

ICBM기반 실내 공간 유지관리 시스템 개발

정유석*, 강태욱
한국건설기술연구원 미래융합연구본부

Development of Facility Management System for Indoor Space Based on ICBM Technology

Yoo-Seok Jung*, Tae-Wook Kang

Department of Future Technology and Convergence Research, Korea Institute of Civil Engineering and
Building Technology

요약 협업과 소통하는 업무 분위기가 중시되면서 개방형 사무실이나 공유사무실이 나타나고 있다. 기존에는 사용자가 공간 유지보수의 주체가 되었으나 정해진 자리가 없어지면서 실내공간의 유지관리가 어렵게 되었다. ICBM 프레임워크를 활용한다면 실내 공간에 대한 정보를 수집하고, 공간유지보수에 활용 할 수 있을 것이다. 따라서, 본 연구에서는 ICBM(Internet of Things, Cloud, Big Data, Mobile) 기반의 프레임워크를 제안하고 이를 활용한 실내공간 유지관리 시스템의 가능성을 검토 하였다. IoT(Internet of Things, 사물인터넷)기술을 이용하여 실내의 온도, 상대습도, 재실 여부, 밝기를 지속적으로 측정하고 WiFi를 통해 Web API 에 제공한다. 온습도센서, 조도센서, 초음파 거리센서와 와이파이 모듈로 구성된 IoT 디바이스를 설계하고 프로토타입을 제작하였다. IoT를 통해 자동으로 취득된 데이터와 기존 유지보수 데이터, 공간정보가 Cloud(클라우드)를 통해 통합된다. 센서로 수집한 Big Data(빅데이터)는 유지보수용으로 의미 있는 공간 정보로 가공할 수 있을 것이다. 실내 공간 정보 및 유지관리 사항을 모바일(Mobile)을 통해 관리자에게 전달할 수 있다. 데이터 수집결과, 사용된 초음파센서의 측정범위 한계로 인해 재실여부의 파악은 제한적이었다. 하지만 밝기 정보는 공간의 활용 행태를 충분히 나타내어, 조명의 켜짐/꺼짐여부와 주말, 주중의 차이를 확인할 수 있었다. 온도와 상대습도 정보 또한 안정적으로 수집되어 공간의 쾌적성을 평가할 수 있었다.

Abstract An open office or a shared office is emerging as the emphasis on the collaborative and communicative work environments is increasing. In the past, the user maintained the space, but the maintenance of indoor space became difficult because there is no fixed user. Indoor space information can be collected using the ICBM framework system. The facility management can achieve this with data. Therefore, this study proposed a framework based on ICBM (Internet of Things, Cloud, Big Data, and Mobile) for verifying the possibility of a smart facility management system for indoor space. IoT (Internet of Things) technology was used to measure the indoor temperature, humidity, occupancy, and brightness continuously, and provided the data to Web API via WiFi. Data acquired automatically via IoT, existing maintenance data, and spatial information were integrated through the Cloud. Big data collected by sensors were processed as meaningful spatial information for maintenance. Indoor space information and maintenance information can be delivered to the manager through the mobile. Based on the collected data, room occupancy recognition is limited due to a range of ultrasonic wave sensors. On the other hand, brightness represents the space conditions. The difference between lighting on/off, weekday and weekend can be shown. The temperature data and the relative humidity data were collected steadily to evaluate the comfort.

Keywords : Indoor Space FM, IoT Device, Web API, ICBM Framework, Open Office

This research was supported by a grant (19AUDP-B127891-03) from the Architecture & Urban Development Research Program funded by the Ministry of Land, Infrastructure and Transport of the Korean government.

