

2024년 춘계학술발표대회 : 일반부문

에너지 취약계층을 위한 저비용 실내환경 모니터링 센서 개발 및 리빙랩 현장적용

Development and application of low-cost, multimodal environmental monitoring sensors for the energy-poor household living lab

○이 종 원*

Lee, Jong-Won

키워드 : 에너지 빈곤, 에너지 취약계층, 노후주택, 실내환경성능, 저비용 센서, 리빙랩

Keywords : Energy poverty, Energy-poor households, Old housing, Indoor environmental quality, Low-cost sensors, Living lab

2023년 정부는 ‘제3차 과학기술 기반 국민생활(사회)문제 해결 종합계획(’ 23~ ’27)’ 을 통해 우선 해결할 43개 주요 사회문제 중 하나로 ‘에너지 빈곤’ 을 선정하였다. 에너지 빈곤 가구의 정의는 기준에 따라 다양하게 해석되지만 일반적으로 전기, 난방 등 에너지 사용에 소득의 10% 이상을 지출하는 가구를 의미한다. 에너지 빈곤의 원인은 크게 낮은 소득, 높은 에너지 비용, 주택의 에너지 비효율성 3가지로 구분한다. 특히, 낮은 에너지 효율 주택은 기후위기의 폭염과 한파에 더 많이 노출된다. 주택의 에너지 비효율을 개선하기 위해 정부 및 기관들에서는 저소득층을 위한 건물에너지효율개선 사업을 진행해오고 있다. 하지만, 기존 사업들은 건물의 에너지 효율성을 향상시키는 건물리트로핏 공사에만 집중되어 있다. 에너지 취약계층의 건강과 쾌적성을 평가하기 위해서는 다양한 실내환경 데이터를 수집 및 분석이 중요하다. 또한, 기존 연구들에서도 다양한 환경센서들을 저비용으로 개발하였지만 실제 리빙랩 현장에 적용한 연구는 드물다. 특히, 에너지 취약계층을 대상으로 중장기적으로 실내환경 데이터를 모니터링할 수 있는 저비용 센서를 개발하고 리빙랩에 적용한 사례는 없었다. 이에 본 연구에서는 에너지 취약계층이 거주하는 노후주택에 설치가능한 저비용 실내환경 모니터링 센서를 개발하고 직접 현장에 적용한 리빙랩 사례를 제안하고자 한다.

본 연구에서 메인 MCU는 ESP32를 기본으로 저비용 실내환경 모니터링 센서를 설계하였다. 실내환경성능의 다양한 물리적 요소들을 측정하기 위해 온도, 습도, 공기질(CO₂,

PM2.5, PM10, 포름알데히드, TVOC), 조도, 소음과 재실자의 행태를 같이 측정할 수 있는 움직임 센서를 설계하였다. 측정 대상에 따른 센서는 총 10종류였으며 Wifi 설치가 많지 않은 노후주택들의 특성에 따라 LTE 모듈을 통해 실시간 통신이 가능하게 개발되었다. 개발된 센서들의 측정 데이터 신뢰성을 위해 기존 상업용 센서들과의 정확성 테스트를 진행하여 큰 오차없이 측정가능함을 통계적으로 검증하였다. 개발된 총 100개의 저비용 실내환경 모니터링 센서는 대구광역시 저소득층 주택에 현장적용하였다. 리빙랩 현장 상황으로 개발된 센서를 동시 설치하기에 한계가 있어 2023년 11월부터 2024년 2월까지 진행하였다. 센서 위치는 1.2m~1.4m에 해당하는 벽면을 중심으로 설치하였다. 각 측정 데이터는 5분 단위로 실시간으로 전송할 수 있게 설정하였으며, 이를 실시간으로 모니터링할 수 있는 웹사이트를 오픈소스를 활용하여 개발하였다. 본 연구는 에너지 취약계층의 실내환경성능을 평가할 수 있는 저비용 실내환경 모니터링 센서를 개발하고 직접 리빙랩 현장에 최초 적용하였다는 점에서 의의를 갖는다. 본 센서와 모니터링 시스템을 통해 수집된 데이터를 바탕으로 저소득층 노후건축물의 실내환경성능을 과학적으로 평가할 수 있는 연구를 진행하고자 한다.

참고문헌

1. Chojer, H., Branco, P. T. B. S., Martins, F. G., Alvim-Ferraz, M. C. M., & Sousa, S. I. V. (2020). Development of low-cost indoor air quality monitoring devices: Recent advancements. *Science of The Total Environment*, 727, 138385.
2. Coulby, G., Clear, A. K., Jones, O., & Godfrey, A. (2021). Low-cost, multimodal environmental monitoring based on the Internet of Things. *Building and Environment*, 203, 108014.
3. Kim, J., Kim, S., Bae, S., Kim, M., Cho, Y., & Lee, K. I. (2022). Indoor environment monitoring system tested in a living lab. *Building and Environment*, 214, 108879.

* 한국건설기술연구원 건축에너지연구소 수석연구원, 공학박사
(Corresponding author : Department of Building Energy Research, Korea Institute of Civil Engineering and Building Technology, jongwonlee@kict.re.kr)

이 연구는 2024년도 한국건설기술연구원 주요사업 연구비 지원에 의한 결과의 일부임. 과제번호:20240094-001 (에너지 취약계층 노후주택개선 메타지식 플랫폼 개발)