

## 웹 환경에서 임베디드 시스템을 이용한 VOC 센서 원격 신호 모니터링 시스템 개발

박진관<sup>1</sup>, 임해진<sup>2\*</sup>, 남시병<sup>2</sup>  
<sup>1</sup>(주)센코, <sup>2</sup>강원대학교 전자정보통신공학부

### Developing of VOC sensor Signal Processing System using Embedded System on the Web Environment

Jin-Kwan Park<sup>1</sup>, Hae-Jin Lim<sup>2\*</sup> and Si-Byung Nam<sup>2</sup>

<sup>1</sup>SENKO co.,

<sup>2</sup>Division of Electronic and Information Communication Engineering, Kangwon University

**요 약** 디지털 기술의 눈부신 발전과 인터넷 서비스의 다양화로 인하여 USN 시스템에서 임베디드 웹서버를 이용한 모니터링 시스템에 관한 연구가 활성화 되고 있는 추세이다. USN 시스템 구성 시 무선센서 모듈들을 사용할 경우 센서를 정상적으로 동작시키기 위해 히팅 전력이 필요한 센서에서는 과도한 전력 소모에 의해 효율적이지 못하다.

본 연구에서는 웹 환경에서 임베디드 시스템을 이용한 VOC 센서 신호 원격 모니터링 시스템개발을 목적으로 USN 시스템에서 센서 모듈들로부터 직렬버스 방식으로 오염 데이터 스트림을 처리하는 방법을 제안하였다. 센서 모듈의 전력을 직렬버스 라인과 함께 전력을 공급하도록 반연구적으로 실시간 적인 오염 감시를 할 수 있는 장점을 보유하고 있다. 오염 검출 대상은 페인트와 같은 화학물질에서 다량 검출되는 Toluene 가스를 대상으로 하였으며 센서 모듈은 FIGARO사의 TGS-2602 VOC(Volatile Organic Compounds)센서로 구성하고 검출된 신호는 직렬버스 방식인 RS-485를 이용하여 임베디드 웹서버로 전송하였다. 검출된 신호는 사용자가 웹상에서 실시간으로 모니터링 할 수 있도록 하기 위하여 VOC 센서 모듈과 임베디드 웹서버(EMPOS-II)를 연동하여 인터넷이 연결되어 있는 어느 곳에서나 유해 물질 검출 여부를 모니터링하고 감시할 수 있는 원격 VOC 센서 신호 모니터링 시스템을 구성하였다.

**Abstract** Recent advances in digital technology and diversified internet services have resulted in a rapid growth of research on monitoring systems using embedded web servers in USN systems. In designing USN systems equipped with wireless sensor modules requiring extra power for heating sensors for their appropriate operations, excessive power consumption introduces inefficiency to the entire system. In this paper, using embedded systems in web environment, we develop a remote-monitoring system with VOC (Volatile Organic Compounds) sensor signal, and propose a real time method of processing sensor-data streams by way of the serial bus from the sensor module in the USN system. The proposed system has an advantage of monitoring the harmful gases on real-time basis and can be used semi-permanently by providing the sensor module with power through the serial bus. The harmful gas to be detected by the VOC sensor module is Toluene and the sensor module is composed of TGS-2602 VOC(Volatile Organic Compounds) sensors of FIGARO. The detected signal is transferred to the embedded web server using the RS-485 serial communication device. The proposed remote VOC monitoring system is designed to coordinate in such a way that the VOC sensor module and embedded web server (EMPOS-II) work together effectively for real time monitoring of harmful gases on the web at any places where the internet is connected.

**Key Words** : Embedded system, VOC sensor, Serial bus, Monitoring system

\*교신저자 : 임해진(lhjin@kangwon.co.kr)

접수일 10년 12월 06일

수정일 (1차 11년 01월 05일, 2차 11년 01월 12일)

게재확정일 11년 01월 13일

## 1. 서론

최근 디지털 기술의 눈부신 발전을 기반으로 정보통신의 발달과 인터넷 서비스가 다양화 되어가고 있는 추세이다. 이로 인하여 독립적으로 동작되던 기존의 가정용 혹은 산업용 기기들이 인터넷과 결합하여 새로운 형태의 서비스를 창출하려는 움직임이 활발해지고 있다[1,2].

예를 들면 일반 가정에서 사용되는 냉/난방 기기, 오디오, TV, 냉장고, 세탁기 등과 같은 다양한 가정용 기기들을 인터넷과 연결되어 원격으로 제어할 수 있는 상품들이 상용화 되고 있으며, USN(Ubiquitous Sensor Networks)시스템을 이용하여 환경오염 감시 등의 시스템에 적용되고 있다[2].

제한된 공간에서 소규모 센서 네트워크를 구성할 경우에 일반적으로 무선 센서 노드 모듈들로 네트워크를 구성하여 데이터를 수집 한다. 수집된 데이터들은 게이트웨이나 웹서버를 통하여 인터넷 망에 서비스를 제공한다 [3,4]. 이러한 시스템의 문제점은 고가의 무선 센서 모듈(wireless sensor module)들의 하드웨어와 실시간적으로 전송할 수 있는 무선 데이터 스트림 크기의 제한성 및 모듈 구동을 위한 전원공급의 한계점 등의 문제점이 나타나고 있다. 특히 실시간적으로 다량의 센서 데이터 스트림들을 처리하는 소규모 네트워크분야에서는 무선 센서 노드에만 의존할 경우 한계점을 나타나고 있다.

