한국산학기술학회논문지
Vol. 7, No. 6, pp. 1122-1128, 2006

# ATmega128을 사용한 무선 데이터 로거 시스템 개발에 관한 연구

최관순[1*], 양원석[1], 임종식[1], 안달[1]

# A Study on the Development of Wireless Data Logger System using ATmega128

**Kwan-Sun Choi[1*], Won-Seok Yang[1], Jong-Sik Lim[1] and Dal Ahn[1]**

**요 약** 본 연구에서는 가스 체적 데이터를 체크하기 위하여 마이크로콘트롤러 ATmega128를 사용한 무선 데이터 로거 시스템을 제작하였다. 본 시스템에서 마스터와 슬레이브 사이에 RF 무선통신을 사용하였고, 서버와 클라이언트 간의 통신은 TCP/IP프로토콜의 네트워크 환경에서 소켓통신으로 동작하도록 하였으며, 모니터링 프로그램은 Visual C++으로 GUI 환경에 적합한 소프트웨어로 제작하였다. 이 시스템은 소형, 저가격으로 쉽게 구현할 수 있으며, 마이크로콘트롤러 실험의 프로젝트 과제로 유용하게 사용될 수 있을 것이다

**Abstract** In this paper, we implemented an wireless data logger system for checking gas volume data using microcontroller Atmega128. The system used wireless communication between master and slave, and operated by socket communication under TCP/IP protocol between server and client. And monitoring interface program was implemented as a software adoptable for GUI environment using Visual C++. The system is constructed server program and client program in order to display gas volume data at a real time, and is expensive, tiny, and easy in implementation. It allows the system to be useful as a pilot project for microcontroller experiment.

**Key words** : 데이터로거시스템, 마스터, 슬레이브, TCP/IP, 마이크로콘트롤러, ATmega128

## 1. 서 론

데이터 로거 시스템은 근원거리의 시스템으로부터 실시간으로 데이터를 취득하고 이를 활용하는 것을 목적으로 한다. 작업 설비의 구역이 넓어짐에 따라 수집할 데이터영역이 광범위하게 형성되어 있는 시스템에서 현장 데이터를 실시간 혹은 일정주기로 취득하기 위해 해당 업체들은 막대한 인력과 비용을 투자하고 있다[1, 6]. 하지만 최근 유·무선통신과 전자장비의 발달로 인해 실시간 현장 데이터를 취득하는데 있어서 수동적인 시스템에서 원격검사 시스템과 무인 자동화 시스템으로의 변화가 확산되고 있는 추세이다. 따라서 데이터 로거 시스템을 이용하여 무선통신 장비나 시스템의 상태를 실시간으로 모니터링 함으로써 안정성과 효율성을 증대시킬 수 있다. 현재 자동화 시스템과 더불어 많이 사용되고 있는 데이터 로거 시스템은 기상 관측 시스템, 가스·전기· 수도 등의 검침 시스템, 환경 및 산업시설 관리 시스템 등의 많은 분야에서 사용되고 있다[1-5]. 이처럼 데이터 로거 시스템은 다양한 시스템에 적용이 가능하므로 원천적인 기술 확보뿐만 아니라 다양한 환경에 적합한 데이터 로거 시스템개발에 관한 연구가 필요하다. 본 연구에서 가스회사에서 이미 설치되어 사용되고 있는 가스 체적을 측정하는 장비를 사용하기 편리한 데이터로거로 대체하는 것이 목적이었다. 기존의 시스템은 측정된 실제 가스체적을 표준상태의 온도, 압력조건하의 체적으로 자동 계산하는 역할을 하며, 결과를 보상 체적(Corrected Volume)과 비보상 체적(Uncorrected Volume) 값으로 LCD에 디스플레이하는 정도로, 정기적으로 직원이 일일이 LCD의 데이터 값을 체크하러 다녀야하는 비경제적인 부분을 해결하고자 가스체적용 무선 데이터로거 시스템을 개발하게 되었다. 현재 시판 중인 데이터 로거는 크게 2가지 유형으로 스탠드 stand alone유형과 네트워크기반의 유형으로 나뉜다. Stand alone형은 센서로부터 들어오는 데이터를 보관

