

환경 측정을 위한 모바일 다기능 센서의 구현

주지동[†], 김진성^{**}, 강봉구^{***}, 심재창^{****}

Implementation of Mobile Multi-sensor System for Measuring an Environment

Ji-Dong Ju[†], Jin-Seoung Kim^{**}, Bong-Gu Kang^{***}, Jeachang Shim^{****}

ABSTRACT

The environment information such as dust, temperature, humidity, illumination and gas are very important in daily life. We implemented multi-sensor system which made for measuring an environment by using Arduino, ZigBee, and Appinventor. We also designed a packet for transmitting environment data. The data are sent to the server via ZigBee and then it communicates to a smart phone via WI-Fi. In this study, we added divers sensors, designed a protocol which made for transfer several kinds of data and improve mobility for real time monitoring by using smart phones. The system was worked well and the data was transmitted correctly to the smart phone.

Key words: Multi-sensor, Sensor Network, Environment, Arduino, ZigBee, App inventor

1. 서 론

본 연구는 환경 측정을 위한 다기능 모바일 센서를 설계하고 구현한 다음 테스트를 하였다. 미세먼지, 온도, 습도, 조도 및 가스 농도를 측정하여 안드로이드 스마트폰에서 표시할 수 있도록 하였다. 매년 봄 중국에서 발생한 황사는 기류를 타고 국내로 자주 유입이 된다. 황사가 심할 경우 피부, 호흡기 질환 등으로 인체에 해로운 영향을 미칠 수 있으므로 심각한 문제로 야기될 수 있다. 현재의 먼지 상태가 어느 정도인가는 중요한 정보가 될 수 있다. 다기능 센서 시스템은 아두이노 기반[1,2]으로 제작을 하고, 지그비 무선 통신[3,4]으로 서버에 데이터를 전송하고, 서

버는 스마트폰과 와이파이를 통해서 통신을 한다.

논문 [5]에서는 모든 사물에 전자태그를 부착해 사물과 환경을 인식하고 네트워크를 통해 실시간 정보를 구축, 활용토록 하는 통신망인 USN(Ubiquitous Sensor Network)시스템을 도입하여 지하철 역내 환경 문제를 다루면서 먼지 센서의 값을 ARM 프로세서에서 입력받고 입력받은 값은 ZigBee 모듈을 이용하여 PHP 기반의 웹 사이트를 통해 모니터링 하는 시스템이다. 이 시스템은 지하철 역내에 국한이 된다. 그리고 센싱할 수 있는 센서도 제한이 된다.

본 연구에서는 먼지 센서 뿐만 아니라 가스 농도, 온도, 습도, 조도 센서를 추가하였고, 여러 종류의 데이터를 전송하기 위한 프로토콜을 설계하였으며, 실

* Corresponding Author: Jeachang Shim, Address: (760-749) (Seongcheon-Dong) 1375 Gyeongdong-Ro, Andong-Si, Kyeongsangbuk-Do, Korea, TEL: +82-54-820-5645, FAX: +82-54-820-6164, E-mail: jcshim@anu.ac.kr

Receipt date: Jun. 28, 2014, Revision date: Jul. 7, 2014
Approval date: Jul. 14, 2014

[†] Dept of Computer Engineering, Andong National University (E-mail: jjd521@naver.com)

^{**} Dept of Computer Engineering, Andong National University (E-mail: ant453@naver.com)

^{***} Dept of Computer Engineering, Andong National University (E-mail: fox6051@naver.com)

^{****} Dept of Computer Engineering, Andong National University

* This work was supported by a grant from 2012 Academic research Fund of Andong National University.

내, 외 어디서든 스마트 폰을 단말기로 이용하여 센서 시스템을 휴대하여 실시간으로 모니터링 할 수 있도록 이동성도 개선을 하였다. 시스템을 설계하고 프로토타입을 제작하여 테스트한 결과 잘 작동이 되었다.

