

# 지하철 역내 가스 검출 원격 모니터링 시스템 구현

## Development of a remote monitoring system for gas detection at the subway station

박용만, 김희식, 김규식, 이문규  
Park Yong man, Kim Hei Sik, Kim Gyu Sik, Lee Moon Gyu

**Abstract** – The seoul metropolitan subway has installed 8 lines and about 500 stations to transport 5 million passengers everyday. The underground air pollution level in the subway stations is very severe status, which is very harmful to the commutators and its personals. Although subway roles as such a massive and huge transportation system, the subway doesn't adapt yet any real-time air monitoring system. They have only some hand-held type detector equipments for monitoring air pollution. Therefore subway passengers are exposed to the harmful air pollution environment. The most harmful environmental parameters among the air pollution are known as the dust and sound noise dB level in the subway station. Because the dust is consisted of very small particles, we can't see them easily in dark condition on the platform, but it is very harmful. The monitoring system for air pollution is developed using embedded system attached with 6 different environmental sensors. This system monitors air pollution of dust, sound noise, gas, temperature, humidity, inflammable gas, toxic gas in the subway station. The sensor unit of the ARM-CPU board and sensor transmits real time environmental data to the main server using Zigbee wireless communication module and TCP/IP network. The main control server receives and displays the real-time environmental data, and it send alarms to the personals when high level value.

**Key Words** : USN, Zigbee, ARM, TCP/IP

### 1. 장 서론

서울시 인구 1천2백만 대다수 시민이 이용하는 서울 지하철 운영은 관련 산업경제에 막중한 비중을 가지고 있다. 하루에 500만 승객을 수송하고, 지하철 역구내의 먼지 소음 등 환경을 관리하는 Ubiquitous 시스템을 구축할 필요가 있다. 지하철 역구내 근무자 및 승객인 시민들은 지하철역 구내에서의 환경오염 정도와 환경문제를 확인하고 오염에 대한 안전을 확보하는 관리시스템이 필요하다. 본 논문의 목적은 매일 지하철을 이용하는 시민들의 건강과 쾌적하고 안전하게 지하철을 이용할 수 있도록 시민들을 환경오염으로부터 보호하는데 있다.

### 2. 장 지하생활공간의 공기 환경 기준

#### 2.1 절 지하철의 환경(공기질) 기준

지하철 정거장 내의 공기질 기준은 환경부의 지하 생활 공간공기질 관리법 시행규칙 제 3조에서 정한 기준을 적용하고 있으며, 7개 항목의 규제물질(SO<sub>2</sub>, CO, NO<sub>2</sub>, PM-10, CO<sub>2</sub>, HCHO, Pb)과 7개 항목의 권고물질(석면, 라돈, As, Cd, Cu,

Hg, Cr)등 총 14개의 오염물질을 정하고 있다. 서울시에서는 서울특별시 지하생활 공간 고악질 기준조례에 의하여 법정기준보다 강화하고 있으며, 지하생활공간 공기질의 국가 기준과 서울시기준을 비교한 것은 <표1>과 같다.

특히, 열차주행으로 발생하는 열차ழ에는 많은 오염물질(미세먼지 포함 등)이 포함되어 있어 승강장에서의 환경 개선이 요구되고 있다.

항 목	국가기준	서울시기준
아황산가스 (SO <sub>2</sub> )	1시간평균치 0.25ppm이하	1시간평균치 0.10ppm이하
일산화탄소 (CO <sub>2</sub> )	1시간평균치 25ppm이하	1시간평균치 10ppm이하
이산화질소 (NO <sub>2</sub> )	1시간평균치 0.15ppm이하	1시간평균치 0.14ppm이하
미세먼지 (PM-10)	24시간평균치 150 $\mu$ g/m <sup>3</sup> 이하	24시간평균치 140 $\mu$ g/m <sup>3</sup> 이하
이산화탄소 (CO <sub>2</sub> )	1시간평균치 1000ppm이하	1시간평균치 1000ppm이하
포름알데히드 (HCHO)	24시간평균치 0.1ppm이하	24시간평균치 0.05ppm이하
납 (Pb)	24시간평균치 3 $\mu$ g/m <sup>3</sup> 이하	24시간평균치 1 $\mu$ g/m <sup>3</sup> 이하

표 1. 지하생활공간 공기질 기준 비교

#### 저자 소개

- \* 박용만 : 서울市立大學 電子電氣컴퓨터工學科 碩士課程
- \* 김희식 : 서울市立大學 電子電氣컴퓨터工學科 教授
- \* 김규식 : 서울市立大學 電子電氣컴퓨터工學科 教授
- \* 이문규 : 서울市立大學 電子電氣컴퓨터工學科 教授