본 연구에서는 직렬버스통신(serial bus communication) 방식을 이용하여 소규모 센서 네트워크로부터 수집된 다량의 센서데이터 스트림들을 인터넷 상에서 실시간적으로 모니터링할 수 있는 시스템의 구성 방법을 제안한다.

대기 오염도 감시를 위해 센서 모듈은 Toluene가스를 검출대상으로 하여 VOC(Volatile Organic Compounds)센서 및 기타 유독가스 검출 센서들로 구성한다[5,6]. 각 센서 모듈들은 센서데이터를 수집하고 수집된 데이터 스트림을 직렬버스를 통하여 웹서버로 전송하며 게이트역할을 하는 웹서버는 임베디드 리눅스 운영체제를 기반으로 한 임베디드 시스템을 이용하여 실시간으로 VOC 센서 신호를 처리하여 웹상에서 서비스를 제공한다.

## 2. 센서 신호 검출

본 연구에서는 환경오염 감시를 목적으로 한 센서 모듈을 구성하였으며, 감시 대상 오염물은 Toluene가스로 하였다. Toluene가스는 페인트 등에서 방출되며 인체에 흡입되면 중추신경 계통 기능이 저하되고, 간 기능 장애를 초래하는 것으로 알려져 있다[7-9]. 사용된 센서는 반

도체식 가스 센서로서 FIGARO사의 TGS-2602 센서를 사용하였다. TGS-2602는 VOC센서로서 악취 및 향기에 민감하며 실내에서 발생하는 담배 연기, 암모니아, 음식물 조리 시 발생하는 냄새, 특히 페인트에서 발생하는 Toluene등 여러 가지 가스에 의한 공기 오염도를 검출하는데 높은 감도를 가지고 있다.

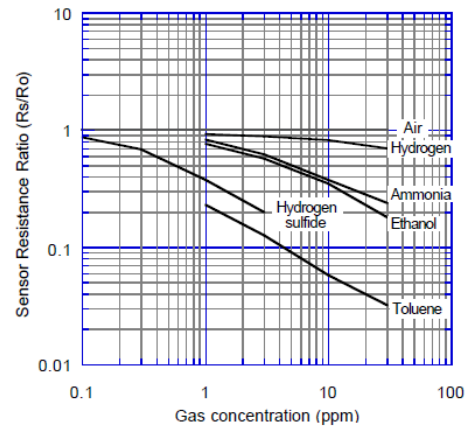
VOC센서의 가스 농도에 의한 센서저항 특성은 그림 1과 같이 나타난다. 그림에서 X축은 가스 농도(ppm)이고 Y축은 센서 저항비(sensor resistance ratio)이며, 본 연구에서는 Toluene 검출을 목적으로 하였으며 Toluene 5ppm의 저항비는 0.03 ~ 0.14 사이에서 나타나며 저항비는 식 (1)과 같이 정의 된다[6].

$$sensorresistanceratio = \frac{R_s}{R_o} \quad (1)$$

$R_s$ : 가스 농도에 의한 센서 저항

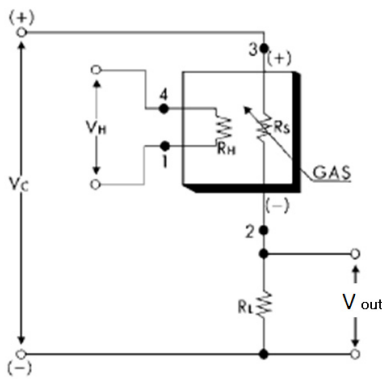
$R_o$ : 신선한 공기 중에서 센서 저항

Sensitivity Characteristics:



[그림 1] 센서 출력 특성

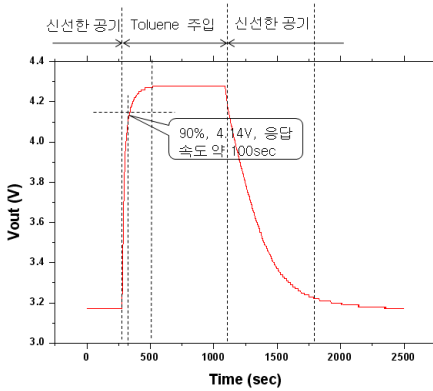
센서 신호를 검출하기 위하여 그림 2와 같이 회로를 구성하였으며 센서 저항비  $R_s$ 는 식 (2)에 의해 구해진다. TGS-2602의 전형적인 특성은 가스 검출 범위가 1~30ppm, 히터저항  $R_H = 59\Omega$ , 히터 전류  $I_H = 56 \pm 5mA$ , 히터 전력소모  $P_H = 280mW$ , 센서저항  $R_s = 10k \sim 100k\Omega$ (공기중에서),  $V_c = 5 \pm 0.2VDC$ 이다. 그리고 본 연구에서는 로드저항  $R_L$ 을  $6,000\Omega$ 으로 설계하였다.



