

건물에너지 사용 영향인자별 성능분석 플랫폼 구성 및 실증효과

곽노열, 정연쾌*, 한진수*, 박완기*

한남대학교, 한국전자통신연구원*

rykwak@hnu.kr, ykjeong@etri.re.kr*, hanjinsoo@etri.re.kr*, wkpark@etri.re.kr*

Development and Validation of a Platform for Analyzing the Impact of Key Factors on Building Energy Consumption

Ro Yeul Kwak, Youn Kwae Jeong*, Jin Soo Han*, Wan Ki Park*

Hannam University, ETRI(Electronics and Telecommunications Research Institute)*

요약

건물에너지관리시스템 확대를 위한 복합센서를 활용하여 에너지 및 운전 데이터를 수집하고 에너지절감 제어를 기반으로 에너지 영향인자 감시, 정보제공 기능을 수행하고 에너지 사용량 절감을 이룩할 수 있다. 건물의 에너지 효율을 개선하기 위해서는 제실자 측면에서 기기의 제어기술 수행을 통해 이룩될 수 있는 에너지 절감효과를 사전에 용이하게 분석할 수 있는 도구가 필요하다. 본 연구는 건물의 에너지사용 기기에 대하여 기기의 운전 모드, 제어 수법, 환경센서와 같이 건물의 에너지 사용에 영향을 미치는 영향인자별 에너지 절감률을 분석할 수 있는 플랫폼을 제시하고 실증건물을 대상으로 에너지사용 영향인자별 에너지절감율에 대해 실증효과를 평가하였다.

I. 서론

건물의 에너지 성능을 향상하기 위해서는 기기의 하드웨어 성능뿐만 아니라 효율종계 기기를 운용하여 에너지 사용량 절감에 영향을 미치는 자동제어 성능과 유지관리 성능을 향상하는 것이 중요하다. 건물에너지관리 체계의 제실자중심 제어(occupant-centric controls)를 통해 센서 및 제어가 에너지 절감에 영향을 미칠 수 있는 유용한 영향인자임이 연구되어 건물 에너지절감 개선사례를 통해 설비별 주요 ECM 및 적용센서, 절감률이 제시되었다¹⁾. 본 연구는 선행연구²⁾에서 건물에너지 사용량에 영향을 미치는 영향인자별 에너지절감 성능을 분석하는 프로세스를 단계별로 제시하고, 이를 통해 연구 대상 에너지사용 기기의 제어기술 수행을 통해 이룩될 수 있는 에너지 절감율을 예측하는 플랫폼을 제시하며 실증건물을 대상으로 에너지 사용 영향인자별 에너지 절감률에 대해 실증효과를 평가하였다.

II. 본론

건물에서 에너지 절감을 이룩하기 위해 건물에너지관리시스템의 확대 보급이 필요하며 이를 위해서는 건물의 에너지사용 기기에 대한 에너지 효율을 개선할 수 있는 지능형 제어기술이 적용될 수 있도록 다양한 복합센서를 개발하고 건물에너지관리시스템의 고도화가 필요하다. 이를 위해 복합센서를 활용하여 에너지절감 제어기법이 에너지 사용 영향인자로서 에너지 절감효과에 미치는 영향을 용이하게 분석할 수 있는 도구가 필요하다.

1. 건물에너지 사용 영향인자별 성능분석 플랫폼 및 프로세스

본 연구에서 제안하는 건물에너지 사용 영향인자별 에너지 성능분석 플랫폼의 구성은 그림 1과 같이 건물의 에너지 기기, 기기의 제어 기술, 제어 수법, 제어보정계수 및 이 세부 기술에 적용할 수 있는 센서 정보를 선택하고 성능분석이 수행된다. 건물에너지관리시스템에서 에너지사용 기기의 에너지 효율을 개선하기 위하여 적용된 센서를 기반으로 제어기술 수행을 통해 이룩될 수 있는 에너지 절감율을 예측하도록 구성되었으며, 건물에너지 사용 영향인자별 성능분석 플랫폼의 프로세스는 그림 2와 같다. 본 연구 플랫폼에 적용된 에너지절감 기기 및 제어기술 상세는 표 1과 같으며 에너지절감에 영향을 미치는 것으로 실제 사례로 검증된 제어수법과 제어방식을 대상으로

