

# 사물인터넷을 기반으로 한 패시브하우스의 구조 연구

이정민\*, 권용훈\*, 박성환\*\*, 정인범\*

\*강원대학교 컴퓨터정보통신공학과

\*\*(주)정인그린빌

ljmin1999, russell1113@kangwon.ac.kr, inzip2014@naver.com, ibjung@kangwon.ac.kr

## A Study of Passive House Architecture based on Internet of Things

Jeongmin Lee\*, Yonghun Kwon\*, Sunghwan Park\*\*, Inbum Jung\*

\*Dept. of Computer and Communication Engineering, Kangwon National  
University

\*\*JungIn Greenville Co.

### 요 약

최근 발표된 정책으로 공공시설과 민간건물의 제로에너지 전환이 진행되고 있다. 본 논문에서는 제로에너지 기술인 패시브 기술에 사물인터넷을 적용하여 스마트 주택에 쾌적한 내부 환경 조성 및 효율적인 에너지 운영을 도울 수 있는 패시브하우스 아키텍처를 제안한다. 패시브하우스의 모의 구현을 통하여 관리 시스템 운영에 필요한 기술을 제안하며, 패시브하우스의 모니터링 시스템을 제안하므로 사용자에게 편의성을 제공한다.

### 1. 서론

정부는 2020년 발생한 코로나19 바이러스로 악화된 경제적 상황을 극복하고 새로운 국면을 맞이하기 위해 ‘한국판 뉴딜’ 정책을 발표했다. 한국판 뉴딜은 디지털 뉴딜과 그린 뉴딜로 나뉘는데, 그린 뉴딜은 현재의 에너지 다소비 구조를 공공시설의 제로에너지 건축물 전환으로 에너지 고효율 구조로 전환하려는 목표를 지니고 있다. 그린 뉴딜보다 더 광범위한 제로 에너지 건축물 전환 목표를 제시한 서울시의 ‘서울판 그린 뉴딜’은 온실가스 배출의 68.2%를 차지하는 건물 중 공공건물을 시작으로 2023년부터는 민간건물을 제로 에너지 건축물로 전환하는 목표를 지니고 있다[1].

현재 제로에너지 건축물의 국제적인 논의는 순수 에너지 소비량이 0인 넷 제로에너지 건축물(Net Zero Energy Building)을 중심으로 이루어지고 있으며, 2017년 11월에 준공된 ‘노원이지하우스’도 넷 제로에너지 건축물의 대표적인 예이다. ‘노원이지하우스’는 단지 내에서 생산하는 신재생 에너지 사용을 중심으로 외부 에너지 사용량을 줄이는 것을 목표로 하여 액티브(Active) 기술에 중점을 두었으나, 액티브 기술보다 에너지 사용의 효과성 측면에서 우수한 방식인 패시브(Passive) 기술을 먼저 강조하여야 한다[2].

패시브하우스(Passive House)는 적은 양의 냉·난방 에너지로 쾌적한 실내 환경을 유지하는 집이다. 본 논문에서는 패시브하우스의 효율적인 에너지 운영을 돕기 위해 사물끼리 인터넷으로 연결되어 정보를 주고받는 사물인터넷을 적용한다. 본 논문에서 쾌적한 내부 환경 조성을 위해 패시브하우스에 설치된 장치들의 자동화 시스템을 구현하였고, 애플리케이션에서 실시간 내부 환경과 각 장치들의 상태 및 전력 소비량을 모니터링할 수 있다.

### 2. 관련연구

#### 2.1 패시브하우스

패시브하우스는 1991년 독일에 Wolfgang Feist를 책임자로 실증이 이루어졌으며, 주요 기술로는 단열, 단열이 끊어지는 곳에서 주로 발생하는 열교의 차단, 열 손실을 줄이는 창호, 기밀 및 환기가 있다. 여름철 냉방 에너지를 줄이기 위해 외부에 차양장치를 설치하고, 열회수형 환기장치를 설치하여 실내를 쾌적하게 유지한다. 열회수형 환기장치는 실내의 공기를 섞이지 않게 온도를 주고받는 열 교환 소자를 통하여 실내의 온도가 크게 변화하지 않으면서 환기를 돕는 장치이다.

패시브하우스의 성능은 연간 단위 면적당 냉방·난방에너지 요구량이 각각 15kWh/m<sup>2</sup>·년 이하이며, 기

밀성능은 실내외 50Pa 압력차(가압, 감압)에서 평균  $0.6h^{-1}$  이하의 환기횟수를 유지해야 한다. 또한 실내 환기횟수는  $0.3h^{-1}$  이상(국내의 경우  $0.5h^{-1}$  이상)이며, 반드시 열회수형 환기장치를 적용해야 한다[3].

