
다중 센서 어레이 신호 검증을 위한 플랫폼 설계

박종식* · 이성수**

Platform Design for Multiple Sensor Array Signal Verification

Jong-sik Park* · Seong-soo Lee**

이 논문은 지식경제부 및 정보통신산업진흥원의 대학 IT연구센터 육성지원 사업의 연구결과로
수행되었음 (NIPA-2011-C1090-1121-0010)

요 약

최근 환경 감시용 센서장치, 유비쿼터스 센서 네트워크, 지능형 로봇의 센서와 같이 다양한 분야에서 센서를 이용한 감지, 검출 시스템이 날로 증가하고 있다. 센서 데이터는 센서의 물리적 상태 변화나 화학적 반응을 통하여 측정하게 된다. 하지만 센서의 노후화나 다양한 측정 환경으로 인하여 데이터 오류가 발생할 문제점이 있다. 따라서 센서 데이터의 신뢰성 확보가 필요하다. 따라서 본 논문에서는 다양한 센서에 적용 가능한 신뢰성 있는 센서 신호 처리 플랫폼을 제안하고자 한다. 신뢰성 확보를 위하여 다수의 동일 센서를 복수의 어레이 구조로 배치하고 사용하였다. 여러 센서의 측정된 데이터의 시간적 상관관계와 공간적 상관관계를 이용하는 신호처리 알고리즘을 이용하여 센서 데이터를 보정함으로써 센서 데이터의 신뢰성을 향상 시켰다. 또한 다양한 환경에서 센서의 이상 유무 확인 및 데이터를 확인하기 위하여 플랫폼 구성요소 간 통신을 위한 전용 프로토콜을 개발하였다.

ABSTRACT

As sensor technology grows up in fields such as environmental hazards detecting system, ubiquitous sensor network, intelligent robot, the sensing and detecting system for sensor is increasing. The sensor data is measured by change of chemical and physical status. Because of decrepit sensor or various sensing environment, it is problem that sensor data is inaccurate result. So the reliability of sensor data is essential. In this paper, we proposes a reliable sensor signal processing platform for various sensor. To improve reliability, we use same sensors in multiple array structure. As sensor data is corrected by spatial and temporal relation signal processing algorithm for measured sensor data, reliability of sensor data can be improved. The exclusive protocol between platform components is designed in order to verify sensor data and sensor state in various environment.

키워드

센서 어레이, 센서 신호처리, 플랫폼, 프로토콜

Key word

Sensor Array, Sensor Signal Processing, Platform, Protocol

* 정회원 : 숭실대학교 전자공학과
** 정회원 : 숭실대학교 전자공학과 (교신저자, sslee@ssu.ac.kr)

접수일자 : 2011. 10. 17
심사완료일자 : 2011. 10. 20

I. 서론

최근 환경 감시용 센서장치나 지능형 로봇의 센서와 같이 다양한 분야에서 센서를 이용한 감지, 검출 시스템이 날로 증가하고 있다. 이러한 시스템의 증가함에 따라 센서 데이터의 신뢰성 확보가 필요하다. 따라서 센서 시스템의 신뢰성과 내구성을 향상하는 방향으로 센서 시스템이 개발되어지고 있다[1][2]. 하지만 센서의 종류와 센서시스템의 구현 환경에 따라서 센서 감지 시스템의 개발이 진행되기 때문에 개발된 시스템이 다른 환경의 센서시스템에서 재사용할 수 없기 때문에 비효율적이다. 또한 센서 시스템에서 사용되어지는 센서 기기 개수의 증가로 인하여 전송 데이터가 증가하고 센서신호 수집 장치의 과부하가 급속도로 진행되어지고 있다. 센서에서 측정된 데이터의 신호분석에만 연구가 치중되어 있으며 센서 신호의 향상 및 보정을 시도하는 연구는 초기단계에 불과하다.

