

lot 기반 실내 공기오염 측정 시스템

lot based Indoor Air Quality Monitoring System

김웅태*, 김용철**, 곽수영*
한밭대학교 전자·제어공학과*, 한밭대학교 시각디자인학과**

Ungtae Kim(utkim@hanbat.ac.kr)*, Yong-Chul Kim(kimyc@hanbat.ac.kr)**,
Sooyeong Kwak(sykwak@hanbat.ac.kr)*

요약

사람들이 집, 회사 등에서의 실내생활이 증가함에 따라 실내 공기오염에 대한 관심이 높다. 본 논문에서는 실내 공기오염 중 인체에 가장 영향을 많이 미치는 이산화탄소, 미세먼지, 생활용품에서 발생하는 휘발성유기화합물(VOCs)를 측정할 수 있는 실내 공기오염 측정 시스템을 제안한다. 제안된 시스템은 실내 공기오염을 측정하는 디바이스, 정보를 저장하고 전송 할 수 있는 웹서버, 오염정보를 확인할 수 있는 안드로이드 어플리케이션으로 구성되어 있다. 본 시스템의 성능 확인을 위하여 초와, 담배연기 두 가지 시료의 실험을 통해 실내 공기 상태 변화를 어플리케이션으로 확인하였다. 또한, 외부 대기 상태와 디바이스로부터 측정된 내부 대기 상태를 비교할 수 있도록 시각화함으로써 사용자의 편의성을 증대시킬 수 있을 것으로 판단된다.

■ 중심어 : | 사물인터넷 | 미세먼지 | 실내공기오염 |

Abstract

Many people interested in indoor air quality monitoring since they spend a majority of their time indoors such as homes and offices. This paper proposes the effective indoor air quality monitoring system and it can gauge carbon dioxide, particulate matter and VOCs(Volatile Organic Compounds) which can be harmful to humans. The proposed system is composed of three main modules which are device, web server, and mobile application. In order to evaluate the performance, we tested two cases which are candle and smoke. We monitor the condition of indoor air quality with our mobile application. Also, we developed the information graphics to compare the condition of air quality between indoor and outdoor and this mobile application improves usability.

■ keyword : | Internet of Things | Particulate Matter | Indoor Air Quality |

1. 서론

현대 사회에 이르러 사람들은 실외보다 실내에 머무는 시간이 증가하고 있다. 환경부 국립환경과학원의 연

구 조사에 따르면 한국인은 하루 중 21시간 이상 실내에서 체류하고 있으며, 체류 시간에 따른 노출량에 의한 오염정도가 개인별 최대 3배까지 차이를 보이고 있다. 또 이런 환경적 요소에 취약한 어린이 및 노약자들

* 본 연구는 한밭대학교 교내 학술연구비로 수행되었습니다.

접수일자 : 2015년 08월 26일

수정일자 : 2015년 10월 01일

심사완료일 : 2015년 10월 22일

교신저자 : 곽수영, e-mail : sykwak@hanbat.ac.kr

의 노출 빈도가 가장 높게 나타나고 있다[1]. 실내 공기는 자연적으로 정화가 되는 실외 공기에 비해서 한정된 공간에서 진행되기 때문에 실외공기의 오염도보다 더욱 높다. 하지만 이를 인식하고 실생활에서 적절히 대처하기 어렵다. 미국 EPA(Environmental Protection Agency) 조사 결과에서는 실내공기 오염물질의 농도가 실외 대기오염물질보다 2~5배, 때로는 100배 이상 높다고 밝힌바 있다[2]. 실내의 건축자재와 페인트, 접착제 등에서도 인간에 유해한 각종 휘발성유기화합물질(VOCs: Volatile Organic Compounds)이 발생하여 각종 피부병 및 알레르기를 유발한다는 것은 이미 모두 알고 있는 사실이다. 이에 환경부는 2004년부터 ‘다중이용시설 등의 실내 공기질 관리법’을 시행, 일정 규모 이상 시설은 법적으로 공기의 질이 관리되고 있으나 정작 관리가 필요한 소규모 시설에는 적용되지 않고 있다.

