

사물인터넷 기반 실내 환경 모니터링 및 자동제어 시스템 구현

(Implementation of Indoor Environment Monitoring and Automatic Control System based on Internet of Things)

이 상 훈¹⁾, 김 진 엽²⁾, 김 수 연^{3)*}

(Sang Hoon Lee, Jin-Yeop Kim, and Su-Yeon Kim)

요 약 생활수준이 점차 높아짐에 따라 환경문제에 대한 국민들의 관심과 인식 수준도 증가하였다. 최근 들어 실내 활동시간이 증가함에 따라 환경에 대한 인식과 개선에 대한 방안이 요구되고 있다. 본 연구에서는 IoT 기반 기술을 이용하여 실시간으로 실내 환경에 대한 모니터링을 통해 환경정보를 수집하고 연동된 제어장치를 이용하여 실내 환경을 적정수준으로 유지하고 개선하는 시스템을 설계하고 개발하였다. 이는 기존의 수동적인 실내 환경개선 행위나 대규모 설비를 대신하여 가정이나 소규모 장소에서도 자동적인 실내 환경개선 시스템을 제공한다. 본 시스템은 공기 질과 CO₂, 온도와 습도, 소음과 조도에 따른 상태분석과 함께 상대적 기준치를 적용하여 9가지의 상태에 따른 제어신호를 자동제어 모듈로 전송하여 실내 환경을 개선한다.

핵심주제어 : 사물인터넷, 실내 환경, 모니터링 시스템, 자동제어 시스템

Abstract Along with the increase in the standard of living, the interest and awareness level of the public about environmental issues have also gradually increased. Recently, time spent on indoor activities have increased and the need for awareness and demand on methods in improving the quality of an indoor environment has been recognized. The purpose of this study is to sense the environment information through real-time monitoring of the room environment by using the IoT based technology and to maintain and improve the indoor environment to an appropriate level through the developed interlocking controller device. This provides an automatic control system in improving the indoor environment at home and other small areas like general offices in place of the traditional passive interior environmental improvement actions or large-scale facility control system. A status analysis with the relative reference values of the air quality and CO₂, temperature and humidity and illumination and noise was applied through transmitting a control signal to automatic control module in accordance with the nine indoor environment standards set to improve the indoor environment.

Key Words : Internet of Things, Indoor Environment, Monitoring System, Automatic Control System

* Corresponding Author : sykim@daegu.ac.kr

Manuscript received Nov, 23, 2016 / revised Dec, 12, 2016 /
accepted Dec, 22, 2016

1) 대구대학교 대학원 컴퓨터정보공학과

2) 대구대학교 컴퓨터IT공학부, 교신저자

1. 서론

도시가 발전하고 산업이 성장하면서 환경오염 문제도 함께 높아지고 있다. 주요 도시들의 산업 시설과 자동차에서 배출되는 매연 등의 환경오염 요인들은 인체에 유해한 영향을 미치게 된다. The data team[1]에 따르면 수도권의 경우 세계 유명 대도시들에 비해 대기 오염도가 심각한 수준이다. 정부의 환경부 관계부처 합동조사에 따르면 2009년부터 2013년까지 5년간 알레르기비염, 아토피, 천식 등 환경성 질환으로 인해 치료를 받은 환자수가 약 17%가 증가하여 환경에 대한 문제가 더욱 커지고 있음을 알 수 있다[2]. 또한 국립환경과학원의 분석결과에 따르면 1일 활동시간 중 90%이상을 실내에서 활동하고 있는 것으로 나타나 실내 환경은 건강 유지에 있어 더욱 중요한 것으로 인식되고 있다[3]. 미국환경보호청(EPA)에서는 실내 공기오염의 심각성과 인체위해성에 대한 사람들의 무관심을 경고하였으며 실내의 경우 실외에 비하여 2~10배 이상 오염도가 높아 질병의 원인이 된다고 언급한바 있다[4]. 세계보건기구(WHO)에 따르면 실외오염에 대한 사망자수가 연간 약 300만 명, 실내외 포함 공기오염과 연관된 사망자수는 650만 명으로 추정하고 있다[5]. 이렇듯 실내 공기오염은 인간의 건강과 관련해서 심각한 영향을 끼치고 있다.

실내 환경에 대한 정부와 국민들의 관심이 높아짐에 따라 정부에서는 실내 공기질 관리를 위한 법제도 정비를 통해 실내 환경에 대한 관리정책을 추진 중이며, 국민들은 실내 환경개선을 위해 관련 제품들의 구매를 통해 쾌적한 실내 환경을 유지하려고 노력하고 있다. 이처럼 실내 환경오염은 다양한 환경요인들에 의해 발생되지만 대부분 밀폐된 공간에 장시간 공기가 체류되거나 인공적인 설비를 통하여 오염된 공기가 발생하여 실내 환경이 오염된다[6]. 이러한 환경에 오랜 시간 노출되면 인체에 유해한 영향을 주어 건강에 악영향을 미치게 된다. 또한 거동이 불편하거나 환경변화에 대한 지각이 느려 적절한 환경개선 행위를 하지 못하는 장애인이나 영유아 등의 경우 자칫 위험한 상황에 처할 수도 있다. 이에 실내 환경에 대한 실시간 환경정보 수집을 통해 실

내 상태를 인식할 수 있도록 조치하고 적절한 실내 환경에 대한 개선 작업을 수행할 필요가 있다.