[그림 2] 센서 구동 회로

$$R_s = \frac{V_C \times R_L}{V_{out}} - R_L \quad (2)$$

그림 3은 VOC 센서를 밀폐된 챔버 속에 넣어두고 신선한 공기와 5ppm의 Toluene 가스를 번갈아 주입 시키면서 측정된 출력 전압  $V_{out}$ 를 보여주고 있다.

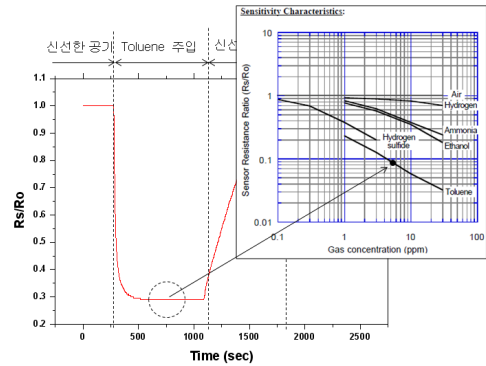


[그림 3] 센서  $V_{out}$  출력 특성

그림에서 먼저 신선한 공기를 주입하였을 때 센서 출력전압  $V_{out}$ 는 약 3.28V로 나타났다. 250sec에서 5ppm의 Toluene 가스를 주입하였으며 센서 출력신호는 약 250sec 지난 후에  $V_{out}$ 가 4.25V 나타났다. 그러나 센서 정상응답 값을 90%로 설정하였을 때  $V_{out}$ 가 4.14V에 도달할 때 까지 응답속도는 속도는 약 100sec가 된다. 그림 3의 시간축에서 1000sec일 때 신선한 공기를 주입하고 정상상태로 돌아오는데 약 500sec정도 소요되었다. 그림 4는 식 (2)에 의해 계산된 센서 저항비이다. 그림에서 X축은 시간 Y축은 센서 저항비를 나타내며 5ppm의 Toluene 의 가스를 흘려주었으며 저항비( $R_s/R_L$ )은 센

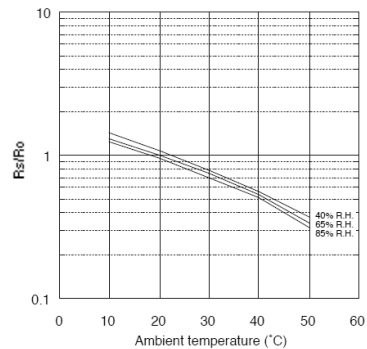
서의 출력 특성곡선 상에서 0.3이 된다. 실험 결과 저항비는 식 (3)과 같이 5ppm의 Toluene가스에서  $R_s = 1,800\Omega$ 가 되며 저항비는 0.3이 되어서 이론값과 동일함을 알 수 있다.

$$\text{저항비} = \frac{R_s}{R_L} = \frac{1,800\Omega}{6,000\Omega} = 0.3 \quad (3)$$



[그림 4] 센서 저항비 출력 특성

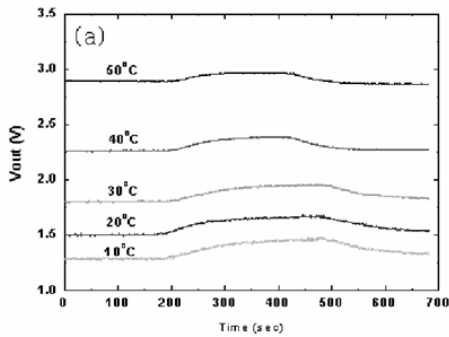
TGS-2602 센서는 그림 5와 같이 외부 온도와 습도에 의해 오차가 발생할 수 있으며 안정된 값을 추출하기 위해서는 보정 하여야만 한다.



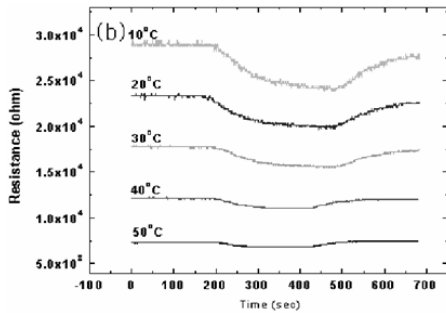
[그림 5] 주변 온도에 의한 TGS-2602 센서 저항비 특성

그림에서 Y축은 온도변화에 따른 저항비( $R_s/R_L$ )이며 10°C ~ 50°C사이에서 비선형적으로 나타내며 습도 65% 20°C일 때 저항비가 1이 된다. 주변 온도를 10°C ~ 50°C 까지 10씩 변경하면서 Toluene 가스 5ppm에 대한 반응을 측정 하였을 때 그림 6(a)와 (b)에서 보는 바와 같이 외부 온도가 변함에 따라 센서의 초기 저항이 변할 뿐만 아니라 동일한 Toluene 가스 농도 하에서도 전압과 저항

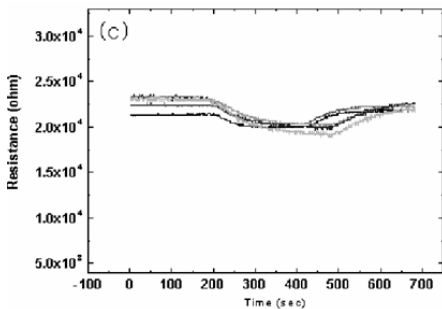
의 변화 폭이 다를 수 있다. 그림에서 온도 변화에 따른 저항 변화 비를 이용하여 보정을 하게 되면 그림 6(c)와 같이 외부 온도가 다른 경우들에 대해서도 동일한 가스 농도 하에서 동일한 반응을 얻을 수 있으며, 이를 이용해 그림 6(d)와 같이 서로 다른 온도에서 측정된 결과이지만 상온에서 측정된  $R_s/R_o$  와 동일한 값이 계산된다.



