

사용자가 원격 제어하는 블루투스 기반 스마트 홈 IoT 시스템 구현

이 정 현¹ · 김 형욱¹ · 김 동 회^{2*}

¹강원대학교 IT대학 전기전자공학과 학사과정

²강원대학교 IT대학 전기전자공학과 교수

Implementation of a Smart Home IoT system based on Bluetooth controlled by Users

Jung-Hyun Lee¹ · Hyung-Wook Kim¹ · Dong-Hoi Kim^{2*}

¹Undergraduate, Electrical and Electronic Engineering, IT College, Kangwon National University, Chuncheon, Korea

²Professor, Electrical and Electronic Engineering, IT College, Kangwon National University, Chuncheon, Korea

[요 약]

본 논문에서는 사용자가 제어하고 접근하기 쉬운 저비용이면서 고성능을 가진 블루투스 기반 스마트 홈 IoT(Internet of Things) 시스템을 구현하였다. 기존에 공기질 측정을 할 경우에 각각의 공기질 측정기들이 별도로 필요하거나 고가의 상용 홈 IoT 시스템을 구입해야 한다. 개별 공기질 측정기로는 여러 가지 공기질 데이터를 수집하는 과정도 복잡하게 되었다. 제안하는 시스템은 하나에 키트에 많은 공기질 측정 데이터를 한 번에 추출이 가능하며 이 데이터를 어플을 이용해 원격제어하고 시각화하였다. 구현된 시스템의 실험결과로부터 기존 상용 SK aircube의 온습도 센서, 이산화탄소 센서, 미세먼지 센서의 측정된 값과 비교하여 유사한 성능으로 확인하였다. 하지만 제안한 시스템은 일산화탄소와 같은 새로운 데이터도 추가로 측정할 수 있고 블루투스를 이용해 어플로 사용자가 한 개의 키드로 모든 공기질 측정을 간편하게 원격 제어하는 새로운 홈 IoT 시스템의 구현을 포함하고 있다.

[Abstract]

In this paper, we implemented a Bluetooth-based smart home IoT system with low cost and high performance that an user can easily control and access. Heretofore, if the measurement of air quality is required, individual air quality meter is separately needed or high-priced commercial home IoT system has to be bought. Also, the process of collecting many air quality data as the individual air quality meter is complicated. The proposed system can extract many air quality data into a kit in one at a time, and this data has been visualized as an application on mobile. From the experimental results of the implemented system, we found that the fine dust, carbon dioxide, and temperature and humidity values measured by the proposed system are similar to the values measured by the existing commercial SKaircube. However, the proposed system can additionally measure a carbon monoxide data and contains the implementation of a home IoT system that allows users to control easily and remotely the indoor environment using Bluetooth on mobile.

색인어 : 블루투스 통신, 홈 IoT, 아두이노, 모바일 어플, 공기질

Key word : Bluetooth communications, Home IoT, Arduino, Mobile application, Air quality

<http://dx.doi.org/10.9728/dcs.2021.22.2.331>



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.

Received 03 December 2020; Revised 01 January 2021

Accepted 20 January 2021

*Corresponding Author; Dong-Hoi Kim

Tel: +82-33-250-6349

E-mail: donghk@kangwon.ac.kr

I. 서론

4차 산업혁명의 핵심은 인공지능, 로봇공학, 사물인터넷과 같은 6대 분야로 나뉜다. 그 중 인공지능과 IoT의 융합은 스마트 홈 IoT 분야의 발전을 빠르게 만들어 주었다. 스마트 홈 분야의 발전 속도 또한 빠른 성장세이다. 홈 IoT분야의 해마다 43%씩 빠르게 상승하고 있다[1]. 이에 따라 한국 기업에서도 KT의 GIGA 지니나 LG의 NUGU가 나오게 되었다. 해외 시장 중 미국은 스마트 홈의 가장 큰 시장이다. 이러한 미국 시장의 소비자들을 대상으로 선호도를 조사통계를 보면 42%가 카메라 보안을 33%가 연기감지 알람 센서로 2위를 차지하였다[2].

하지만 건축 환경에서 홈 IoT가 적용되는 분야는 매우 한정되어 있다. 코로나 19로 사람들은 재택근무나 홈 트레이닝 학습의 공간으로 집을 이용하는 경우가 확대되고 있다. 포스트 코로나는 주거의 인식을 바꾸고 있다. 쉬고 자는 공간에서 일, 여가, 학습의 역할이 더해진 것이다. 사람들은 실내에 90%이상 거주하고 호흡의 84%가 실내 공기이다[3]. 또한 최근 미세먼지 문제는 아직도 뚜렷한 해결책을 제시하지 못하고 있다. 이렇듯 실내 공기의 질은 사람들의 집중력과 건강을 좌우 한다고 해도 과언이 아니다. 또한 기존에는 공기질 측정을 할 경우에 각각의 공기질 측정기들이 개별적으로 필요하거나 고가의 상용 홈 IoT 시스템을 구입해야 하였다. 개별 공기질 측정기 들을 이용한 경우에는 여러 가지 공기질 측정 데이터를 취합하는 보는 것도 쉽지 않았다.

홈 IoT 시스템은 IoT 분야 중에 가장 흔하게 사용되고 있는 분야로 라즈베리파이를 이용하여 통합 플랫폼 CCTV와 홈 IoT 시스템은 구현한 연구[4]와 방법모드를 추가한 WiFi 기반 스마트 홈 IoT 시스템 구현한 연구[5]가 있었다. 또한 무선센서네트워킹 기반 공기질 측정에 관한 연구[6]와 휴대용 공기질 측정 시스템에 대한 연구도 있었다.