본 연구에서는 실내의 환경정보를 수집하는 모니터링 모듈과 함께 실내 환경에 대한 개선 및 유지 작업을 수행할 수 있는 자동제어 모듈을 포함한 시스템을 제안하여 실내 환경을 자동적으로 유지할 수 있는 시스템을 구현하고자 한다.

2. 관련 연구

2.1 사물인터넷 기술과 응용

사물인터넷(Internet of Things, IoT)은 인간과 사물 그리고 서비스를 포함하는 인간주변의 환경에 대한 센싱, 네트워킹, 정보처리 등 상호 협력적 지능관계의 사물 공간 연결망을 말한다. 이러한 연결망은 각종 유무선 네트워크 기술을 사용하며 상황인지 소프트웨어, 오픈플랫폼 기술, 미들웨어 기술, 웹서비스 기술, 소셜 네트워크 등에 의해 분석되고 가공되며 또한 다양한 유무형의 서비스의 형태로 연결되어 처리된다[7]. IoT를 활용한 다양한 서비스 및 연구 활동이 최근에 이루어지고 있으며 가트너의 연구조사에 따르면 2020년까지 IoT를 활용한 사물의 개수가 260억 개에 이를 것으로 예측된다[8]. IoT 기술을 활용한 연구는 다양한 분야의 개인과 산업 그리고 공공 부분에 걸쳐 경영의 새로운 도전과 기회로 광범위하게 활용되고 있으며, 물류 컨테이너 실시간 관리 및 보안, 스마트 농업 확산 플랫폼, 헬스케어 제품 및 서비스, 수질관리를 위한 모니터링 시스템, 가전기기 대기전력 시스템, 스마트 시티, 스마트 팩토리 등 산업 전반에 걸쳐 사용되고 있다[9-16]. 이와 같이 사물인터넷 기반 기술은 기존의 기술이 갖는 한계를 개선하는데 크게 기여하고 있다.

2.2 실내 환경 개선 시스템

서울특별시 기후환경본부에서는 실내 환경이란 인간을 둘러싸고 있는 실내 주변의 모든 것이라

고 정의하고 있다(cleanindoor.seoul.go.kr). 실내 환경개선 시스템은 사용자가 활동하는 장소를 쾌적하게 유지하고 개선하는 시스템을 의미한다. 또한 지하철, 유치원, 학교, 백화점, 사무실 등 이미 일상생활에 사용되고 있으며 실내 환경에 대한 연구는 다양한 분야에 걸쳐 진행되고 있다.

서울특별시 보건 환경연구원의 실내 공기질 관리의 개선 방안으로 실내 환경기준 및 오염문제의 대책 연구결과가 있으며[17], 사무소건물의 실내 공기 환경특성에 대한 연구가 실시된바 있다[18]. 또한 실측을 통한 대학교 기숙사의 실내 공기질 분석을 통한 개선점에 대해서 연구[19]와 업무의 효율성증대를 위해 실내 환경 모니터링 시스템 개발 연구[20]가 수행되었고, [21]는 무선 센서네트워크를 이용한 실내 환경 모니터링 시스템을 구현하였다. [22]의 연구에서는 휴대용 단말기의 근거리 무선통신을 이용하여 사전에 조치를 취하는 환경정보 모니터링 시스템을 구현하였다. [23]은 실내공간의 영상정보와 환경정보를 모니터링을 통한 상황인식에 따른 제어시스템을 구현하였으며, [24]는 실내 환경 통합조절시스템 개발에 대해서 연구하였다.

3. 시스템 설계 및 구현

본 연구에서는 실시간 실내 환경정보를 수집하는 모니터링 모듈과 통합적으로 정보를 분석하고 제어신호를 전달하는 통합관리 모듈, 제어신호에 의해 작동되는 자동제어 모듈을 연동하여 설계하고 통합관리 모듈에서 분석하여 실내 환경상태에 대한 판단정보 등을 사용자에게 시각적으로 제공할 수 있는 시각화 모듈을 구현하였다.

3.1 개발환경

본 연구에서 제안하는 시스템의 개발환경은 Table 1과 같다. 라즈베리파이2를 이용하여 모니터링 모듈과 자동제어 모듈을 개발하였으며 Linux 기반의 OS를 설치하였다. 모니터링 모듈은 각종 환경정보를 수집하는 센서를 이용해 실내 환경정보를 수집하고 자동제어 모듈의 경우 전동장치 및 전원장치를 서보모터와 릴레이 등을

활용해 제작하였다. 이는 Python을 기반으로 개발되었으며 통합관리 모듈과 시각화 모듈은 IIS 서버를 통하여 웹서비스 환경을 제공할 수 있도록 하였으며 ASP.NET 기반 C# 언어로 개발하였다.

Table 1 Development Environment

Computing Device	Raspberry Pi2 with Grove Pi+
OS	Raspbian Wheezy(Linux) Windows Server 2013
Development Language	Python, C#(ASP.NET)
DBMS	MS-SQL 2012
Web Server	IIS 7.0

3.2 시스템 설계

Fig. 1은 개발하고자 하는 시스템의 기능과 각 모듈을 나타낸 시스템 구성도이다. 시스템은 크게 모니터링센서 모듈, 자동제어 모듈, 시각화 모듈 및 실내 환경 통합관리 모듈로 구성되어 있다.