*Corresponding Author : Yoo-Seok Jung(Korea Institute of Civil Engineering and Building Technology)

Tel: +82-31-910-0554 email: yooseok@kict.re.kr

Received December 7, 2018

Revised January 14, 2019

Accepted March 8, 2019

Published March 31, 2019

1. 서론

창의성, 협업과 소통하는 업무 분위기가 중시되면서 업무공간에 대한 관심이 증가하고 있다. 많은 회의 공간이 필요하게 되었으며 정해진 자리가 없는 개방형 사무실이나 공유사무실이 나타나고 있다. 과거에는 일정한 사용자가 정해진 공간을 점유하고 있었다. 따라서 사용자와 공간 관리자간의 피드백을 통하여 유지관리를 할 수 있었다. 온도, 습도와 밝기를 쾌적하게 유지하는 것은 사용자의 역할이었다. 그러나 앞서 말한 것과 같이 실내 공간의 활용 방법이 바뀌면서 사용자-관리자 간의 피드백이 적절하지 않은 상황이 되었다. 만약 실내 공간 정보를 수집할 수 있다면 공간의 쾌적성을 좀 더 효율적으로 관리할 수 있을 것이다.

최근에는 공간유지관리를 자동화하기 위한 노력의 일환으로 BIM(Building Information Modeling, 건물 정보 모델)기반의 FM(Facility Management, 시설물 관리)이 주목 받고 있다. 효율적으로 시설물을 유지관리 하기 위해서 설계 및 시공단계에서 부터 BIM 기반으로 정보가 수집된다[1]. 유지관리 과정에자동으로 연계되어 활용된다. 기존 방법의 시설물 유지관리에 필요한 정보는 2D 도면과 시방서 등 문서의 형태로 존재하기 때문에 정보 관리 업무 효율성이 떨어진다. 이런 BIM기반 FM에 역설계, ICBM(IoT, Cloud, Big Data, Mobile), VR(Virtual Reality)/AR (Augmented Reality)/MR(Mixed Reality) 등의 기술을 접목해, 실시간으로 현장의 건물 유지관리 데이터 취득, 확인, 검색을 지원하는 스마트 FM 기술이 연구되고 있다. 이는 스마트 빌딩의 기반 기술이 될 것이다.

ICBM 프레임워크를 활용한다면 실내 공간에 대한 정보를 수집할 수 있고, 오픈형, 개방형 등 자리가 정해져 있지 않은 사무실 환경에서의 공간유지보수에 활용할 수 있는 데이터를 수집할 수 있을 것이다. 따라서 본 연구에서는 현장의 건물의 공간 관련 데이터를 취득하기 위해 ICBM 기술을 활용하여 실내 정보를 수집하는 시스템을 개발하였다. 시설물의 스마트한 유지관리를 위한 프레임워크를 제시하고 프로토타입을 설계하였다. 범위는 기존 건축물 관리에 한정한다.

2. 관련연구

효율을 높이기 위해 업무공간에 대한 연구가 진행되

고 있으며, 개인의 자리가 정해지지 않은 개방형 및 공유형 사무공간이 긍정적인 평가를 받고 있다[2]. 협업 공간은 유연한 업무환경을 제공하여 근로자의 긍정적인 네트워크 구축에 도움을 준다는 연구결과가 제시되었다[3]. 또한 액티브 디자인(Active Design) 개념이 제시되면서 [4], 사무공간 또한 좀 더 동적인 방향으로 설계되고 있다. 액티브 디자인은 이용자에게 주는 이로움이 많기 때문에[5, 6] 개방형 및 공유형 사무실의 확장을 가속화하고 있다.

효율적 건축물 시설 관리를 위해서는 설계 및 시공단계의 정보부터 수집되어 유지관리 과정으로 자동 연계되어 활용되는 것이 효율적이다[7]. 따라서 건축물의 설계 단계부터 유지관리 프레임워크를 제시해야 한다. 우선, 설계단계에서 유지관리 프레임워크가 마련되면 공간을 사용하는 과정에서의 정보를 수집하고 관리해야 한다. 개방형 공간의 정보를 수집하고 관리하는 것은 사물인터넷 기술이 적용하기에 적당하다. 기존에도 사물 인터넷 기술은 실내를 모니터링 하는 용도나 유지관리하기 위한 용도로 활용되었다. 사물인터넷 기술을 활용하여 개방형 공간의 빛(전등)을 관리하도록 한 기술을[8] 비롯해서 사무공간의 가장 큰 에너지소비원 중의 하나인 빛을 관리하기 위한 수많은 연구가 이미 수행되었다[9].