본 논문에서는 저비용이면서도 고성능의 실내환경 측정기를 구현한 스마트 홈 시스템을 제안하였다. 본 논문의 목표는 사용자가 사용할 수 있는 공기질 측정기에 대해 연구해 보는 것이다. 또한 한 걸음 더 나아가 공기질 키트를 이용하여 사용자에게 정보를 제공하고 사용자가 실내 환경을 저전력 블루투스 통신을 이용해 집을 제어하는 방법에 대해 연구가 필요하게 된다.

제안하는 시스템의 차별성은 기존의 상용제품이 가지고 있던 기능 뿐 아니라 일산화탄소측정, 창문 on/off, 환기팬 on/off의 추가 기능 등을 한 개의 키트와 모바일 앱을 통해 효율적으로 제어하는 더 편리한 스마트 홈 시스템이라고 할 수 있다. 다시 말해서, 사용자가 한 개의 키트로 8가지의 공기질을 측정하고 8가지의 화면 메뉴를 제공하는 모바일 앱을 사용하여 10미터 안팎의 초단거리에서 저전력통신인 블루투스로 서버 모터를 통해 창문 및 환기 on/off를 원격 제어함으로써 기존의 시스템보다 더 많은 공기질 측정을 스마트폰 앱을 이용해 더 편리하게 이용할 수 있는 스마트 홈 IoT 시스템이라고 볼 수 있다.

본 논문은 다음과 같이 구성되었다. II장에서는 기존의 스마트 홈 IoT 시스템을 기술하고 III장에서는 제안하는 스마트 홈

IoT 시스템 기능 동작 알고리즘을 소개하고 IV장에서는 제안하는 스마트 홈 IoT 시스템 구현 및 시스템 구성도를 소개하였고 V장에서는 제안하는 스마트 홈 IoT 시스템의 실험결과를 소개한다. 마지막 VI장에서는 본 논문의 결론을 맺는다.

II. 기존의 스마트 홈 IoT 시스템

기존의 IoT 시스템은 많은 분야에서 연구가 활발하다. 수송/운송, 에너지, 제조, 건강, 공공기관, 금융, 홈 IoT 분야 등에서 활용되고 있다. 본 논문에서 다루는 분야인 홈 IoT 분야에서는 모바일 장치를 통해 원격으로 건물 안의 시스템을 제어하는 기능을 제공한다. 최근에는 홈 IoT 시스템은 보안 분야에서도 많이 연구되고 있다. 모바일 폰으로 맥내에 설치한 CCTV를 통하여 외부 침입여부를 확인할 수 있고 가스밸브 잠금, 누전기 차단, 콘센트 차단 등등을 원격으로 제어할 수도 할 수 있다[7].

본 논문은 현재 기존에 있는 IoT 기능 중 홈 IoT 서비스 기능을 블루투스 통신과 아두이노 우노, 모바일 앱을 통해 구현하였다. 이러한 부분과 더불어 공기질 개선하기 위해서는 공기질 키트의 필요성을 느꼈다. 따로 외부의 전원을 공급받기 때문에 하나의 측정기로 실내 어디서든 공기의 질을 측정할 수 있도록 만든 것이다.

본 논문에서 제안하는 것은 사용자가 직접 원하는 기능을 선택하여 실행 명령을 내리면 스마트 홈 IoT 시스템은 사용자가 선택한 기능을 수행하게 된다. 현재 집 상태 또는 환경에 따라 모바일 앱에 정보를 표시하고 사용자의 제어에 따라서 스마트 홈 IoT 시스템 기능을 하게 된다.

III. 제안하는 스마트 홈 IoT 시스템의 전체 동작

본 논문에서 제안하는 블루투스 통신 방식은 휴대폰, 노트북, 이어폰, 헤드폰 등의 휴대기기를 서로 연결해 정보를 교환하는 근거리 무선 기술 표준을 뜻한다. 주로 10미터 안팎의 초단거리에서 저전력 무선 연결이 필요할 때 쓰인다. 블루투스 2.0은 최대 3Mbps, 블루투스 3.0은 최대 24Mbps까지 속도가 올라갔다. 블루투스를 대체할 경쟁 기술로 와이파이가 디렉트가 있다. 와이파이가 디렉트는 인터넷망 없이 휴대기기 간 직접 연결해 통신할 수 있는 기술로 기존 와이파이에 버금가는 빠른 속도가 장점이다. 하지만 그만큼 전력 소모는 심하기 때문에 휴대용 공기질 측정기를 구현하는데 배터리가 빨리 소모되는 단점이 있었다. 따라서 본 논문에서는 저 전력인 블루투스 HC-06을 채택하였다.

그림 1은 제안한 시스템의 구성에 대한 구체적인 설명을 보여주고 있다. 제안한 시스템은 집안의 온습도와 미세먼지, 이산화탄소, 일산화탄소 값 등의 6가지 공기질을 측정하는 공기질 키트, 측정된 값에 따라서 텍스트와 사진을 화면형태로 보여주는 모바일 앱, 스마트폰과 블루투스로 연동하면서 서버 모터를 이용하여 집안 환기와 창문열기의 동작을 실행하는 스마트 홈 제어의 3가지 기능으로 분류할 수 있다.