1) 모니터링센서 모듈 설계

실내 환경 모니터링센서 모듈은 Fig. 2와 같이 실내 환경 센싱부, 정보 수집부, 센서정보 표시부로 나뉜다. 먼저 실내 환경 센싱부에서 각 환경정보(공기질, CO2, 온도, 습도, 조도, 소음)를 수집할 수 있는 센서들을 배치하고, 이를 통해 수집된 환경정보는 정보 수집부에서 무선 네트워크를 이용하여 환경정보를 전송하게 된다. 또한 센서 정보 표시부에서 LED를 통해 환경상태를 표시하여 사용자가 실내 환경상태를 인식하도록 설계하였다.

2) 통합관리 모듈 설계

통합관리 모듈은 데이터 수집부, 실내 환경 판정부, 자동제어 신호 구성부로 나뉜다. 먼저 데이터 수집부에서는 모니터링센서 모듈을 통해 수집된 환경정보 즉, 데이터를 수집하고 DB에 저장한다. 그리고 실내 환경 판단부에서는 공기질과

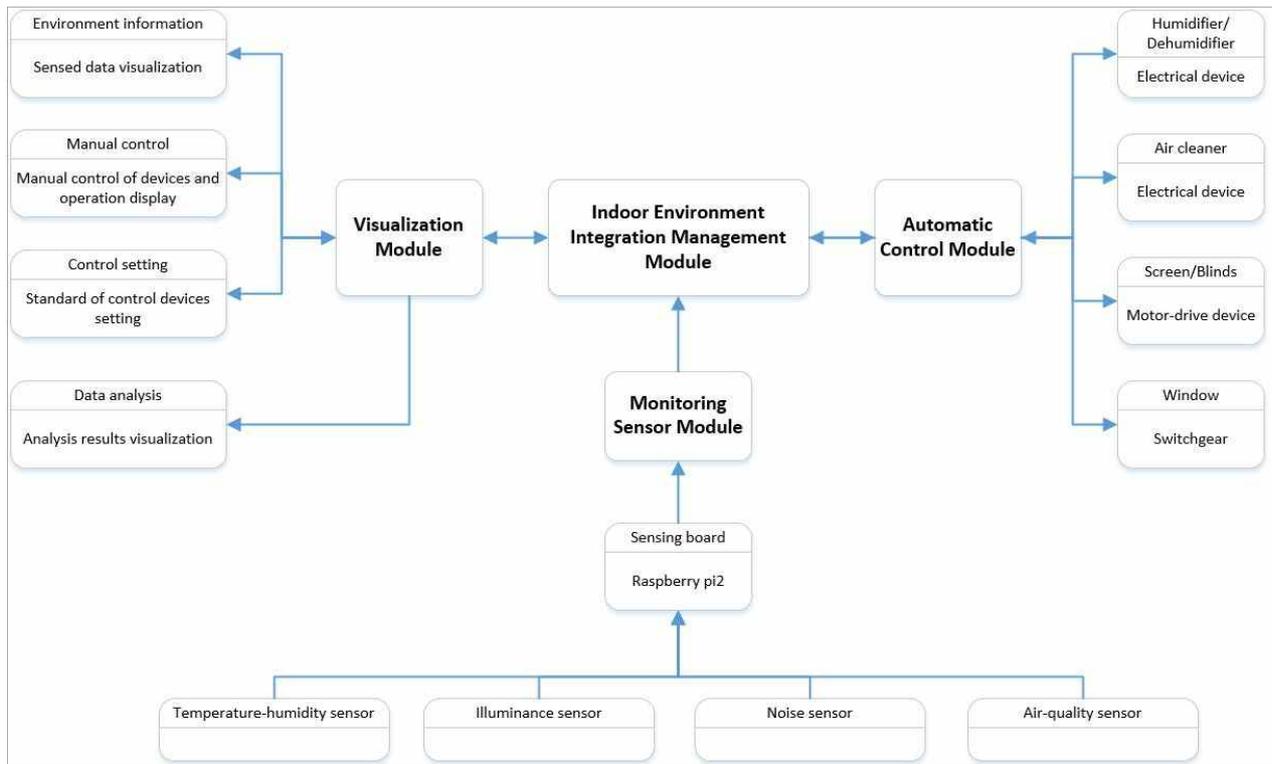


Fig. 1 System Configuration

CO2, 온도와 습도, 조도와 소음의 상태를 분석하여 환경 기준치에 따라 실내 환경을 판정한다. 자동제어 신호 구성부에서는 판정 정보를 인식하고 판정별 제어신호를 생성하여 제어신호를 전송하도록 Fig. 3과 같이 구성하였다.