[1]순천향대학교. 전기통신시스템공학과
*교신저자: 최관순(cks1329@sch.ac.kr)

해 두었다가 메모리스틱을 이용하여 데이터를 백업하는 방법을 사용하고 있으며, 네트워크기반의 데이터 로거형은 각종 센서로부터 들어오는 데이터를 수집하고 이더넷을 통해 데이터를 전송하여 모니터링하는 형태를 갖는다. 본 연구에서는 가스 체적 데이터를 원격지에서 수집할 수 있는 데이터 로거 시스템을 ATmega128을 사용하여 네트워크기반의 시스템으로 구현하였다. 본 연구에서 무선 데이터 로거 시스템을 구현하기위해, 아날로그 신호를 디지털 신호로 변환할 수 있는 데이터수집보드를 설계 제작하고 무선 통신을 하기위한 송수신 보드를 설계 제작하고, 계측된 데이터를 저장하기 위한 데이터베이스를 구축하고 계측된 데이터를 실시간으로 읽어 들여 사용자로 하여금 실시간으로 데이터를 모니터링 하도록 Visual C++ 사용하여 프로그램을 구현하였다.

## 2. 데이터 로거 시스템의 구성

데이터 로거 시스템의 구성은 그림 1과 같이 두 부분으로 구성된다. 기존 네트워크 환경에서 구성되는 서버와 클라이언트이고 클라이언트는 세부적으로 마스터/슬레이브로 구성된다.

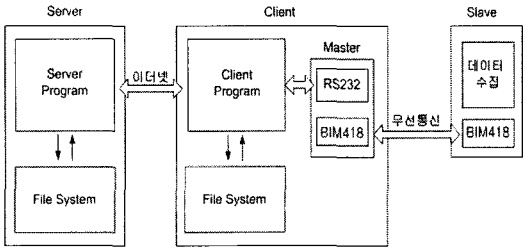


**그림 1.** 데이터 로거 시스템 전체 구성도

### 2.1 서버와 클라이언트

서버와 클라이언트는 기존에 구성되어있는 네트웍 환경(LAN, WAN 등)을 이용하여 구성한다. 서버는 하나이지만 클라이언트는 여러 개를 가질 수 있다.

#### (1) 서버

서버는 클라이언트에게 지시하여 데이터를 취득하고 저장을 한다. 이는 관리자에게 데이터를 모니터링 하는 화면을 보여주며 클라이언트를 컨트롤하는 기능을 가진다. 서버는 클라이언트의 상태를 설정하거나 클라이언트의 요청에 의해 시각 설정 데이터를 전송하게 된다. 이때 사용되는 데이터 형식은 그림 2와 같다. 시각 설정값을 전달하는 경우, Date String은 서버에 설정되어 있는 현재 날짜이며, Time Sting은 서버의 현재 시각의 데이터를 갖는다.

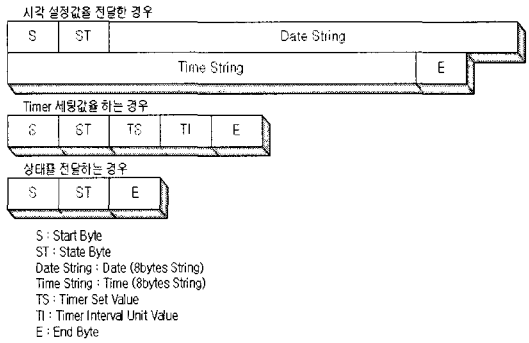


**그림 2.** 서버가 클리이언트에 보내는 데이터 형식

#### (2) 클라이언트

클라이언트는 마스터기능도 포함을 하며 서버로부터 데이터취득 요구를 받거나 설정된 시간에 의하여 마스터를 통하여 각 슬레이브로 부터 데이터를 취득하고 이를 서버로 전송하는 기능을 한다. 또한, 관리자에게 슬레이브들의 상태를 모니터링 하는 기능을 제공한다. 클라이언트는 슬레이브로 부터 입수한 데이터나, 혹은 변경된 환경설정 값을 서버에게 전송한다. 이때 사용되는 데이터 형식은 그림 3과 같다.