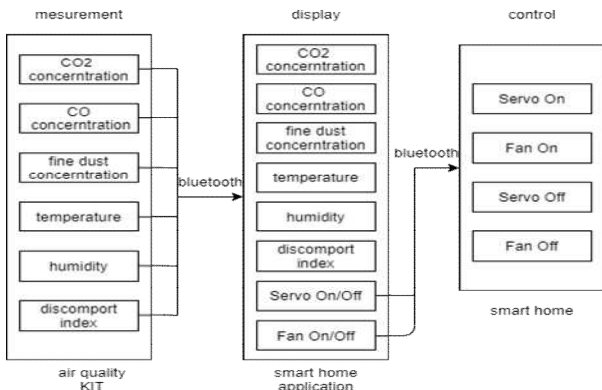


그림 1. 제안하는 작품의 전체 동작 다이어그램
Fig. 1. Overall operation diagram Of the proposed work

먼저, 공기질 키트에서는 6가지의 공기질 측정을 담당하고 모바일 어플에서는 8가지의 화면 메뉴가 제공된다. 마지막으로 스마트폰과 블루투스 통신을 통해 원격 제어되는 스마트 홈 제어 기능을 통해 서보모터와 팬의 on/off가 제공된다. [9]

그림 2는 제안하는 스마트 홈 동작 알고리즘을 나타내고 있다. 모바일 어플을 처음에 실행하기 전에 먼저 앱 인벤터와 스마트폰을 AI 컴패니언을 이용하여 연결시킨다. 그 뒤에 모바일 어플을 실행시킨 후 블루투스 통신으로 연결시킨다. 기본적으로 센서 값 중 미세먼지 센서 값, 이산화탄소 센서 값, 일산화탄소 센서 값이 설정한 센서 값보다 높게 측정이 되면 이미지 형태로 표시되어 실내 공기질이 나쁘다고 알려준다. 해당 조건을 만족하지 않으면 입력받은 값을 계속 대기하게 된다. [9][10]

또한 온*습도 센서를 이용하여 불쾌 지수값을 다음과 같이 연산하고 그 값은 다음과 같은 식 (1)으로 계산된다[11].

$$\text{불쾌지수} = \frac{9}{5} \times \text{온도} - 0.55 \times (1 - \text{습도}) \times (\frac{9}{5} \times \text{온도} - 26) + 32 \quad (1)$$

그림 3은 미세먼지 농도 따른 동작 알고리즘을 나타내고 있다. 미세먼지 센서는 아두이노 D4핀을 통해 LED를 발광시키고 먼지에 의해 산란된 빛의 값에 따라 A0로 핀에 들어오게 된다. 이 아날로그 값을 연산을 통하여 미세먼지 농도를 계산하였다.

모바일 어플 실행시 블루투스 통신을 통해 아두이노에 미세먼지 센서 값을 받아온다. 기상청 자료[10]를 기준으로 미세먼지 농도 수치에 따라 분류되어 각각의 텍스트와 이미지를 출력한다. 미세먼지 농도가 30이하면 좋음, 30초과 80이하면 보통, 80초과 150이하면 나쁨, 150초과면 매우 나쁨으로 분류 하였다.

그림 4는 이산화탄소 농도 따른 동작 알고리즘을 나타내고 있다. 모바일 어플 실행시 블루투스 통신을 통해 아두이노에 이산화탄소 센서 값을 받아온다. 기상청 자료[10]를 기준으로 이산화탄소 농도 수치에 따라 분류되어 각각의 텍스트와 이미지를 출력한다. 이산화탄소 농도가 450이하면 좋음, 450초과 1000이하면 보통, 1000초과 2000이하면 나쁨, 2000초과면 매우 나쁨으로 분류 하였다.

그림 5는 일산화탄소 농도 따른 동작 알고리즘을 나타내고 있다. 모바일 어플 실행시 블루투스 통신을 통해 아두이노에 일산화탄소 센서 값을 받아온다. 일산화탄소 농도 수치에 따라 분류되어 각각의 텍스트와 이미지를 출력한다. 기상청 자료[10]를 기준으로 일산화탄소 농도가 100이하면 좋음, 100초과 200이하면 보통, 200초과 400이하면 나쁨, 400초과면 매우 나쁨으로 분류 하였다.

그림 6은 불쾌지수 값에 따른 동작 알고리즘을 나타내고 있다. 모바일 어플 실행시 블루투스 통신을 통해 아두이노에 불쾌지수 값을 받아온다. 기상청 자료[10]를 기준으로 불쾌지수 값에 따라 분류되어 각각의 텍스트와 이미지를 출력한다. 불쾌지수가 68이하면 좋음, 68초과 75이하면 보통, 75초과 80이하면 나쁨, 80초과면 매우 나쁨으로 분류하였다.

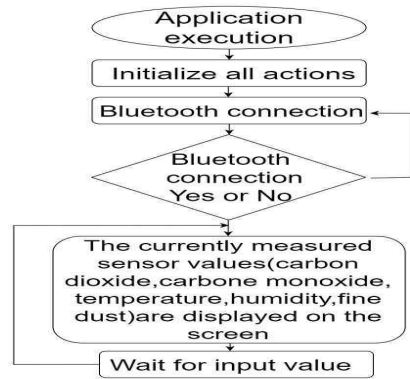


그림 2. 제안하는 스마트 홈 동작 알고리즘
Fig. 2. Proposed smart home operation algorithm

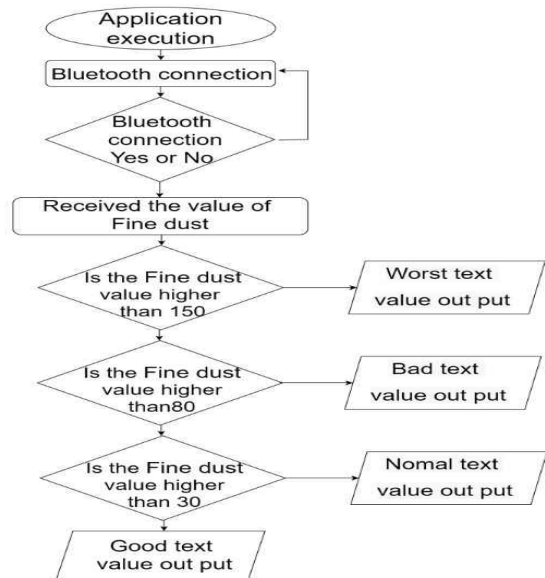


그림 3. 제안하는 시스템의 미세먼지 농도에 따른 동작 알고리즘
Fig. 3. operation algorithm implemented by pin dust concentration of the proposed system