선행연구에서는 사물 인터넷 기술을 활용하여 온도, 습도, CO, CO2 등 실내 환경을 모니터링 하거나[10] 건물 에너지의 모니터링 및 분석 프레임워크를 제안하기도 하였다[11]. 또한 ICBM 기술을 정의하고 ICBM 산업의 육성 전략을 제안[12]하거나 재난안전관리에 적용하고자 제안하였고[13] 에너지 최적 운영시스템에 적용 가능성을 확인하였다[14]. 하지만 ICBM 프레임워크를 실제로 구축하려는 사례는 없었다. ICBM 기술은 데이터 수집부터 정보제공까지 한번에 제공할 수 있는 프레임워크이다. 각각의 세부 요소기술을 살펴보면, 센서 기술, 인터넷 전송기술, DB기술 등 다양한 분야에서 이미 구현되고 활용되던 기술이다. 그러나 각 요소기술이 서로 유기적으로 연결되는 것과 함께 활용하기 쉽도록 하나의 프레임워크로 제시된 것이 가장 큰 특징이다. 예를 들면, 센서를 이용한 데이터수집과 Wi-Fi 전송을 함께 수행할 수 있는 마이크로컨트롤러나, 데이터 받기와 보내기가 수월하도록 Web API가 제공되는 Cloud 등이 특징이다.

또한 앞에서 조사된 연구들은 대부분 건축 디자인 개념 및 사례 제시나, 특별 유지관리 사례 구현을 위한 사

물인터넷 등 기술 적용이 대부분이다. 본 연구는 효율적인 시설물 유지관리 차원에서 ICBM 플랫폼 기술을 적용하기 위해 실제 시스템을 구현하였고, 어떤 효과와 문제점이 있는지에 대해 초점을 맞추었다. 작은 규모의 건축 공간의 정보를 수집하고 이를 ICBM으로 관리할 수 있는 프레임워크를 제안하였다.

3. 실내공간 유지보수 시스템 설계

3.1 유스 케이스 시나리오

앞서 언급한대로 사무 공간에 대한 의미와 활용 형태가 급격하게 변화하고 있다. 따라서 공간을 유지보수 하는 방법도 새롭게 정의되어야 한다. 사용자가 주어진 공간을 점유하는 형태의 기존 사무공간의 경우에는 사용자와 시설관리자와의 피드백에 의해서 유지관리가 이루어졌을 것이다. 또한 온도나 습도, 밝기와 같은 쾌적성 문제는 사용자가 직접 제어하도록 하였다.

공유형 사무공간이나 개방형 공간의 경우에는 공간의 주사용자가 정해져 있지 않다. 공간의 상태에 대해 정보를 줄 수 있는 유지관리의 주체가 없기 때문에 시설물 관리자가 공간의 상태 정보를 얻을 수 있는 방법이 마련되어야 한다.

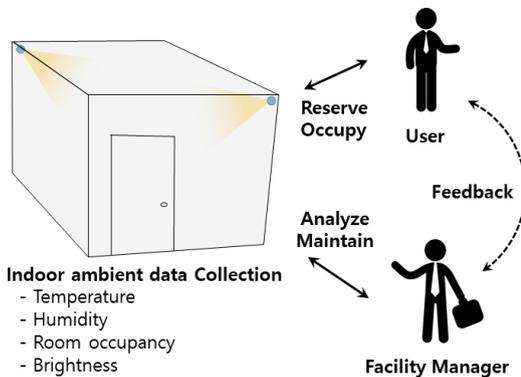


Fig. 1. Use case scenario

시설물 관리자가 공유형, 개방형 공간의 상태 정보를 획득하기 위해 Fig. 1과 같이 사용 사례 시나리오를 구성하였다. 기존에 사용자와 시설관리자와의 피드백에 의해 이루어지던 유지관리의 비중이 점차 낮아지는 대신에, 사물인터넷 디바이스로 수집한 실내 공간 정보를 시