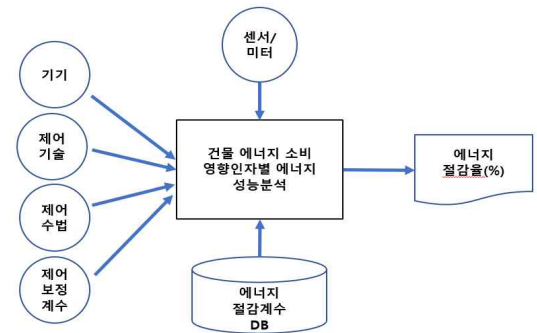


그림 1. 건물에너지 사용 영향인자 성능분석 플랫폼 구성

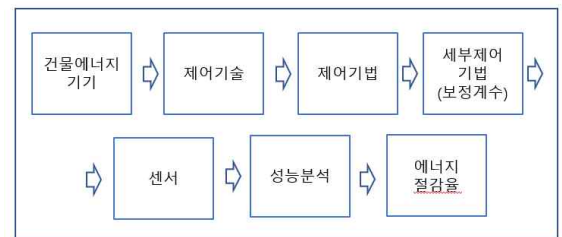


그림 2. 건물에너지 사용 영향인자별 성능분석 프로세스

표 1 본 연구 플랫폼 적용 기기 및 제어기술 상세

에너지 제어 기술	구분1_기기	구분2_제어기술
조명제어_재실제어	조명기기	재실제어
공조제어_냉수제어	냉온수기	냉수제어
공조제어_FCU기온제어	FCU	기온제어
공조제어_공조팬 인버터제어	공조팬	인버터제어
환기제어_외기도입제어	공조기	외기도입제어
냉동기제어_냉수출구온도설정값변경제어	냉동기	냉수 온도제어
냉각탑제어_냉각수온도 설정값변경제어	냉각탑	냉각수 온도제어
펌프제어_변유량방식변경 인버터제어	냉각수펌프	변유량 인버터제어
펌프제어_말단차압제어	공조2차펌프	말단차압제어

하였다. 건물에너지 사용 영향인자별 성능분석 플랫폼의 초기화면 구성은 그림 3과 같다. 사용자는 에너지사용 영향인자에 대한 성능분석을 위한 프로젝트를 생성하고, 기기, 제어기술 및 제어수법, 센서를 기반으로 에너지사용 영향인자를 선택한 후 성능분석 결과로 에너지절감률을 제시한다.



그림 3. 건물에너지 사용 영향인자별 성능분석 플랫폼 초기화면



그림 4. 시나리오(단계) 기반 성능분석 기능

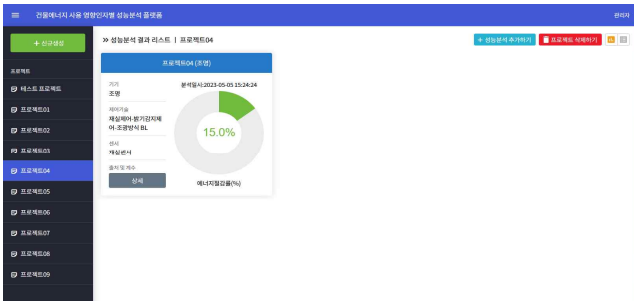


그림 5 프로젝트별 성능분석 결과 조회 기능

2. 성능분석 플랫폼의 사용자 및 관리자 제공 기능

건물 에너지 사용 영향인자별 성능 분석 플랫폼에서 사용자 및 관리자 제공 기능은 다음과 같다.

(1) 프로젝트 생성/조회/삭제를 위한 관리 기능

사용자는 고려 대상 건물에 대하여 에너지 효율 개선 대상 기기에 대한 영향인자 평가를 위한 프로젝트를 생성/조회/삭제를 위한 관리기능을 수행할 수 있다. 신규생성 버튼을 클릭하고 새로운 프로젝트명을 생성하고, 하나의 프로젝트에서 다양한 기기 및 제어방법에 대한 성능분석을 수행하고 사용자의 필요에 따라 수행한 프로젝트의 결과를 조회할 수 있다.

