

# 간단한 블루투스 무선다중가스센서 계측시스템

김철민<sup>\*†</sup> · 김도윤<sup>\*</sup> · 김연수<sup>\*</sup> · 김규태<sup>\*</sup>

<sup>\*†</sup> 고려대학교 전기전자공학

## Simple Bluetooth Wireless Multi-gas Measurement System

Chul min Kim<sup>\*†</sup>, Doyoon Kim<sup>\*</sup>, Yeonsu Kim<sup>\*</sup> and Gyu-tae Kim<sup>\*</sup>

<sup>\*†</sup>School of Electrical Engineering, Korea University

### ABSTRACT

To develop gas-distinguishing sensor system, it is highly required to integrate multiple sensors for effective detection of a single targeted gas or mixture of gases. In addition, it is important to collect the reliable data from individual sensors into one integrated measuring device. Collecting the data of toxic gases on the spot should be done without inhalation. We suggest simple wirelessly running system for data collection that guarantees both reliability of data sources and safety. Here, we made a multi-gas measuring instrument(device) combined with Bluetooth module which provides a safe and precise big data accumulation system.

**Key Words** : Gas sensors, Arduino, Wemos, Bluetooth, WiFi, Wireless

### 1. 서 론

4차 산업혁명을 앞두고 과학 및 공학의 급속한 발전이 이루어지고 있다. 공학 학문에 인공지능 및 기계학습이라는 분야가 접목되는 연구가 한창인 가운데, 여러 타입의 가스센서들에 기계학습이 적용되어 가스를 분석 및 판별하는 시스템이 구축되고 있다[1-3].

현재 실용화가 되고있는 가스센서의 종류에는 반도체식[4], 전기화학식[5], PID[6] 방식 등이 존재하며, 각각의 장단점을 지니고 있어 응용 분야에 따라 다양하게 활용이 가능하다[7]. 특정 가스 탐지에 유리한 센서타입이 다르기 때문에 유해가스를 정확하게 판별하기 위해서는 각 타입의 센서들의 통합이 필요하며, 기계학습이 적용된 지능형 판정 시스템 구축을 필요로 한다[1-3].

기계학습으로 정확한 가스 판별 결과를 기대하기 위해서는 학습시키는 측정데이터의 양이 많아야 하는데 측정해야 하는 센서의 종류가 많거나 긴 시간이 드는 반복 측

정을 해야 하는 경우에는 빅데이터 구축 효율성이 떨어진다. 이와 같은 문제점을 해결하기 위해서는 데이터 측정과 동시에 실시간으로 저장되는 빅데이터 플랫폼 구축이 필요하다[7-9].

본 연구에서는 블루투스 모듈이 결합된 마이크로 컨트롤러 (Arduino UNO), 16bit 정밀도의 analog-to-digital convertor (ADC)모듈, 여러 타입의 가스센서 (반도체형(MICS), 전기화학식(SENKO), PID형(SENKO)) 로 구성된 휴대용 소형 가스계측기를 제작하여 가스측정과 동시에 데이터 실시간 저장이 가능하다. 또한 아두이노 스케치 프로그램으로 저장되는 데이터를 사용자가 원하는 형식으로 손쉽게 수정가능하다.

### 2. 계측기 제작

휴대용 소형 가스계측기는 1)반도체, 전기화학, PID 방식의 총3가지 타입의 가스센서 2)16 bit의 정밀도를 가지며 시리얼통신으로 마이크로 컨트롤러(MCU)와 연결되는 ADC 모듈 3)측정값들을 실시간으로 컴퓨터에 전송하는