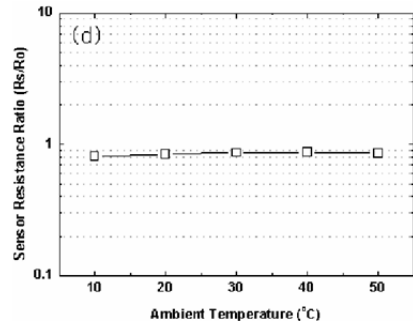
(a) 출력전압의 변화



(b) 센서 저항의 변화



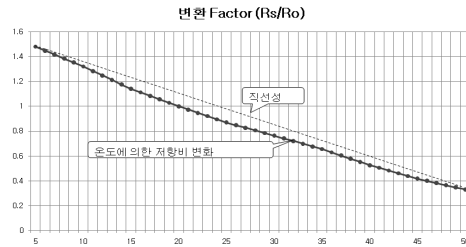
(c) 센서저항 변화를 앞서 그림(b)에서 구한 온도 변화에 따른 센서의 외부온도 10~50°C에서 측정된 저항 변화 비로 나눈 값



(d) 저항비( $R_s/R_o$ )를 이용하여 Toluene 5ppm에 대해 보정한 값

[그림 6] VOC 센서의 온도에 따른 Toluene 5ppm에 대한 반응

본 연구에서는 온도에 따른 센서 출력 값을 보상하기 위하여 마이크로프로세서 내에 펌웨어에 그림 7과 같이 온도 보상테이블을 값을 저장하고 측정된 주변 온도에 따라 센서 출력 값을 보상하였다.

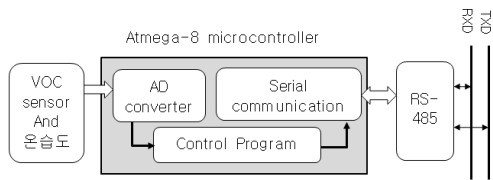


[그림 7] 온도에 의한 센서 보상값

### 3. 직렬 버스 센서 모듈

USN시스템에서 여러 개의 센서 모듈들 간의 데이터 전송방법은 무선 및 유선으로 전송하는 방법이 있다. 무선 센서 모듈은 센서 위치를 자유롭게 설정할 수 있으며 설치하는데 간편하다는 장점이 있으나 전력공급을 센서 모듈에 설치된 배터리에 의존하기 때문에 VOC 센서를 동작시키기 위해 필요한 히터 전력  $P_H$ 가 부담이 된다. 따라서 센서를 가동하는데 전력소모가 큰 센서들은 무선 센서 모듈 보다 직렬버스 방식의 모듈을 사용하는 것이 효율적이다[10,14].

본 연구에서 제안한 직렬버스 센서 모듈의 구성도는 그림 8과 같다.



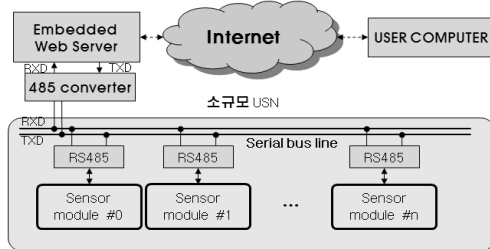
[그림 8] 직렬버스 센서 모듈

본 연구에 사용된 마이크로프로세서는 Atmega-8L을 사용하였다. 마이크로프로세서에 저장되어 있는 펌웨어(Firmware)는 아날로그 신호를 디지털 신호로 변환한 다음 RS-485 통신 채널로 전송해 주며, AD변환기, 통신 프로토콜, 센서 보상 등의 전반적인 시스템 제어를 위한 프로그램이다. AD 변환기는 마이크로프로세서 자체에 내장되어 있는 10비트 8채널의 AD 변환기로서 VOC 센서 모듈에서 검출된 센서 신호와 온도 신호를 검출하기 위하여 두 개 채널만 사용하였다.

센서 데이터 스트림을 웹서버로 전송하기 위하여 마이크로프로세서 내부에 포함된 RS-232 통신을 사용하였다. 직렬버스방식으로 다자간 통신이 가능 하고 최대 송신 거리가 1.2 Km의 원거리 전송이 가능한 RS-485통신 방식을 사용하여 마이크로프로세서에 받은 데이터들을 임베디드 웹서버로 전송한다.

#### 4. 웹 기반 VOC 센서 원격 모니터링

본 연구에서 제안한 웹상에서 실시간 VOC 센서 신호 검출 시스템에 대한 전체 구성도는 그림 9와 같다.



