

사물인터넷 기반 실내 환경 관제시스템 설계 및 구현

박재운 · 김대식 · 주낙근*

Indoor Environment Monitoring and Controlling System design and implementation based on Internet of Things

Jae-Woon Park · Dae-Sik Kim · Nak-Keun Joo*

Department of Digital Content, Dongshin University, 185, Geonjae-ro, Naju-si, Jeollanam-do 58245, Korea

요 약

오늘날 많은 사람들은 공동의 실내 공간에서 학업이나 업무 등의 다양한 일을 수행한다. 그러나 이렇게 함께 공동으로 사용하는 공간은 여러 가지 오염 요인에 의해 업무의 효율 뿐 아니라 건강에도 좋지 않은 영향을 미치게 될 수 있다. 그래서 무엇보다도 공동으로 사용하는 공간에 대한 쾌적한 환경의 유지가 중요한 요소로 인식되고 있다. 본 논문에서는 이러한 공동으로 사용되는 사무실이나 도서관, 강의실 등의 공간을 보다 쾌적한 환경으로 만들기 위해서 환경적으로 유해한 요소들을 분석하고, 이러한 유해 요소들을 관리하여 보다 좋은 생활환경을 제공하기 위한 통합 실내 환경 관제시스템을 설계 구현한다. 제안된 실내 환경 관제시스템은 실내 환경의 상태를 실시간으로 모니터링 할 수 있고 액추에이터를 구동시킴으로써 쾌적한 환경을 제공할 것이다. 또한, 각종 실내 공간에 적용할 수 있을 뿐만 아니라 사람들의 실내 환경오염 인지도 역시 높이는 방안이 될 것이다.

ABSTRACT

Recently, many people perform jobs including study and work within a common indoor space. Yet this space could have an adverse effect on operational efficiency as well as health because of many pollution factors. So maintaining a pleasant environment in the common space is important. In this thesis we study the integrated environment management system for better living conditions. This system analyzes and manages harmful environmental factors to make more pleasant environment in office, library or classroom. The proposed indoor environment management system will provide a pleasant environment by monitoring the indoor environment and driving the actuator in real time. In addition, it can be applicable to different types of indoor space to reach solutions to raise recognition of indoor environment pollution by people.

키워드 : 실내 환경, 환경 관제 시스템, 사물인터넷, 센서

Key word : Indoor Environment, Environment Monitoring and Controlling System, Internet of Things, Sensor

Received 12 October 2015, Revised 03 November 2015, Accepted 17 November 2015

* Corresponding Author Nak-Keun Joo(E-mail:nkjoo@dsu.ac.kr, Tel:+82-61-330-3355)

Department of Digital Content, Dongshin University, 185, Geonjae-ro, Naju-si, Jeollanam-do 58245, Korea

Open Access <http://dx.doi.org/10.6109/jkiice.2016.20.2.367>

print ISSN: 2234-4772 online ISSN: 2288-4165

©This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License(<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.
Copyright © The Korea Institute of Information and Communication Engineering.

I. 서 론

세계보건기구(WHO)는 실내외 대기오염으로 질병이 증가하면서 2012년 한 해 동안 700만 명이 사망했다는 조사가 보고되어 충격을 주고 있다. 실내외 대기오염 사망자를 야기한 관련 대표적인 질환은 협심증, 뇌졸중, 만성폐쇄성폐질환, 급성하기도폐질환, 폐암 등 5가지이다. 실내외 사망자 수를 비교하면 실내는 430만 명, 실외는 370만 명으로 실내 대기오염으로 인한 사망자 수가 많다는 것을 알 수 있다[1].