실내 오염의 실례로 빌딩증후군 문제는 건물 내 거주자들이 일시적 또는 만성적인 건강과 관련된 증상을 호소하면서 비롯되었다. 그 원인물질로는 이산화탄소(CO_2), 이산화질소(NO_2), 아황산가스(SO_2), 오존(O_3), 미세먼지(PM-10, PM-2.5), 중금속(Heavy metal), 석면(Asbestos), 휘발성 유기화합물(VOCs), 포름알데히드(HCHO), 미생물성물질(microbial substance), 라돈(Rn), 등이 있다[3][4]. 이런 실내 공기 오염원을 측정하기 위한 다양한 가스 측정센서들이 개발되어 이용되고 있으며, 주로 가연성 또는 독성가스를 조기에 감지하여 신속한 대응을 하기 위한 연구 및 개발이 진행되고 있다[5-9].



그림 1. 제안 하는 시스템(AirSecom)의 개요

본 논문에서는 오염된 실내공기를 실시간으로 확인하여 사용자에게 알려줄 수 있는 시스템을 제안한다. 제안하는 시스템의 개요는 [그림 1]과 같다. 본 논문에서는 제안하는 시스템을 에어세콤(AirSecom)이라고 명명하였으며 이는 실내 공기 오염에 주원인이 되는 휘발성유해물질(VOCs)과 미세먼지를 수치화하여 실시간으로 확인 가능하고, 실내 공기질에 영향을 주는 물질인 산소(O_2), 이산화탄소(CO_2) 및 온·습도의 정보 또한 제공한다. 정보를 제공함에 있어 전문지식이 필요한 정보 이므로 위험, 경고, 쾌적의 세단계로 쉽게 표기하였다. 또, 장소에 구애받지 않고 확인이 가능하도록 IoT(Internet of Things)개념을 활용하여 사용자의 스마트폰으로 외부에서도 실시간으로 확인이 가능하도록 하였다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. II장에서 관련연구에 대해서 기술하고, III장에서는 설계내용에 대해 기술하고, IV장에서는 시스템 구성에 대해서 기술한다. V장에서는 제안하는 시스템(AirSecom)의 성능을 평가한다. 마지막으로 VI장에서 결론과 향후 연구 방향에 대해 기술한다.

II. 관련 연구

초기의 실내 환경 모니터링 시스템에 대한 연구는 규모가 큰 건물이나 빌딩의 환경에 초점을 맞추어 진행되어왔다. 주로 센서노드 기술을 이용하여 건물의 곳곳에 센서노드를 배치하여 하나의 네트워크를 생성하여 중앙에서 확인이 가능한 형태로 개발 되어왔다[10]. 하지만 일반 가정집에서 사용하기에는 시스템이 자체가 크고, 네트워크를 구성해야 하는 단점이 있었다. 그래서 휴대용 단말기를 이용하여 근거리 무선 통신으로 데이터를 확인 할 수 있는 방법이 제안 되었다[11]. 하지만 블루투스의 송신 범위내에 있어야만 확인이 가능하여 실시간으로 확인하기에는 장소의 제약을 가지고 있었다. 이런 점을 보완하고자 무선인터넷 기술을 이용하는 방법들이 많이 연구가 되었다[12]. 하지만 센서 노드들이 중계PC에 접속 하는 형태로 시스템이 복잡하고, 일반

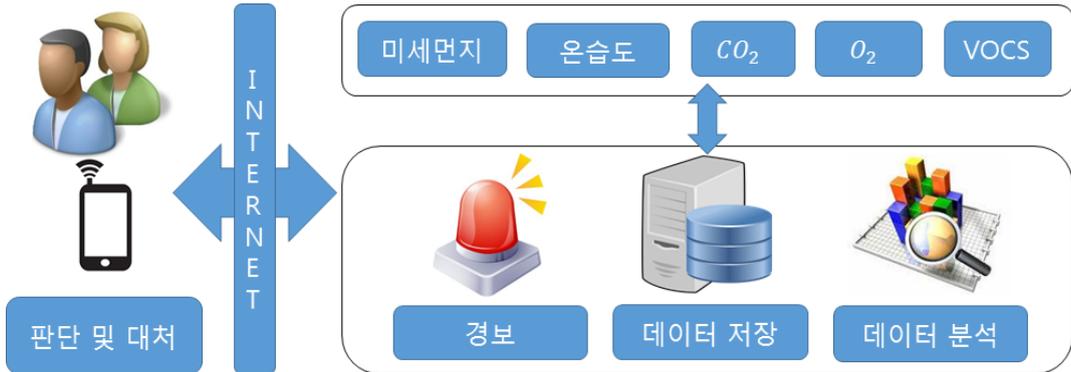


그림 2. 시스템의 설계 개념

가정의 사용자가 사용하기에는 어렵다.