[그림 9] 실시간 VOC 센서 원격 모니터링 시스템

그림에서 VOC 센서 모듈은 단독 건물 내에서 발생하는 Toluene을 검출하기 위하여 32개의 모듈들로 구성하였으며 모듈에서 검출된 센서 신호는 RS-485 통신으로 임베디드 웹서버(EMPOS-II)로 전송하였다. 전송된 데이터는 인터넷으로 사용자에게 실시간적으로 모니터링 서비스를 제공하였다.

#### 4.1 시스템 통신 프로토콜

본 연구에서 제안한 USN의 통신방식은 센서모듈의 출력단에 연결된 RS-485로부터 직렬 버스선 RXD, TXD에 공유하여 연결하였다. 웹서버는 임베디드 시스템인 EMPOS-II(PXA255 Embedded CPU로 구성된 임베디드 시스템)을 사용하였으며 센서 모듈과 직렬버스 통신을 하기위하여 RS-485 변환기를 연결하였다. 본 연구에서는 EMPOS-II에서 그림 10과 같이 프로토콜을 설계하여 센서 모듈들과 송수신 하였다. 그림에서 EMPOS-II에서 센서 모듈로 전송하는 데이터는 기본적으로 시작 문자와 센서 모듈 ID, 제어 데이터, 종료문자들로 구성되어 있으며 센서 모듈 ID는 센서 모듈 각각의 고유번호를 지정하게 되며 본 연구에서는 01부터 32까지 설정하였다. 센서 모듈의 마이크로프로세서 펌웨어는 EMPOS-II에서 전송된 센서 모듈 ID값이 해당 센서 모듈 ID와 같으면 해당 센서 모듈의 펌웨어는 시작 문자, 해당 센서 모듈 ID, 센서 들로부터 변환된 Toluene가스센서 값, 종료문자를 생성하여 EMPOS-II로 전송한다.

EMPOS-II Call Transfer Data

Start of character	Sensor Module ID	Control Data	End of Character
--------------------	------------------	--------------	------------------

Sensor Module Transfer Data

Start of character	Sensor Module ID	2byte Sensor DATA	End of Character
--------------------	------------------	-------------------	------------------

[그림 10] RS-485 송수신 프로토콜

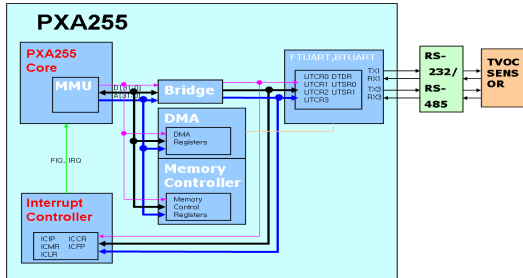
프로토콜 구성은 EMPOS-II에서 call transfer protocol과 sensor module transfer protocol로 구성하였으며 동작 순서는 아래와 같다.

- 단계 1 : EMPOS-II에서 순차적으로 센서 모듈 ID값을 전송 프로토콜에 적용하여 직렬 버스 라인으로 전송한다.
- 단계 2 : 센서 모듈들은 송신 데이터를 수신한 다음 자기 ID와 수신한 모듈 ID와 비교한다.
- 단계 3 : 센서 모듈이 자기 ID와 동일 하면은 현재 검출된 센서 데이터를 직렬버스 라인에 실어서 EMPOS-II로 전송한다.

#### 4.2 임베디드 웹서버 환경

그림 9의 웹 환경에서 임베디드 시스템을 이용한 VOC센서 원격 모니터링 시스템 H/W 중 VOC 센서 모듈 신호 검출부는 그림 11과 같다. 그림에서 VOC 센서 모듈로부터 전송받은 신호를 RS-232/RS-485 변환기를 사용하여 웹서버 내부의 프레임 버퍼에 저장하는 구성도

이다.



[그림 11] VOC 센서 모듈 신호 검출부

웹서버는 EMPOS-II 임베디드 보드의 메모리 공간에서 무리 없이 동작시키기 위하여 Goahead 웹서버와 QT/E를 이용하여 시스템을 구현하였다[11-13].

VOC 센서 모듈에서 신호 검출된 데이터는 프레임 버퍼를 생성한 후 QT/E 프로그램에 의해서 TFT LCD에 화면을 출력하고 TEXT 파일로 저장하는 프로그램은 그림 12와 같이 구성하였다. TFT LCD에 출력된 화면은 PNG 파일형식의 그림파일로 캡처되어 임베디드 웹서버로 저장된다. 저장된 데이터는 User Computer에서 웹서버에 데이터를 요청하면 HTML처리된 센서 출력 그래프와 임베디드 웹서버에 저장된 TEXT파일을 User Computer 화면에 전송시켜 준다.

```

sprintf(data+8,"%2d ",dateNew.day()); // " 일 "
sprintf(data+11,"%2d:",timeNew.hour()); // " 시간 "
sprintf(data+14,"%2d:",timeNew.minute());// " 분 "
sprintf(data+17,"%2d ",timeNew.second());// " 초 "
sprintf(data+20,"%2f\n\r",((float)Rs232Data/100));//파일버퍼
//에 수신데이터 쓰기
fd->writeBlock(data,25); //파일에 파일버퍼의 내용을 쓰기
fd1->writeBlock(data,25); //파일에 파일버퍼의 내용을 쓰기
}
Rs232->putc(0x02); //장비ID 재송신(다음 수신을 위한 명령)
repaint(); //화면을 다시 그린다.
}

void GraphWidget::slotCapture(void) //
{
QPixmap Capture(*ScreenBuffer); //ScreenBuffer의 내용을
//QPixmap 객체로 선언

Capture.save("/web/Webs.png","PNG",1);//그림저장
}
    
```