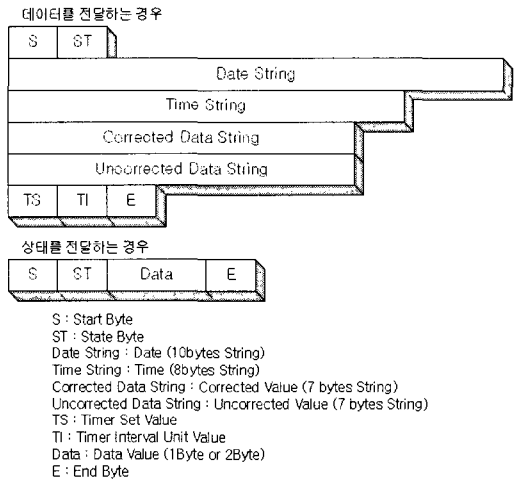


**그림 3.** 클라이언트가 서버에 보내는 데이터 형식

Date String과 Time String은 데이터의 측정 날짜와 시간을 갖는 필드이며, Corrected Data String과 Uncorrected

Data String은 각각 Corrected Volume 값과 Uncorrected Volume 값을 가진다. TS와 TI는 데이터 취득 주기 설정 값을 의미한다.

## 2.2 마스터와 슬레이브

마스터와 슬레이브는 로컬 영역으로 생각하며 통신 방법은 무선 통신 방식을 사용한다. 마스터는 여러 개의 슬레이브를 가지며 많은 수의 슬레이브를 가질 경우 멀티플렉서를 사용하여 버스를 분배하여 연결한다.

### (1) 마스터

클라이언트에서 데이터 취득 요구를 받게 되면 클라이언트로부터 데이터를 취득하게 된다. 슬레이브와는 무선으로 통신을 한다. 그림4와 같이 슬레이브 지정주소를 포함시켜 지정된 슬레이브가 작업을 수행하게 한다.

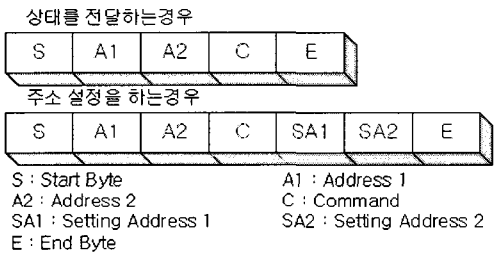


**그림 4.** 마스터가 슬레이브에게 보내는 데이터 형식

S는 Start Byte를 가리키며, E는 End Byte이다. A1과 A2는 Slave Address 값으로 각각 1byte를 차지하며 ASCII 코드값으로 0~255를 갖는다. C는 Command를 지정하며 이를 통하여 동작을 행하며, SA1과 SA2는 Setting Address 값을 가지며 각각 ASCII 코드 값으로 0~255값을 갖는다. SA1, SA2는 Command 종류가 주소 설정인 경우에 사용된다.

### (2) 슬레이브

슬레이브는 데이터를 수집하는 장치로서 무선모듈을 통하여 마스터의 데이터 취득 명령을 받아 명령을 수행한다. 또한, 데이터를 취득하고 그 데이터를 마스터에게 전송하는 기능을 한다. 슬레이브가 마스터로부터 지령 받을 일을 처리하여 데이터를 보낼 때 사용되는 형식은 그림 5와 같다. 이 데이터 형식의 사용 목적은 보정 체적(Corrected Volume)과 비보정 체적(Uncorrected Volume)의 데이터를 전달하는데 있다.