일반적으로 실내가 실외보다 안전하다고 생각할 수 있다. 이는 미세먼지, 자동차 배기가스, 공장의 연기 등으로 실내보다 실외가 더 오염됐다고 생각하기 때문이다. 그러나 미국환경보호청(EPA) 보고에 따르면 현대인들은 하루 중 88%를 실내에서 생활하고 7%는 차량에서 실외는 5% 밖에 되지 않은 것으로 나타났다[2]. 게다가 각종 산업 분야에서 에너지 절감 및 효율을 높이기 위해 실내공간이 더욱 밀폐화되고, 복합화합물질로 구성된 재료들을 주로 사용하는 건축자재의 사용이 증가함에 따라 새집증후군(SHS), 건물증후군(SBS), 복합화합물질과민증(MCS)과 같은 실내 공기질 문제가 새로운 환경문제로 대두되고 있다[3].

실내 공기 오염은 그 원인과 영향이 다양하지만 미리 대처한다면 질병 예방 및 피로도 감소, 집중력 향상을 가져올 수 있기 때문에 실내 환경 관리가 중요하다. 쾌적한 실내 환경을 위해서는 환경 요소에 대한 관리기준과 현재 생활공간의 상태를 인지하고 관리방법을 안내해주는 시스템이 필요하다.

실내 환경 관리의 중요성이 대두되면서 환경부는 “다중이용시설 등의 실내공기질관리법”을 개정하여 실내공기질 측정 결과를 보고토록 하고 있고 여러 기관에서 실내 환경에 대한 연구 및 관리방법을 안내하고 있으나, 아직까지 사람들의 인식이 부족하고 관리가 소홀하다. 또한, 현재 환경 상태를 실시간으로 알려주고 자동적으로 관리해주는 시스템이 부족한 실정이다.

따라서 본 연구에서는 센서(Sensor)와 라즈베리파이(RaspberryPi) 기반의 사물인터넷(IoT : Internet of Things) 모델을 제시하고, 센서에서 측정된 데이터를 라즈베리파이를 이용하여 사용자에게 실시간 모니터링 서비스를 제공함으로써, 실내 환경 상태 조회 및 관리할 수 있는 관계시스템을 구현하고자 한다.

제 2장에서는 실내 환경 관련 연구와 환경요소의 특성 및 사물인터넷에 대해 살펴보고 제 3장, 4장에서는 실내 환경 관계시스템 설계와 구현 현황을 설명한다. 마지막으로 제 5장에서는 본 논문에 대한 결론에 대해 서술한다.

II. 관련 연구

2.1. 실내 환경 관리 현황

실내 환경에 대한 중요성이 대두되면서 많은 연구 및 시스템이 개발되고 있다.

환경부에서는 “다중이용시설 등의 실내공기질관리법”을 개정하여 시행하고 있다. 적용대상 시설은 지하역사, 지하도 상가, 도서관, 미술관, 찜질방, 의료시설, 보육시설, 산후조리원 등이고 실내 공기질 유지기준(미세먼지, 이산화탄소, 폼알데하이드, 총부유세균, 일산화탄소)과 권고기준(이산화질소, 라돈, 총휘발성유기화합물, 석면, 오존)을 각각 설정하여 해당 시설의 체크와 관리자의 시행을 권고하고 있다[4].

공기오염도 측정을 위한 센서와 측정 데이터 처리를 위한 보드에 대한 기술이 발전됨에 따라 사물인터넷을 이용한 관리 시스템이 다양한 분야에서 개발되고 있다. 대표적으로 마블랩스 회사에 맘스어는 신생아와 산모에게 쾌적한 환경을 제공하기 위해 개발된 제품이다. 방식은 센서로부터 실내 대기정보를 측정하여 IoT디바이스의 LED 색상으로 실시간 모니터링 할 수 있고 스마트폰 앱을 통해 대기환경을 시각적으로 표시해 준다. 부족한점은 단순히 사용자에게 대기상태를 알려주는 정도이며 자동적으로 환풍기 등의 제어장치를 작동시키지 않는다. 또한, 특정 공간에 한정되어 학교 같은 여러 공간을 관리하기는 한계가 있다.

