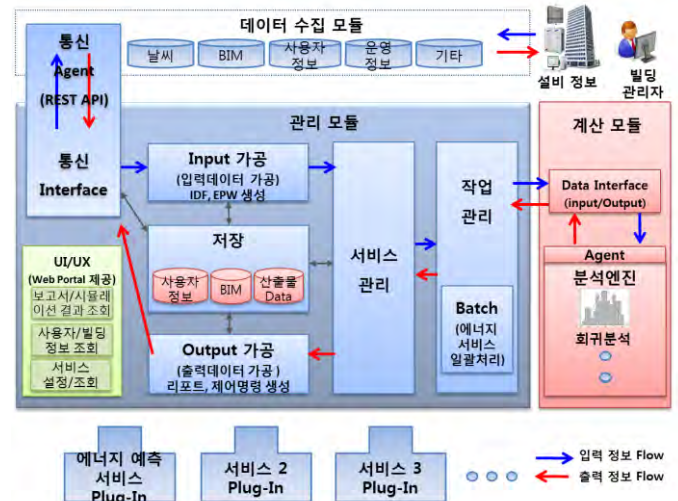
2. 에너지 서비스 시스템

본 연구를 통해 개발된 시스템은 빌딩 내에서 발생

하는 다수의 센싱 정보를 수집하는 데이터 수집모듈, 수집된 정보를 가공/저장/관리하는 관리모듈, 데이터를 분석하고 결과 리포트를 생성하는 계산 모듈로 구성이 된다.

데이터 수집 모듈은 빌딩 내의 설비 정보 및 외부 날씨 서버를 통해 수집한 데이터를 실시간으로 수집해서 자체 데이터베이스에 저장한다.

관리모듈은 데이터 수집 모듈에서 저장하고 있는 정보를 통신 agent를 통해 REST API 형식으로 전달하고 원하는 데이터만 수집하여 서비스에 맞게 가공한다. 또한 계산 모듈에서 병렬적으로 계산을 수행할 수 있도록 계산 모듈의 프로세스를 관리/모니터링한다. 최종 결과물은 빌딩 관리자에게 전달할 수 있는 리포트 형태로 UI/UX 모듈을 통해 제공된다.



(그림 1) 시스템 구조도

계산 모듈에 포함된 agent 는 서비스에 맞는 분석엔진에 작업을 할당해 계산을 수행시키고 수행 후 최종 결과를 관리모듈에 전달한다.

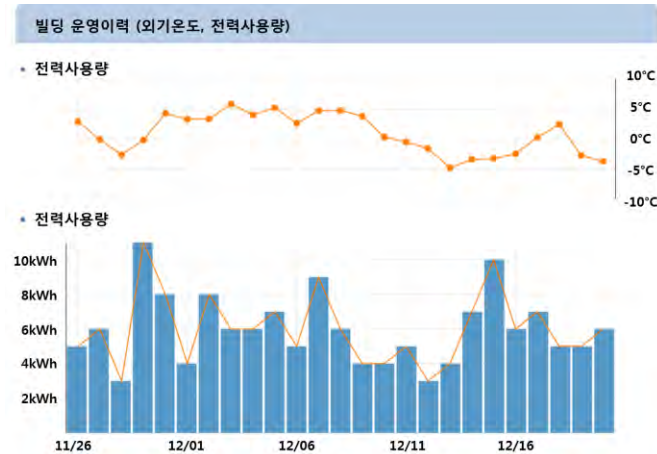
위와 같은 설계는 추후 확장성을 고려한 것으로 회귀분석 엔진 외에 시뮬레이션 엔진, 최적화 엔진 등 다양한 엔진을 적용하여 새로운 서비스를 제공할 수 있도록 하였다. 계산 모듈 내에 분석엔진을 추가하고 관리모듈의 일부를 수정하는 것 만으로 새로운 서비스의 구현이 가능하다.

관리자를 위한 web portal 서비스를 통해서도 분석 결과 리포트를 볼 수 있는 UI 와 서비스 별 입력 데이터 설정, 빌딩 관리 등이 가능하다. 관리자는 web portal 을 통해서 에너지 사용량을 모니터링 할 수 있고 이를 통해 불필요한 에너지 사용을 억제하는 효과를 얻을 수 있다.