[그림 12] QT/E 구동 프로그램

### 5. 실험 및 결과분석

본 논문에서는 직렬버스를 이용하여 한 개 그룹에 32 개의 센서 모듈을 연결하고 Toluene 가스량을 검출하여 실시간적으로 모니터링 하는 USN 구성을 목적으로 하고 있다. 먼저 VOC센서의 성능 평가를 위하여 그림 13과 같이 밀폐된 향온향습 챔버 안에 센서 모듈을 넣은 후 Air 100PPM과 Toluene 5ppm을 주입하였다. 실험을 하기위해 제작된 센서 모듈은 그림 14와 같다.

그림 15는 2500초 동안 센서 모듈로부터 검출된 Vout 신호를 표시한 그림이다. 그림에서 X축은 시간 축으로서 0부터 2500초 동안 측정된 결과이며 Y축은 TGS-2602 VOC센서로부터 검출된 Vout 데이터이다. 먼저 0에서 250초 동안은 신선한 공기(air 100ppm)를 주입하였으며 이때 센서 Vout은 3.1V로 나타났다. 250초부터 Toluene 5ppm을 주입하였다.

```

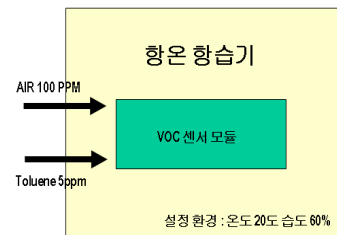
void GraphWidget::slotTimeout(void)
{
char Rs232Data=0x00;
int x,y;//좌표 변수
char data[25]; //파일 버퍼
QTime timeNew=QTime::currentTime();//현재시간을 얻는다.
QDate dateNew=QDate::currentDate();//현재 날짜를 얻는다.

if(P_index==120) //그래프 좌표 배열 포인터 재설정 P_index=0;

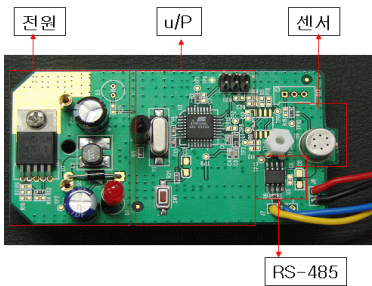
if((Rs232->getch())==0x02) //송신 데이터 "0x02" 확인
Rs232Data=(char)(Rs232->getch()); //데이터 수신
printf("print Receive Data=%d \r",Rs232Data);

if((Rs232Data >1)&&(Rs232Data<101))//수신데이터가 1보다
// 크거나 101보다 작으면
{
x=GX+((P_index/2)*(GW/60)); //x좌표 계산
y=(GY+GH-1)-(Rs232Data*(GH/100)); //y좌표 계산
pt[P_index]=x; //좌표배열에 x좌표 삽입
P_index++; //포인터 증가
pt[P_index]=y; //y좌표 삽입
P_index++; //포인터 증가

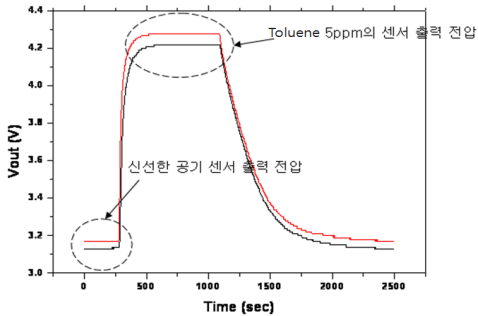
sprintf(data,"%4d.",dateNew.year()); //파일버퍼에 년도 쓰기
sprintf(data+5,"%2d.",dateNew.month());// " 월 "
    
```



[그림 13] VOC 센서 모듈 실험 방법

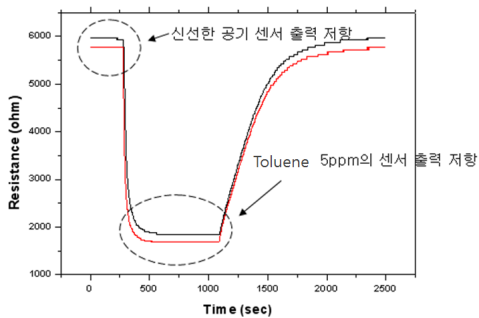


[그림 14] VOC 센서 모듈



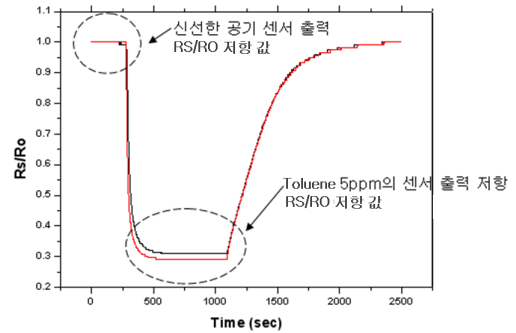
[그림 15] 센서 출력 전압

가스 주입한 후 500초에서 약 4.2V의 정상 값이 추출되었다. 최종 값의 90%를 정상도달 응답속도로 본다면 TGS-2602 VOC센서 응답 속도는 약 100초로 나타났다. 1250초에서 가스를 차단하고 신선한 공기하였을 때 2000초에 센서가 안정화 되는 것을 보였다. 그림 16은 검출된 Vout로부터 센서 저항 값을 구한 그림이다.