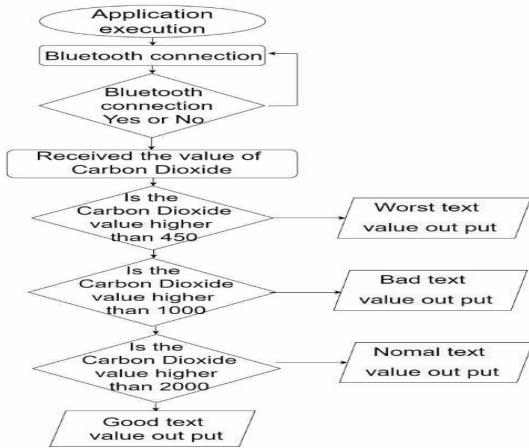


그림 4. 제안하는 시스템의 이산화탄소 농도에 따른 동작 알고리즘
 Fig. 4. operation algorithm implemented by CO2 concentration of the proposed system

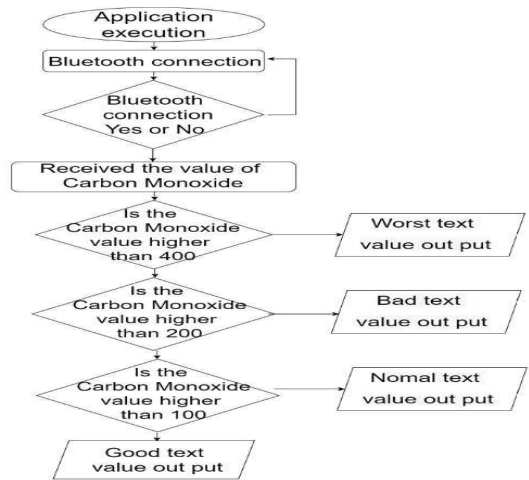


그림 5. 제안하는 시스템의 일산화탄소 농도에 따른 동작 알고리즘
 Fig. 5. operation algorithm implemented by CO concentration of the proposed system

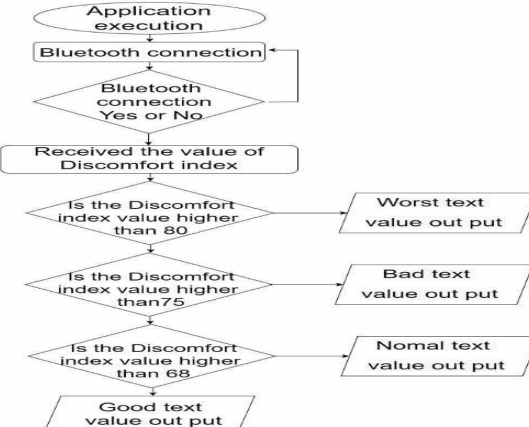


그림 6 제안하는 시스템의 불쾌지수 값에 따른 동작 알고리즘
 Fig. 6. operation algorithm implemented by discomfort Index of the proposed system

그림 7은 모바일 어플과 블루투스 연동하는 제안하는 시스템의 실내 환경 제어 동작 알고리즘을 보여 주고 있다.

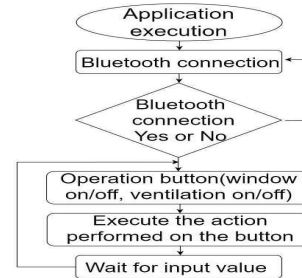


그림 7. 제안하는 시스템의 실내 환경 제어 동작 알고리즘
 Fig. 7. Smart home control operation algorithm of the proposed system

표 1. 제안하는 시스템의 센서 값에 따른 출력표

Table. 1. Output chart implemented by sensor value of the proposed system

Category	Action	Function
case 1	Fine dust sensor measurement value change	Display measurement values in the application and display text and photos according to the measurement values
case 2	carbon dioxide sensor measurement value change	Display measurement values in the application and display text and photos according to the measurement values
case 3	carbon monoxide sensor measurement value change	Display measurement values in the application and display text and photos according to the measurement values
case 4	Temperature and humidity are measured using a temperature and humidity sensor and expressed as a discomfort index	Display measurement values in the application and display text and photos according to the measurement values

표 1은 case1에서 case 4까지의 전체 case 별 센서 값에 따른 출력을 보여주고 있다. 기본적으로 모바일 어플을 실행하여 블루투스와 연결을 하면 그때 집안의 온도도와 미세먼지, 이산화탄소, 일산화탄소 값을 측정하여 모바일 어플 화면에 보여준다. 미세먼지, 이산화탄소, 일산화탄소, 불쾌지수가 측정된 값에 따라서 텍스트와 사진을 모바일 어플에 표시를 한다. 표 2에서는 제안하는 시스템의 각 버튼 값에 따른 기능을 case 1과 case 2로 나누어서 설명하고 있다

표 2. 제안하는 시스템의 각 버튼 값에 따른 기능

Table. 2. Function according to each button value of the proposed system

Category	Action	Function
case 1	Click the window on/off button	The sub-motor operates to open or close the window
case 2	Click the ventilation on/off button	The step motor operates to open or close the window