이에 본 논문에서는 센서노드와 소형PC를 하나로 합쳐 바로 서버에 전송하는 형태의 시스템을 제안 하고자 한다. 제안하는 시스템은 무선인터넷환경에서 작동만 시키면 되는 단순한 구조로 사용하기 편리하며, 또 장소에 구애받지 않고 스마트폰으로 확인이 가능하도록 하여 사용자의 편의성에 중점을 두었다.

III. 시스템 설계

본 논문에서 제안하는 시스템(AirSecom)의 기본 개념은 [그림 2]와 같다. 시스템은 크게 실내 대기 환경을 측정하는 측정디바이스와 전송받은 센서값을 저장하고 분석하여 사용자에게 경보를 되돌려 주는 서버, 그리고 사용자에게 정보를 시각화 할 수 있는 스마트폰 앱으로 구성된다. 서버는 데이터를 전송받아 저장하는 부분과 저장된 데이터들을 분류하여 외부의 기상청 정보와 비교하는 부분과 사용자에게 현재의 상태가 문제가 있음을 알려주는 부분으로 구성된다. 스마트폰 앱은 한눈에 현재의 대기 상태를 알려 줄 수 있도록 구성하였으며, 외부의 상태와 비교 가능하도록 구성하였다. 또 사용자의 누적된 데이터를 볼 수 있도록 년, 월, 시간 별로 확인이 가능하도록 하였다. 또 무선인터넷 기술을 활용하여 데이터의 전달에 편의성을 더하여 구성하였다. 전체적인 시스템의 흐름은 다음과 같다. 사용자의 집에 설

치된 기기에서 현재의 대기상태 정보를 서버로 전달하면, 서버는 받아온 데이터들을 저장하고 분석한다. 데이터들의 분석이 끝나면 사용자의 스마트폰 앱을 통해 현재의 상태를 알려주며 문제가 있는 부분에 대해서 적절한 상태메시지를 전달한다. 시각화된 정보를 전달받은 사용자는 현재의 실내 대기 상태와 외부의 대기 상태를 비교하여 집안의 환기 시스템을 조정하여 상태를 쾌적하게 조절 할 수 있다.

IV. AirSecom의 시스템 구성

본 논문에서 제안하는 시스템(AirSecom)은 [그림 3]과 같이 디바이스, 웹서버, 스마트폰 앱의 세 가지 모듈로 구성 되어 있다. 디바이스는 와이파이를 통해 인터넷과 연결되고 휘발성유기화합물(VOCs), 산소(O_2), 이산화탄소(CO_2), 미세먼지(PM-10, PM-2.5) 센서들로부터 읽어 들인 값을 웹서버로 전송한다. 웹서버는 와이파이를 통해 들어온 디바이스의 센서 값들을 시간 및 날짜 별로 데이터베이스에 저장한다. 웹서버는 스프링 프레임워크 3.0(Springframework 3.0)을 이용하여 http 프로토콜로 들어오는 명령에 따라 그에 상응하는 값을 리턴하는 RESTful(REpresentational Status Transfer) 서버 형태를 취한다. 스마트폰 앱은 기상청 대기오염정보 API를 통해 바깥의 대기 상태와 웹서버로부터 받은 디바이스의 오염 정보를 비교해서 보여준다.