따라서 본 논문에서는 다양한 센서에 적용 가능한 센서 신호처리 플랫폼을 제안하고자 한다. 센서 데이터는 센서의 물리적 상태 변화나 화학적 반응을 통하여 측정되게 되며 측정된 신호들은 복잡성과 비선형성의 특성을 나타낸다. 이러한 문제점을 해결하기 위해서 다수의 동일 센서를 복수의 어레이 구조로 배치하고 사용함으로써 신뢰성을 확보하고자 한다. 즉 복수의 어레이 구조의 센서로부터 측정된 다수의 데이터들이 가지는 시간적또는 공간적 상관관계를 이용한 신호처리 알고리즘을 수행함으로써 센서의 노후화나 오류로 발생하는 데

이터를 보정함으로써 센서 데이터의 신뢰성을 향상시킬 수 있다. 또한 측정된 센서 데이터가 플랫폼의 다양한 요소들과 공유 및 통신할 수 있는 전용 프로토콜을 구현함으로써 다양한 환경에서도 적용 가능한 플랫폼을 구현하였다.

II. 센서 신호처리 플랫폼

본 논문에서 제안하는 센서 신호처리 플랫폼 구조는 그림 1과 같다. 다양한 센서 어레이로부터 신호를 취득 및 전송을 담당하는 센서부(Sensor Part)와 취득한 센서 신호를 처리하고 판단하는 센서 신호 처리 부분(SSP : Sensor Signal Processing), 마지막으로 신호처리된 센서 신호를 모니터링 하기 위해 필요한 무선부(Wireless)으로 나누어진다.

2.1 센서부

센서부는 Sensor array 와 Signal Readout Circuit과 Digital Control Block으로 구성이 된다. Sensor array는 1개 이상의 센서들이 총 64개의 array 구조로 이루어져 있다. 그림 2과 같이 총 64개의 센서 어레이 구조로 이루어져 있다. 이런 화학적 반응 센서는 센서의 노후나 오류 등이 발생할 확률이 높음에 따라 신뢰성을 높이기 위하여 여러 개의 센서들을 어레이 형태로 배열하여 사용하고자 한다.

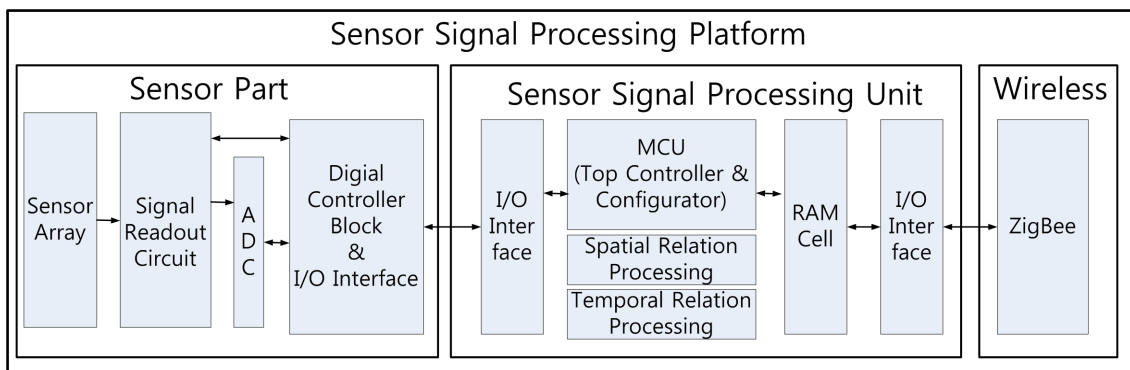


그림 1. 제안하는 센서 어레이 신호처리 플랫폼 구조
Fig. 1 Proposed Sensor Array Processing Platform

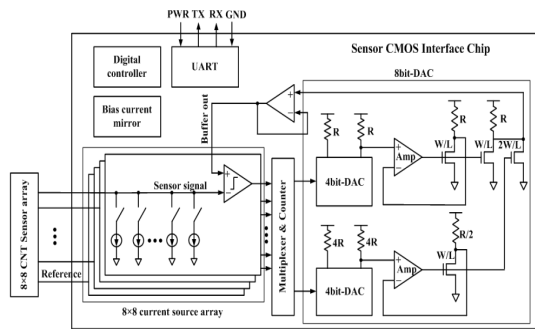


그림 2. 센서 어레이 부분
Fig. 2 Sensor Array Part

Signal Readout Block에서는 센서의 신호를 검출하기 위하여 C-V 변환 (Current to Voltage) 방식을 사용한다 [3]. 전류 바이어스를 통해 센서의 저항값을 전압으로 변환하고 ADC(Analog to Digital)를 통해 디지털 신호로 변환한다[4]. 디지털 제어기의 제어 신호를 통하여 센서 신호의 검출 및 ADC의 초기화, 센서 신호처리 유닛과의 UART 통신을 하게 된다.