2. 설계 및 제작 된 멀티센서 시스템

본 연구에서의 센싱 시스템은 아두이노 기반으로 온도, 습도, 조도, 미세먼지, 가스를 Fig. 1과 같이 구성하여 측정한다. 수집된 데이터는 무선 지그비[3]을 통해서 PC에 전송한다. 지그비의 전송거리는 XBee-Pro를 활용할 경우 최대 1.6Km이다. 지그비는 저전력으로 센서 네트워크에 적용하기에 적합하며 이 연구에서는 XBee 모듈을 활용하였다. PC는 네트워크에 연결이 되어 IP를 가진다. 서버 데이터베이스에 저장된 데이터는 와이파이를 통해서 스마트폰(Smart phone)에서 데이터를 실시간으로 볼 수 있다. 전송된 센싱 데이터는 그 정보를 종합하여 통계 수치를 지역별로 확인 가능하도록 할 수 있다.

본 연구에는 5가지 환경값을 측정하도록 하였다. 가스 센서인 Ardu-ez 아두이지는 대기 중의 LNG, LPG, Propane, butane을 2,000~10,000 PPM 범위까지 측정 가능하다. 센서리온 온습도 센서(TNH-SEN)는 PC에서 온도와 습도 값을 디지털 시리얼 통신으로 쉽게 출력할 수 있다. 그리고 먼지 센서(Grove-Dust Sensor)는 미세먼지 (Particulate Matters)를 1마이크로미터 정도 사이즈의 먼지에 반응을 하며 디지털로 출력할 수 있는 센서이다. 연구에

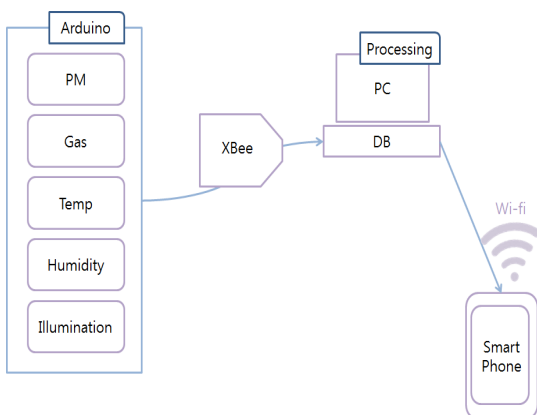





Fig. 1. Monitoring system configuration.

Table 1. Sensors which are used in the experiment

Gas Sensor (Ardu-ez)	
Temperature and humidity Sensor (Sensirion TNH-SEN)	
Dust Sensor (Grove-Dust Sensor)	

활용한 센서는 Table 1과 같다.

온도 센서의 성능은 Fig. 2와 같고, 습도 센서의 성능은 Fig. 3과 같다.

먼지 센서의 성능은 아래 Fig. 4와 같다.

Fig. 5는 각각의 센서를 아두이노 보드에 장착하여 제작한 종합 센서 모듈의 프로토타입 이다. 획득된 5종류의 센서 데이터는 지그비 무선 통신 기술을 이용하여 PC로 전송하도록 구현하였다. 전송된 데이터는 컴퓨터 시리얼 포트에 연결된 USB XBee 덩글을 통해 수신하고, Processing[7,8] 언어로 작성된 서버 프로그램이 전송된 데이터를 DB에 저장을 한다. 스마트 폰 프로그램은 앱 인벤터[9,10]를 활용하여

Temperature

Parameter	Condition	min	typ	max	Units
Resolution ¹		0.04	0.01	0.01	°C
		12	14	14	bit
Accuracy ² SHT10	typical	±0.5			°C
	maximal	see Figure 3			
Accuracy ² SHT11	typical	±0.4			°C
	maximal	see Figure 3			
Accuracy ² SHT15	typical	±0.3			°C
	maximal	see Figure 3			
Repeatability		±0.1			°C
Operating Range		-40		123.8	°C
		-40		254.9	°F
Response Time ⁶ τ (63%)		5		30	s
Long term drift		< 0.04			°C/yr

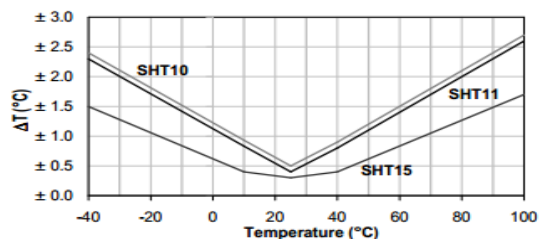


Fig 2. Temperature sensor performance graph.