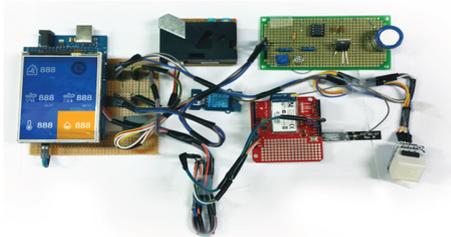


그림 3. AirSecom의 세가지 모듈

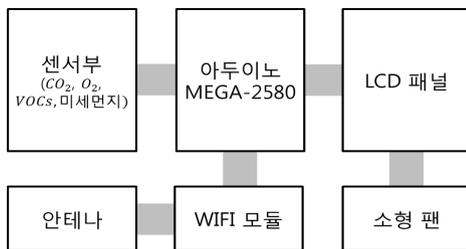
1. 디바이스 구성

본 논문에서 제안한 AirSecom은 자체 터치 LCD를 통해 와이파이를 선택하도록 하여 편의성을 높였다. 아두이노 MCU를 이용하여 별도의 운영체제 없이 구동하도록 하여 생산성과 소형화에 용이하다. 또 와이파이를 이용하여 서버에 연결되어 있으므로 다른 전자 기기를 쉽게 연결할 수 있도록 하여 높은 확장성을 갖도록 하였다. 전체적인 디바이스는 [그림 4]와 같이 아두이노 Mega2580에 먼지, 휘발성 유기화합물(VOCs), 산소(O₂), 이산화탄소(CO₂), 온·습도 센서를 연결하였다.

사용한 센서의 사양은 아래 [표 1]과 같다.



(a)



(b)

(a) 완성된 디바이스 (b) 디바이스 구성

그림 4. AirSecom의 디바이스 구성

표 1. 센서 사양

sensor	Specification
	<ul style="list-style-type: none"> · O Sensor(cm-0201) · Interface : UART · Range : 0~25% · Response time : 30sec · Accuray : ±2%
	<ul style="list-style-type: none"> · CO Sensor(X-100) · Interface : Digital signal · Range : 300~2000ppm · Response time : 30sec · Accuray : ±100ppm
	<ul style="list-style-type: none"> · VOCs Sensor(GSBT11-P110) · Interface : Analog signal · Range : Toluene 0~70ppm, Hydrogen 0~70ppm, Formaldehyde 0~70ppm · Response time : 30sec · Accuray : ±7%
	<ul style="list-style-type: none"> · Fine dust Sensor(PM 1001) · Interface : UART · Range : Above 1um · Response time : 1min · Accuray : ±2%
	<ul style="list-style-type: none"> · Temperature/Humidity Sensor(p110) · Interface : Analog signal · Range : Temperature 0~50°C, Humidity 20~90% · Response time : 6~30sec · Accuray : ±2°C, ±5%

휘발성유기화합물(VOCs)센서와 온·습도, 산소(O₂) 센서는 아두이노의 아날로그 핀을 이용하여 연결하였다. 이산화탄소와 미세먼지는 UART통신을 이용하여 아두이노의 디지털 핀으로 센서의 출력 값을 받도록 하였다. 두 센서의 UART통신을 위하여 아두이노의 SoftSerial 헤더를 이용하여 기본 디지털 핀을 UART 통신 핀처럼 이용하였다. 센서의 값이 민감한 휘발성유기화합물(VOCs) 센서는 가변저항을 연결하여 민감한 센서의 범위를 직접 바꿀 수 있도록 별도의 회로를 구성하여 연결하였다. 기기의 전체적인 전원은 220V의 전원을 받아 AC-DC 컨버터를 통해 5V의 직류전원으로 바꾸어서 아두이노와 터치-LCD에 인가하였다. 터치 LCD는 3.2"의 TFT LCD모듈로 320x240 해상도를 지원하며 동시에 터치 필름까지 부착된 것을 이용하여 와이파이를 설정할 때 AP(Access point)를 검색하고,

비밀번호를 입력하는 키보드를 뒤흔 수 있도록 하였다. 와이파이 모듈은 Sparkfun의 기본 와이파이 쉴드를 이용하여 아두이노에 적층하는 형태로 이용하였다[4]. 아두이노 Mega2580 호환을 위하여 기존 연결이 아닌 아두이노 Mega2580의 SPI핀인 40, 41, 42, 43번 핀으로 연결을 변경하여 사용 하였다. 기기로 유입되는 공기의 원활한 흐름을 위하여 5V에서 동작하는 소형팬 3개를 부착하였다.