2.2. 환경 요소의 특성 및 관리 방법

이산화탄소는 무색, 무취의 기체로 압력을 가하면 쉽게 액화된다. 정상적으로 대기 중에 0.03% 정도 포함되어 있고 사람이나 동물의 호흡에 의해 주로 배출되며, 가스, 석유, 나무 등의 연료가 연소될 때 발생하는 물질이다. 실내에서 주요 발생원은 난방기구 및 취사도구의 사용, 흡연과 오염된 실외공기의 유입 등이다. 이산화탄소의 유지기준은 1,000ppm 이하이며 관리방법은 주

기적인 실내 환기이다. 환기시간은 저녁 늦게나 새벽시간에는 대기가 침체되어 오염물질이 정체되어 있을 수 있으니 오전 10시부터 오후 9시 이전에 하는 것이 좋다 [2].

Table. 1 Human [2]impact of CO2[2]

| density(%) | influence |
|------------|---|
| 0.07 | multitude allowable concentration |
| 0.1 | typical allowable concentration |
| 0.2 ~ 0.5 | pretty bad condition |
| 0.5 이상 | best poor condition |
| 4 ~ 5 | depth of respiration, increase number |
| 8 전후 | difficulty breathing, facial flushing, headache |
| 18 이상 | critical condition |

먼지는 대략 0.005-500 μ m의 크기를 가지고 있으며, 이중 작고, 가늘면서 지름이 10 μ m 이하인 먼지입자를 미세먼지(PM10)이라고 한다. 대도시의 경우 70% 이상이 자동차 배기가스에서 발생하고, 그 외에는 산업체의 배출 가스 등에 의해 발생되며, 실내의 오염원으로는 흡연 및 난방 또는 취사와 관련된 연소 작용과 그 외 생활용품 등에 의해서 발생된다. 미세먼지의 유지기준은 100-150 μ g/m³ 이하이며 농도가 높은 날은 실외활동을 자제하고 창문을 닫으며 주기적인 물청소가 필요하다[2].

Table. 2 Human impacts of fine dust[2]

| density(μ g/m ³) | exposure tume | influence |
|-----------------------------------|---------------|---|
| 100 | 1 year | chronic bronchitis rate increases |
| 150 | 24 time | infirm elderly death increase |
| 300 over | - | acute exacerbation of bronchitis patients |

적정 실내 온-습도 유지가 필요하다. 실내가 건조하면 다양한 질환을 일으키며, 실내가 습하면 다양한 미생물들이 번식 할 수 있다. 따라서 항상 적절한 습도와 온도를 유지해야 한다.

Table. 3 Optimal indoor temperature and humidity[4]

| division | summer | Spring, autumn | winter |
|----------------|---------|----------------|---------|
| temperature(℃) | 24 ~ 28 | 19 ~ 23 | 18 ~ 20 |
| humidity(%) | 60 | 50 | 40 |

2.3. 사물인터넷의 개념 및 시장

정보통신기술진흥센터에서는 그림 1과 같이 2015년 ICT 산업 10대 이슈 중 사물인터넷 성장 및 경쟁 가속을 Top 이슈로 발표하였다. 이처럼 IoT가 사회 저변으로 확대되어 간다는 것을 알 수 있다.

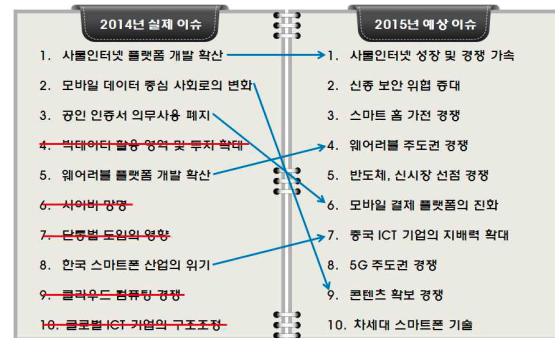


Fig. 1 2015 ICT Industry anticipated 10 issues[5]

사물인터넷(Internet of Things)이란 인터넷을 기반으로 세상의 모든 사물을 연결하여 사람과 사물, 사물과 사물 간의 정보를 상호 소통하는 지능형 기술 및 서비스를 말한다[6]. 일상생활에서 사용하는 전자기기, 가전제품 같은 다양한 사물들을 네트워크로 공유하여 언제 어디서나 시간과 장소에 구애 받지 않고 제어 및 관리 할 수 있다. 지금까지는 사람이 직접 기기들을 제어 하여 정보습득 및 관리를 하였으나, 사물인터넷이 발전 되면 사람의 개입 없이도 기기들 간에 데이터를 공유하여 생활을 편리하게 해준다.