Relative Humidity

Parameter	Condition	min	typ	max	Units
Resolution ¹		0.4	0.05	0.05	%RH
		8	12	12	bit
Accuracy ² SHT10	typical	±4.5			%RH
	maximal	see Figure 2			
Accuracy ² SHT11	typical	±3.0			%RH
	maximal	see Figure 2			
Accuracy ² SHT15	typical	±2.0			%RH
	maximal	see Figure 2			
Repeatability		±0.1			%RH
Hysteresis		±1			%RH
Non-linearity	linearized	<<1			%RH
Response time ³ τ (63%)		8			s
Operating Range		0		100	%RH
Long term drift ⁴	normal		< 0.5		%RH/yr

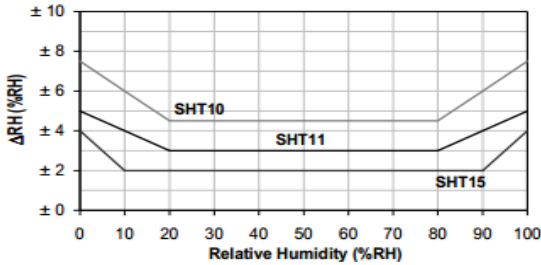


Fig. 3. Humidity sensor performance graph.

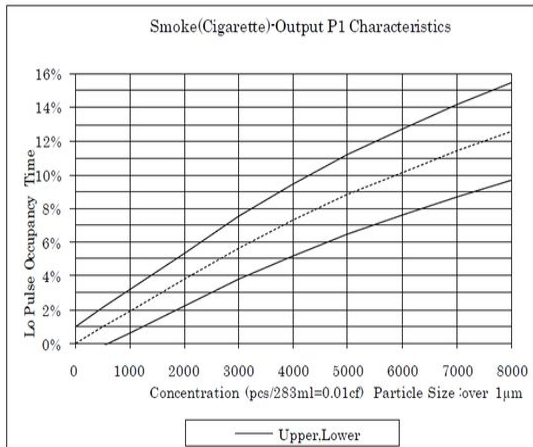


Fig. 4. Grove-Dust sensor performance graph.

구현하였고, 서버와 와이파이로 통신으로 한다.

Zigbee와는 무선 센서 네트워크 환경에 최적화된 무선 통신 기술 중의 하나이다. 무선 센서 네트워크에서 게이트웨이는 센서 노드들을 제어하고 송수신된 데이터를 전송하는데 사용된다. 하지만 고정된 형태의 게이트웨이는 무선 센서 네트워크의 유연성을 제한한다. 고성능 프로세서가 탑재된 스마트폰과 안

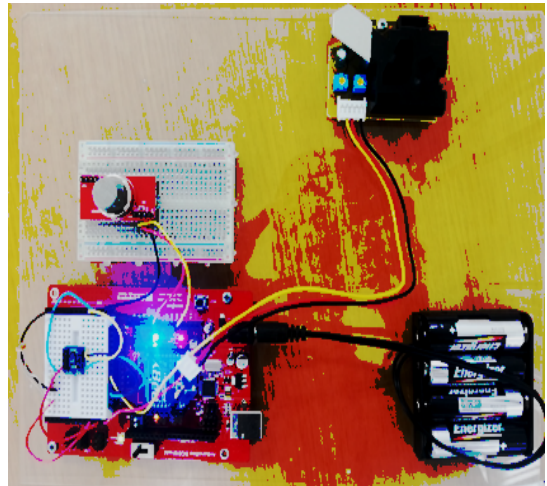


Fig. 5. Dust, temperature, humidity, and gas sensors are equipped with an Arduino board and transmitted data using wireless Zigbee.

드로이드 OS를 이용하면 쉽게 스마트폰을 모바일 게이트웨이로 사용할 수 있다[11]. [11]에서는 안드로이드 스마트폰을 이용한 모바일 게이트웨이를 제안하고 있는데, 시스템의 구현이 복잡하므로 본 논문에서는 아두이노 기반의 지그비 및 wifi를 활용하여 시스템을 구성하고 구현하였다.

4. 연구 결과 및 실험

먼지, 가스, 조도, 온도 및 습도를 지그비와 와이파이를 통해서 전송할 수 있도록 멀티센서의 전송 프로토콜을 Fig. 6과 같이 설계하고, 이를 구현하여 전송을 테스트하였다.