2. 디바이스 제어 흐름

디바이스의 제어 흐름은 [그림 5]와 같으며, 30초마다 센서의 정보를 갱신하여 와이파이를 통해 웹서버로 전송한다. 처음 디바이스에 전원이 인가되면 이전 와이파이 연결이 있었는지를 확인한다. 이전에 등록된 와이파이의 연결이 없으면 사용자로부터 현재 접속 가능한 와이파이의 SSID(Service Set Identifier)의 리스트를 보여주고, 선택하여 연결 할 수 있도록 한다. 와이파이의 연결이 확인되면 모든 센서들의 연결을 확인하고 센서로부터 측정값을 받는다. 30초 후 센서들의 측정값이 모두 확인되면 LCD에 센서 정보를 보여주고 와이파이를 통해 서버로 센서들의 정보를 보여준다. 만약 정보 보내기에 실패하면 접속 실패 메시지를 보여주고 다시 30초 동안 센서의 정보를 기다린다.

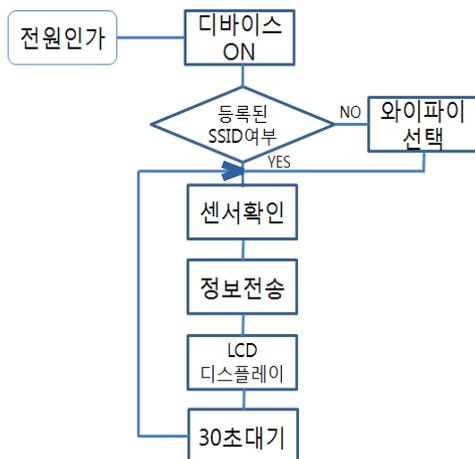


그림 5. 디바이스의 제어 흐름도

3. 웹서버

디바이스의 센서 정보를 수신하고 안드로이드 어플리케이션의 요청에 상응하는 값을 줄 수 있도록 웹서버로 구현하였다. 기존의 공공API처럼 구현하여 쉽게 이용이 가능하도록 하였다. 서버는 JAVA 언어를 이용하여 스프링 프레임워크(Springframework 3.0)을 이용하여 구현하였고 데이터베이스는 OracleDB(11g)를 이용하였다. OracleDB(11g)의 이용과 접근을 용이하게 하기 위해서 iBatis를 이용하여 데이터베이스의 접근 코드와 이용 코드를 간략히 하였다[13].

서버의 명령은 크게 정보를 가지고 오는 getInform과 setInform으로 구성하였다. setInform은 디바이스에서 웹서버에 정보를 저장할 때 이용하며 getInform은 안드로이드 어플리케이션에서 현재의 실내 대기 상태의 정보를 가져올 때 이용한다. 자세한 명령어의 파라미터와 응답은 [표 2], [표 3]과 같다. 서버컴퓨터의 사양은 Intel core i7-3770 CPU의 4GB 램을 장착한 데스크탑 PC에 구현하였다. 서버의 응답 시간은 평균 6ms로 굉장히 빠른 응답 속도를 보이며, 요청에 대한 응답을 JSON 데이터 형태로 돌려준다. JOSN(JavaScript Standard Object Notation)은 자바 스크립트의 표준 객체 표기법으로 문법이 매우 간결하여 같은 XML 데이터에 비해 용량이 매우 적고 표현 방식이 간결하여 직관적인 이해가 가능한 장점을 갖는다. 스마트폰 환경은 PC에 비해 매우 유한한 환경을 가지므로 데이터와 처리가 간편한 JSON데이터를 이용하였다.

표 2. getInform의 파라미터 응답

요청 명령어	getInform	
요청변수	none	
응답	필드	값
	pm10	pm10
	pm25	pm2.5
	VOCsS	VOCs
	tm	온도
	hu	습도
	o2	산소농도
co2	습도 농도	

표 3. setInform의 파라미터 응답

요청 명령어	setInform	
	변수	값
요청 변수	pm10	integer (최소:0, 최대:999)
	pm25	integer (최소:0, 최대:999)
	VOCs	integer (최소:1, 최대:5)
	tm	double (최소:-50.0, 최대:50.0)
	hu	integer (최소:00, 최대:100)
	o2	integer (최소:00, 최대:100)
	co2	integer (최소:00, 최대:100)
	필드	값
응답	0 또는 1 (0:실패, 1:성공)	
res	값	