[그림 16] 센서 출력 저항

그림에서 출력된 전압 값은 식 (1)에 의하여 센서 저항 값 Rs로 수직축은 센서 저항 값이고 수평축은 센서 측정 시간이다. 그림 17은 센서 저항비를 구한 그림이다.



[그림 17] 센서 출력 저항비 Rs/Ro

그림 18은 임베디드 웹서버와 VOC 센서 모듈은 연결한 사진이다. 임베디드 웹서버 구동은 다음과 같은 단계로 행하였다.

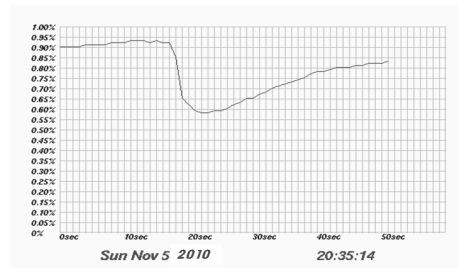
단계 1 : 임베디드 시스템에서 QT/E로 작성된 소프트웨어에 의해 센서로부터 입력된 신호를 프레임 버퍼에 저장한다.



[그림 18] 임베디드 웹서버 전체 연결

단계 2 : QT/E 에 의해 검출된 데이터는 LCD 화면에 그림 19와 같이 표시되며 프레임 버퍼로 저장한다.

이때 프레임 버퍼는 PNG 파일로 저장되며 초당 한 개 프레임을 실행한다.

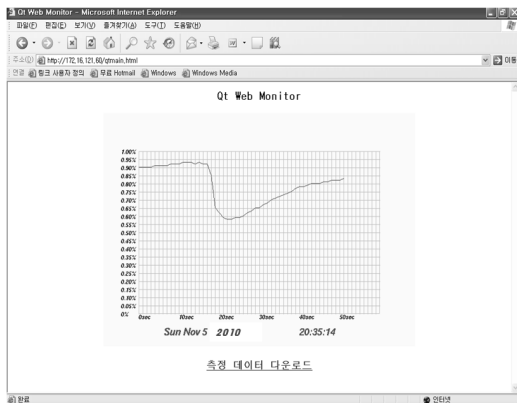


[그림 19] 임베디드 웹서버 저장된 PNG 파일

단계 3 : 추출된 그림 데이터는 임베디드 시스템이 탑재된 웹서버에 자동으로 전송한다.

단계 4 : 사용자 PC에서 임베디드 시스템의 웹서버로 접속한다.

그림 20은 사용자가 인터넷에 접속하여 Embedded 웹서버로 접속한 화면으로 센서의 일분간의 DATA를 그래프로 볼 수 있다. 그림 21은 여러 개 채널의 센서 모듈로부터 수집된 데이터를 모니터링 하는 화면이다.

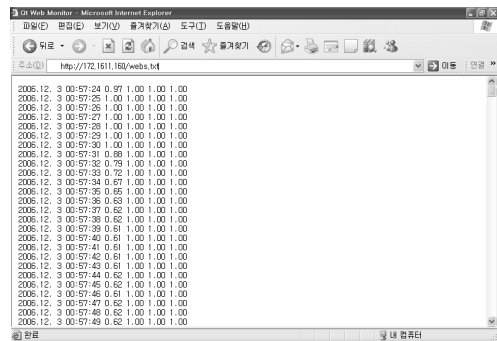


[그림 20] 사용자 PC에서 접속한 화면



[그림 21] 여러 채널의 센서 모듈 모니터링에 대한 사용자 PC에서 접속한 화면

그림 22는 임베디드 웹서버에 저장된 TEXT 파일을 웹으로 표시한 그림이다. 화면 하단의 측정 데이터 다운로드를 통해서 측정된 결과 값들을 그림과 같이 년, 월, 일, 시, 분, 초, 측정 데이터 형식으로 나누어져 있어 웹에서 다운 받아서 확인해 볼 수 있다.



[그림 22] 웹서버 전송된 측정 DATA

소규모 그룹 USN 시스템에서 전력소모가 많은 센서 모듈들로 구성된 경우 배터리에 의존하여 동작하는 기존의 무선 센서 모듈은 전력공급에 제한이 있다. 그러나 본 연구에서 제안한 직렬버스 방식으로 USN을 구성할 경우 전력공급 및 고속 데이터 스트림 처리 등의 안정된 모니터링 시스템을 구성할 수 있다는 장점이 있음을 알 수 있다.