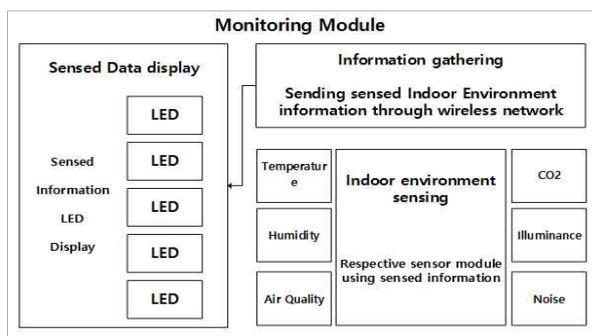


Fig. 2 Monitoring Module Design

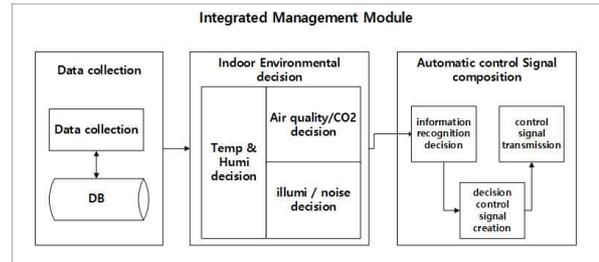


Fig. 3 Integrated Management Module Design

3) 자동제어 모듈 설계

자동제어 모듈의 구성은 Fig. 4와 같다. 먼저 제어신호를 수신하여 제어신호 기반의 현재 상태를 파악한 후 제어신호 별 개별 적용하여 전원 제어부를 통해 연동된 제어장치인 전기장치와 전동장치들을 제어한다. 또한 전원 제어부를 통해 반영 결과정보를 획득하여 시각화 모듈로 전송한다.

4) 시각화 모듈 설계

시각화 모듈은 Fig. 5와 같이 정보 수집부와

화면 출력부로 구성된다. 정보 수집부에서는 실내 환경 통합관리 모듈을 통해 실내 환경정보와 실내 환경의 판정정보를 제공받고 자동제어 모듈에서는 제어 모듈의 작동정보를 제공받아 수집한다. 이를 통해 시각화 모듈의 화면 출력부에서 실내 환경정보를 출력하며 그래프를 통해 도식화된 화면정보를 제공한다.

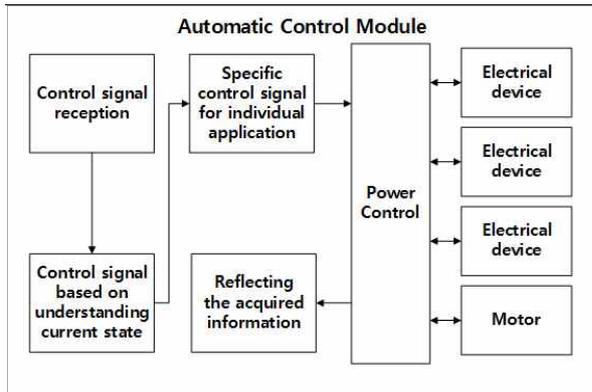


Fig. 4 Automatic Control Module Design

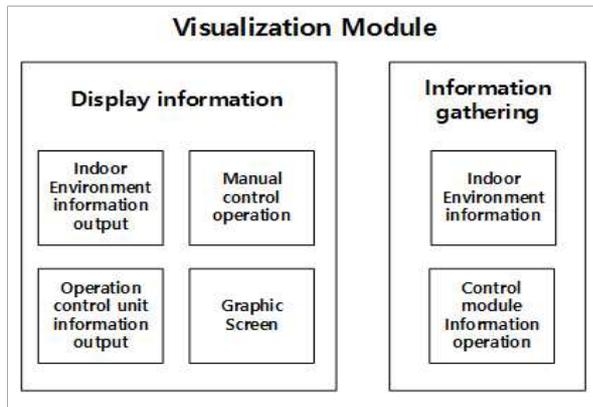


Fig. 5 Visualization Module Design

3.3 시스템 구현

시스템 설계 결과에 따라 다음과 같이 시스템을 구현하였다.

1) 모니터링센서 모듈 구현

실내 환경에 대한 정보 수집을 위하여 공기질(일산화탄소, 알코올, 아세톤, 포름알데히드 유해

가스 등), CO2, 습도, 온도, 조도, 소음을 측정할 수 있는 각각의 센서를 모듈 케이스 내에 포함시켜 모듈을 개발하였다. 각 센서는 실내 환경에 대한 정보를 수집하고 수집된 정보는 일차적으로 센서 모듈 내에서 통합되고 네트워크를 통하여 실내 환경 통합관리 모듈로 전달된다. 모듈케이스의 경우 원목을 사용하여 실내인테리어와 쉽게 매치될 수 있도록 제작하였으며, 모듈 케이스 상단부에 LED 장치를 부착, 수집되는 환경정보에 따라 이상적이거나 비정상적인 경우 등 3단계(녹색, 황색, 적색)로 실내 환경에 대한 상태를 인지할 수 있도록 구현하였다. Fig. 6은 실내 환경정보를 수집하는 모니터링 모듈 장치이다.