2.2 센서 신호 처리 유닛

센서 신호처리 유닛(Sensor Signal Processing Unit)의 기능은 센서 어레이의 각 센서들로부터 검출된 데이터의 공간적, 시간적 차이를 이용하여 노이즈를 검출하고 신호의 특성곡선을 기준으로 센서의 상태를 판단하여 주변 센서신호 값을 이용하여 오류로 의심되는 데이터를 보정함으로써 신뢰도를 높이는 역할을 수행한다. 센서 신호처리 유닛은 다수의 센서들에 적용할 수 있고 다양한 운용환경에서 사용 될 수 있는 특징을 가지고 있다.

센서의 종류와 개수, 데이터 전송 대역폭 등에 대한 정보를 운용 전에 파라미터 형태로 플랫폼에 설정하고 저장함으로써 다양한 환경에서 운용될 수 있다. 또한 운용모드 설정에 따라서 사용될 프로토콜의 모드와 사용할 알고리즘의 종류 등을 플랫폼이 센서부에게 설정 적용을 명령하여 최적의 운용환경에서 동작한다. 센서 신호 처리 유닛의 전체 구성은 그림 1과 같다. Top Controller는 전체 블록의 제어와 신호처리 플랫폼 수행 스케줄을 담당한다. Configurator 는 사용할 센서의 종류에 따라서 측정해야 될 센서 데이터의 채널의 수를 설정하고 저장하는 기능과 데이터의 신호처리에 사용

될 처리 블록의 개수의 선택을 담당한다. RAM Cell은 센서보드에서 측정된 데이터를 저장한다. 이 데이터를 가지고 시간적, 공간적 상관 관계 연산 과정을 수행하게 된다.

2.2.1 공간적 상관관계 연산

화학적 반응을 이용하는 센서는 수명이 다른 일반적인 센서보다 적다. 그 이유는 센서의 반응점(Gate)이 외부 노출되어 직접 화학물질과 접촉하기 때문이다[5]. 그래서 센서 플랫폼 운용 중에 센서장치가 고장 나는 것을 대비하기 위하여 동일한 종류의 센서를 복수로 사용하여 센서 어레이 구조를 이루는 것이 일반적이다. 공간적 상관관계(Spatial Relation Processing)를 통하여 센서 어레이에서 같은 시간에 측정된 공간적으로 다른 위치에 있는 같은 종류의 센서 데이터 값을 이용하여 각 센서 신호 값의 상태를 정상 또는 에러 등으로 판단하며, 에러라고 판단되는 상황에서 주변 같은 종류의 센서 데이터 값을 이용하여 해당 센서의 데이터 값을 복원하거나 또는 에러가 의심되는 센서의 데이터 값을 센서 신호 처리 블록으로 전송하지 않게 한다.

공간적 상관관계 연산 동작은 그림 3과 같이 설명 할 수 있다. 왼쪽 그림에서 센서 어레이에 가스를 분사하고, 센서가 검출한 가스의 데이터 중 정중앙 센서에서 검출된 데이터는 주변의 동종 센서에서 검출된 값과 큰 차이가 있음을 알 수 있다. 이러한 경우 정중앙 센서의 경우 노후화나 오류로 인한 오동작으로 판단할 수 있다. 따라서 상하좌우의 동종센서들의 값을 이용하여 공간적 상관관계 연산과정을 수행하면, 오른쪽 그림처럼 정중앙 센서의 값을 주변 센서들의 검출된 데이터의 평균으로 복원 할 수 있다.