3. 회귀분석 기반 에너지 예측

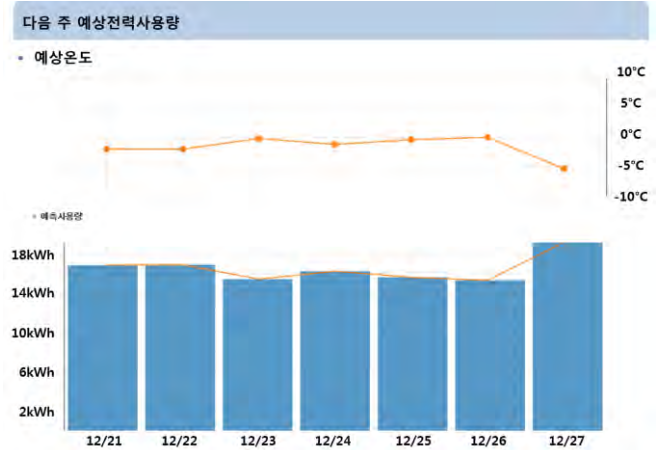
에너지 사용량 예측을 위해서 기상청으로부터 얻은 외기 온도, 에너지 사용량 등의 데이터를 이용해 회귀분석을 진행하였다. 회귀분석에 사용된 파라미터는 외기온도와 전력사용량을 기본으로 시스템에어컨의 운영데이터, 기타 환경변수 등으로 확장하여 예측 오차를 줄이고자 하였다.

아래 (그림 2)는 수원소재 오피스 빌딩에서 실측한 겨울철 한 달 가량의 외기온도와 에너지 사용량을 나타낸 그래프이다. 실측 데이터는 에너지 예측 시스템의 입력데이터로 활용이 되어 차주의 기상 예보에 따른 에너지 사용량 예측 결과가 (그림 3)과 같은 형태의 그래프로 빌딩 관리자에게 제공이 된다.



(그림 2) 에너지 사용량 현황 그래프

30 일 데이터를 이용하여 예측 분석한 결과 실제 사용량 대비 예측 오차는 10% 미만, 30 일 데이터 중 동일 외기 온도 환경에서는 약 5% 내외의 오차율로 에너지 사용량이 예측되었다.



(그림 3) 에너지 사용량 예측 그래프

4. 결론

본 연구에서는 다중 서비스 지원이 가능하도록 확장성을 고려한 에너지 서비스 시스템을 구현하였다. 또한 회귀분석을 이용한 에너지 사용량 예측 엔진 및 실증을 통한 에너지 사용량 예측 효과에 대한 연구를 수행하였다.

빌딩 에너지 서비스 시스템을 통한 예측 오차율은 30 일 데이터 기반으로 10%미만, 이 중 동일 외기 온도 환경에서는 5% 내외의 예측 정확도가 확보됨을 확인하였다.

향후 보다 많은 실증 사이트에서 실험한 결과를 바탕으로 예측 분석 엔진을 고도화시킬 계획이며, 개발된 시스템을 확장해 다양한 에너지 서비스를 제공하고 분석엔진을 모듈화하여 제어 시스템으로 확장할 예정이다.

참고문헌

- [1] U.S. Department of Energy, “2010 Buildings Energy Data Book”
- [2] 한국전력, “선택공급 약관” 2013.11
- [3] 이태원, “IT 를 활용한 공조설비의 온라인 유지관리시스템 개발”, 2008, 대한설비공학회
- [4] Hyojin Kim, et al., “Analysis of Code-Compliant Construction in Texas Based on Texas Building Energy Performance Standards (TBEPS)”
- [5] 조항문, “고유가시대 공공부문의 5 대 에너지 절약방안”, 2008, 서울연구원
- [6] Ahmad, M, et al., “Development of a Web-based Emissions Reduction Calculator for Code-compliant Commercial Construction.” Proceedings of the International Conference for Enhanced Building Operations. Pittsburgh, Pennsylvania.