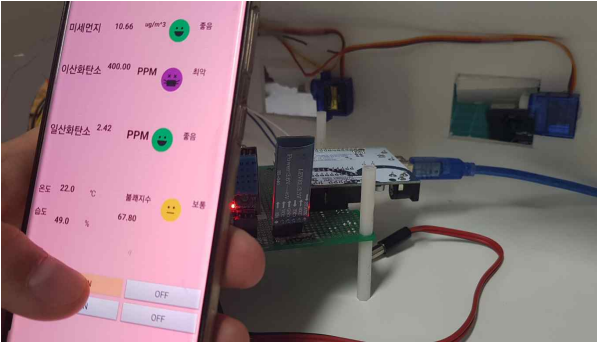


그림 8. 제안하는 시스템의 창문 on버튼 동작
 Fig. 8. Window on Button Behavior of the proposed system



그림 9. 제안하는 시스템의 창문 off 버튼 동작
 Fig. 9. Window off button action of the proposed system

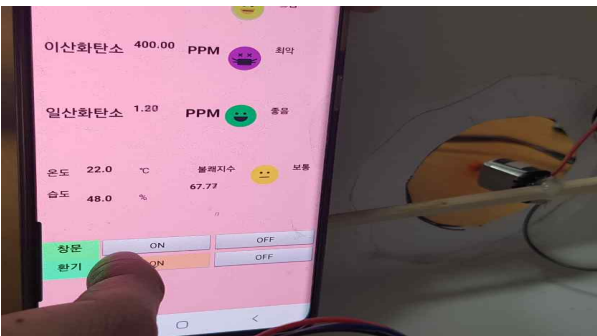


그림 10. 제안하는 시스템의 환기 on 버튼 동작
 Fig. 10. Ventilation on Button Operation of the proposed system

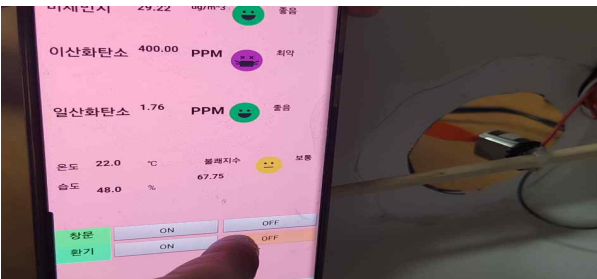


그림 11. 제안하는 시스템의 환기 off 버튼 동작
 Fig. 11. Ventilation off Button Operation of the proposed system

그림 8은 모바일 어플을 블루투스와 연동을 한 다음, 창문 on 버튼을 눌렀을 때 작동하는 모습이다. 창문이 열려져 있는 모습을 볼 수 있다. 그림 9는 모바일 어플을 블루투스와 연동을 한 다음, 창문 off 버튼을 눌렀을 때 작동하는 모습이다. 창문이 닫힌 모습을 볼 수 있다. 그림 10은 모바일 어플을 블루투스와 연동을 한 다음, 환기 on버튼을 눌렀을 때 작동하는 모습이다. fan이 돌아가는 것을 확인할 수 있다.

그림 11은 모바일 어플을 블루투스와 연동을 한 다음, 환기 off 버튼을 눌렀을 때 작동하는 모습이다. Fan이 돌아가지 않는 것을 확인할 수 있다. 그림 7은 실내 환경 제어 동작 알고리즘을 나타내고 있다. 모바일 어플 실행하여 블루투스와 연결을 하면 미세먼지, 이산화탄소, 일산화탄소, 온*습도 값이 측정되고 사용자가 실내 공기질이 안 좋다고 생각하면 그림 8, 그림 9처럼 창문 on/off 버튼을 클릭하여 서브 모터를 통해 창문의 동작 유무를 설정할 수 있고, 그림 10, 그림 11처럼 환기 on/off 버튼을 클릭하여 스테핑 모터를 통해 FAN의 동작 유무를 설정할 수 있다.

IV. 제안하는 스마트 홈 IoT 시스템 구현 및 시스템 구성도

그림 12는 홈 IoT 시스템 기능 구현을 위한 제어기 구성도를 나타낸다. 아두이노 우노를 각각의 센서들은 측정 값을 연산한다. 온습도 센서, 일산화탄소 센서, 이산화탄소 센서, 미세먼지 센서의 측정된 값을 통해 5V Fan 모터와 서보모터를 이용하여 집안 환기와 창문열기의 동작을 실행시킨다. 또한 각각의 값이 인체의 유해한 정도 까지 오르게 된다면 경고 이미지로 사용자에게 즉시 경보를 해준다.

실제 가정집에서 사용하는 기능처럼 스마트 홈 IoT 시스템 기능들을 구현하는 것이 목적이었기 때문에 그림 13처럼 모형 집을 설계했고 또 그림 14에서 볼 수 있듯이 따로 집의 전원을 공급받아 220V 전원이 들어오는 환경을 구현하였다.

그림 15는 홈 IoT 시스템 기능을 구현 시킬 연결 전 모바일 어플 구성도이다. 그림 16처럼 블루투스와 모바일 어플이 연결이 되면 스마트 홈의 온*습도, 불쾌지수, 미세먼지, 이산화탄소, 일산화탄소의 측정된 값을 나타내고, 창문 on/off, 환기 on/off 버튼을 사용자가 원할 때 동작 할 수 있다. 이러한 모바일 어플을 구성하기 위해 App Inventor를 이용하였다.