4. 스마트폰 앱

스마트폰 앱의 화면 구성은 사용자가 시각적으로 이해하기 쉽도록 시각화에 중점을 두었다. 집 내부의 수치를 집 모양의 안에 표시하여 직관적으로 집 안의 수치라는 것을 알기 쉽게 하였다. 또 외부의 수치는 집 밖에 표시하여 바로 집 밖과 안의 수치를 비교해 볼 수 있도록 하였다. 수치의 구간 별로 쾌적, 경고, 위험의 세 단계로 나누어서 파랑, 노랑, 빨강 색 표시하도록 하였다. 각 센서별 측정값의 쾌적, 위험, 경고 구간은 아래 [표 4]와 같이 나누어 투명, 노랑, 빨강의 세 단계로 디스플레이하였다. 집의 대기 오염 상태를 상단의 지붕모양에 산출된 수치로 다시 나타내어 현재 집의 상태를 바로 알 수 있도록 하였다. 기본 페이지의 구성 모습은 [그림 6]과 같다. 상세 페이지의 그래프는 각 항목 별로 쾌적, 경고, 위험 상태별로 색으로 구분지어서 한 눈에 상태를 비교할 수 있도록 하였다. 또, 일간, 주간, 년간 별로 표시하도록 하였다.

기상청 대기오염정보API에서 외부 데이터가 있는 미세먼지(PM-10), 초미세먼지(PM-2.5), 온·습도 정보는 상세 페이지에 점선과 실선으로 구분하여 내·외부의 비교가 용이하도록 구성 하였다. 그래프에서 정확한 수치가 보기 어려운 부분은 원하는 곳의 그래프 내용을 선택했을 시 수치를 표기하도록 하였다.

표 4. 각 등급별 센서 값

	쾌적	위험	경고
이산화탄소	450ppm 미만	450ppm 이상 700ppm 이하	700ppm 초과
산소	18% 미만	18% 이상 21% 이하	21% 초과
미세먼지	40 미만	40이상 150 이하	150 초과
휘발성유기화합물	0ppm	0ppm 이상 1ppm이하	1ppm 초과

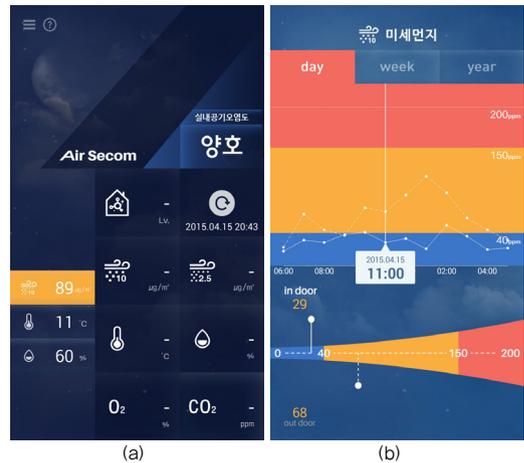


그림 6. 앱 화면 구성

V. 실험 및 평가

1. 센서의 응답시간과 측정 오차

센서의 응답 시간은 센서의 응답값이 측정하고자 하는 값에 도달하는 시간을 말하며 측정오차는 측정하고자 하는 값에 대한 오차를 말한다. 동일한 실내환경에서 센서에 전원을 인가한 후 센서의 출력값이 실내 환경 조건에 도달할 때까지의 시간을 5회 반복 측정하여 평균값을 구하였다. 각 센서별 응답시간은 [그림 7]과 같다.

CO₂ 센서는 평균 118초, O₂ 센서는 40초, 미세먼지 센서는 41초 후 정확한 응답을 보였다. 실험에 사용한 센서는 정확한 응답을 얻기까지 평균 66.3의 시간을 필요로 하였다. 오차는 응답시간 이후 30초간의 측정값의 평균을 실내 환경조건과 비교하였다. 평균 오차의 값은

[표 5]와 같다.