<sup>†</sup>E-mail: besttime65@korea.ac.kr

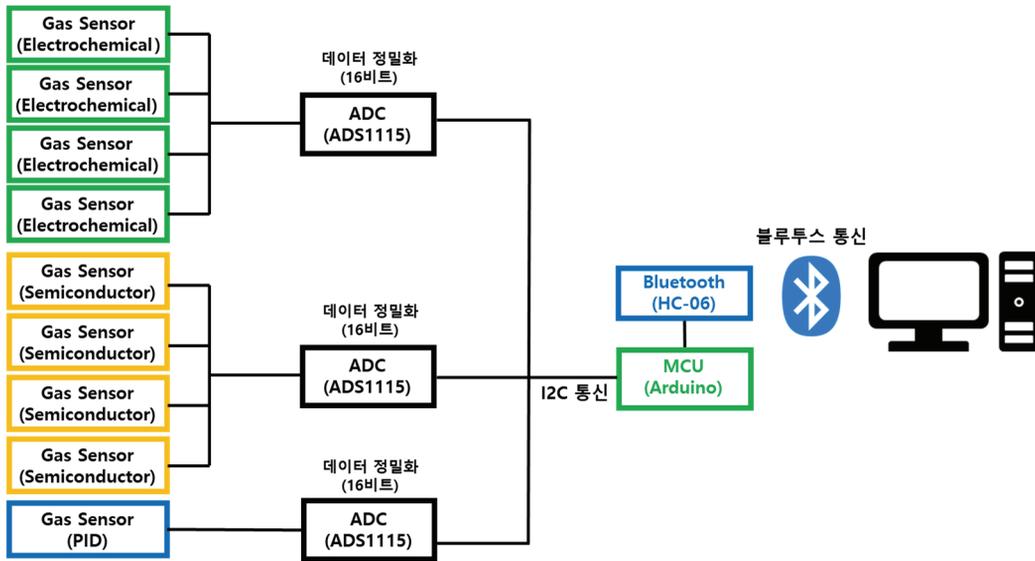


Fig. 1. Block diagram of simple Bluetooth wireless multi-gas measurement system.

무선통신 부분으로 이루어져 있다(Fig. 1). 구성된 회로는 각 모듈이 독립된 형태를 유지하며, 마이크로 컨트롤러의 제어 프로그램은 아두이노 스케치 프로그램을 이용하였다.

2.1 여러 타입의 가스센서 통합

가스센서는 총 3가지 타입으로(Fig. 1) 전기화학센서 (SENKO) 4개, PID센서(SENKO) 1개, 그리고 반도체센서 (MQ Series) 4개를 사용하였다(Fig. 2). 센서부의 구동회로는 입력 전압 VCC (5 V), GND (0 V) 과 출력전압 (V<sub>out</sub>)로 비교적 간단하다. 각각의 출력전압의 범위는 0 V ~ 5 V이며 ADC의 입력단으로 연결되어 있다(Fig. 3,4).

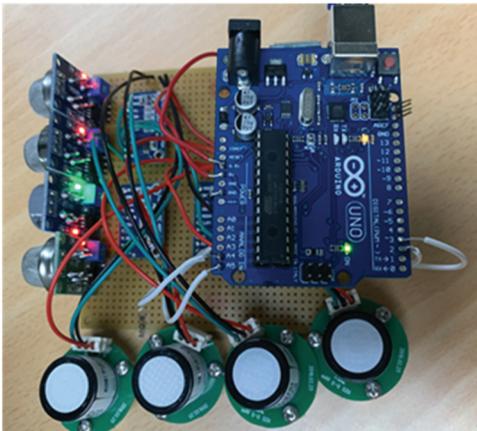


Fig. 2. Picture of simple Bluetooth wireless multi-gas measurement system.

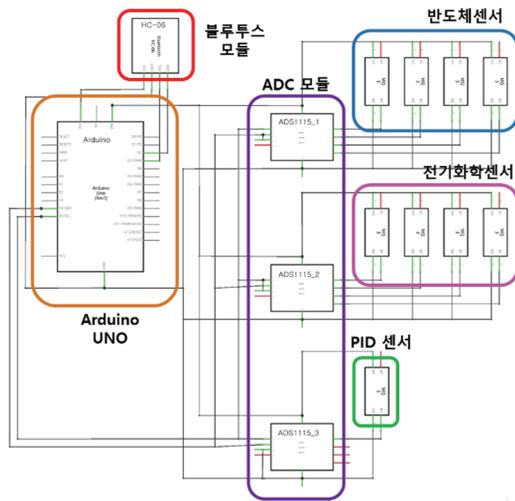


Fig. 3. Schematic of simple Bluetooth wireless multi-gas measurement system.

2.2 복합센서 측정값 수신 및 정밀화

사용한 마이크로 컨트롤러인 아두이노 UNO에 내장된 아날로그 입력단은 6개로 제한되어 가스센서의 측정값을 모두 읽어 들일 수 없다. 분해능 또한  $5\text{ V} / 2^{10} \approx 5\text{ mV}$  수준으로 정밀한 데이터 처리에 특화되어 있지 않다. 이와 같은 문제점들을 모두 보완하기 위해 I2C 통신기반의 ADC (ADS 1115) 모듈을 사용하여(Fig. 4) 입력단의 갯수를 늘리고(최대  $2^7 = 128$ 개의 ADC에서 데이터 동시 처리 가능)  $5\text{ V} / 2^{16} \approx 0.076\text{ mV}$ 의 분해능 수준으로 센서값을 보다

정밀하게 측정하였다. 사용한 ADC는 총 3개로, 각 ADC에서는 전기화학, 반도체, PID 타입끼리 묶어서 측정하도록 회로를 구성하였다(Fig. 3,4). 모든 센서값은 ADC를 통해 정밀한 데이터로 처리된다.