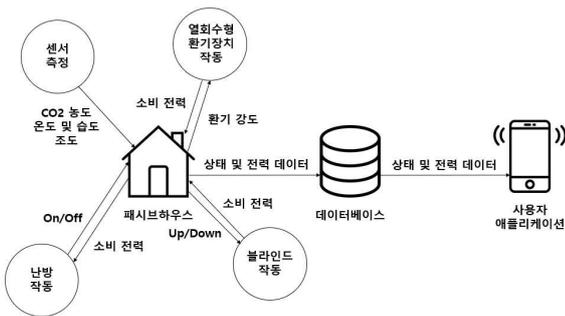
### 2.2 사물인터넷

사물인터넷(IoT: Internet of Things)이란, 사물들이 인터넷을 통해 상호 연결되어 있고 유일하게 구별 가능하여 서로 정보를 주고받는 상태를 가리킨다. 사물인터넷의 목적인 인터넷을 통한 서비스 제공이라는 목적을 달성하기 위한 기반 기술에는 정보를 수집하는 기술, 수집된 정보를 교환하는 기술, 수집된 정보를 분석하고 처리하는 기술이 필요하다. 정보 수집을 위한 대표적인 기술에는 센싱 기술이 있다. 이 센서로 획득한 정보를 교환할 수 있는 RF, NFC, 블루투스, IPv6 통신 프로토콜 등이 사용된다. 수집된 정보 처리를 담당하는 사물은 아두이노와 같은 마이크로컨트롤러나 라즈베리파이와 같은 마이크로프로세서로, 전달된 정보를 분석하고 가공하여 서비스에 사용할 수 있는 새로운 정보를 생성한다[4].

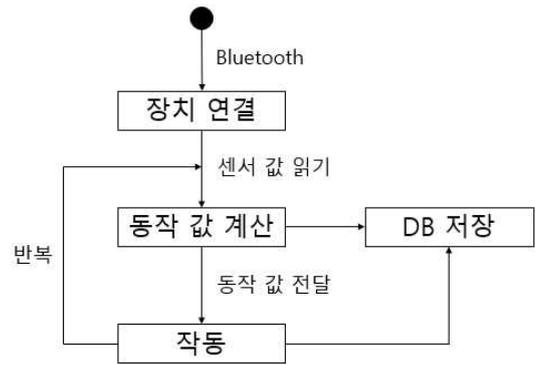
## 3. 사물인터넷 기반 패시브하우스

### 3.1 시스템 구조

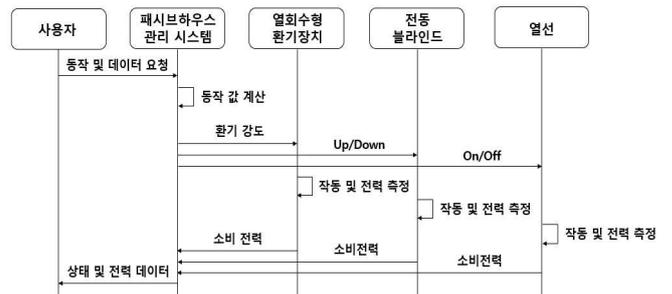
본 논문의 패시브하우스에서는 실내를 쾌적하게 관리하기 위해 열회수형 환기장치, 블라인드, 난방장치를 설치한다. 그림 1은 시스템의 구조를 보여주는 패시브하우스의 배경도이다. 패시브하우스는 내부의 CO2 농도, 온도 및 습도, 조도를 읽는 센서 모듈과 센서값의 계산으로 동작 값을 받아 자동으로 작동하는 열회수형 환기장치, 블라인드, 난방장치로 구성되어 있다. 또한, 데이터베이스를 구축하여 센서 데이터를 기록하고, 사용자는 데이터베이스와 연동하여 패시브하우스의 상태를 모니터링할 수 있다.



(그림 1) 패시브하우스의 배경도



(그림 2) 패시브하우스의 상태 변화도



(그림 3) 패시브하우스의 시퀀스 다이어그램

### 3.2 시스템 기능

본 논문의 시스템 기능은 센서를 이용한 장치 자동 관리 기능과 사용자 모니터링 기능 2가지를 제시한다.

첫째, 패시브하우스에 설치된 3가지 장치는 자동 관리 시스템에 의해 작동한다. 그림 2는 패시브하우스의 상태 변화도이다. 패시브하우스 관리 시스템과 모든 장치에 전원이 인가되면 bluetooth를 통해 패시브하우스 관리 시스템과 장치들이 연결 상태가 된다. 라즈베리파이로 연결된 센서들의 값을 읽어 각 장치 동작을 결정하는 센서 값을 통해 동작 값을 계산한다. 이 값들을 데이터베이스에 저장 및 동작 값을 장치에 전달하여 작동한다.