미세먼지 센서 오차는 $\pm 0.4\%$, 이산화탄소 센서 오차는 $\pm 38.4\text{ppm}$, 산소 센서는 0.9% 를 나타내었다. 대체적으로 센서의 기본 사양의 오차보다 적게 나타났다.

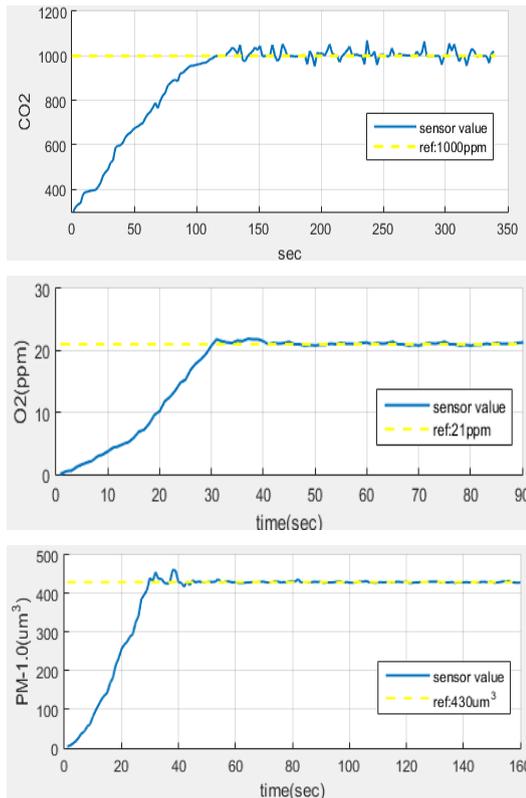


그림 7. 센서별 시간 응답 그래프

표 5. 센서별 측정오차

센서	오차
미세먼지 센서	$\pm 0.4\%$
이산화탄소 센서	$\pm 38.4\text{ppm}$
산소 센서	$\pm 0.9\%$

2. 무선 데이터 전송 인식률

센서 데이터를 무선으로 서버에 전송하는 과정에서 데이터를 손실없이 보내는지를 측정하기 위하여 수신율과 오류율을 측정하였다. 센서별 데이터를 서버에

회 전송하고 서버에서 받은 데이터의 횟수를 계산해 수신율을 측정하였고, 보낸 데이터와 들어온 데이터를 비교하여 오류율을 측정하였다. 디바이스에서 보내는 측정값들은 [표 6]과 같이 정확히 서버에 전송되는 것으로 나타났다.

표 6. 무선 데이터 수신률과 오류율

	VOCs	O ₂	CO ₂	온도	습도
성공횟수/수신횟수	10/10	10/10	10/10	10/10	10/10
수신율	100%	100%	100%	100%	100%
오류율	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%

VI. 결론 및 향후 연구 방향

본 논문에서는 실내 공기의 상태를 실시간으로 어디서든 확인이 가능한 가정용 대기환경 측정 시스템을 제안하였다. 구현된 디바이스의 동작 여부를 확인하기 위하여 다양한 대기환경에서 측정값을 비교하였으며 성능을 평가하였다.

제안된 시스템은 웹서버를 통해 연결이 되어 있기 때문에 다른 전자 제품(예 공기청정기, 에어컨, 환풍기 등)을 와이파이를 통해 웹서버에 같이 연결하면 대기환경상태에 따라 적절한 조치를 스마트 폰을 통해 쉽게 취할 수 있다. 또한 서버 한 대를 모두 같이 이용하여 개별적인 시스템이 아닌 종합적인 시스템으로 이용할 수 있다. 또 정보를 표현함에 있어서 시각적인 도구를 이용하여 전문지식 없이 쉽게 접근할 수 있도록 하였으며, 요즘은 누구나 가지고 있는 스마트 폰을 이용하여 정보를 제공함으로써 언제 어디서든 접근이 용이하게 하였다.

제안된 시스템의 개발 비용은 디바이스 부품비용이 약 10만원으로 매우 저렴하며, 와이파이를 이용함으로써 선의 연결을 줄여 전문지식 없이 쉽게 이용이 가능하도록 하였다. 또 자체 LCD에서 기본정보를 실시간으로 제공하여 사용자가 편리하게 이용할 수 있도록 하였다.