IT 시장조사업체 가트너(Gartner)는 2009년 인터넷에 연결된 기기가 25억 대 수준에서 2020년에는 인터넷과 연결된 기기의 수가 300억대까지 늘어날 것이며, 관련 시장 규모는 3,090억 달러, 총 경제 부가가치 또한 1조 9,000억 달러로 급성장할 것으로 예측했다[7]. 이처럼 사물인터넷 분야는 웨어러블기기, 스마트홈, 스마트카 등으로 다양하게 발전될 것이며 실생활을 건강하게 편리하게 해줄 것이다.

III. 실내 환경 관제시스템 설계

본 논문에서 설계 및 구현하고자 하는 통합 실내 환경 관제시스템은 실내 환경에 유해한 요소들을 측정하

고, 이를 토대로 유해 환경을 자동으로 모니터링 및 개선해주는 시스템이다.

이 시스템은 그림 2와 같이 먼저 환경에 유해한 영향을 미칠 수 있는 요소들을 센서를 통하여 수집하고 서버로 전송하며, 상황에 따라 액추에이터를 구동시킬 수 있도록 MCU를 사용한다. 이 시스템의 서버에서는 주기적으로 MCU로부터 전달된 센서 정보들을 저장할 뿐만 아니라, 정보들로부터 유해 정도를 판단하여 실시간으로 여러 장치들을 제어하기 위한 제어정보를 MCU로 전달하여 액추에이터를 구동시킨다. 또 향후 데이터의 통합적인 관리를 위해 DB에 저장한다. 이 관제시스템은 실시간으로 관리자나 사용자들이 웹 환경에서 일반 PC나 스마트폰을 통해 여러 가지 정보를 확인하고 액추에이터 작동으로 쾌적한 환경을 제공하며 여러 장소를 관리 할 수 있도록 설계되었다.

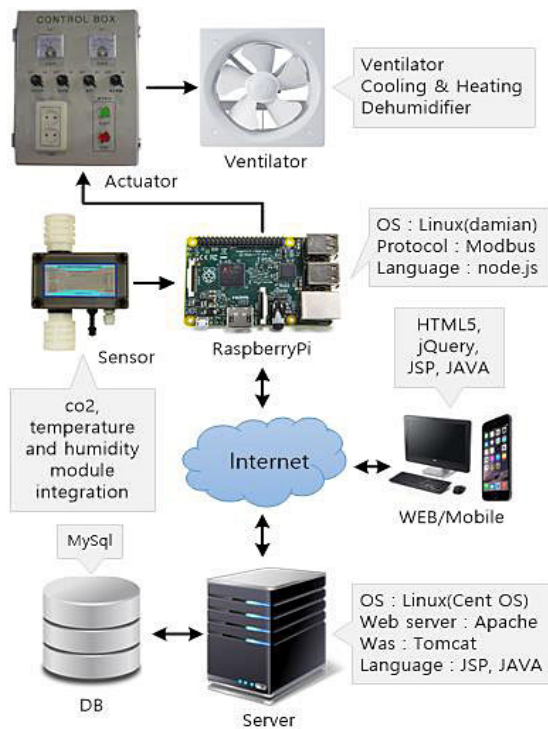


Fig. 2 System configuration

그림 3은 MCU가 센서로부터 값을 읽는 알고리즘과 액추에이터를 제어하는 알고리즘이다.

센서로부터 값을 읽는 알고리즘은 센서를 연결한 후

시리얼포트를 오픈한다. 30분 단위로 센서에 신호를 보내어 데이터를 요청한다. 센서로부터 이벤트가 발생되면 전송된 값을 읽어 들인다. 그 값을 웹서버로 전송하기 위해 소켓을 연결 한 후 데이터가 전송되면 소켓을 닫는다.