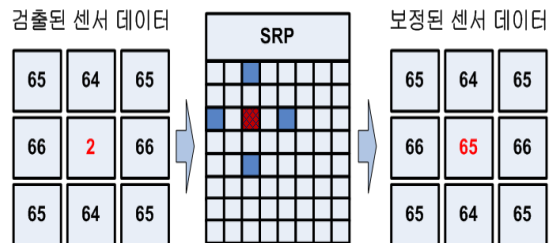


그림 3. 공간적 상관관계 처리 과정
Fig. 3 Spatial Relation Processing

2.2.2 시간적 상관관계 연산

시간적 상관관계 연산(Temporal Relation Processing)을 이용한 처리는 각 센서장치의 채집된 센서 신호가 증가하거나 감소하는 경향을 비교하여 매우 짧은 시간 구간에만 일시적으로 발생하는 급격한 신호 변화는 임펄스 노이즈로 간주하고 제거하기 위하여 사용한다. 이를 위하여 5단 이동평균계산 (5-Step Moving average) 방법을 사용하였다. 즉 각 센서의 측정 데이터를 시간 축으로 적산하고 그 구간에서의 평균값을 구하는 이동평균계산 알고리즘을 이용하여 구현하였다.

그림 4는 이동평균계산 방법을 나타내고 있다. 여기서 각 센서를 채널이라고 부른다. 각 채널의 측정된 값은 시간적 상관관계 연산 과정을 먼저 수행하고, 그 다음 RAM Cell에 임시 저장한다.

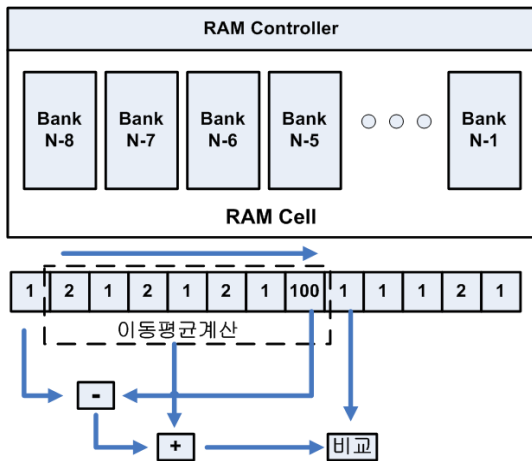


그림 4. 시간적 상관관계 처리 과정
Fig. 4 Temporal Relation Processing

시간축을 기준으로 현재시간에 입력된 각 채널의 측정데이터를 1개의 BANK에 채널번호 순으로 저장한다. 이동평균 파라미터로 설정한 Range만큼 Bank를 준비하고 다음 시간에 들어온 각 채널 측정값을 그 다음 Bank에 채널 번호순으로 저장한다. 그렇게 저장된 Bank를 각 채널의 번호별로 Bank당 1개씩 추출하여 이동 평균을 그림처럼 수행하고 그 값을 임시 저장한다.

처음 Range만큼 측정된 값이 들어오기 전에는 이동 평균값을 계산하지 않고 그대로 통과시키며 Range만큼 bank에 측정된 데이터가 차면 그때부터 정상적인 이동

평균계산 과정을 처리한다. 반복적인 계산을 피하기 위하여 그림 4의 하단 부처럼 임시로 평균값을 저장하고 그 다음 bank의 입력이 들어오면 Range에 가장 먼저 들어왔던 값과의 차를 구해서 그 값을 임시평균값에 저장된 평균과 연산하여 Range의 임시 평균값을 조절한다. 1개의 bank가 갱신될 때마다 Range에 해당하는 모든 bank의 값을 더하고 Range만큼 나누어 평균 내는 것보다는 연산량을 월등히 줄일 수 있다.