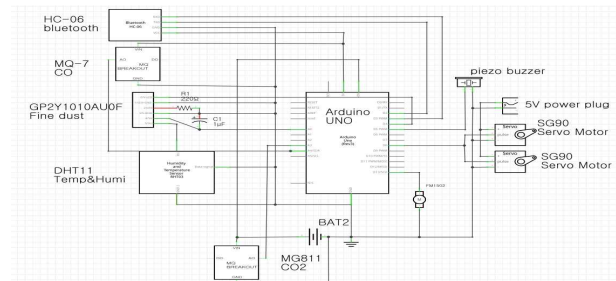


그림 12. 제안하는 시스템의 기능 구현 회로도
 Fig. 12. Circuit diagram of the proposed system function implementation

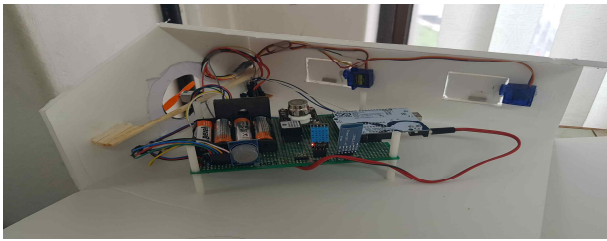


그림 13. 제안하는 시스템 의 구현 모형집 하드웨어
Fig. 13. Model Body to Implement Home IoT System Function of the proposed system

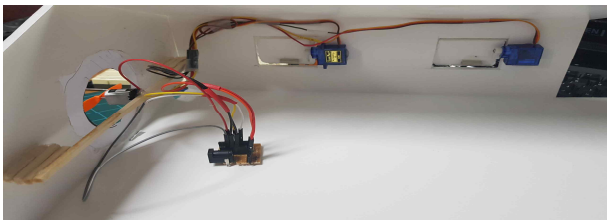


그림 14. 제안하는 시스템 의 모형집 외부전원
Fig. 14. Model Body to Implement Home IoT System Function of the proposed system



그림 15. 제안하는 시스템의 기능 구현 모바일 App 구성도 (연결 전)
Fig. 15. Proposed System Function Implementation Mobile App Configuration (Before Connection)



그림 16. 제안하는 시스템의 기능 구현 모바일 App 구성도 (연결 후)
Fig. 16. Proposed Smart Home IoT System Function Implementation Mobile App Configuration (After Connection)

V. 제안하는 스마트 홈 IoT 시스템의 실험 결과

본 실험은 9월 20일 21일 양일간 측정된 데이터를 기반으로 각각의 수치들의 평균을 비교한 그래프이다. 측정된 데이터는 3시간 단위로 총 24시간을 측정하였고 측정 장소는 본교 공대 5호관에서 측정하였다. Reference value는 기상청 자료를 참고하여 만든 기준값이다. 또한 Existing System은 기존의 상용 제품인 SK aircube로 각 측정값을 비교하기 하여 실험을 진행했다.

그림 17을 보면 제안하는 시스템의 미세먼지 평균 값과 기존 SK aircube의 미세먼지 평균 값을 볼 수 있고, 미세먼지별 기준 값이 나타나있다. 기상청 자료[10]를 기준으로 보았을 때 미세먼지 농도가 30이하면 좋음, 30초과 80이하면 보통 80초과 150이하면 나쁨, 150초과면 매우 나쁨인데 제안하는 시스템의 미세먼지 평균값은 27.25, SK aircube의 미세먼지 평균값은 28.875로 둘 다 미세먼지 농도가 30이하인 좋음을 확인할 수 있다.

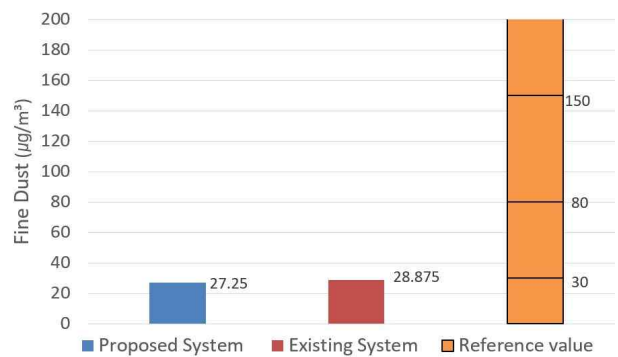


그림 17. 상용제품과 제안하는 작품에 미세먼지 농도 평균값 비교
Fig. 17. Comparison of average values of fine dust concentration between commercial products and proposed works

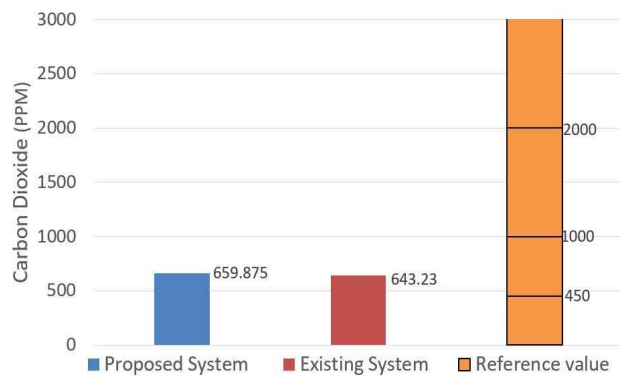


그림 18. 상용제품과 제안하는 작품에 이산화탄소 농도 평균값 비교
Fig. 18. Comparing the average capacity of commercial products and proposed works

