

## PF2) 유비쿼터스 센서네트워크에 이용되는 공기질 측정 센서의 보정 방안 연구

### Study on the Calibration Methods of Air Quality Measuring Sensor used on Ubiquitous Sensor Network

박덕신 · 박병현 · 박성수<sup>1)</sup>

한국철도기술연구원 환경화재연구팀, <sup>1)</sup>(주)옥타컴 기술연구소

#### 1. 서 론

지하공간에서 문제가 되고 있는 실내오염물질은 미세먼지(PM-10), 이산화질소(NO<sub>2</sub>), 일산화탄소(CO), 이산화탄소(CO<sub>2</sub>), 포름알데히드(HCHO), 휘발성유기화합물(VOC), 악취 등을 들 수 있다. 이와 같은 오염물질은 외부공기의 상태·환기율·실내에서의 미세기후 등의 요인에 의해 일반적으로 발생되며, 공기 중에 장시간 체류하면서 이용 승객들에게 영향을 미치게 된다.

본 논문은 실내공간에서 공기질을 보다 효과적으로 모니터링하기 위해 지능화된 센서네트워크를 개발하면서 센서노드에 사용되는 공기질 계측 센서의 보정방법과 과정을 정리한 것이다. 본 연구에서는 온도, 습도, 미세먼지(PM10), 이산화탄소(CO<sub>2</sub>) 등의 센서를 사용하였다. 무선 센서네트워크에는 대부분 저가의 센서가 사용되며, 센서노드에 장착하기 전 관련 규격에서 정하고 있는 장비를 사용하여 보정을 실시하여 사용되는 센서의 측정오차를 최소화하여야 한다.

#### 2. 연구 방법

본 연구에서는 온·습도(SHT-15), CO<sub>2</sub>(NAP-21A), 먼지(PS02C-PWM) 등 3가지의 센서노드를 사용하였다. 온·습도 센서노드는 그림 1에서와 같이 온도와 습도를 센싱하는 부분과 RF(radio frequency) 기능과 MCU(microcontrollers) 기능을 하는 OCX-Z 모듈, 센서와 전원부가 있는 센서보드로 나뉘어진다. CO<sub>2</sub> 센서노드는 그림 2에서와 같이 CO<sub>2</sub> 농도를 감지하는 센서보드와 센서 값을 RF를 통해 전달하고 제어하는 Nano-24 메인 모듈로 구성되어 있다. CO<sub>2</sub> 센서노드는 Nano-24 메인 모듈과 CO<sub>2</sub> 센서 모듈을 스택하여 동작한다. 그림 3의 먼지 센서노드는 RF와 MCU의 기능을 위해 CO<sub>2</sub> 센서노드와 동일한 Nano-24 메인 모듈을, 센서노드로는 PS02C-PWM를 사용하였다. 이 센서노드는 입자의 크기에 따라 일정한 4.6V의 출력력을 냄으로써 출력 시간을 적산하면 공기의 먼지의 농도를 계산할 수 있다.

#### 3. 결과 및 고찰

온·습도 센서노드로 사용된 SHT-15는 기존의 아날로그 센서와는 달리 온도와 습도 값을 센싱하고 그 값을 센서 내부에서 보정하여 디지털 값으로 제공한다. 기존의 아날로그 방식의 센서는 온도와 습도가 서로 변수로 작용해 온도에 따른 습도 출력 값이 변화하는 양상이 있었으나, SHT-15는 온도와 습도의 변수관계까지 계산해 출력 값을 표시해준다. SHT-15를 항온·항습 챔버에서 테스트한 결과 0.1% 이내의 오차범위를 보였다. CO<sub>2</sub> 센서노드는 CO<sub>2</sub> 센서인 NAP-21A와 보정을 위한 가변 저항으로 이루어져 있다. NAP-21A 센서는 아날로그 센서로 CO<sub>2</sub> 농도에 따라 0에서 20mV 사이의 선형적인 전압이 출력된다. 따라서 MCU에서는 센서에서 나오는 전압의 출력에 따라 CO<sub>2</sub> 농도를 계산하기 작업이 필요하며, 센서의 특성에 따른 변화를 조절하기 위해 보정을 해야 한다. 보정절차는 CO<sub>2</sub> 센서보드를 그림 3의 가스 보정용 챔버 내부에 설치한 후 20, 40, 60%의 표준 CO<sub>2</sub> 가스를 챔버에 주입하고, 센서보드에서 외부로 연결한 측정기기를 통해 전압의 변화를 확인하고, 오차의 보정을 위한 보정 식을 도출하였다.