## 6. 결론

본 연구에서는 웹 환경에서 임베디드 시스템을 이용한 VOC 센서 신호 원격 모니터링 시스템을 개발하여 웹에서 실시간 적인 센서 데이터 모니터링 방법을 제안하였다. USN시스템을 구성할 때 일반적으로 무선 센서 모듈을 이용한다. 그러나 VOC센서와 같이 센서를 정상적으로 동작시키기 위하여 히팅 전력  $P_H$ 가 필요한 모듈들은 과도한 전력 소모 때문에 적합하지 못하다. 따라서 본 연구에서 제안한 방법은 소규모 USN 시스템에서 센서 모듈들을 직렬 버스 방식으로 구성하여 버스선과 함께 전원을 공급함으로써 효율적으로 시스템을 운영할 수 있다. 오염검출 대상은 Toluene 가스를 대상으로 하였으며 연구에 사용된 센서 모듈은 VOC 센서를 장착한 센서 모듈로서 저항비( $R_s/R_L$ )에 의해 오염도를 검출하였다. 검출된 신호는 마이크로프로세서의 펌웨어에서 소프트웨어적으로 온도에 따른 보상과정을 거쳐서 직렬버스 방식인 RS-485로 전달하였다. 임베디드 시스템은 PAX255 CPU를 탑재한 HBE-EMPOSII를 이용하였으며 GOAHEAD 웹서버를 탑재하여 인터넷이 연결되어 있는 어느 곳에서나 사용이 가능 하도록 하였다.

제안된 방법으로 USN 시스템을 구성할 때 전력 소모가 큰 센서 모듈을 대상으로 시스템을 구성하는데 효과



적인 방법이라고 판단된다. 뿐만 아니라 고속으로 다량의 센서 데이터 스트림을 수집하는데 효과적이다.

향후 본 연구 결과물을 이용하여 소규모 UNN시스템을 구성하였을 때 무선 모듈과 같이 전원 배터리 교체 없이 반 연구적으로 사용 가능할 것으로 보이며 홈네트워크, 한방, 의료, 실내 공기 질 측정 등 많은 서비스 분야로 사용 될 수 있다.

### 참고문헌

[1] Alan Mainwaring, Joseph Polastre, Robert Szewczyk, David Culler1, "Wireless Sensor Networks for Habitat Monitoring", IRB-TR-02-006, pp.1-11, June 2002.

[2] 이기욱, 성창규, "에너지 효율 제약조건을 가진 센서 네트워크 모니터링 시스템 구현", Journal of Korea Multimedia Society, Vol. 13, No. 1, pp. 10-16, January 2010.

[3] Emil Jovanov, Dejan Raskovic, John Price, John Chapman, Anthony Moore, Abhishek, Krishnamurthy, "Patient Monitoring Using Personal Area Networks of Wireless Intelligent Sensors", Biomed Sci Instrum. vol 37, pp. 373-381, 2001.

[4] Tokihiro FUKATSU, and Masayuki HIRAFUJI, "Field Monitoring Using Sensor-Nodes with a Web Server", Journal of Robotics and Mechatronics, Vol. 17 No. 2, pp. 164-172, 2005.

[5] <http://www.aeroqual.com>, "VOC sensor", Aeroqual, July 2006.

[6] "TGS 2602 - for the detection of Air Contaminants", FIGARO USA, INC. product information.

[7] 최재훈외 4명, "실내 공기 질 오염 저감을 위한 나노-환경기술", 고분자과학 기술 제15권 제2호, pp. 191-197, 4월, 2004년

[8] 조계환, "화학물질 유통-사용 실태조사 결과보고서(톨루엔)", 한국산업안전공단, 3월, 2008년.

[9] 변원걸, "환경유해물질인 톨루엔이 배양대뇌신경세포에 미치는 도성효과에 관한 연구", 원광대학교 보건환경대학원 석사학위논문, 2002년

[10] Junwei Zhou and Andrew Mason, "Communication Buses and Protocols for Sensor Networks", Sensors, pp. 244-257, July 2002.

[11] 남시병 외, "임베디드 시스템", 두양사, 2004.

[12] 유창영 외, "리눅스 디바이스 드라이버", 한빛미디어, 2004.

[13] "Getting Started with HBE-EMPOS II" (주)한백전자

[14] <http://www.maxim-ic.com>

### 박진관(Jin-Kwan Park)

[정회원]



- 2004년 2월 : 삼척대학교 전자공학과 (공학사)
- 2007년 2월 : 강원대학교 산업대학원 전자공학과 (공학석사)
- 2005년 11월 ~ 현재 : (주)센코

<관심분야>

임베디드시스템, USN, 마이크로프로세서응용

### 임해진(Hae-Jin Lim)

[정회원]



- 1993년 8월 : 성균관대학교 전자공학과 (공학박사)
- 1983년 3월 ~ 2006년 2월 : 삼척대학교 전자공학과 교수
- 2006년 3월 ~ 현재 : 강원대학교 공학대학 전자정보통신공학부 교수

<관심분야>

데이터 통신, 컴퓨터네트워크, 디지털시스템응용

### 남시병(Si-Byung Nam)

[정회원]



- 1994년 2월 : 단국대학교 전자공학과 (공학박사)
- 1983년 3월 ~ 2006년 2월 : 삼척대학교 전자공학과 교수
- 2006년 3월 ~ 현재 : 강원대학교 공학대학 전자정보통신공학부 교수

<관심분야>

임베디드시스템, USN, 인터페이스, 패턴인식