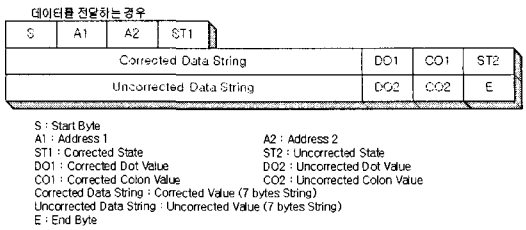


**그림 5.** 슬레이브가 마스터에 보내는 데이터 형식

ST1은 보상체적 데이터 여부를 확인하는 바이트이며, Corrected Data String 필드는 7bytes 데이터로 보상체적 값을 가지는 필드이다. ST2는 비보상체적 데이터 여부를 확인하는 바이트이며, Uncorrected Data String 필드는 7bytes로 비보상체적 값을 가진다. DO1, DO2는 LCD의 도트(.)값을 가지며, CO1, CO2는 LCD의 콜론(:)의 값을 가진다.

## 2.3 소프트웨어 설계 및 프로그래밍

### (1) 마스터 제어 프로그램

그림 6은 마스터의 통신 수신 및 명령 처리에 관한 흐름도이다. 마스터 프로그램의 주요 기능은 클라이언트의 명령을 수행하고, 슬레이브로 부터 데이터를 수집하여 클라이언트에 전송하는 일을 수행하며 이의 처리 과정은 다음과 같다.

- 슬레이브로 부터 데이터를 수신한다.
- 수신된 데이터가 어드레스 설정 인 경우 어드레스 세팅 처리를 한다.
- 어드레스 설정이 아닌 경우 자신의 어드레스이면 명령을 처리한다.

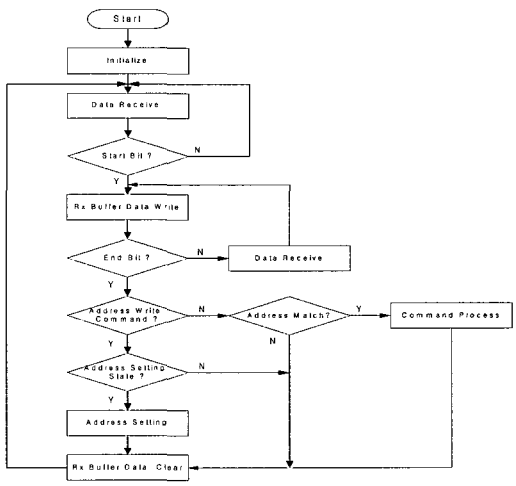


**그림 6.** 수신 데이터 처리 흐름도(마스터)

### !2) 클라이언트 프로그램

클라이언트 프로그램은 윈도우즈 환경에서 동작할 수 있도록 Visual C++을 사용하여 작성하였다. 클라이언트의 주요 기능은 설정된 시간마다 주기적으로 슬레이브로 부터 데이터를 취득하여 저장과 동시에 서버로 데이터를 전달하는 역할을 한다. 서버와 접속이 되어 있지 않을 경우 주기적으로 서버와 접속을 시도하게 된다. 또한 서버와 접속이 이루어지면 서버의 현재 시각을 요청하고 그 시간을 클라이언트에 적용하여 서버와의 시간차를 최소화하였다. 그림 7의 흐름도는 클라이언트 프로그램의 주요 처리 순서를 나타낸 것이다.