둘째, 사용자는 애플리케이션과 데이터베이스를 통해 패시브하우스를 모니터링할 수 있다. 그림 3은 패시브하우스의 시퀀스 다이어그램이다. 애플리케이션을 실행하면 서버 연결 후, 자동으로 실시간 데이터를 패시브하우스 관리 시스템에 요청한다. 패시브하우스 관리 시스템은 집 안에 배치된 센서 값들을 이용해 각 장치의 동작 값을 계산하고 전송한다. 각 장치는 작동하며, 그 과정에서 전력을 측정하고 그 값을 패시브하우스 관리 시스템에 전달한다. 전달받은 전력 측정값과 장치 상태 값을 전송하여 사용자에게 실시간 데이터를 제공한다.



(그림 4) 페시브하우스 외부



(그림 5) 페시브하우스 내부

#### 4. 구현

사물인터넷을 이용한 장치 관리 시스템을 적용한 페시브하우스와 사용자 모니터링 애플리케이션을 구현하였다. 그림 4의 페시브하우스의 외벽은 폼맥스로 제작하였으며, 단열을 위해 단열재를 부착하였다. 전면에는 투명 아크릴을 이용하여 창문을 구현했다. 그림 5의 페시브하우스 내부에는 페시브하우스 관리 시스템, 열회수형 환기장치, 전동 블라인드 그리고 난방을 위한 열선이 있다. 장치 동작 값 계산과 데이터베이스가 구축된 서버의 역할을 하는 페시브하우스 관리 시스템은 Raspberry Pi 3 B+ 보드를 이용하였다. 열회수형 환기장치는 3D 프린터로 모형을 출력하여 아두이노에 팬 4개와 12V 전원을 각각 연결한 릴레이 모듈을 연결하였다. 팬은 외부 공기를 흡입하는 팬 2개와 내부 공기를 배기하는 팬 2개로 나뉘며, 흡입하는 팬의 안쪽에 미세한 입자를 거를 수 있는 헤파 필터를 부착하였다. 또한, 동작하는 팬의 수를 통해 세기를 조절한다. 전동 블라인드는 360도 서보모터로 동작하며, 이를 아두이노에서 제어한다. 열선은 외부 220V 전원을 릴레이 모듈에 연결하며, 이를 아두이노에서 제어한다.



(그림 6) 모니터링 애플리케이션

그림 6은 모니터링 애플리케이션의 메인화면이다. 메인화면에서는 [연결] 버튼을 눌러서 페시브하우스 관리 시스템의 서버에 연결한다. 서버 연결이 되면, 집 내부에 설치된 센서들의 값, 장치들의 상태와 전력 측정값을 볼 수 있다. 사용자는 [UP], [DOWN] 버튼으로 희망온도를 설정할 수 있고, 희망온도에 맞게 시스템을 동작시킬 수 있다. 또한, [새로고침] 버튼을 눌러 외부 날씨를 갱신하고, [기록] 버튼을 누르면 과거에 기록된 모든 데이터들을 볼 수 있다. [외출] 버튼은 사용자가 활성화를 시키면, 본래 작동 기간보다 더 긴 기간을 두고 장치가 작동하게 된다. 본래 장치 관리 시스템에서 장치를 자동으로 동작 시키는 기간보다 더 긴 기간으로 작동시킨다.

#### 5. 결론

본 논문에서는 사물인터넷을 이용해 페시브하우스를 에너지 효율적이며 쾌적하게 관리하고 실시간으로 모니터링할 수 있는 시스템을 구현하였다. 각종 센서들을 통해 실내 환경을 측정하고 이를 바탕으로 쾌적한 실내 환경을 위해 장치를 자동으로 작동시킨다. 또한 이들을 애플리케이션을 통해 사용자에게 제공한다.

향후에는 장치 작동을 할 때의 실내 환경 데이터를 수집하여 학습을 통한 최적의 값을 찾아 에너지 효율성을 높이고 더 쾌적한 환경을 조성할 계획이다.

#### 감사의 글

본 연구 성과는 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임 (No. 2019R1F1A1058835)

**참고문헌**

- [1] 변병설, 이영성, 윤동근, 최민성, 이희정. "그린 뉴딜정책." 도시정보 .461. 5-16. 2020
- [2] 이명주. "[용어와 건축] 패시브하우스와 넷 제로에너지 건축물." 건축 64.1. 69-69. 2019
- [3] 박성중, 김광우. "[용어와 건축] 패시브 하우스." 건축 64.12. 62-63. 2020
- [4] 허경용. "사물인터넷을 품은 아두이노." 제이펍. 2016