III. 센서 신호처리 검증 플랫폼 구현

앞에서 설명한 센서 신호처리 플랫폼은 센서부의 아날로그 파트 부분과 신호 처리 프로세싱부의 디지털 부분으로 나누어지며 원 칩을 목표로 연구 중에 있다. 원 칩 구현에 앞서 각 파트 동작을 검증하는 플랫폼이 필요하다. 따라서 그림 5와 같이 위쪽의 센서 신호처리 플랫폼의 동작의 검증을 위해서 아래와 같은 검증 플랫폼을 구현하였다. 즉 센서 어레이 보드를 통해서 여러 센서들과 디지털 제어기의 동작을 확인할 수 있으며 신호 처리 프로세싱 유닛의 경우는 FPGA 보드를 통하여 구현하였다. 무선부는 Zigbee 보드를 통하여 구현하여 PC에서 모니터링하는 환경을 구성하였다.

3.1 MCU (Micro Controller Unit)

센서 신호처리 플랫폼의 프로세서 부분인 MCU와 연산량이 많은 시간적 상관관계 부분을 하드웨어로 설계하였다. MCU는 OpenCore의 8051 프로세서를 기반으로 설계하였다[6].OC8051은 64KB RAM이 탑재된 8bit RISC 프로세서로 8bit I/O Port4개를 제공하고 있고, 1개의 UART를 지원한다. 하지만 그림 5와 같이 센서 신호 처리 연산 유닛 기능을 수행하기 위해서는 2개의 UART가 필요하다. 센서부로부터 취득한 데이터 값을 받기 위해서 1개의 UART가 필요하고 나머지 하나는 무선부로부터 데이터 값을 전송하기 위해서 필요하게 된다. 따라서 본 논문에서 제안하는 플랫폼에 맞게 수정된 Modified OC8051을 사용하였다.

8051 Core를 운용하는 S/W는 ROM파일 형태로 4KB를 내장하였다. 2개의 UART를 운용하기 위하여 물리적인 1개의 UART를 MUX를 통해 제어하여 (Sensor Board - SSP), (SSP - Wireless Part)를 토글 하여 사용할 수 있게

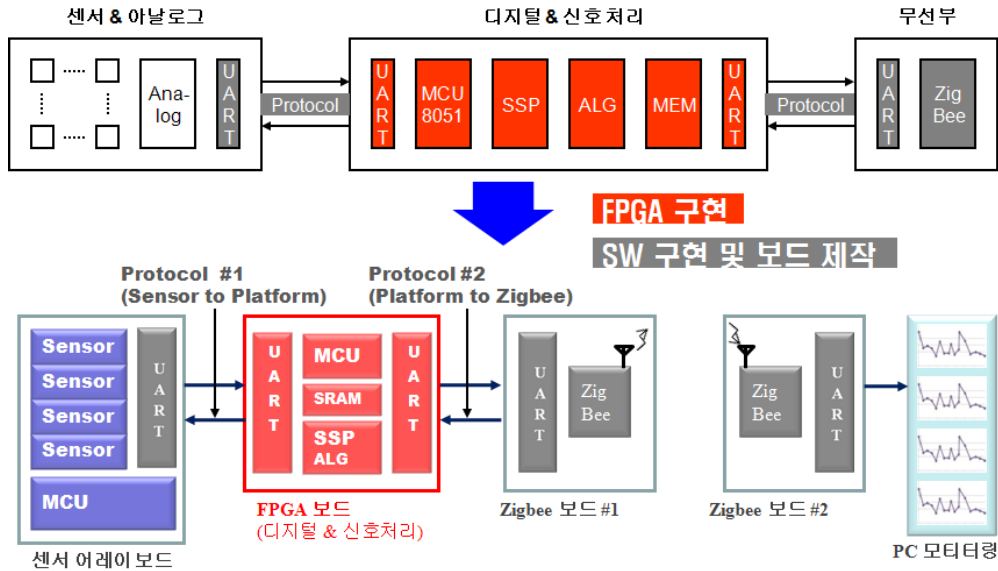


그림 5. 센서 신호처리 플랫폼 검증 블록도
Fig. 5 Verification Block Diagram of Sensor Signal Processing Platform

추가 하였다.