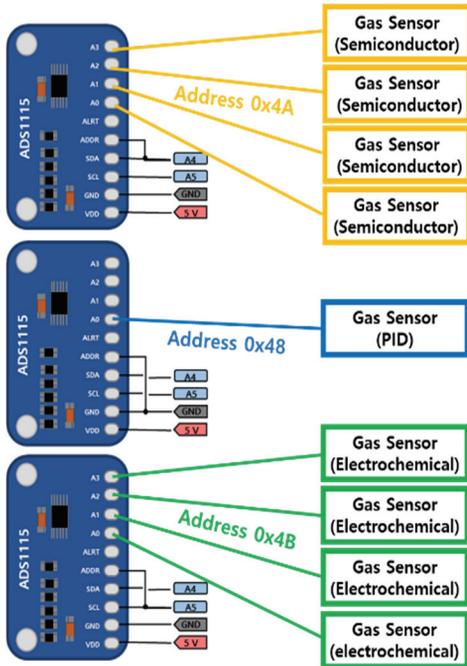


Fig. 4. Used I2C Address of Analog to Digital Converter (ADS) 1115 Module.

### 3. 무선 데이터 송수신

사용한 무선통신 종류는 블루투스이며, 아두이노와 호환 가능한 HC-06 블루투스 모듈을 사용하였다. 데이터 송신단인 마이크로컨트롤러(MCU)와 수신단인 DB컴퓨터 사이에는 아두이노 스케치 프로그램을 사용하여 블루투스 이름 및 연결 핀 비밀 번호를 설정함으로써 보안성을 보장하면서 무선으로 데이터를 송수신 하는 결과를 얻을 수 있었다. 또한 DB 컴퓨터의 운영체제가 윈도우즈(Windows)가 아닌 리눅스(Linux)에서도 쉽게 적용가능함을 확인하였다.

#### 3.1 리눅스

리눅스 운영체제에서 Bluetooth manager 프로그램을 통해 컴퓨터와 블루투스 모듈 (HC-06)을 연결하였다(Fig. 5). Minicom 프로그램을 통해 아두이노와 컴퓨터의 포트 값과 보드레이트 값을 통일하여 시리얼(Serial)로 연결하였다.

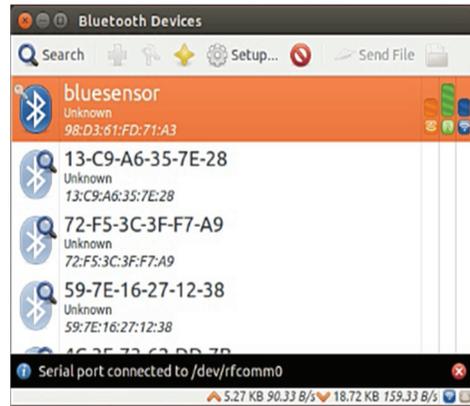


Fig. 5. Bluetooth connection between HC-06 module and DB computer in Linux OS.

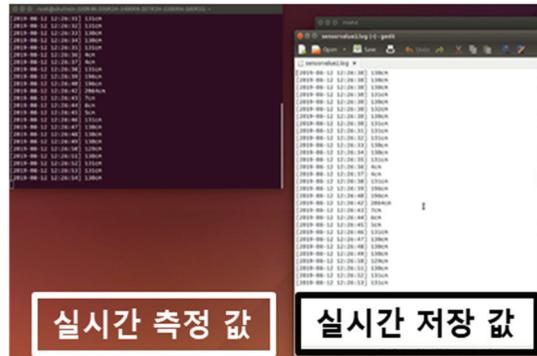


Fig. 6. Real-time sensor value measurement and data storage synchronization in Linux OS.

Minicom 프로그램 내부의 '설정 → Logging options'에서 측정데이터(로그파일)가 저장될 위치와 측정 매크로 이름을 입력하면 계측기와 통신을 시작하며 측정시간이 포함된 센서 값을 읽기 시작한다. 이때 'capture on' 명령을 통해 데이터를 저장할 파일명을 입력하고 나면 센서 측정값이 실시간으로 누적되어 앞서 지정한 위치에 로그파일이 저장된다(Fig 6).

#### 3.2 윈도우즈

윈도우즈(Windows)에서는 Bluetooth 장치 프로그램을 통해 손쉽게 블루투스 연결이 가능하다. 이후 오픈소스 에뮬레이터 프로그램인 Teraterm을 통해 아두이노와 DB 컴퓨터간의 시리얼 연결을 수행하였다. 연결이 완료되면 아두이노 스케치 프로그램에서 지정한 형태의 센서값 측정 데이터들이 갱신되어 보여지게 된다. 프로그램 내 설정에서 측정하는 데이터들을 손쉽게 저장할 수 있다(Fig. 7).