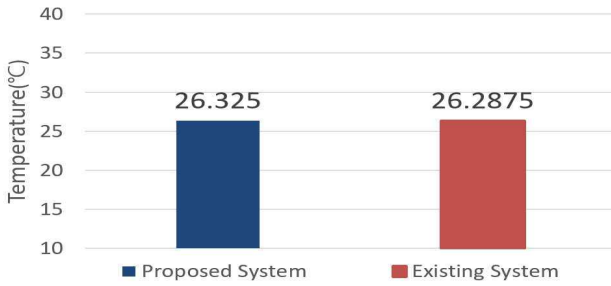


그림 19. 상용제품과 제안하는 작품에 온도값 비교
 Fig 19. Comparison of temperature values between commercial products and proposed works

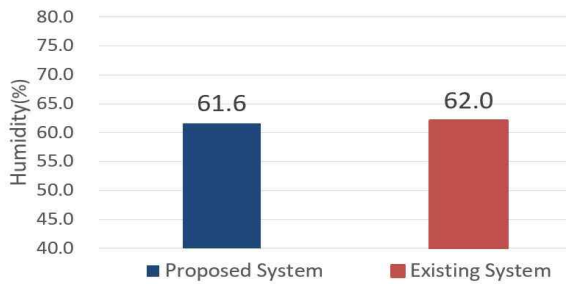


그림 20. 상용제품과 제안하는 작품에 습도값 비교
 Fig 20. Humidity value comparison between commercial products and proposed works

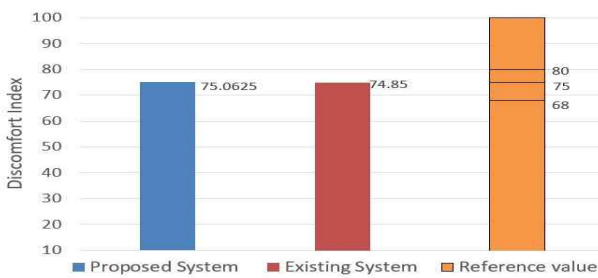


그림 21. 상용제품과 제안하는 작품에 불쾌지수 값 비교
 Fig 21. Comparison of discomfort index values between commercial products and proposed works

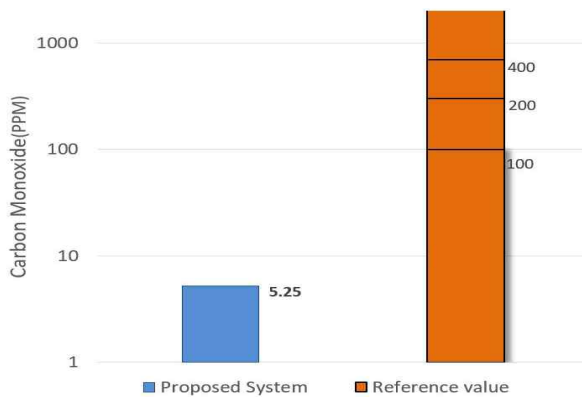


그림 22. 제안하는 작품의 일산화탄소 값
 Fig 22. The carbon monoxide value of the proposed work

그림 18을 보면 제안하는 작품의 미세먼지 평균값, SK aircube의 이산화탄소 평균값을 볼 수 있고, 이산화탄소 농도별 기준값이 나타나있다. 기상청 자료[10]를 기준으로 보았을 때 이산화탄소 농도가 450이하이면 좋음, 450초과 1000이하이면 보통, 1000초과 2000이하이면 나쁨, 2000초과면 매우 나쁨으로 분류하였다. 제안하는 작품의 이산화탄소 농도 평균값은 659.875, SK aircube의 이산화탄소 농도 평균값은 643.23으로 둘 다 이산화탄소 농도가 450초과 1000이하인 보통임을 알 수 있다.

그림 19는 제안하는 작품의 온도 평균값, SK aircube의 온도 평균값을 볼 수 있다. 두 개의 온도 평균값이 대략 26도 정도로 비슷한 성능을 나타내고 있다.

그림 20은 제안하는 작품의 습도 평균값, SK aircube의 온도 평균값을 볼 수 있다. 두 개의 습도 평균값이 대략 62% 정도로 비슷한 성능을 나타내고 있다.

그림 21을 보면 제안하는 작품의 불쾌지수 평균값, SK aircube의 불쾌지수 평균값을 볼 수 있고, 불쾌지수별 기준값이 나타나있다. 기상청 자료[10]를 기준으로 불쾌지수가 68이하이면 좋음, 68초과 75이하이면 보통, 75초과 80이하이면 나쁨, 80초과면 매우 나쁨으로 분류 하였다. 제안하는 작품의 불쾌지수 평균 값은 75.0625, SK aircube의 불쾌지수 평균값은 74.85로 둘 다 불쾌지수 값이 68초과 75이하로 보통임을 알 수 있다.

그림 22를 보면 제안하는 작품의 일산화탄소 평균값, 일산화탄소 농도별 기준값이 나타나있다. 기상청 자료[10]를 기준으로 일산화탄소 농도가 100이하이면 좋음, 100초과 200이하이면 보통, 200초과 400이하이면 나쁨, 400초과면 매우 나쁨으로 분류하였고, 제안하는 작품의 일산화탄소 평균값은 5.25로 정상수치를 알 수 있다.

그림 17에서 그림 21까지는 각각의 값들을 기존 상용제품 SK aircube[12]와 제안한 시스템을 동일한 조건에서 실험하여 비교 측정된 결과값이고 그림 22는 제안한 시스템에서의 일산화탄소의 수치 결과값을 그래프로 나타낸 것이다. 상기의 모든 실험 결과는 9월 20일, 21일 양 일에 걸쳐 3시간 단위로 동일한 장소에서 측정값을 기록하였고 평균 일산화탄소의 실내 수치는 10ppm내외이다. 결과적으로 기존 상용제품인 SK aircube와 제안한 시스템을 성능 비교 해 보았을 때 그래프의 수치가 비슷한 수준임을 알 수 있다.