UART의 MUX 컨트롤은 OC8051포함되어 있는 GPIO중 Port1번 으로 설정하였고, OC8051에 SFR 레지스터 중에 사용하지 않는 레지스터를 MUX의 신호를 위한 변수로 설정하고 8051 S/W에 탑재하였다. 또한 센서 데이터 신호처리를 위하여 시간적 상관관계 연산을 수행하는 전용 H/W를 MCU와 연결하여 MCU의 연산부하를 줄이는 구조로 설계하였다.

3.2 센서 플랫폼 프로토콜

본 논문에서 제안하는 센서 신호처리 플랫폼의 프로토콜은 2가지 종류로 구분된다. 첫 번째는 센서 기기가 포함된 센서 보드와 센서 신호 프로세서 사이의 프로토콜(Protocol #1)이고, 나머지는 센서 신호 프로세서와 무선부 사이의 프로토콜(Protocol#2)이다. 두 개의 프로토콜은 지원하는 모드의 차이가 있지만 유사한 관계로 첫 번째 프로토콜 위주로 설명하고자 한다. 센서 보드와 센서 신호 프로세서 사이 프로토콜은 부트/체크 모드, 단일 채널 모드, 전체/멀티 채널 모드, 총 3개의 모드로 구분되어지며 각 프로토콜 방식은 센서 플랫폼이 운용되어지는 동안 교차로 사용된다.

3.2.1 부트 / 체크 모드

센서 신호처리 플랫폼 시스템이 부트 할 때나, 플랫폼 시스템이 운용도중에 센서 신호처리 프로세서가 센서의 신뢰성 검사를 수행 하고자 할 때 사용된다. 표 1은 부트 / 체크 모드의 프로토콜 형식을 나타낸다. State는 3가지로 normal (sensor 정상), Error (센서의 반응이 적거나 느림), Malfunction (기계적 결함으로 인한 오류) 이루어진다.

3.2.2 단일 채널 모드

센서신호 측정하는 플랫폼의 환경적 특성이나 센서 기기 개수의 변화에 따라서 특정 센서 값만 전송하는 경우에 사용된다. 모든 센서의 값이 필요 없거나, 플랫폼 시스템의 적은 배터리 전류량의 영향이나, 측정된 센서 데이터의 무선전송에 필요한 대역폭에 따라서 하나의 센서 데이터만 전송이 필요한 경우에 사용된다. 표 2는 단일 채널 모드의 프로토콜 형식을 나타낸다. 또한 다양한 센서를 지원하기 위해서는 센서 데이터 resolution변동을 지원 하여야 한다. Resol 2bit 정보를 통하여 다양한 센서의 resolution을 지원할 수 있다.

표 1. 부트 / 체크 모드 프로토콜 형식
Table. 1 Format of Boot / Check Mode Protocol

SSP	MODE [1:0]	Request Sensor Device Number[5:0]
Sensor	state [1:0]	Response Sensor Device Number[5:0]
	Done[7:0] 8'hAA	

표 2. 단일 채널 프로토콜 형식
Table. 2 Format of Single Mode Protocol

SSP	MODE [1:0]	Request Device Channel Number[5:0]
Sensor	Resol [1:0]	Channel Address[5:0]
	Sensor Data [7:0]	
	SensorData[15:8]<-optional	
	Done[7:0] 8'hAA	

3.2.3 전체 / 멀티 채널 모드

센서 신호 처리 플랫폼에서 가장 많이 사용하게 되는 프로토콜로서, 전체 / 멀티 채널 모드는 기본운용 모드이다.

표 3. 전체 / 멀티 모드 프로토콜 형식
Table. 3 Format of All/ multi Channel Protocol

SSP	Mode [1:0]	A/M	Multi Type Mode[4:0]
Sensor	Dataset (Channel 0)		
	Dataset (Channel 1)		
	Done[7:0] 8'hAA		
	...		
	Dataset (Channel N-1)		
	Dataset (Channel N)		
	Done[7:0] 8'hAA		

전체 혹은 다수의 센서 어레이 측정값을 전송하는 방식으로 표 3은 전체 / 멀티 채널 모드의 프로토콜 형식을 나타낸다. A/M을 통하여 전체(ALL), 다수 (Multi) 값을 선택 할 수 있다. Multi의 경우 10가지의 Type을 지원하며 각 Type의 표 4와 같다.