설 관리자가 분석하여 유지보수를 진행하게 된다. 사용자는 공간을 예약하고 점유하기만 하면 되고, 시설물 관리자는 수집된 실내 공간정보를 분석하여 유지관리 할 수 있다.

3.2 ICBM기반 실내공간 Framework

본 연구에서 제안하는 ICBM 기반의 실내 공간 유지보수(FM, Facility Management) 프레임워크는 다음 Table. 1과 같은 요구사항을 만족한다. 실내공간정보를 측정하거나 스캔하여 취득하고, 데이터를 전송한다. 이 실내공간 유지보수 정보는 취합되어 목적에 맞게 분석 및 처리된다.

Table 1. Framework Requirement for FM

Framework Requirement for FM
Indoor condition Sensing / Scan
FM Data Acquisition
FM Data Transmission
FM Data Mining and Processing
Data Reporting

앞에서 기술한 요구사항 프레임워크를 구현하고, 이의 효과 및 고려사항을 도출하기 위해, Fig 2.와 같은 프레임워크를 수행하는 프로토타입을 개발하였다. 이 프로토타입에서는 건축물 실내 FM데이터를 자동 취득하기 위해, ESP8266 기반의 NodeMCU에 온도, 상대습도, 밝기, 제실여부를 측정할 수 있는 센서를 연결한다. ESP8266 칩셋은 TCP/IP 스택을 지원하는 Wi-Fi 기능을 포함하는 마이크로컨트롤러이다. 무선 게이트웨이 즉 Wi-Fi 공유기가 잘 구성되어 있는 실내에서 활용하는 사물인터넷 디바이스 용도로 적당하다.

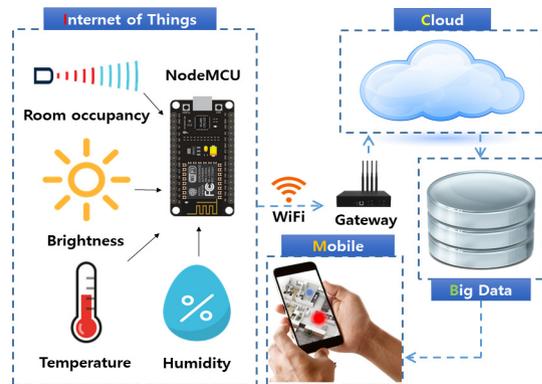


Fig. 2. ICBM based Framework

IoT를 통해 자동으로 취득된 데이터와 기존 유지보수 데이터, 공간정보 등 BIM-FM데이터가 클라우드를 통해 통합된다. 센서로 수집한 빅데이터는 Raw data로 저장되기도 하고 유지보수용으로 의미 있는 공간 정보로 가공된다. 관리자는 모바일을 통해 실내 공간 정보 및 유지관리 사항을 확인 할 수 있다.

4. 실내공간 유지보수 시스템 구현

ESP8266기반의 NodeMCU에 각종 센서와 디스플레이를 연결하였다. NodeMCU는 마이크로컨트롤러가 WiFi 기능이 포함되어 있기 때문에 매우 활용도가 높은 모듈이다. 사물인터넷 디바이스를 구성하는 센서 모듈은 Table. 2와 같다. 온습도 센서로는 DHT22 모듈을 사용하였다. 온도의 경우 -40~80℃ 범위를 0.1℃ 단위로 측정할 수 있고 ±0.5℃의 정밀도를 갖는다.