액추에이터를 제어하는 알고리즘은 웹서버로부터 값을 받기 위해 소켓을 생성한다. 소켓을 이용하여 웹서버로부터 값이 들어오면 알맞은 형식으로 데이터를 파싱하여 액추에이터 기기와 ON, OFF를 설정한다. 그 후 전달받은 값에 따라 해당하는 액추에이터를 제어하고 그 결과 값을 웹서버로 보낸다. 그리고 생성한 소켓을 닫는다.

```

readFromSensor()
{
    connect sensor;
    open serial port;
    while(true) {
        send request signal to sensor;
        wait for event from sensor;
        if( event received ) {
            read value from sensor;
            connect web server socket;
            send data to web server;
            disconnect socket;
        }
    }
    delay(30minute);
}

controlActuator()
{
    create web server socket;
    read value from web server;
    parsing data;
    control actuator and
    receive the result from actuator;
    send the result to web server;
    disconnect web server socket;
}
    
```

Fig. 3 Algorithm for MCU to read from sensor and control actuator

웹서버는 MCU로부터 전송된 센서 데이터를 DB에 저장하고 상황에 따라 액추에이터를 작동하고 그 결과 값을 MCU에 전달한다.

이를 위한 알고리즘은 그림 4와 같이 서버를 생성하고 MCU로부터 데이터를 전송 받기 위해 소켓을 생성한다. MCU로부터 전달받은 데이터를 가공하여 장소, 시간, CO2, 온도, 습도 등의 값을 추출한다. 추출된 값은 DB에 저장한다. DB로부터 장소에 대한 제어 설정이 자동인지 수동인지 체크한다.

자동이면 DB에서 기준치 데이터를 읽어들이 센서로부터 전달받은 데이터가 기준치보다 높으면 MCU로 제어신호를 보낸다. 수동은 웹프로그램에서 전달받은 신호로 무조건 MCU로 제어신호를 보낸다. 그리고 소켓을 닫는다.

```

sensedDataProcess()
{
    creat server;
    while(true) {
        create socket;
        receive data from MCU;
        parsing received data;
        insert received data into DB;
        read automatic or manual condition
            from DB for each site;
        if( automatic control ) {
            search fixed data in DB;
            if(received data > fixed data) {
                send signal to MCU;
            }
        } else {
            send signal to MCU;
        }
        close socket;
    }
}
    
```

Fig. 4 Algorithm for web server

환경요소 데이터를 측정하기 위해서는 센서가 필요하다. 센서란 직접 피측정 대상에 접촉하거나 그 가까이서 데이터를 알아내어 필요한 정보를 신호로 전달하는 장치를 총칭해서 센서(감지기)라 한다[6]. 시스템 구현을 위해 선택한 센서는 CO2, 온도, 습도를 측정할 수 있는 통합형 모듈로 RS-485통신을 이용하여 측정 데이터를 받아들 수 있다.

Table. 4 Sensor specification

| item | CO ₂ | tempera ture | humidity |
|--------------------|---|------------------|----------------|
| measuring range | 0 ~ 10000ppm | -25.0 ~ 85.0℃ | 0 ~99.9 %RH |
| display range | 0 ~ 9999ppm | | |
| Accuracy | ±60ppm, ±3% | ±0.3℃ | ±2%RH |
| response time | 0~80% < 30Sec | 5 ~ 30Sec | 8Sec |
| signal interval | 2.0 Seconds (demand transmission possible) | | |

사물인터넷을 위한 MCU로 라즈베리파이2를 선택하였다. 이유는 대중적인 아두이노에 비해 자체적인 운영체제를 설치할 수 있어 직접 프로그래밍 하여 측정 데이터 처리 및 외부기기 제어가 용이하기 때문이다. 라즈베리파이2에는 비디오 출력을 위한 RCA와 HDMI 포트와 오디오 포트가 있다. 또 통신에 활용되는 LAN 포트가 있으며 USB 포트를 통해 키보드나 마우스와 연결할 수 있다. 다수의 GPIO와 LED가 있다. 저장장치로는 SD카드 슬롯과 프로세서의 512MB RAM이 있으며 프로세서에는 CPU와 GPU가 함께 들어있다. 센서에서 측정된 데이터를 라즈베리파이2로 전송하여 가공 및 저장해야 한다. 이를 위해 센서와 라즈베리파이2를 연결해 주는 RS-485 컨버터가 필요하다.