4.1 데이터 전송 프로토콜

각각의 데이터는 4바이트로 구성되고 각각의 구분은 0x20의 공란(Blank)문자를 활용하였다. 한 세트의 데이터 끝에는 끝 표시 문자로는 CR+LF를 활용하였다. 이 데이터는 아두이노에서 패킷으로 만들어지고, 지그비를 통해서 PC로 전송되고, PC에서 와이파이를 활용하여 안드로이드 스마트폰으로 전송이 된다.

스마트폰에서 전송 주기를 변경하면, 서버를 거쳐 멀티센서 시스템으로 전달되어 설정된 주기에 맞추어 데이터를 전송한다.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
PM(Particulate Matter) Value				B	Gas Value				B	Illumination Value				
15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26			
B	Temp Value				B	Humidity Value				CR	LF			

B = Blank [0X20]

Fig. 6. The multisensor data transfer protocol.

Ex) PM = 100.32, Gas = 0.3ppm, Im = 20lx, Temp = 35.74°C, Humidity = 50.58%
100.32 0.3 20 35.74 50.58[CR][LF]

하여 생수나 마스크 등에 대한 수요를 예측함으로써 원활한 공급이 가능할 것으로 생각된다.

4.2 데이터 전송 결과

Fig. 7의 (a)는 COM 포트를 활용하여 데이터가 바르게 읽혀지는가를 확인하는 것이다. (b)는 PC의 서버 프로그램인 프로세싱의 콘솔 창의 내용을 화면 캡처 한 결과이다. (c)는 스마트폰으로 데이터가 표시된 화면이다.

실제 및 제작된 시스템의 활용방안으로는 방문 지역의 미세먼지, 온도, 습도정보를 많이 사용하는 스마트폰으로 미리 확인하여서 노약자나 환자 등 건강상에 문제가 발생할 수 있는 대상자들에게 미리 정보를 제공이 가능할 수 있다. 또한 여러 지역에 센서 설치를 통해서 먼지 및 주변 환경을 실시간으로 측정

5. 결론

주변 환경 중에 미세먼지, 온도, 습도, 조도 및 가스 센서를 통합한 멀티센서 시스템을 제작하였다. 측정된 데이터는 지그비 무선통신으로 서버 컴퓨터로 전송한다. PC에서 수신된 센싱 데이터를 관리하며, 스마트폰에서 요청이 발생할 경우 그 정보를 송수신할 수 있도록 한다. 아두이노 기반으로 센싱 모듈을 제작하였다. 센서에서 획득된 환경 정보가 폰으로 잘 전달됨을 확인할 수 있었다. 이 시스템은 [12]에서처럼 창의성 향상 교육에도 활용 될 수 있다. 추후 제작된 프로토타입을 작은 크기로 제품화하여 활용할 계획이다.