Table 2. Sensor modules for IoT device

Module	Part	Feature
NodeMCU	Micro Controller	ESP8266 (WiFi) Memory : 128kByte Storage : 4MByte
OLED	Display	128 x 64, I2C
DHT22	Temperature Humidity Sensor	-40~80℃ (±0.5℃) 0~100%RH (±2%RH)
HC-SR04	Ultrasonic sensor	2~400cm, 15degree
CdS	Illuminance sensor	10 bits resolution

상대습도는 0~100%의 범위를 0.1% 단위로 측정하고 ±2%의 정밀도를 갖는다. 밝기는 CdS(황화카드뮴) 센서모듈을 이용해서 측정하였다. 밝기를 1024단계로 나타낼 수 있다. 초음파센서 센서 모듈은 HC-SR04를 사용하였는데 5v의 전원을 입력해야 성능을 발휘할 수 있다.

Fig. 3은 마이크로컨트롤러에 설치된 데이터 수집 소프트웨어의 구조를 단순하게 나타낸 흐름도이다. 이는 C언어로 작성되었고, 각 모듈별로 이미 마련되어 있는 라이브러리를 최대한 활용하였다. 활용된 라이브러리는 Table. 3에 열거하였다. 라이브러리가 정의되면 와이파이에 연결하도록 한다.

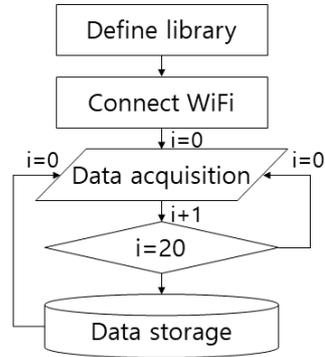


Fig. 3. flowchart of data acquisition

Table 3. Used library for micro-controller software

Purpose	Used library
Temperature and humidity module	DHT.h
WiFi module	ESP8266WiFi.h
	WiFiClient.h
Web API	ThingSpeak.h
Display module	SPI.h
	Wire.h
	Adafruit_GFX.h
	Adafruit_SSD1306.h

와이파이 연결이 완료되면 각각의 센서모듈에서 데이터를 수집하기 시작한다. 매 1초마다 온도, 상대습도, 밝기, 거리 값이 수집된다. 배열로 정의된 변수에 20개의 데이터가 수집되면 통계처리한 후 API를 통해 Thingspeak로 전송한다. 온도, 상대습도와 밝기는 20개 데이터의 평균값을 전송하고, 거리는 최소값을 전송하도록 하였다. 지나가거나 매우 짧은 시간만 머무는 사용자를 인식하기 위함이다.

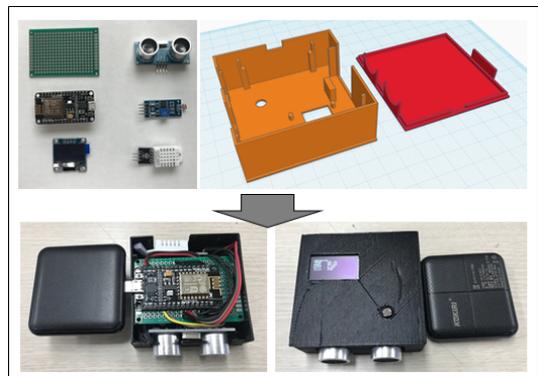


Fig. 4. IoT device fabrication

데이터를 전송하기 위해서는 7-8초 정도 시간이 소요되므로 4개의 데이터 필드를 각각 전송하기 위해서 약 30초 동안 센서가 중지된다. 온도, 상대습도와 밝기 데이터는 1분 정도의 수집 간격은 문제가 없다. 하지만 재실여부를 판단하기 위한 거리 센서의 경우에는 데이터를 전송하는 동안에 지나간 사용자를 검지하지 못할 수도 있게 된다.