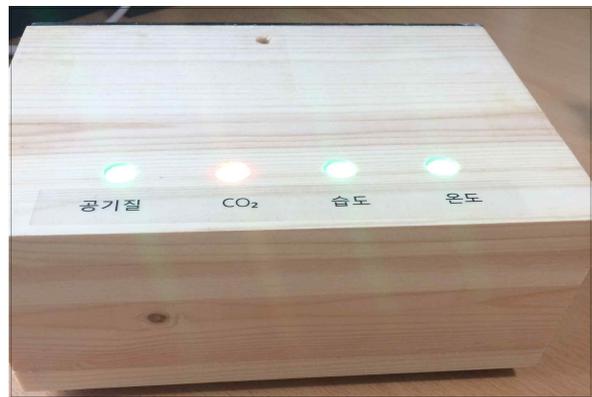


Fig. 6 Monitoring Module Device

2) 통합관리 모듈 구현

통합관리 모듈은 모니터링센서 모듈을 통해 수집된 환경정보를 저장하고 이를 이용하여 현재 실내 환경상태를 파악하고 자동제어 모듈로 제어 신호를 전달하는 역할을 수행한다.

실내 환경상태를 파악하는데 있어 공기질과 CO2 농도, 온도와 습도, 소음과 조도에 따른 상태분석과 함께 상대적 기준치를 적용하여 각 상태에 따른 제어모듈에 필요한 제어신호를 전달하는 통합관리 모듈을 구현하였다. 온도와 습도는 정상 범주에서 너무 높거나 낮은 경우 모두 적절하지 못한 실내 환경을 유발하므로 Low, Normal, High의 3단계 등급으로 분류하고, 이들 온도와 습도를 조합한 2차원 매트릭스를 이용하여 9가지 상태로 구분하였다. 즉, 온도와 습도 차

원에서는 고온다습, 저온다습, 고온건조, 저온건조 등의 특성으로 실내 환경 상태를 평가하고 그에 맞는 실내 환경 장치를 작동할 수 있는 신호를 전달하도록 하였으며, 동일한 원리를 이용하여 공기질과 CO2 농도, 소음과 조도에 있어서도 두 차원과 3단계 등급을 조합한 9가지 상태를 설계하고 이에 맞게 자동제어가 이루어지도록 기능

을 구현하였다. Fig. 7은 실내 환경상태에 따른 상태분석 및 제어신호를 나타내고 있다.