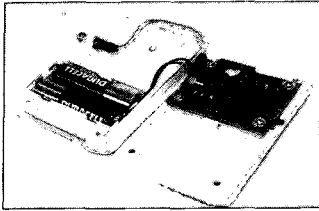


Fig. 1. Temperature and humidity sensor node.

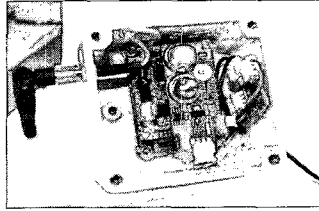


Fig. 2. CO<sub>2</sub> sensor node.

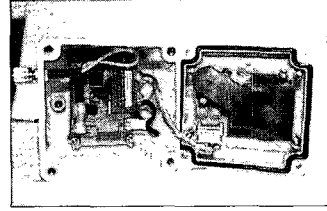


Fig. 3. PM10 sensor node.

Table 1. Calibration data of CO<sub>2</sub> sensor

	CO <sub>2</sub> 농도 (%)	Reg. Input (V)	출력전압 (mV)	출력저항 (Ω)
1	0	1.801	2.1	0.490k
2	20		6.9	
3	20		8.0	0.496k
4	40	1.801	12.9	
5	60		16.4	

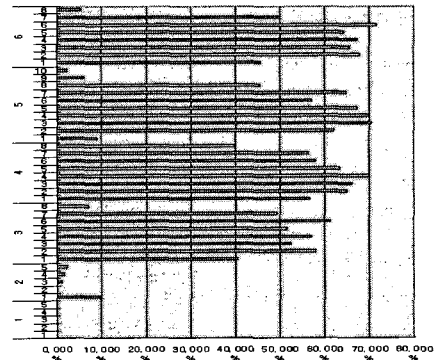


Fig. 4. PM10 concentration during sensor calibration.

표 1은 표준 CO<sub>2</sub> 농도에 따른 센서의 출력전압 값을 표시한 것이다. PM10 센서의 보정은 먼저 센서를 ASHRAE 규격에 맞게 제작된 풍동에 설치하고, 외부의 측정기기를 연결한 후 일정 유량으로 풍동 내부의 공기를 배출시키면서 동시에 입구의 투입구를 통해 일정량의 표준입자를 투입하면 풍동내부의 먼지의 농도를 알 수 있다. 일정 시간이 지나면 풍동 내부의 먼지농도가 일정해지면 이때 먼지센서의 변화를 확인한다. 풍동을 이용한 실험으로 센서가 먼지농도의 변화에 따라 출력 값이 변하는 것을 그림 4와 같이 확인할 수 있었다.

본 연구에서는 온·습도, CO<sub>2</sub>, 먼지 등 3가지 센서노드를 저전력 센싱 알고리즘의 구현을 위해 Zigbee 기반으로 개발하였으며, 각 센서의 정확도를 높이기 위해서는 센서를 노드에 장착하기 전 보정이 필요한 것으로 나타났다.

#### 참고 문헌

Railroad USN 기술연구회 (2006) 「USN 환경 기반의 지하철 역사내 지능형 대기오염 모니터링 및 관제 시스템 개발」, 1차년도보고서.

한국철도기술연구원 (2005) 「지하공기질정확화용 접촉면적증대 촉매 및 시스템 개발」, 1차년도보고서.