표 3. 제안하는 시스템과 기존 상용제품의 비교표

Table 3. Comparison table between the proposed system and existing commercial products

	Proposed system	Existing SK Aircube system
Carbon monoxide measurement	possible	impossible
Ventilation system	possible	impossible
Open and close windows	possible	impossible
application	offer	offer
Portable available	offer	offer

기존 SK aircube와 제안한 시스템에 대한 실험이 모두 동일한 장소에서 동일한 방법으로 동시에 동일한 기준을 두고 비교를 했기 때문에 실험 결과값은 신뢰성 있는 수치임을 알 수가 있다. 표 3은 기존 SK aircube와 제안하는 시스템의 제공 기능 차이점을 비교 정리한 것이다. 표 3에서 보여주는 바와 같이 기존 SK aircube에서는 제공되지 않는 3가지 기능을 제안한 시스템이 추가로 제공하기 때문에 제안한 시스템이 더 효율적이라고 할 수 있다. 다시 말해서, 제안하는 작품은 기존의 상용제품이 가지고 있던 기능 뿐 아니라 일산화탄소측정, 창문 on/off, 환기팬 on/off의 추가 기능을 모바일 어플을 통해 효율적으로 제어하는 더 편리한 스마트 홈 시스템이라고 할 수 있다.

VI. 결 론

본 논문은 스마트 홈 분야에 대해 지금까지 기술하였다. 아두이노와 센서 모듈을 부착함으로써 실내의 현재 상태를 측정하고 값이 유해한 정도라면 모바일 어플의 이미지로 정보를 전달하였다. 또한 앱 인벤터를 통해 측정 값을 확인하고 사용자가 원격제어 할 수 있도록 하는 모바일 어플의 제작 및 구현에 대해서 설명하였다. 결과적으로 본 논문에 처음기술 하였던 것처럼 일반인들이 접근하기 쉬운 저비용, 고성능의 실내 환경 측정기를 만드는 데에는 실용성 있는 결과를 만들었다고 생각한다. 이 작품의 궁극적인 목표는 코로나로 인한 집에 거주하는 시간이 높아진 만큼 업무 집중도나 기타 여가의 효율을 높게 끌어올리는 것이다. 실내에 공기질을 측정하여 사용자에게 적합한 환경을 조성할 수 있도록 데이터를 제공하는 것이다. 또한 사용자에게 그러한 환경을 모바일 어플의 버튼 하나로 간편하게 환기, 창문을 제어할 수 있다. 추후 인공지능과 결합하여 사용자가 설정하지 않아도 사용자의 패턴을 분석하고 또 이 데이터를 축적함으로써 집안의 환경을 더욱 쾌적하게 조성하는 것이 우리가 앞으로 구현해야 할 포스트 과제라고 생각한다.

참고문헌

[1] <http://www.donga.com/news/article/all/20191219/98884875/1>
 [2] <https://m.yna.co.kr/view/AKR20200604122800003>
 [3] <https://www.si.re.kr/node/45565>, "A Study on Improvement of Indoor Air Quality in homes"
 [4] E. M. Ahn, D. H. Kim, Implementation of Integrated Platform of Face Recognition CCTV and Home IoT, *Journal of Digital Contents Society*, Vol. 19, No. 2, pp. 393-399, Feb. 2018.
 [5] H. J. Yang, D. H. Kim, Implementation of Smart Home IoT System based-on WiFi adding the Proposed Security Mode,

Journal of Digital Contents Society, Vol. 20, No. 12, pp. 2495-2504, 2019.

[6] S. H. Paik, J. Y. Lee, Jun, S. W. Jung and H. B. Park, NDIR Multi-Gas Measurement System for Air Quality based on Wireless Sensor Network, *IEMEK Journal of Embedded Systems and Applications*, Vol. 11, No. 5, pp. 299-304, 2016.
 [7] T. H. Lee, M. K. Moon, Design and Development of Mobile Air-Quality Measurement System based on IoT Platform, *The Journal of KINGComputing*, Vol. 12, No. 4, pp. 75-84, 2016.
 [8] <http://www.ndsl.kr/ndsl/commons/util/ndslOriginalView.do?dbt=TRKO&cn=TRKO201800036292>
 [9] C programming power upgrade by Sungwoo Yoon 3rd 2011.5.24. Orange Media
 [10] <http://www.airkorea.or.kr/index>, "Fine dust and carbon monoxide standards"
 [11] https://www.kma.go.kr/HELP/basic/help_01_05.jsp, "Discomfort Index Criteria, calculating discomfort index"
 [12] <https://www.skintinsight.com/18170>

이정현(Jung-Huyn Lee)



2015년~현재: 강원대학교 IT대학 전
기전자공학과 재학

※관심분야: 전기설비공학, 송배전공학, 소방전기공학 등

김형욱(Hyung-Wook Kim)



2015년~현재: 강원대학교 IT대학 전
기전자공학과 재학

※관심분야: 무선 네트워크 및 사물인터넷(IoT), 전기설비공 학등

김동회(Dong-Hoi Kim)



2005년 : 고려대학교 전과공학과
(공학박사)

1989년 1월~1997년 1월 : 삼성전자 전임연구원
 2000년 8월~2005년 8월 : 한국전자통신연구원 선임연구원
 2006년 3월~현재 : 강원대학교 IT대학 전기전자공학과
 2018년 7월~현재 : 행정안전부 정책자문 및 전자정부추진위
 원회 위원 등
 ※관심분야: 무선 네트워크 및 사물인터넷(IoT) 등