3) 자동제어 모듈 구현

자동제어 모듈은 실제로 실내 환경에 영향을 줄 수 있는 장치들을 직접 제어할 수 있는 모듈이다. 실내 환경에 대한 수집정보를 토대로 통합

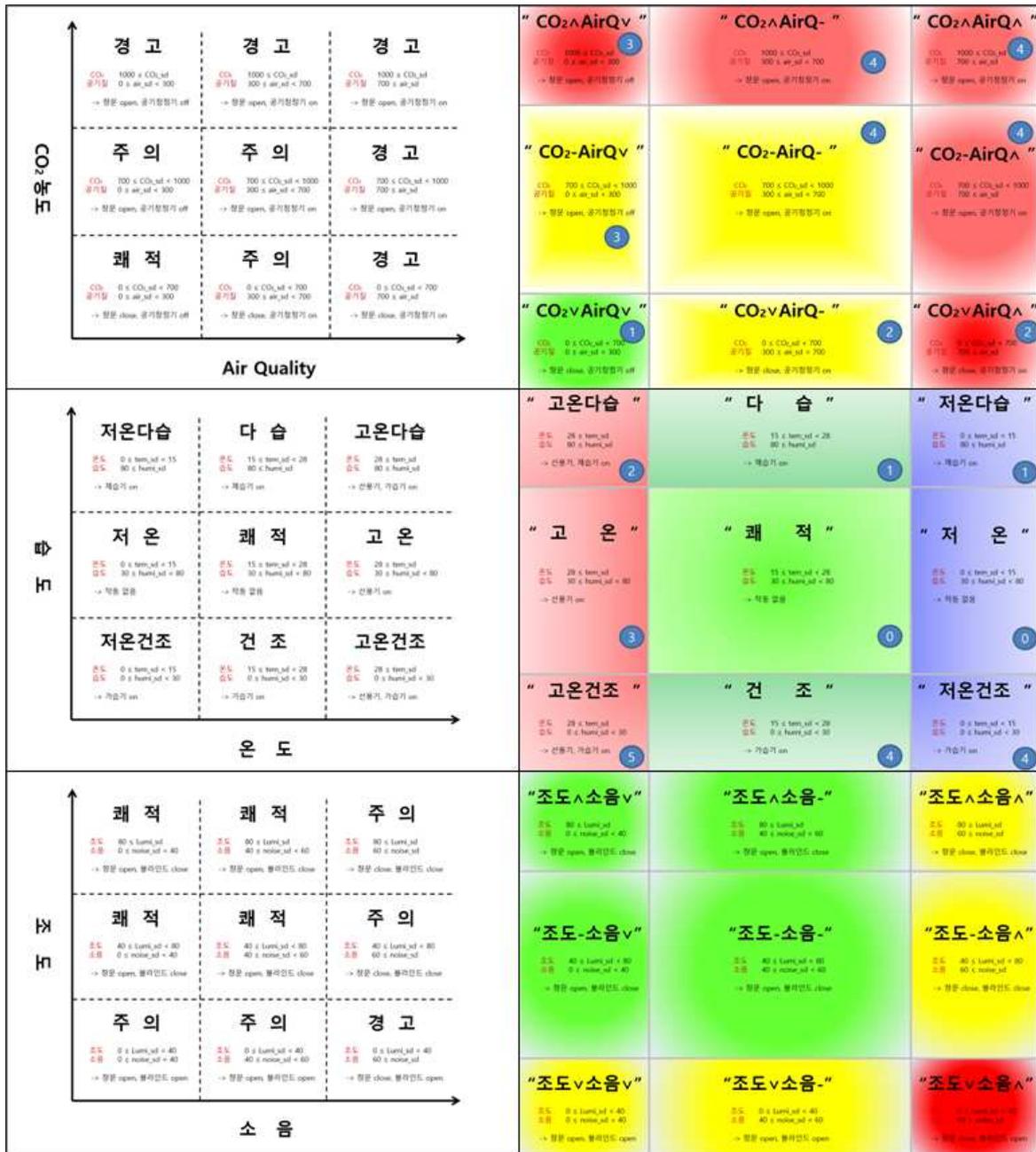


Fig. 7 Indoor Environment Status

관리 모듈에서 현재 실내 환경에 대한 평가를 시작하여 평가 결과에 따라 적절한 제어신호를 자동제어 모듈로 전송하고 수신 받은 제어신호에 따라 각각의 전자기기를 작동시키거나 전동장치를 작동하여 가습기나 창문, 공기청정기 등을 제어하게 된다. 본 연구는 테스트베드 환경을 구축하고 자동제어 모듈에 연결된 창문, 블라인드, 선풍기, 가습기, 제습기, 공기청정기 등의 장치가 원활히 제어되는지 테스트 하였다. Fig. 8은 자동제어 시스템의 테스트를 위해 제작된 테스트베드이다.



Fig. 8 Testbed of Control Module

4) 시각화 모듈 구현

시각화 모듈은 수집된 정보에 대하여 사용자들

이 쉽게 인식할 수 있도록 그래프나 키워드, 색상 등을 이용하여 웹서비스 형태로 실내 환경에 대한 정보를 제공한다. 실내 환경정보에 대한 정보를 제공함과 동시에 이를 토대로 현재 실내 환경에 대한 종합적인 상태를 표시해 주고 있다. 또한 그래프를 이용하여 최근까지 변화를 추적할 수 있으며 스마트폰과 같이 웹서비스가 지원되는 스마트 기기를 이용하여 지속적으로 상태를 감시할 수 있는 페이지와 자동제어장치들을 수동으로 제어하는 페이지를 구현하였다. Fig. 9는 웹서비스 형태로 제공되는 시각화 화면 페이지이다.

3.4 성능평가

본 시스템의 성능평가를 위해 시스템 응답속도, 제어신호 전송속도, 센서 데이터 전송속도에 대해 시뮬레이션을 통한 시간 및 데이터 처리량 측정으로 각 항목별로 300회 반복 테스트를 진행하였다. 시스템 응답속도 평가를 위해 구글 분석도구를 사용하여 시각화 모듈의 각 기능에 대한 로딩 시간을 측정하였다. 제어신호 전송속도의 경우 시스템에서 수동으로 동작신호를 보내는 시간과 실제 제어모듈에 연동된 장치들이 작동까지의 시간을 측정하는 것으로 평가하였으며, 센서 데이터 전송속도는 각 센서의 데이터 전송 전, 후 시간에 대한 측정을 실시한 뒤 그 차이를 이용하여 센서 데이터 전송속도를 산출하였다.

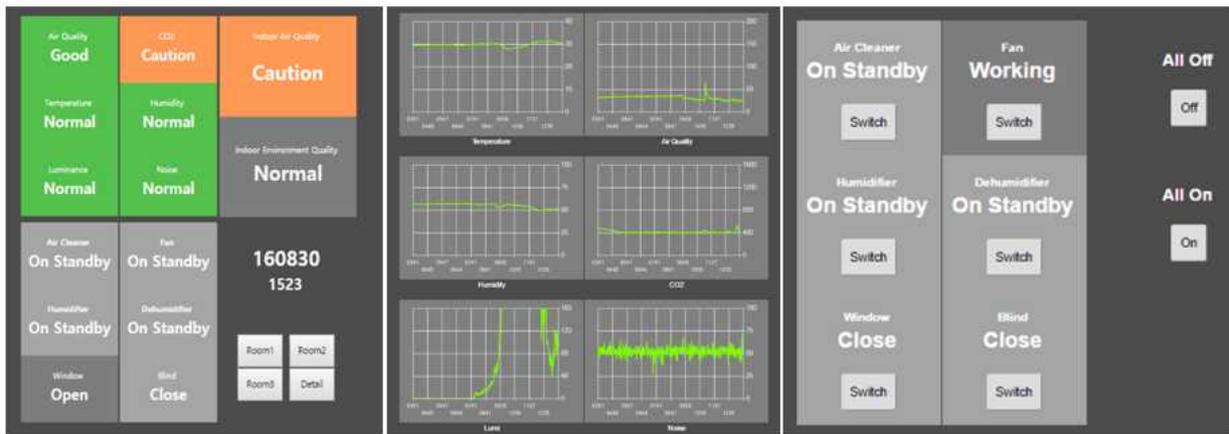


Fig. 9 Visualization Module

Table 2 Performance Test Results

Evaluation Items		Result(sec)
System Response Time		0.793
Control Signal Transmission Speed		0.467
Sensor Data Transmission Speed	Air Quality	0.206
	CO2	0.001
	Temperature-Humidity	1.410
	Illuminance	0.205
	Noise	0.206