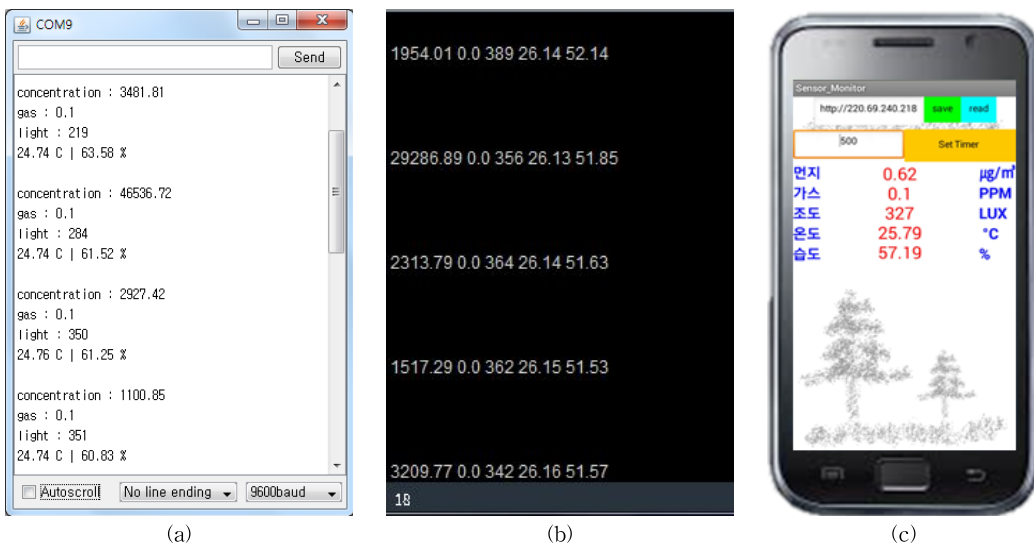


Fig. 7. Each sensor measures the value of the Arduino, processing, application monitoring results. (a) Arduino result (b) Processing result (c) Application result.

REFERENCE

[1] J.C. Shim, J.Y. Ko, and J.S. Kim, *Funny Arduino*, Hantee Media Publishers Paju Korea, 2013.

[2] J.C. Shim, J.Y. Ko, Y.W. Jung, and Y.H. Lee, *Arduino Robot*, Chaos Book Publishers Paju Korea, 2014.

[3] ZigBee, <http://zigbee.org> (accessed April., 15, 2014).

[4] S.H. Shin, T.H. Hwang, S.O. Shin, I.H. Noh, J.B. Shim, M.S. Oh, J.Y. Ko, J.C. Shim "Advanced Protocols and Methods of Robot Collision Avoidance for Social Network Service," *Journal of Korea Multimedia Society*, Vol. 15, No. 7, pp. 931-940, 2012.

[5] Y.M. Park, H.S. Kim, G.S. Kim, and M.G. Lee, "Development of A Remote Monitoring System for Gas Detection at the Subway Station," *Korean Institute of Electrical Engineers ICS'2007*, pp. 439-441, 2007

[6] H.Y. Seo and J.H. Lee, "An Implementation of Inside Environment Purifying System Using ZIGBEE," *Journal of the Korea Institute of Information and Communication Engineering*, Vol. 12, No. 4, pp. 447-450, 2005.

[7] Processing, <http://processing.org> (accessed April., 15, 2014).

[8] J.E. Shim, J.C. Shim, and Y.C. Yang, *Funny Processing*, Chaos Book Publishers Paju Korea, 2013.

[9] App Inventor, <http://appinventor.mit.edu> (accessed April., 15, 2014).

[10] J.E. Shim, J.C. Shim, J.B. Shim, and J.Y. Ko, *Funny Appinventor*, Chaos Book Publishers Paju Korea, 2014.

[11] D.G. Lee and J.H. Lim, "An Implementation of Mobile Gateway Based on Android Smartphone," *Journal of Digital Convergence*, Vol. 12, No. 1, pp. 333-338, 2014.

[12] J.E. Sihn, J.Y. Ko, and J.C. Shim, "A Study on Training Courses Development and Analysis for Improving the Creativity using Arduino," *Journal of Korea Multimedia Society*, Vol. 17, No. 4, pp. 514-526, 2014.



주 지 동

2005년 3월~2008년 2월 현풍 고등학교 졸업
 2008년 3월~현재 국립안동대학교 컴퓨터공학과 재학
 관심분야: 앱 개발, 임베디드, 3D 모델링



김진성

2005년 3월~2008년 2월 김천중앙고등학교 졸업
 2008년 3월~현재 국립안동대학교 컴퓨터공학과 재학
 관심분야: 웹프로그래밍, 안드로이드 프로그래밍, 센서 네트워크



강봉구

2007년 3월~2010년 2월 서울신목고등학교
 2010년 3월~현재 국립안동대학교 컴퓨터공학과 재학
 관심분야: 임베디드, 아두이노, 지그비, 3D 모델링, 앱 개발



심재창

1980년 3월~1987년 2월 경북대학교 전자공학과 학사
 1988년 3월~1990년 2월 경북대학교 전자공학과 석사
 1990년 3월~1993년 8월 경북대학교 전자공학과 박사

1998년 12년~현재 (주) 파미 감사
 1994년 3월~현재 국립 안동대학교 컴퓨터공학과 교수
 관심분야: 영상처리, 패턴인식, 비전 시스템, 앱 개발, 지그비, 아두이노, 임베디드 시스템