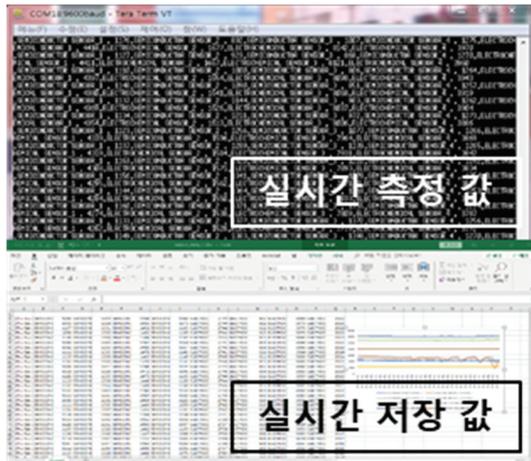


Fig. 7. Real-time sensor value measurement and data storage synchronization in Windows OS.

#### 4. 결 론

전기화학, 반도체, PID 방식으로 구동하는 다중 가스센서, 마이크로 컨트롤러, ADC를 이용하여 저비용 고정밀 가스 계측기를 제작하였다. 또한 블루투스 무선통신 모듈을 결합하여 실시간으로 측정값이 저장되는 빅데이터 축적 시스템을 구현하였다. 이 결과를 바탕으로 누출 가스 종류에 따른 가스센서값 측정 뿐만 아니라, 유해 가스로부터 동떨어진 장소에 있더라도 안전하게 측정결과를 얻을 수 있었다. 또한 데이터 자동 송수신 및 저장으로 인해 장시간의 반복적인 계측도 편하게 할 수 있다는 장점이 있다. 현재 만들어진 계측기는 혼합가스에 대한 센서값 비교를 위해 사용하고 있다(Fig 8).



Fig. 8. Practical application of our multi-gas measurement unit combined with Bluetooth module.

#### 감사의 글

이 논문은 정부(경찰청, 과학기술정보통신부, 산업통상자원부, 환경부, 소방청)의 재원으로 한국연구재단-국민위해인자에 대응한 기체분자식별-분석기술개발사업의 지원을 받아 수행된 연구임(NRF-2017M3D9A1073924).

#### 참고문헌

1. Liu, Q., Hu, X., Ye, M., Cheng, X. and Li, F. (2015). Gas Recognition under Sensor Drift by Using Deep Learning. *Int. J. Intell. Syst.*, 30: 907-922. doi:10.1002/int.21731
2. De Vito, S., Fattoruso, G., Pardo, M., Tortorella, F., & Di Francia, G. (2012). Semi-supervised learning techniques in artificial olfaction: A novel approach to classification problems and drift counteraction. *IEEE Sensors Journal*, 12(11), 3215-3224.
3. Alsheikh, M. A., Lin, S., Niyato, D., & Tan, H. P. (2014). Machine learning in wireless sensor networks: Algorithms, strategies, and applications. *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, 16(4), 1996-2018.
4. Kim, Y. S., Ha, S. C., Kim, K., Yang, H., Choi, S. Y., Kim, Y. T., ... & Lee, K. (2005). Room-temperature semiconductor gas sensor based on nonstoichiometric tungsten oxide nanorod film. *Applied Physics Letters*, 86(21), 213105.
5. Matthew L. smith, Steven J. Fondriest. Electrochemical gas sensor. US5217595A, filed October 25, 1991, and issued June 08, 1993.
6. Yang, W., & Hsi, P. C. (2003). U.S. Patent No. 6,509,562. Washington, DC: U.S. Patent and Trademark Office.
7. Yan, H. H., & Rahayu, Y. (2014). Design and development of gas leakage monitoring system using arduino and zigbee. *Proceeding Of The Electrical Engineering Computer Science And Informatics*, 1(1), 207-212.
8. Park, S. J., Park, I. H., Moon, Y. S., Lee, K. J., & Kim, G. T. (2018). Development of Portable Measurement Unit with Wireless Transmission by Wireless LAN for Long-term Monitoring. *Journal of the Semiconductor & Display Technology*, 17(1), 45-49.
9. Park, I. H., Na, I. Y., Joo, H., & Kim, G. T. (2018). Cyclic Measurement System for Evaluating Organic Light Emitting Diode Devices. *Journal of the Semiconductor & Display Technology*, 17(1), 50-53.

접수일: 2020년 6월 5일, 심사일: 2020년 6월 22일,  
게재확정일: 2020년 6월 22일