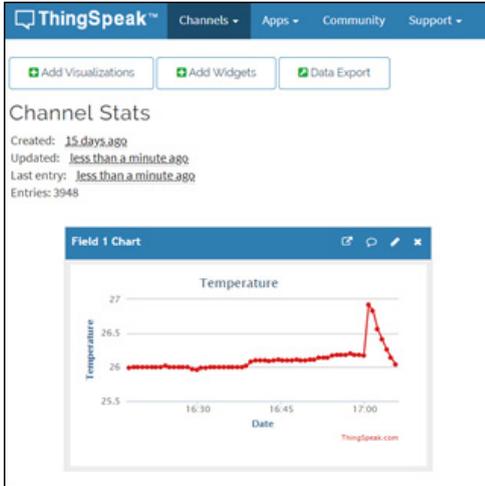


Fig. 5. Data acquisition by web API

Fig. 4와 같이 프로토타입 디바이스를 제작하였다. 앞서 설명한 각 모듈을 연결하고, 3D 프린터로 케이스를 제작하였다. 케이스는 가로 x 세로가 6.5cm x 6.5 cm의 정사각형이고 높이가 2.5cm 이다. 전원은 1000mAh 용량의 배터리를 사용했을 때 약 6시간 동안 작동하였다. 제작된 디바이스는 한국건설기술연구원(경기도 고양시)의 본관동 지하에 위치한 휴게공간에 설치하였다. Thingspeak가 제공하는 API로 데이터를 전송하면 Fig. 5와 같이 데이터가 수집된다.

5. 데이터 수집 결과

데이터 수집 결과 온도, 상대습도 데이터와 밝기값은 안정적으로 수집할 수 있었다. 그러나 초음파센서의 경우에는 데이터가 불안정했는데, 공간이 센서의 성능에 비해서 넓었기 때문인 것으로 예상된다. 센서 특성상 수집되는 이상치를 적절하게 처리할 수 있는 필터링 알고

리즘과 지나다니는 사람을 검지할 수 있는 적정 sampling rate도 고안해야 할 것이다.

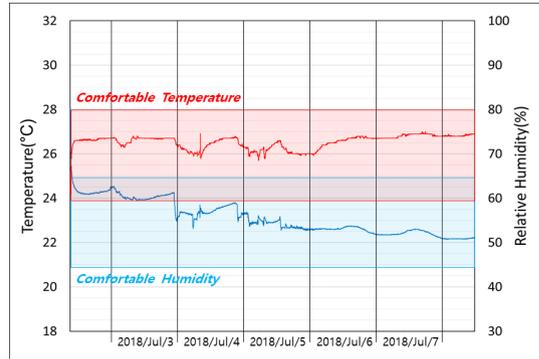


Fig. 6. Plot of temperature and humidity

Fig. 6은 약 6일 동안 수집한 온도와 상대습도데이터를 나타낸 그래프이다. 2018년 7월 7일(토요일)을 기준으로 본다면 주중에는 작은 폭으로 온습도의 변화가 관찰되며, 주말에는 온도와 상대습도가 안정적이다. 공간이 주로 활용되는 주중에 문을 여는 등의 활동에 의해 온도변화가 발생하는 것이다. 다만 설정된 온도에 맞추어 작동하는 에어컨과 지하공간이라는 특성 덕분에 2도 이상 변하지 않는 것을 알 수 있다. 습도도 10% 내에서만 변화한다. 해당 공간의 경우에는 이용자가 없는 시간에도 온습도를 일정하게 유지하고 있다. 본 연구를 진행하면서 공간의 효율성 측면에 대해서 고민해야할 부분이다.