추후 연구과제로는 다른 전자제품(예 공기청정기, 에

어컨, 환풍기 등)을 같이 연결하여 실내 대기 환경이 변화함에 따라 실내 환경 조절에 영향을 주는 전자제품들을 적절히 컨트롤하는 시스템을 설계하고자 한다.

참 고 문 헌

[1] Ministry of Environment, *Environmental Epidemiology and the National Institute of Environmental Research Report*, 2014.01.22.

[2] Yunsin Kim, *Indoor Environmental Science Topics*, Xinguang Publisher, 2010.

[3] Republic of Korea Ministry of Environment, *A Study on Indoor Air Pollution Characterization and Management*, Final Report, 2002.

[4] K. W. Kim, H. D. Jun, and J. C. Park, "A study on the survey Indoor Environment in Child Care Center," *Proceeding of 2009 Architectural Institute of Korea*, Vol.29, No.1, pp.705-708, 2009(10).

[5] S. P. Lee, "A Study on the Selectivity of Gas Sensors by Sensing Pattern Recognition," *Journal of Sensor Science and Technology*, Vol.20, No.6, pp.428-433, 2011(11).

[6] S. J. Moon, "Technology and latest trends in the sensor industry," *Monthly Automation System*, Vol.5, pp.2-5, 2004.

[7] U. S. Jung, M. H. Im, J. W. Kim, and C. U. Son, "Development of odor monitoring system of Siheung city using the smartphone application," *Proceeding of 2012 Fall Conference on Korean Society of Odor Research and Engineering*, pp.106-108, 2012(11).

[8] S. Y Choi, J. S Choi, and S. C Kim, "Indoor Gas Monitoring System Using Smart Phone," *Jouranal of Information and Security*, Vol.12, No.1, pp.49-54, 2012(3).

[9] J. H. Park, Y. I. Jun, and U. K. Lee, "IT

convergence technology-based gas sensor technology for environmental monitoring," *Information & Communications Magazine*, Vol.25, No.6, pp.40-47, 2008(6).

[10] Seung-Chul Lee and Wan-Young Chung, "Query-based Indoor air Quality monitoring system Using wireless sensor network inside the Building," *The Institute of Electronics and Information Engineers*, Vol.31, No.1, pp.627-628, 2008.

[11] Seong-hyeon Ye and Soonhee Han, "Indoor Environment Monitoring System Using Short-range Wireless Communication in Mobile Devices," *Journal of the Korea Institute of Information and Communication Engineering*, Vol.17, No.9, pp.2167-2173, 2013.

[12] Chang-Se Oh, Min-Seok Seo, Jung-Hyuck Lee, Sang-Hyun Kim, Young-Don Kim, and Hyun-Ju Park, "Indoor Air Quality Monitoring System in the IoT Environment," *The Journal of Korean Institute of Communications and Information Sciences*, Vol.40, No.5, pp.886-891, 2015.

[13] <http://spring.io>

저 자 소 개

김 용 태(Ungtae Kim)

준회원



- 2016년 3월 ~ 2013년 2월 : 한밭대학교 전자제어공학과 학사
- 2014년 3월 ~ 현재 : 한밭대학교 전자제어공학과 대학원 석사과정

<관심분야> : 영상처리, 컴퓨터비전, 지능형시스템

김 용 철(Yong-Chul Kim)

정회원



- 2002년 : 호주 모나시대학교
Bachelor of Visual
Communication 학사
 - 2003년 : 호주 모나시대학교
Maser of Multimedia Design
석사
 - 2003년 ~ 2006년 : 강원대학교 지식정보디자인혁신
센터 선임연구원
 - 2007년 9월 ~ 현재 : 한밭대학교 시각디자인학과 부
교수
- <관심분야> : 디지털 콘텐츠, 모바일 어플리케이션

곽 수 영(Sooyeong Kwak)

정회원



- 2010년 2월 : 연세대학교 컴퓨터
과학과(공학박사)
 - 2010년 3월 ~ 2011년 1월 : 삼
성전자 영상디스플레이사업부
책임연구원
 - 2011년 2월 ~ 현재 : 한밭대학교
전자·제어공학과 부교수
- <관심분야> : 영상처리, 컴퓨터비전, 지능형시스템