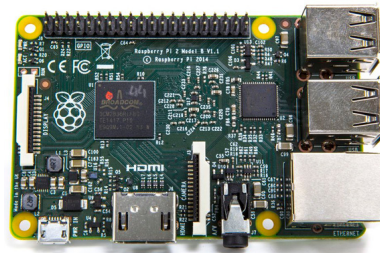


Fig. 5 RaspberryPi 2 board

IV. 실내 환경 관제시스템 구현

4.1. 측정 데이터 및 제어 처리 기능

라즈베리파이에는 가장 최적화된 운영체제인 리눅스 데미안을 설치하였고 프로그램은 node.js로 구현되었다. node.js의 serialport 모듈은 센서와 연결하여 측정

데이터를 가져올 수 있고, onoff 모듈을 이용하여 라즈베리파이 내 GPIO에 신호를 주어 액추에이터를 작동시킬 수 있다. 또한, net 모듈을 이용하여 소켓통신이 가능하며 자체 웹서버를 가동하여 데이터를 전달받을 수 있다. 특정 주기로 측정된 데이터는 소켓통신을 이용하여 서버로 전송되고 해당 데이터를 저장한다. 또한, 수동 또는 자동으로 제어신호를 라즈베리파이에 전달하여 액추에이터를 작동시킬 수 있다. 서버의 운영체제는 레드햇계열인 CentOS를 설치하였고 JAVA로 구현되어 있으며 DB는 MySql이다.

4.2. 상세 모니터링 기능

측정된 데이터를 조회, 관리하기 위해서는 언제 어디서든 실시간으로 모니터링 할 수 있는 웹사이트가 필요하다. 이를 위해 jQuery 기반의 관제시스템을 구축하였다. 개발언어는 java, jsp, jQuery, javascript, HTML5로 구현되었고, UI는 jQuery UI, jqgrid, jqplot를 사용하였다. 그리고 반응형웹으로 구현하여 모바일 등 다양한 디바이스에 최적화 화면을 제공한다.

관제시스템의 상세 모니터링 기능은 그림 6과 같이 다섯 가지로 구분된다. 첫 번째로 권한이 있는 사용자만 접근 가능하며 모니터링 및 액추에이터를 작동시킬 수 있다. 두 번째로 최근 측정된 CO₂, 온도, 습도를 수치로 보여주며 현재 환경 상태를 그림으로 표시하여 직관적으로 판단할 수 있다. 또한, 액추에이터 ON, OFF 상태를 표시해 주며 켜고 끌 수 있다. 세 번째로 CO₂, 온도, 습도별로 측정 추이를 그래프로 표현하여 환경 변화 상태를 알 수 있다. 네 번째로 액추에이터 작동 이력을 조회할 수 있다. 다섯 번째로 원활한 관제시스템 사용을 위한 기본적인 설정 부분으로 보드, 센서, 장소, 사용자, 기준치를 관리할 수 있다.