### 3. 장 네트워크 통신

#### 3.1 절 Zigbee 통신

IEEE 802.15.4에서 표준화된 PHY/MAC층을 기반으로 상위 Protocol 및 Application을 규격화 한 무선 표준규격으로 저전력, 저가격, 빠른 인식등이 강점이고 가정이나 사무실등에서 통신 거리는 10m~20m내외의 근거리 무선통을 구현하는 기술이다. 통신에서 여러 가지 통신 모델들이 있다. Star, Tree, Mesh등 여러 가지 모델들이 있는데 그 중에서 ZigBee는 <그림1>에서와 같이 Mesh Model Link와 Star Model Link 두 가지 방식으로 10[m] ~ 20[m]내에 있어서 ZigBee module을 통해 통신을 한다. ZigBee End Device사는 Star Model Link로 연결하고 ZigBee Coordinator와 ZigBee Router 사이는 Mesh Model Link로 연결을 한다.

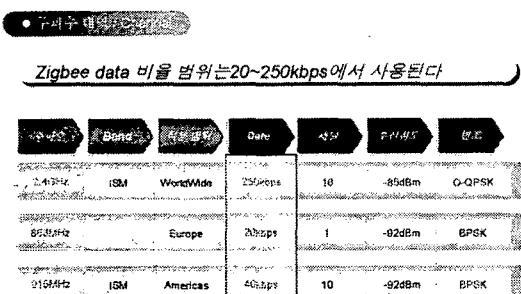


그림 1. ZigBee의 주파수 대역

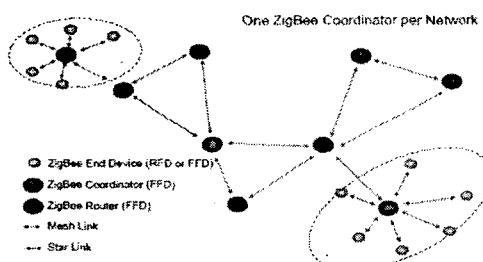


그림 2. ZigBee Network Model

#### 3.2 절 전체적인 네트워크 구성

각 지하철 역구내에서 먼지오염 측정 unit 을 이용한 측정 데이터를 Zigbee 근거리 무선 Network 를 통하여 각 역에 1~2 대의 집중기(Collector)까지 전송한다. 이 집중기(Collector)에서는 원거리 CDMA 이용하여 통일된 data format 형식으로 서버까지 전송된다. 필요한 담당 직원은 실시간 모니터링하고 경고치 이상 수치가 상승하면 자동으로 각 경고를 해당 port 에 출력하여 레벨에 따른 대응 조치를 할 수 있는 종합적인 지하철 환경 관리시스템을 개발하였다.

### 4. 장 센서

#### 4.1 절 먼지센서

본 연구에서 사용되었던 먼지 센서는 일본의 SHINYEL

KAISHA사 제품을 사용하였다. 검지 가능 입자 크기는 약 1 미크론( $\mu\text{m}$ )이상의 부유입자(먼지)를 검지하는 센서로서, 실내의 생활공간의 공기를 감시하여, 눈에 보이지 않는 부유하는 입자를 감지합니다. 파티클 카운터와 같은 원리로, 체적당의 먼지의 절대수량에 상당하는 출력을 얻을 수 있다.

가정용 공기청정기 및 에어컨용 공기청정기의 자동제어와 환경모니터 등의 용도로 폭넓게 사용할 수 있는 센서이다.

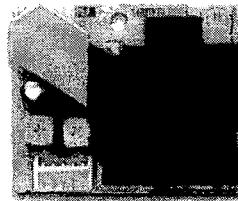


그림 3. 먼지센서

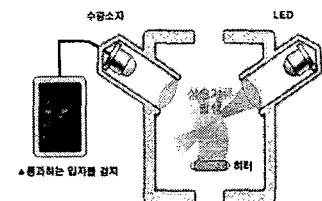


그림 4. 동작원리

먼지센서의 동작원리는 <그림4>에서 보듯이 히터의 출(Joule)발열에 의하여 상승기류를 발생시켜, 입자를 포함한 공기를 상승시켜 조명영역을 연기, 먼지 등의 입자가 통과하면, 입자크기에 따른 산란광펄스가 발생하는데 이것을 진압펄스로 변환하여 출력한다. 출력된 전압은 ARM 프로세서로 전송된다.

### 5. 장 원격 모니터링 시스템 구현

#### 5.1 절 ARM Processor

먼지센서부터 전송된 데이터는 ARM(Advanced RISC Machine)프로세서에서 데이터 처리가 된다. ARM 프로세서는 Embedded System에 사용되는 저전력, 저가의 고성능 RISC Processors, peripherals 그리고 SoC Designs IP 제공을 한다.