표 4. 멀티 모드를 지원하는 형태
Table. 4 Type of Multi Mode

Multi Type	Script
ODD	전체 센서 홀수 Channel 만 전송
EVEN	전체 센서 짝수 Channel 만 전송
1T1S	각 센서 type에서 1개씩 만 전송
1T2S	각 센서 type에서 2개씩 만 전송
1T4S	각 센서 type에서 4개씩 만 전송
1T8S	각 센서 type에서 8개씩 만 전송
1T ALL	1번째 센서 타입의 전 채널값을 전송
2T ALL	2번째 센서 타입의 전 채널값을 전송
3T ALL	3번째 센서 타입의 전 채널값을 전송
4T ALL	4번째 센서 타입의 전 채널값을 전송

IV. 실험결과

본 논문에서 제안한 센서 신호처리 플랫폼의 검증순서는 센서 보드와 센서 신호 처리 블록을 각각 독립적으로 검증 작업을 수행하고 센서 보드와 센서 신호 처리 블록을 UART Interface를 이용하여 제안한 프로토콜로 통신하고 무선부 부분을 UART 터미널로 대체하여 그 결과 값을 모니터링 하였다. 마지막으로 무선부 부분까지 모두 UART Interface로 연결한 후 무선부 수신부(스테이션)에 Display 프로그램을 이용하여 각 센서 기기의 측정데이터와 신호 처리된 데이터를 비교하였다. 그림 6은 실제 검증 플랫폼을 나타낸다. 센서 보드에서는 별도 제작한 챔버에 4종류의 가스센서를 16개 탑재하고, 가스센서장치를 컨트롤하는 MCU가 포함된 센서 보드이다.

사용된 센서 보드 컨트롤 MCU는 AVR계열의 Atmega128L이고, 각 가스 센서의 측정된 데이터를 수집하고 제안한 프로토콜을 이용하여 센서처리부와 통신을 담당하는 소프트웨어를 제작하고 탑재 하였다.

64개의 센서 어레이 구조를 검증을 위하여 16개의 어레이 구조로 대체하여 실험하였다. 가스 검출 센서는 4 종류의 센서, 즉 알코올(ALC), 휘발성 유기 화합물(VOC), 액화 석유가스(LPG), 이산화탄소(CO2) 센서를 각 4개씩 사용하였다. 센서신호처리블록은 FPGA 장비를 이용하여 Modified OC8051을 하드웨어 형태로 포팅하고, 플랫폼에 사용되는 프로토콜, 공간적 상관관계 연산처리(SRP), 5단 이동평균계산 그리고 전체 플랫폼 컨트롤을 소프트웨어로 제작 후에 ROM파일로 MCU와 함께 포팅하여 동작하는 방식을 선택하였다. FPGA는 Xilinx virtax 5를 사용하였으며 시스템 클럭은 80Mhz를 사용하였다. 센서부의 독립적인 검증은 UART를 이용한 Display프로그램을 제작하여 검증을 수행 하였다. 그림 7은 센서 데이터 값이 모니터링 되는 화면을 보여주고 있다. PC에서 수행되는 프로그램으로써 PC의 UART로 입력되는 신호를 본 논문에서 제안한 프로토콜형태로 해석하여 각 채널의 원본 값과 신호 처리된 값을 2차원 그래프와 값으로 표현하였다.

V. 결 론

본 논문에서는 다중 센서 어레이 신호처리 플랫폼 및 검증 플랫폼을 제안하였다. 여러 센서의 측정된 데이터의 시간적 상관관계와 공간적 상관관계를 이용하는 알고리즘을 이용하여 센서 데이터의 신뢰성을 향상 시켰으며, 여러 센서 어레이 형태와 센서의 데이터 정밀도에 대응할 수 있도록 신호처리의 확장성과 범용성을 확보하였다. 또한 신호처리요소를 선택적으로 적용할 수 있는 구조로 설계하여 다양한 센서 환경에 적용할 수 있는 구조를 설계되었다.