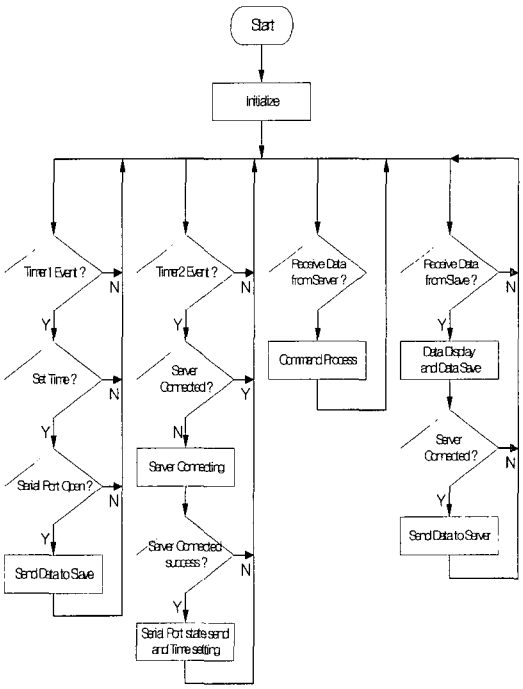


**그림 7.** 클라이언트 프로그램 흐름도

프로그램 기동시 초기화 과정에서는 기존에 설정되어 있는 값을 로드 하여 초기화하며, 각 이벤트에 대한 동작은 다음과 같다.

◦ Timer1 Event가 발생한 경우
1. 설정된 시간과 동일한지 판단한다.
2. 설정된 동일한 시간이라면 시리얼 포트가 열려 있는지 확인한다.
3. 시리얼 포트가 열려 있다면 슬레이브에 데이터 요구를 한다.

◦ Timer2 Event가 발생한 경우
1. 서버와 연결되어 있는지 확인한다.
2. 서버와 연결되어 있지 않으면 접속을 시도한다.
3. 접속여부를 확인한다.
4. 접속이 되었다면 시리얼 포트의 상태값을 전송하고, 서버 현재 시각을 요구한다.

◦ 서버로부터 메세지를 수신한 경우
1. 서버의 명령 혹은 상태 처리를 수행한다.

◦ 슬레이브로부터 메세지를 수신한 경우
1. 각 데이터를 화면에 출력하고 그 값을 파일 시스템에 저장한다.
2. 서버와 접속되어 있는 경우에는 그 데이터를 서버에 전송한다.

## 2.4 하드웨어 회로 설계 및 동작

### (1) 마스터 회로 설계

그림 8과 같이 마스터는 실제로 로컬 PC가 마스터이다. 다만 PC의 시리얼 포트는 RS-232C 규약을 따르고 있다. 무선송수신하기 위해선 무선모듈이 필요하다. 본 시스템에서 사용한 무선송수신기는 BIM-418-F를 사용하고 있으며, Half duplex 자료전송이 가능하며, 보통의 환경에서 30m, 열린 공간에선 120m의 거리에서 통신이 가능하다.

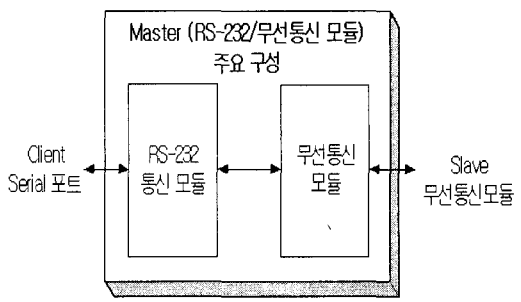


**그림 8.** 마스터 구성(RS-232/무선통신모듈)

설계된 회로를 PCB로 변경하기 위해서는 아트웍 작업이 필요하다. 본 연구에서는 Power PCB 4.0을 이용하여 PCB를 설계하였다. 아트웍을 시작하기 전에 보드의 외각선 사양이 결정되어야 할 경우에는 이를 디자인하고 나서 아트웍을 수행한다. 이후 PCB가 공이 완료되면 시제품을 제작하였다. 그림 9는 본 연구에서 사용한 무선 송수신 모듈(BIM-418-F)이다.

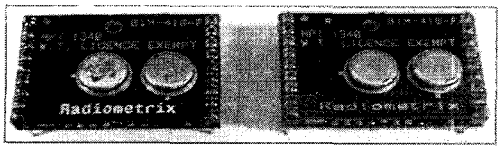


**그림 9.** 무선 송수신 모듈

그림 10은 완성된 PCB로 제작된 마스터 보드의 시제품 사진이다.