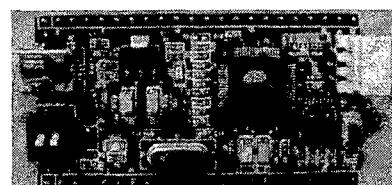


그림 5. ARM Processor

<그림5>는 ATmel사에서 판매되고 있는 AT91SAM7S256 ARM 프로세서이다. ARM프로세서에 입력되는 전압은 3.3V(800mA)이고 클럭은 18.432MHz, PLL 동작 48MHz로 동작되고, RS232C IC 을 내장하고 있어, PC 의 Serial Port 와 연결하여 사용 가능하다. 먼지센서로부터 출력되는 단을 ARM프로세서 입력포트에 연결한다.

#### 5.2 절 Zigbee Module

Zigbee module<그림6>는 Radiopulse사의 MG2400칩을 사용하였다. 무선통신 시 사용되는 변조방법은 O-QPSK이고 Sensitivity는 1.5[V]일 때 -99dBm이고, 1.8[V]일 때 -101dBm이다. 보안 알고리듬은 AES-128, MAC protocol은 CSMA/CA + GTS, Data rate는 250kbps이다.

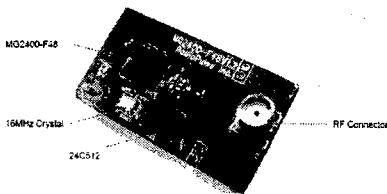


그림 6. Zigbee module

### 5.3 절 시스템 송신부

먼지 센서에서 검출된 측정값을 ARM프로세서로 전송하게 된다. ARM프로세서에 수신된 데이터는 Zigbee Module을 이용하여 보내준다. 중계기에서 수집된 데이터는 CDMA Module을 이용하여 CDMA 통신 사업자 서버에 전송이 되면 인터넷 전용선으로 검출 데이터가 원격지에 있는 관리자에게 웹으로 표시하게 된다.

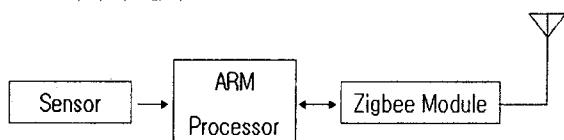


그림 7. 시스템의 송신부 구성

### 5.4 절 원격 모니터링 표시

수신된 데이터는 리눅스 서버에 저장되며 저장된 데이터는 PHP 웹 프로그램을 이용해서 웹에 보여주게 된다. 리눅스 서버까지의 통신은 TCP/IP소켓 통신으로 되는데 CDMA통신 사로부터 인터넷 선을 이용하여 서버까지 오게 된다. 리눅스 서버에서는 항상 대기 상태에 있다가 수신데이터가 들어오게 되면 수신된 데이터를 리눅스 서버에 텍스트 저장을 한다. PHP 웹 프로그램을 이용하여 텍스트로 저장된 파일을 읽어 웹 표시 포맷에 맞게 표시하게 된다. <그림8>은 본 연구를 위해서 먼지센서로부터 계측된 데이터를 웹에 표시한 것이다. 3구역에서 각각 설치된 센서노드로부터 계측된 먼지의 양을 볼 수 있는 것을 확인할 수 있다.

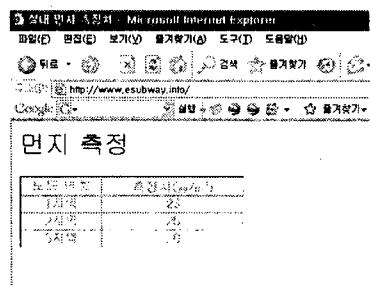


그림 8. Web Display

## 6. 장 결 론

본 논문에서 Ubiquitous Sensor Network를 이용하여 지하철 역사내의 대기 환경오염을 모니터링 하는 시스템을 구현에 대해 기술하였다. 최근에 각광 받고 근거리 통신망인

Zigbee를 이용하여 구현 하였는데, Zigbee는 저전력과 저가인 가장 큰 장점을 두고 있다. 본 논문에서는 단지 먼지만 검출하여 원격지에 있는 관리자에게 모니터링 해 주지만 앞으로 더 개선해야 할 부분은 지하철 역사내의 미세먼지가 공기 중에 많이 있다고 확인이 되면 지하철 역사내의 환풍기와 연동하여 자동적으로 환풍기를 제어 할 수 있는 시스템까지 구현해야 할 것이다. 더욱더 앞서 나간다면 미세먼지에서 끝나는 것이 아니라 가스나 소음에 대해서도 측정하여 가스 누출사고를 사전에 예상하여 사고 발생 시 시민들이 안전하게 대피할 수 있는 통합적인 환경안전관리 시스템 도입이 필요하다.

## 참 고 문 헌

- [1] <http://100.empas.com/dicsearch/pentry.html?&s=K&i=2943>
- [2] 장병선 “지하철 승강장내에 스크린도어 도입배경 및 국내현황”, 서울특별시 지하철 건설본부 설비부
- [3] [http://www.e-hanju.co.kr/main/pro\\_1.php](http://www.e-hanju.co.kr/main/pro_1.php)