이와 같이 다양한 기능은 플랫폼을 이루는 구성 요소들 간 데이터를 공유하고 통신할 수 있는 전용프로토콜을 통하여 구현되었으며 다양한 모드를 통하여 센서 장치의 이상 유무를 확인하고 필요한 데이터를 확인 할 수 있었다. 이런 검증 환경을 통하여 제안한 센서 신호처리 플랫폼은 원 칩으로 구현이 가능함을 알 수 있었으며 이를 연구 개발 중에 있다.

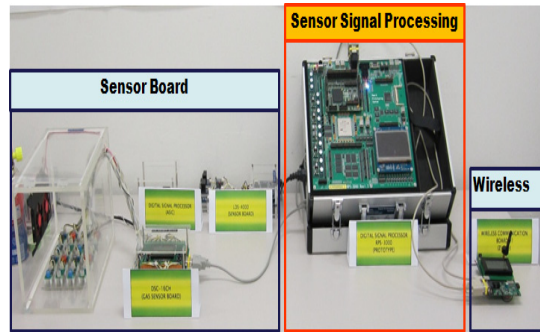


그림 6. 센서 신호처리 플랫폼 검증 환경
Fig. 6 Verification Environment of Sensor Signal Processing Platform

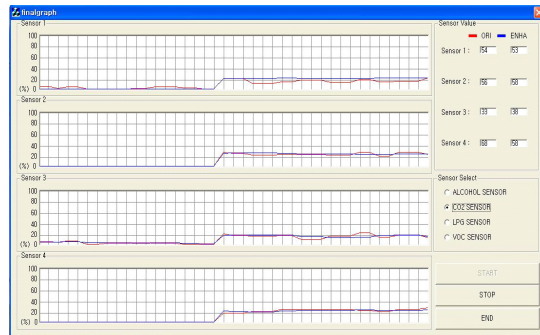


그림 7. 모니터링 결과
Fig. 7 Monitoring Result

참고문헌

- [1] Lei Wang, Johannessen, E.A, Hammond, P.A, "A Programmable Microsystem Using System-on-Chip for Real-time Biotelemetry", *IEEE Transactions on Biomedical Engineering*, Vol. 52, No. 7, July, 2005.
- [2] Lei Wang, Guang-Zhong Yang, Jin Huang, "A Wireless Biomedical Signal Interface System-on-Chip for Body Sensor Networks", *IEEE Transactions on Biomedical Circuits and Systems*, Vol. 4, No. 2, April, 2010.
- [3] M. Grassi, P. Malcovati, A. Baschiroto, "A 160 dB Equivalent Dynamic Range Auto-Scaling Interface for Resistive Gas Sensors Arrays", *IEEE Journal of*

Solid-State Circuits, Vol. 42, no. 3, pp. 518-528, Mar. 2007.

- [4] J.C. Ha, G.S. Yeon, Y.S. Shin, "Design of the Sensor CMOS Interface for 8×8 CNT Gas Sensor Array", *Asian Conference on Chemical Sensors*, 2009.
- [5] T. Sakurai, "Perspectives on Power-Aware Electronics", *Technical Digest of International Solid-State Circuit Conference*, pp. 26-29, 2003.
- [6] "OpenCore 8051", <http://www.opensocres.org/>

저자소개



박종식(Jong-sik Park)

2002년 숭실대학교
정보통신전자공학부 학사
2007년 숭실대학교
정보통신공학과 석사

2007년~현재 숭실대학교 전자과 박사과정
※ 관심분야: 저전력 SoC설계, H.264/HEVC SoC설계



이성수(Seong-soo Lee)

1991년 서울대학교 전자공학과
학사
1993년 서울대학교 전자공학과
석사

1998년 서울대학교 전기공학부 박사
1998년~2000년 University of Tokyo Research Associate
2000년~2002년 이화여자대학교 정보통신학과
연구교수
2002년~현재 숭실대학교 정보통신전자공학부
부교수
※ 관심분야: 저전력 SoC설계, H.264/HEVC SoC설계,
BMS(배터리관리시스템)