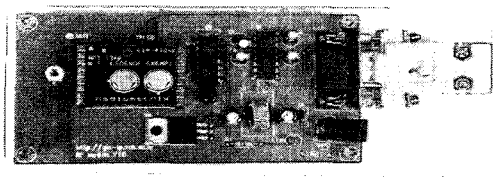

**그림 10.** 마스터 보드 시제품

### (2) 슬레이브 회로 설계

슬레이브의 전체구성은 그림 11과 같이 ATmega 128을 주축으로 한 제어부, 데이터 취득부, 데이터 래치부, 통신회로, 스위치 회로, 기타 부분 등으로 구성된다. 데이터 수집 보드에서 계측한 데이터는 MPU를 통해 LCD화면에 출력되고 무선통신 모듈을 통해 마스터에게 데이터를 전송한다. 그림 11은 슬레이브의 전체 구성도이다. 그림 12는 완성된 PCB로 제작된 슬레이브 보드의 시제품 사진이다.

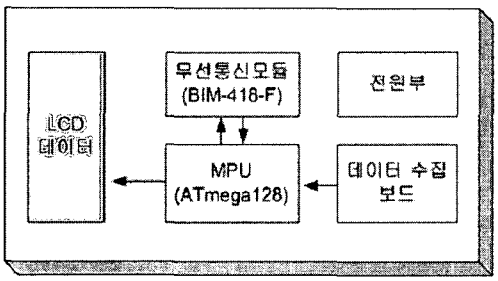


**그림 11.** 슬레이브 전체 구성도

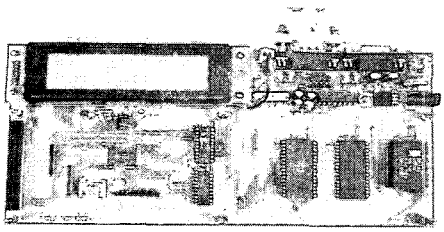

**그림 12.** 슬레이브 보드 시제품

### (3) 데이터 수집보드

데이터 수집보드는 슬레이브 회로에 포함되어있으며 아날로그 신호를 계측하기위한 A/D컨버터로 구성되어있다. 그림 13은 완성된 PCB로 제작된 데이터취득 보드의 시제품 사진이다.

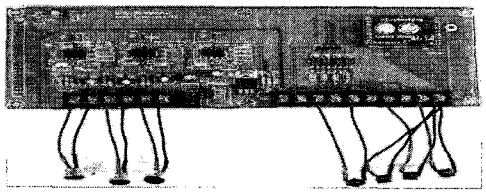

**그림 13.** 데이터취득 보드 시제품

## 2.5 시스템 동작

그림 14는 데이터 데이터 취득보드와 슬레이브 보드의 동작 화면이다.

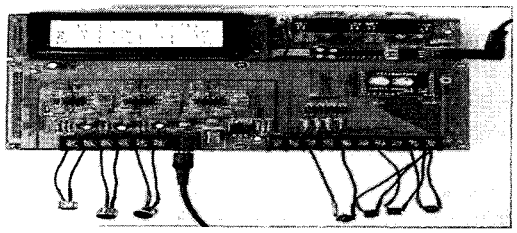

**그림 14.** 동작중인 데이터취득 보드와 슬레이브 보드

그림 15는 마스터 보드로부터 들어오는 계측데이터가 시리얼통신을 통해 서버에 전송하는 화면으로 Visual C++ 으로 개발하였다.

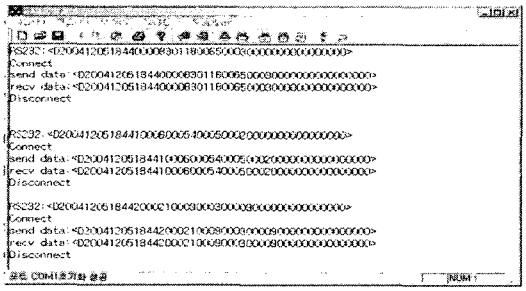

**그림 15.** 계측데이터를 서버에 전송하는 화면

그림 16은 서버에서 계측데이터를 오라클 DB에 저장하는 화면이다. 10초 마다 계측된 데이터를 저장하게 된다.