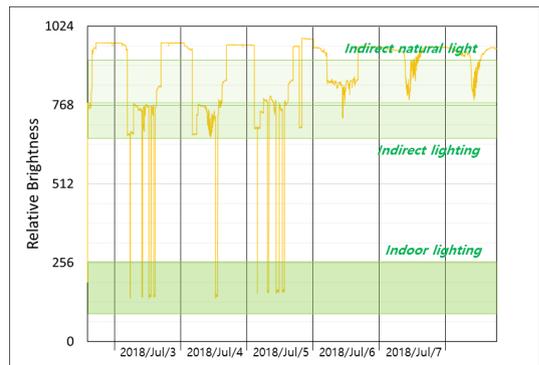


Fig. 7. Plot of relative brightness

Fig. 7은 같은 시간동안 수집한 상대 밝기 값을 나타낸 그래프이다. 디바이스가 설치된 공간은 복도에 접하

고 있고, 유리로 되어있는 지하 공간이다. 또한 복도에는 외부와 직접 연결되는 유리문이 설치되어 있다. 밝기를 보면 공간의 특성과 사용 여부가 확연하게 나타난다. 우선 상대밝기 값이 256 이하로 내려간 부분은 공간의 조명명이 켜져 있는 상태이다. 사용자들이 공간을 이용하고 있는 상태이다. 768 이하의 밝기는 복도의 빛이 유리를 통해서 들어온 정도의 밝기이다. 주중에는 복도가 밝았으나 주말에는 복도볼도 꺼졌고, 외부와 연결된 유리문의 채광에 따라 밝기가 미세하게 바뀌었다. 밝기는 매우 정밀하고, 공간의 상태를 높은 신뢰도로 나타낼 수 있다.

6. 결 론

BIM-FM 통합 기술의 일환으로 스마트 실내 공간 유지보수 시스템 개발을 위해 ICBM 기반의 프레임워크를 제안 하였다. 또한 사물인터넷 디바이스의 프로토타입을 제작하여 실내 공간에 설치하고 Web API를 통해 데이터를 수집하였다.

ICBM으로 구성된 시스템을 활용하여 실내 공간에 대한 정보를 수집하고, 오픈형, 개방형 등 자리가 정해져 있지 않은 사무실 환경에서의 공간유지보수에 활용 할 수 있는 데이터를 수집할 수 있었다. ICBM 프레임워크를 실무에 적용할 수 있는 가능성을 확인하였다.

데이터 수집결과, 사용된 초음파센서의 측정범위가 짧아서 재실여부의 파악은 제한적이였다. 디바이스의 설치위치를 바꾸거나 센서의 개선이 필요하다. 하지만 밝기 정보는 공간의 활용 행태를 충분히 나타내었다. 조명이 켜져있는지 꺼져있는지 확인 할 수 있었고, 주말, 주중의 차이를 확인할 수 있었다. 온도와 상대습도 정보 또한 안정적으로 수집되어 공간의 쾌적성을 평가할 수 있었다.

개선해야할 부분은 다음과 같다. 첫째, WiFi가 포함된 마이크로컨트롤러 한계로 Web API에 데이터를 송신 하는 동안은 센서 데이터를 수집하지 못한다. 둘째, 재실 여부를 판단하기 위한 정밀한 알고리즘이 필요하다. 재실 여부를 초음파 센서로 단순하게 측정하려고 했으나 Sampling rate 가 부족해서 움직이는 사용자를 놓칠 가능성이 있다. 향후 연구에서는 밝기나 온도변화 등을 복합적으로 분석해서 재실 여부를 판단 할 수 있는 알고리즘을 마련해야 한다. 또한 Web API 전송 시에도 센서

데이터를 수집할 수 있도록 사물인터넷 디바이스를 개선 한다면 데이터 품질이 더욱 향상될 수 있을 것이다. 그리고, 추후 연구에는 CO2나 PM2.5 를 측정 할 수 있는 센서를 포함하고, 재실여부를 판단할 수 있는 센서 및 알고리즘을 마련해야 한다.