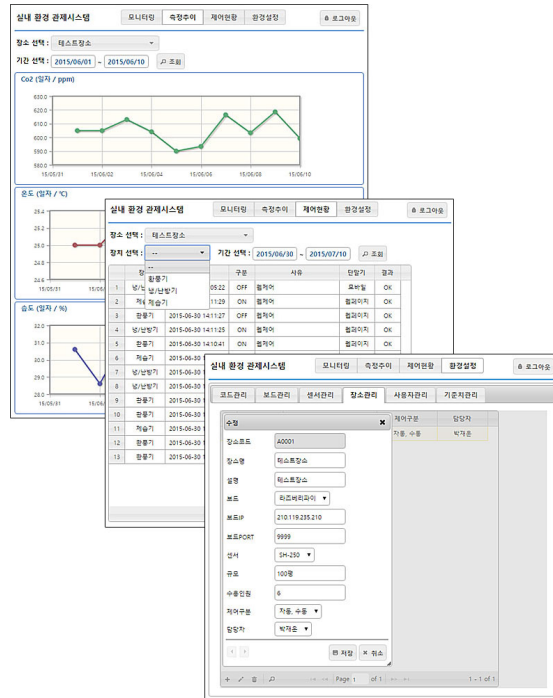
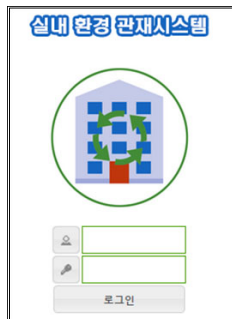


Fig. 6 Control system software

4.3. 검증 및 평가

검증은 다중이용시설인 교내 강의실에서 약 2주간 진행했다. 센서로부터 데이터가 그림 7과 같이 30분마다 주기적으로 전송되었으며 오염물질인 CO₂와 온도, 습도에 대한 실내공기질 측정 테스트를 수행하였다.

측정 결과 강의 시작 전 CO₂의 농도는 585ppm으로 환경부에서 지정한 평균농도보다 낮았으나, 강의 시작 후 밀폐된 공간에서 CO₂ 배출량이 증가하지만 환기가 되지 않아, 최대 2384ppm까지 증가하는 것을 확인할 수 있다. 이는 기준치를 훨씬 넘는 수치이며 불쾌감, 피로감, 집중력 저하 등의 현상을 발생시킬 수 있다. 쾌적한 환경을 위해 그림 8과 같이 환기 이후 CO₂ 농도가 낮아지는 것을 볼 수 있었다.

| lid | co2 | temp | humi | sensor_read_date |
|-------|---------|-------|-------|---------------------|
| A0001 | 447.00 | 25.90 | 42.30 | 2015-09-14 07:59:37 |
| A0001 | 447.00 | 25.90 | 42.10 | 2015-09-14 08:29:37 |
| A0001 | 453.00 | 26.00 | 42.20 | 2015-09-14 08:59:37 |
| A0001 | 447.00 | 26.10 | 42.20 | 2015-09-14 09:29:38 |
| A0001 | 585.00 | 26.20 | 42.30 | 2015-09-14 09:59:38 |
| A0001 | 1244.00 | 22.20 | 49.80 | 2015-09-14 10:29:38 |
| A0001 | 1619.00 | 21.80 | 51.20 | 2015-09-14 10:59:38 |
| A0001 | 1970.00 | 21.70 | 51.70 | 2015-09-14 11:29:38 |
| A0001 | 2384.00 | 21.70 | 51.40 | 2015-09-14 11:59:38 |
| A0001 | 1921.00 | 21.40 | 55.80 | 2015-09-14 12:29:38 |
| A0001 | 1498.00 | 21.60 | 55.00 | 2015-09-14 12:59:41 |
| A0001 | 822.00 | 21.60 | 48.50 | 2015-09-14 13:29:39 |
| A0001 | 474.00 | 22.10 | 47.80 | 2015-09-14 13:59:39 |
| A0001 | 772.00 | 22.80 | 47.90 | 2015-09-14 14:29:39 |

Fig. 7 Sensing data

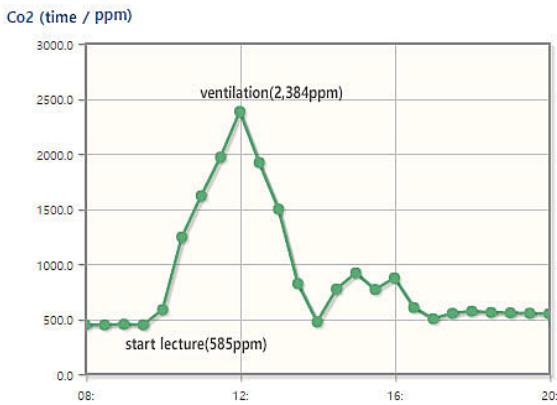


Fig. 8 CO₂ Measurement variation graph

검증을 위해 교내 강의실에 설치한 모습은 그림 9, 그림 10과 같다.