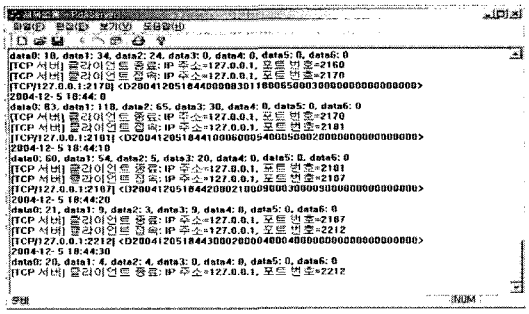

**그림 16.** 서버에서 계측데이터를 전송하는 화면

그림 17은 센서 5에 대한 데이터 로그 값을 데이터DB로부터 읽어 화면에 출력하는 화면으로 10초 마다 갱신된다. 라디오 버튼을 선택하면 하나의 채널만 선택되어 그 채널의 데이터가 실시간으로 그려진다.

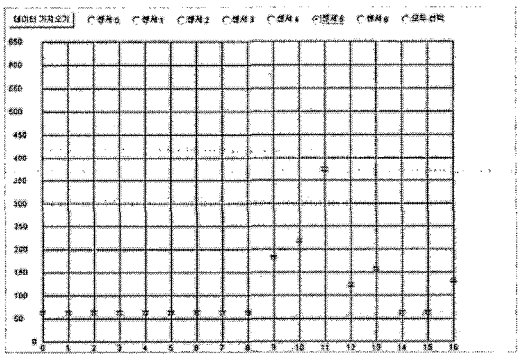

**그림 17.** 센서 5에 대한 계측 데이터 출력 화면

그림 18은 계측된 모든 데이터를 한 화면에 출력하는 화면이다. 모든 선택 라디오 버튼을 선택하면 7개의 채널로 취득되는 데이터를 서로 다른 색깔로 출력한다.

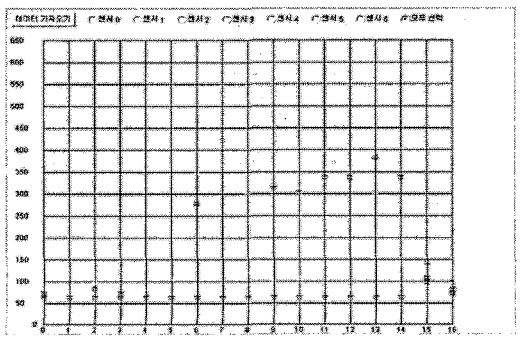

**그림 18.** 전체 계측데이터 출력 화면

## 3. 결 론

본 연구에서는 ATmega128을 이용하여 가스체적 데이터를 취득하고 취득한 데이터를 원거리에서 모니터링 할 목적으로 데이터 로거 시스템을 제작하였다. 본 시스템에서의 마스터와 슬레이브는 RF무선통신의 통신방식으로 통신을 하므로 클라이언트와 슬레이브 사이를 무선으로 통신하게 된다.

서버와 클라이언트간의 통신은 TCP/IP 프로토콜의 네트워크 환경에서 소켓통신을 하도록 구성하였다. 모니터링 프로그램은 서버 프로그램과 클라이언트 프로그램으로 구성되어 있으며, 실시간의 데이터를 표현하여 가스체적 데이터의 변동량을 한 눈에 볼 수 있게 하였다. 본 연구에서 구현한 시스템은 근원거리로부터 실시간으로 데이터를 취득하고 이를 활용할 수 있도록 하였다. 하지만 아직도 많은 시스템들은 전자식으로 구현되어 있음에도 불구하고 사람이 수동작업으로 데이터를 취득해야하는 시스템이 상당히 많다. 따라서 이를 자동적으로 처리하는 데이터 로거 시스템의 연구개발이 지속될 필요가 있다. 또한 본 연구에서 구현한 시스템은 네트워크 환경에서 구현하여 보안에 취약한 면을 갖고 있다. 따라서 데이터의 암호화 및 데이터의 보안 시스템이 추가되어야 한다. 본 시스템은 저가의 소형으로 제작하기 쉬우며 시스템을 운영할 프로그램 개발도 필요로 하기 때문에 학부 3, 4학년의 마이크로콘트롤러 실험과목에서 1학기용의 프로젝트 과제로 적합할 것이다.