References

- [1] T.W. Kang, "BIM-based Smart Facility Management Framework for Existing Buildings", *Review of Architecture and Building Science*, Vol.62, No.6 pp.37-42, 2018.
- [2] De Been, I., Beijer, M., "The influence of office type on satisfaction and perceived productivity support." *Journal of Facilities Management* 12, pp.142 - 157, 2014.
- [3] Servaty, R., Perger, G., Harth, V., Mache, S., "Working in a cocoon: (Co)working conditions of office nomads - a health related qualitative study of shared working environments." *Work* 60, pp.527 - 538, 2018. DOI: <https://doi.org/10.3233/WOR-182760>
- [4] England, S., *Active Design: Promoting opportunities for sport and physical activity through good design*. London: Sport England, pp.4.
- [5] Candido, C., Thomas, L., Haddad, S., Zhang, F., Mackey, M., Ye, W., "Designing activity-based workspaces: satisfaction, productivity and physical activity." *Building Research & Information* 47, pp.275-289, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1080/09613218.2018.1476372>
- [6] Engelen, L., Chau, J., Bohn-Goldbaum, E., Young, S., Hespe, D., Bauman, A., "Is Active Design changing the workplace? - A natural pre-post experiment looking at health behaviour and workplace perceptions." *Work* 56, pp.229 - 237, 2017. DOI: <https://doi.org/10.3233/WOR-172483>
- [7] William East, E., Nisbet, N., Liebich, T., "Facility management handover model view." *Journal of computing in civil engineering* 27, pp.61 - 67, 2012.
- [8] van de Werff, T., Niemantsverdriet, K., van Essen, H., Eggen, B., "Evaluating Interface Characteristics for Shared Lighting Systems in the Office Environment" *Proceedings of the 2017 Conference on Designing Interactive Systems*, DIS '17. ACM, New York, NY, USA, pp.209 - 220, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1145/3064663.3064749>
- [9] de Bakker, C., Aries, M., Kort, H., Rosemann, A., "Occupancy-based lighting control in open-plan office spaces: A state-of-the-art review." *Building and Environment* 112, pp.308 - 321, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2016.11.042>
- [10] Marques, G., Pitarma, R., "An Indoor Monitoring System for Ambient Assisted Living Based on Internet of Things Architecture." *International Journal of Environmental Research and Public Health* 13, 1152, 2016. DOI: <https://doi.org/10.3390/ijerph13111152>

- [11] Wei, C., Li, Y., “Design of energy consumption monitoring and energy-saving management system of intelligent building based on the Internet of things.” *2011 International Conference on Electronics, Communications and Control (ICECC)*, pp.3650 - 3652, 2011.
DOI: <https://doi.org/10.1109/ICECC.2011.6066758>
- [12] H.J. Kang “A Study on Disaster Safety Management Policy Using the 4th Industrial Revolution and ICBMS.” *Journal of Digital Contents Society* Vol 18, No 6, pp.1213-1216, 2017.
DOI: <http://dx.doi.org/10.9728/dcs.2017.18.6.1213>
- [13] B.S. Kim, S.M. Rue. “Energy Optimizations System through ICBM”. *Korean Institute of Information Technology* Vol 12, No 2, pp.1-8, 2014.
- [14] S.M. Rue. “Strategy for ICBM Industry Promote and Technology Inroduction”. *Korean Institute of Information Technology* Vol 12, No 2, pp.9-16, 2014.

정 유 석(Yoo-Seok Jung)

[정회원]



- 2014년 2월 : 중앙대학교 토목공학과 (도로 및 교통공학 석사)
- 2015년 4월 ~ 현재 : 한국건설기술연구원 전임연구원

<관심분야>
빅데이터, 사물인터넷

강 태 옥(Tae-Wook Kang)

[정회원]



- 2009년 3월 : 중앙대학교 건설환경공학 (공학박사)
- 2010년 6월 ~ 2011년 5월 : 중앙대 겸임교수
- 2011년 6월 ~ 2012년 6월 : 한길아이티 BIM본부장
- 2012년 7월 ~ 현재 : 한국건설기술연구원 연구위원

<관심분야>
CAD, CAM, BIM, GIS, Computer Graphics, SW공학