기존 연구 결과에 따르면, 사용자 조작 후 시스템 반응이 0.1~0.2초이면 순간적, 0.5~1초면 즉각적, 2~5초면 진행 중, 7~10초면 응답시간 상 끊어진 것으로 받아들여진다[25-26]. 본 시스템의 성능평가 결과 시스템 응답시간은 0.793초, 제어신호 전송속도는 0.467초로 나타나 즉각적 범주에 속하며, Table 2에 나타난 대로 공기질, CO2 등 대부분 센서 데이터의 전송속도가 순간적 또는 즉각적인 반응의 범주로 나타나 사용자가 받아들이는 성능 수준에는 문제가 없는 것으로 판단된다.

4. 결론

본 연구에서는 센서를 통해 실내 환경의 상태를 모니터링하고 자동제어 장치를 통해 쾌적한 환경으로 유지하고 개선되도록 하는 시스템을 설계하고 개발하였다. 시스템은 크게 모니터링센서 모듈, 자동제어 모듈, 시각화 모듈 및 실내 환경 통합관리 모듈로 구성된다. 모니터링센서 모듈은 각종 환경정보를 수집하는 센서를 이용하여 실내 환경정보를 수집하고 자동제어 모듈의 경우 전동장치 및 전원장치를 서보모터와 릴레이 등을 활용해 제작하였으며 라즈베리파이2를 이용하여 개발되었다. 통합관리 모듈과 시각화 모듈은 IIS 서버를 통하여 웹서비스 환경을 제공할 수 있도록 개발하였다. 본 시스템은 공기 질과 CO2, 온도와 습도, 소음과 조도 등 실내 환경에 대한 정보를 센서 모듈을 통하여 수집하고, 이를 9가지의 상태로 분류할 수 있는 다차원 분석을 실시, 그 결과에 따라 적절한 실내 환경 제어 장치들을

자동적으로 제어할 수 있도록 하였다. 통신 접속이 가능한 환경에서는 사용자가 어디서든 환경정보를 확인하고 제어장치들을 작동시킬 수 있도록 하였다.

본 연구는 기존 수작업으로 이루어지던 실내 환경개선 행위들을 IoT 기술을 통하여 자동적으로 처리하게 함으로써 어린이나 노약자 또는 불특정 다수가 함께 있는 공공장소와 같은 행동에 제약이 있는 공간뿐 아니라 일반 사무실이나 가정에서도 인간의 개입이 최소화된 상태에서 자동적으로 실내 환경개선이 이루어지도록 시스템적으로 지원한다는 의의가 있다. 본 연구에서 제안되고 개발된 시스템을 통해 사람이 실내의 유해한 환경을 인지하지 못하고 장시간 노출되는 상황을 조기에 경보함으로써 안전사고에 선제적으로 대응하고 궁극적으로는 삶의 질 향상에 기여할 것으로 기대된다.

전동장치를 활용한 시제품의 경우 소규모 테스트베드 환경에서 실시하였다는 점과 자동제어 모듈의 기술적 한계로 인해 특정 형태의 장치에서만 적용되는 문제를 개선할 수 있는 방안에 대한 연구가 향후 진행되어야 할 것이다. 또한 실내 환경 모니터링 및 진단에 따른 적절한 조치 후의 변화를 관리하여 자동제어 시스템의 성능을 평가하고 피드백을 실시함으로써 실내 환경을 지속적으로 개선할 수 있는 추가적인 연구가 필요하다.

References

- [1] The Data Team, "Comparing Urban Air Pollution", The Economist Newspaper, Aug. 1, 2016.
- [2] Government Joint Interagency, "Indoor Air Quality Management Plan(2015~2019)", Ministry of Environment, 2015.
- [3] Yang, W. H., "A Pilot Study of Time Activity Patterns for Environmental Hazards Routes of Exposure Analysis", National Institute of Environmental, 2013.
- [4] U.S. Environmental Protection Agency,