## 참고문헌


[1] Robert R. Dedrick, John D. Halfman, "An Inexpensive, Microprocessor-Based, Data Logging System", Hobart and William Smith Colleges, Geneva, NewYork, pp.105.

[2] 조성연, 이병래, 백광진, 김태윤, "클라이언트/서버에 기반한 공장 자동화 시스템의 설계와 구현", 정보처리학회 발표회, pp.851-854, 1998

[3] 김영남, GPS 데이터를 活用한 標準時計의 設計와 Time Server 構築에 관한 연구, 목포해양대학교 대학원 석사학위논문, 1999

[4] 황미자, 장봉익, "대기오염 측정을 위한 데이터 로거의 실시간 모니터링 시스템", 한국정보처리학회 추계 학술대회 논문집, 1999

[5] Mukaro, R., Carelse, X.F., "A serial Communication program for accessing a microcontroller-based

data-acqusition system", Computer and Geosciences 23 (9) pp.1027-1032
[6] 황광일, "Visual C++ Professional Programming Bible", 영진출판사, 1999
[7] MIKE Blaszczak, "Professional MFC with Visual C++", 정보문화사 역자: 최광일
[8] 조영준, "쉬운 예제와 Kit로 배우는 AVR AT90S8515", Ohm사, 2001
[9] Michael A.Miller, "Data and Network Communications", Thomson Learing, 1999
[10] 이보희, 박성열, "C언어로 배우는 AVR", 다다미디어, 2001
[11] http://www.atmel.com
[12] http://www.xilinx.com
[13] http://www.tetabank.co.kr

**최 관 순(Kwan-Sun Choi)** **[정회원]**

- 1994년 8월 : 서강대학교 전자공학과 (공학박사)
- 2006년 현재 : 순천향대학교 전기통신시스템공학과 교수

<관심분야>
영상처리, GIS, 가상교육, 임베디드시스템, RFID, 웹기반 하드웨어제어

**양 원 석(Won-Seok Yang)** **[정회원]**

- 2005년 8월 : 순천향대학교 정보기술공학부 졸업
- 2006년 현재 : 순천향대학교 전기통신시스템공학과 석사과정

<관심분야>
영상처리, 원격제어, 임베디드시스템

**임 종 식(Jong-Sik Lim)** **[정회원]**

- 1991년 2월 : 서강대학교 전자공학과 (공학사)
- 1993년 2월 : 서강대학교 전자공학과 초고주파 전공 (공학석사)
- 2003년 2월 : 서울대학교 전기컴퓨터공학부 (공학박사)
- 1993년 2월 ~ 1999년 3월 : 한국전자통신연구원 위성통신기술연구단, 무선방송기술연구소 선임연구원
- 2003년 2월 ~ 2003년 7월 : 서울대학교 BK21 정보기술사업단 박사후 연구원
- 2003년 7월 ~ 2004년 9월 : 특허청 특허심사관
- 2004년 9월 ~ 2005년 2월 : 한국전자통신연구원 선임연구원
- 2005년 3월 ~ 현재 : 순천향대학교 전기통신시스템공학과 교수

<관심분야>
초고주파 능동/수동회로 설계, 주기구조의 모델링 및 회로 응용, 안테나 측정 시스템 등

**안 달(Dal Ahn)** **[정회원]**

- 1990년 : 서강대학교 전자공학과 박사
- 2005년 이후 : 순천향대학교 전기통신시스템공학과 교수

<관심분야>
마이크로웨이브 수동소자, 각종 Filter, 부품 및 마이크로웨이브 회로설계