(2) 시나리오(단계) 기반 성능분석 기능

고려 대상 건물에 대하여 에너지 효율 개선 대상 기기에 대한 영향인자별 성능분석 단계는 그림 4와 같다. 성능분석 단계는 기기, 제어기술, 제어기법, 제어보정계수, 센서, 성능분석 단계로 진행된다. 열원별 해당 기기를 선택하고 기기를 제어할 수 있는 제어기술을 선택하며, 제어수법과 제어보정계수를 선택하고 관련 센서를 선택한 후 성능분석을 수행한다.

(3) 프로젝트별 성능분석 결과 조회 기능

사용자는 그림 5와 같이 고려 대상 건물에 대하여 에너지 효율 개선 대상 기기에 대하여 에너지소비 영향인자 평가를 위한 프로젝트에 대한 성능분석

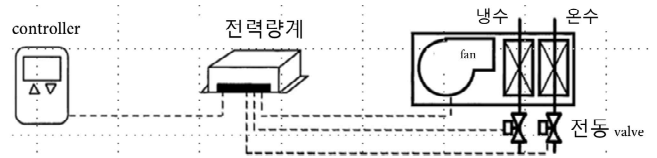


그림 6 팬과 냉온수밸브를 제어하는 FCU 제어 구성

표 2 본 연구 플랫폼의 FCU 기본제어의 에너지 절감률 산정결과

구분	열반송 제어	제어 상세
에너지절감제어	FCU 기본제어	FCU on/off 제어
에너지절감률 (%)		3.0

결과를 조회할 수 있다. 성능분석을 위해 선택한 영향인자들을 기반으로 에너지절감율을 제시하고 이러한 결과를 도출한 출처를 제공한다.

(4) 건물에너지 사용 영향인자 관리를 위한 DB 관리 기능

관리자가 에너지 소비 영향인자인 기기, 제어기술, 제어수법, 제어보정계수 및 센서에 따른 에너지 절감계수를 관리할 수 있는 DB 구조를 갖추고 출처에서 제시하는 계수를 성능분석 도구에 효과적으로 반영하기 위한 절감계수를 추가/수정/삭제 등을 관리하는 기능을 제공한다.

3. 건물에너지 사용 영향인자별 성능분석 플랫폼 실증효과

실증건물을 대상으로 재실유무 정보 및 FCU on/off 제어를 통해 FCU FAN 소비전력량과 열량값을 연계하여 에너지 절감률을 제시하였다. 그림 6은 본 플랫폼에 FCU 제어를 적용하여 팬과 냉온수밸브를 제어하는 FCU 기본제어와 풍량제어에 따른 FAN 전력에너지의 절감량에 대한 본 플랫폼의 건물자원의 절감률 산정결과로는 표 2와 같고 이를 통해 본 플랫폼 제어기술 효과의 유용성을 확인하였다.

III. 결론

본 연구는 에너지관리시스템 확대를 위해 복합센서를 활용하여 건물에너지 사용 영향인자별 에너지 절감률을 평가하는 플랫폼을 개발하고 실증건물을 대상으로 영향인자별 에너지 절감률에 대해 실증효과를 평가하여 본 플랫폼 제어기술 효과의 유용성을 확인하였다. 본 플랫폼을 통하여 건물에너지를 사용하는 사용자 및 관리자가 건물 에너지 기기에 대한 에너지 효율 개선을 위하여 복합센서 기반의 다양한 제어기법을 적용할 경우 에너지 절감효과를 용이하게 예측할 수 있으며, 이를 기반으로 에너지관리시스템 고도화 및 보급 확산을 위한 평가기술로 활용될 수 있다.

ACKNOWLEDGMENT

본 연구는 산업통상자원부(MOTIE)와 한국에너지기술연구원(KETEP)의 지원을 받아 수행한 연구 과제입니다. (No. 20202000000010)

참 고 문 헌

- [1] Sofos, Marina, et al. Innovations in sensors and controls for building energy management: Research and development opportunities report for emerging technologies. No. NREL/TP-5500-75601; DOE/GO-102019-5234. National Renewable Energy Lab.(NREL), Golden, CO (United States), 2020
- [2] 정연쾌, 한진수, 박완기, 광노열. (2023), 건물에너지 사용 영향인자별 에너지 성능분석 도구 개발, 한국통신학회 학술대회