Fig. 9 Control system hardware



Fig. 10 Classroom Installation view

V. 결 론

본 연구에서는 실내 환경오염에 의한 질병을 감소시키고 쾌적한 상태를 유지하기 위해 사물인터넷 기반 실내 환경 관제시스템을 구축했다. 제안된 시스템은 CO₂, 온도, 습도를 측정할 수 있는 센서와 측정 데이터를 처리하는 라즈베리파이2, 측정 데이터 조회 및 관리할 수 있는 서버로 구성되어 있다. 또한, 언제 어디서나 측정 데이터 모니터링 및 액추에이터 제어를 가능하게 하였다. 본 논문의 시스템을 활용하여 어린이집이나 도서관, 병원 같은 각종 다중이용시설에 활용할 수 있다.

향후 시스템 보완 사항은 먼지, VOCs 등을 측정할 수 있는 센서를 추가하여 다양한 정보를 제공하고, MCU에 카메라를 장착하여 액추에이터 정상작동 여부를 확인할 수 있도록 할 것이다. 또한, DB를 비관계형 데이터베이스인 MongoDB로 변경하여 실내 환경을 체계적인 관리 및 시기별 환경상태를 예측할 수 있는 빅데이터에 활용하고자 한다. 연구과제로는 신뢰성 높은 측정을 위해 최적의 센서 위치에 대한 연구가 더 필요할 것으로 사료된다.

REFERENCED

- [1] E. Y. Choi, "Air Pollution, Global worst killer," *Asian Citizen's Center for Environment and Health*, pp. 1, Mar. 2014.
- [2] B. Y. Hwang, "Evaluation on the Level of Indoor Air Pollutants at Public Facilities and Development of Surveillance System on Indoor Air Pollutants," *Soon Chun Hyang University : Research services businesses Final Report*, 2008.
- [3] Living Environment Information Center. Indoor environmental [Internet]. Available: https://iaqinfo.nier.go.kr/leinfo/indoor_efine.do
- [4] Y. Y. Lee, "A Study on Indoor Air Pollution Characterization and Management," *University Of Seoul : Final Report*, 2002.
- [5] "ICT industry 10 issues in 2015," *Institute for Information & communication Technology Promotion*, p. 9, 2014.
- [6] Doopedia Internet search site (<http://www.doopedia.co.kr>)
- [7] S. H. Lee, "Study for overseas expansion of the internet of things," *DeltaTech International : Korea Communications Policy Research*, vol. 14, no. 35, p. 39, 2014.



박재운(Jae-Woon Park)

2006년 2월: 동신대학교 컴퓨터디지털영상학부 웹마스터전공 (이학사)
2013년 8월 ~ 현재: 동신대학교 디지털콘텐츠학과 석사과정
※관심분야 : IoT



김대식(Dae-Sik Kim)

1980년 2월: 전남대학교 수학교육학과 (이학사)
1982년 2월: 전남대학교 대학원 수학과 (이학석사)
1987년 7월: 전북대학교 대학원 수학과 (이학박사)
1987년 3월 ~ 현재: 동신대학교 디지털콘텐츠학과 교수
※관심분야 : 암호학



주낙근(Nak-Keun Joo)

1985년 2월: 전남대학교 계산통계학과 (이학사)
1987년 2월: 전남대학교 대학원 계산통계학과 (이학석사)
1995년 2월: 전남대학교 대학원 전산통계학과 (이학박사)
1991년 9월 ~ 현재: 동신대학교 디지털콘텐츠학과 교수
※관심분야 : IoT, 컴퓨터 알고리즘