- “The Total Exposure Assessment Methodology (TEAM) Study: Summary and Analysis”, EPA/600/6-87/002a, 1987.
- [5] WHO News Release, “WHO Releases Country Estimates on air Pollution Exposure and Health Impact”, Geneva, September 27, 2016.
- [6] Oh, C. S., Seo, M. S., Lee, J. H., Kim, S. H., Kim, Y. D., and Park, H. J., “Indoor Air Quality Monitoring Systems in the IoT Environment”, Korea Institute of Communication Sciences, Vol. 40, No. 5, pp. 886-891, 2015.
- [7] Kim, H. W. and Kim, D. K., “IoT Technical and Security”, Korea Institute of Information Security and Cryptology, Vol. 22, No. 1, pp. 7-13, 2012.
- [8] Gartner Inc, “Gartner Says the Internet of Things Installed Base Will Grow to 26 Billion Units By 2020”, Stamford, Conn., December 12, 2013.
- [9] Jang, Y. J., “Big Data, Business Analytics, and IoT: The Opportunities and Challenges for Business”, The Journal of Information Systems, Vol. 24, No. 4, pp. 139-152, 2015.
- [10] Moon, Y. S., Choi, S. P., Lee, E. K., Kim, J. J., and Choi, H. R., “Performance Evaluation of Advanced Container Security Device(ACSD) system based on IoT(Internet of Things)”, The Korea Institute of Information and Communication Engineering, Vol. 17, No. 9, pp. 2183-2190, 2013.
- [11] Lee, J. Y., Kim, S. H., Lee, S. B., Choi, H. J., and Jung, J. J., “A Study on the Necessity and Construction Plan of the Internet of Things Platform for Smart Agriculture”, Journal of Korea Multimedia Society, Vol. 17, No. 11, pp. 1313-1324, 2014.
- [12] Lee, J. M. and Hwang, S. G., “Analyses and Suggestions on Healthcare Devices and Services on the Basis of IoT”, Journal of Digital Design, Vol. 15, No. 2, pp. 963-971, 2015.
- [13] Ahn, H. S., Kim, Y. C., “Implementation of Water Quality Monitoring System in the Mobile Environment”, The Journal of Internet Electronic Commerce Research, Vol. 13, No. 1, pp. 1-16, 2013.
- [14] Park, S. E., Hwang, C. G., and Park, D. C., “Internet of Things(IoT) ON System Implementation with Minimal Arduino Based Appliances Standby Power Using a Smartphone Alarm in the Environment”, The Korea Institute of Electronic Communication Sciences, Vol. 10, No. 10, pp. 1175-1181, 2015.
- [15] Park, Y. K. and Rue, S. M., “Analysis on Smart City Service Technology with IoT”, Korea Institute of Information Technology Review, Vol. 13, No. 2, pp. 31-37, 2015.
- [16] Chen, N., Ahn, I. Y., Choi, S. C., Yun, J. S., Kim, J. H., and Miao, T., “Design and Implementation of IoT Based Service for Smart Factory”, The HCI Society of Korea, pp. 683-685, 2016.
- [17] Kim, M. Y., “Improvement Method for Indoor Air Quality Management”, Korean Society For Health Education And Promotion, pp. 36-48, 2000.
- [18] Park, J. S., Park, B. Y., Yoon, D. W., and Sohn, J. Y., “Evaluation of the Characteristics of the Indoor Air Environment in Office Buildings”, Architectural Institute of Korea, Vol. 10, No. 5, pp. 121-126, 1994.
- [19] Kim, H. J., “Analysis and Improvement of Indoor Air Quality in University Dormitory by Measurement”, Journal of Korean Institute of Architectural Sustainable Environment and Building Systems, Vol. 2, No. 2, pp. 20-26, 2008.
- [20] Kim, B. R., Park, S. H., and Hong, B. H.,

“Indoor Environment Monitoring System”, Korea Information Science Society, Vol. 39, No. 1, pp. 57-59, 2012.

[21] Lee, J. M., Han, J. J., Lee, E. A., and Kim, D. S., “Development of an Indoor Environment Monitoring System Using Wireless Sensor Network”, The Institute of Electronics Engineers of Korea, pp. 1545-1547, 2015.

[22] Ye, S. H. and Han, S. H., “Indoor Environment Monitoring System Using Short-range Wireless Communication in Mobile Devices”, The Korea Institute of Information and Communication Engineering, Vol. 17, No. 9, pp. 2167-2173, 2013.

[23] Cha, K. A. and Kwon, C. U., “Implementation of A Monitoring System using Image Data and Environment Data”, Journal of the Korea Industrial Information Systems Research, Vol. 14, No. 1, pp. 1-8, 2009.

[24] Yu, K. H., Yoon, D. W., Jung, W. S., and Hong, S. C., “Development of Integrated Control System for Indoor air Environment”, The Society of Air-Conditioning and Refrigerating Engineers of Korea, pp. 55-68, 1999.

[25] Saffer, D., “Designing for Interaction: Creating Smart Applications and Clever Devices”, Berkeley: New Riders Pub, 2007.

[26] Seow, S. C., “Designing and Engineering Time: The Psychology of Time Perception in Software”, Boston: Addison Wesley Professional, 2008.



이 상 훈 (Sang Hoon Lee)

- 대구대학교 컴퓨터IT공학부 공학사
- 대구대학교 경영학과 경영학사
- 대구대학교 대학원 컴퓨터정보공학과 공학석사
- 대구대학교 대학원 컴퓨터정보공학과 박사과정
- 관심분야 : 지식경영, e-비즈니스, 추천시스템



김 진 엽 (Jin-Yeop Kim)

- 대구대학교 컴퓨터IT공학부 공학사
- 대구대학교 경영학과 경영학사
- 대구대학교 대학원 컴퓨터정보공학과 석사과정
- 관심분야 : IoT, 지식경영, e-비즈니스, 추천시스템



김 수 연 (Su-Yeon Kim)

- 종신회원
- 포항공과대학교 수학과 이학사
- 숭실대학교 정보산업학과 이학석사
- 포항공과대학교 산업공학과 공학박사
- 대구대학교 컴퓨터IT공학부 교수
- 관심분야 : e-비즈니스, 지식경영, 추천시스템