

무인 원격감시 시스템용 계측 모듈 및 데이터 처리장치의 구현

박정호\* 홍성훈\*, 서강민\*\*, 강문성\*  
 \* 청주대학교 전자공학과, \*\*주성대학

Implementation of Measuring Modules & Data Processing Unit for Unmanned Remote Supervisory System

Park Jung-Hoon, Hong Sung-Hoon, Seo Kang-Myun, Kang Moon-Sung  
 Dept. of Electronic Eng. Chongju Univ., Juseong College

※ 본 연구는 과학기술부·한국 과학재단 지정 청주대학교 정보통신연구센터의 지원에 의한 것입니다.

**Abstract** - Unmanned remote supervisory system consists of data processing unit and measuring systems-temperature measuring module, humidity measuring module and human body sensing module. The data processing unit to collect and process informations of each measuring modules has functions of data communication between a mobile cellular telephone and measuring systems.

1. 서 론

산업 사회에서 정보화 사회로 넘어가는 과정에서 통신 기술이 산업분야 전반에서 차지하는 역할은 날로 증대되고 있으며, 거의 모든 산업장비에서 통신기능의 구비는 필수적으로 요구되고 있는 추세이다. 이로 인해 계측장비에서 계측된 정보를 원격지에서 감시할 수 있는 무인 감시 시스템은 산업용, 가정용, 농업용 등 사회 전반에 걸쳐 널리 이용되고 있다. 특히 긴급상황 발생시 막대한 피해의 우려가 있고, 이로 인한 피해보상 마찰이 끊이지 않는 곳에서는 무인감시 시스템의 설치 수요가 점차 증가하고 있는 실정이다.

기존의 무인 감시 시스템은 현장 침입자의 감지 신호를 전송하는 방법용 등 대개 단일용도로 개발되어 있어 단시간 내에 치명적인 피해를 입을 수 있는 환경하의 감시대상물들에 대한 여러 감시정보를 처리하기엔 역부족이다. 또한 대부분 유선망을 이용하고 있어 전화국으로부터 먼 거리에 있는 개인 사용자에게는 유선설치의 어려움 등으로 실효성이 적으며, 가입자로부터 감시 대상물(가입자가 지정한 무인 감시 대상물)이 원격리에 위치한 농촌을 예로 들면, 유선설치비용의 증가와 함께 통신 품질의 저하로 인해 무인 감시 시스템이 제대로 동작하지 못할 소지가 많아 농작물의 막대한 피해가 발생할 우려가 있다.

결국 무인 감시 시스템의 설치 장소와 거리에 상관없이 원하는 감시정보를 얻기 위해서는 이동통신망을 이용한 무인 원격감시 시스템이 운용되어야 하고, 관리국(관리업체)에서 집중적으로 자동관리를 해주어야 할 필요성이 대두되고 있다. 또한 각 용도별로 여러 계측 모듈을 취사 선택하여 설치할 수 있어 다목적으로 사용할 수 있으며, 긴급사태 발생시 재빠른 응급처리가 가능한 시스템의 개발이 요구되고 있다.

따라서 본 논문에서는 관리국에서 정확한 감시정보를 얻어 불의의 사태에 즉각 대응할 수 있도록 가입자로부터 원격리에 위치한 가입 대상물의 감시·경보기능과 현장정보를 기존의 이동통신국에 전송할 수 있는 기능을 갖는 무인 원격감시 시스템의 개발을 위한 연구를 수행하였다. 이를 위해 직렬통신 기능을 구비한 온도 및 습도 계측 장치와 인체감지 장치 등 계측 모듈을 개발하여 성능실험을 마쳤으며, 각 모듈의 계측 정보를 수집하여 이동통신 단말기로 전송하는 데이터 처리장치(메인부)를

설계 및 구현하였고, 상호간의 통신을 위한 프로토콜을 제안하였다.<sup>[1-6]</sup>

2. 무인 원격감시 시스템

2.1 무인 원격감시 시스템의 구성

무인 원격감시 시스템의 구성은 각 모듈의 정보를 종합·판단하여 이동통신 단말기를 통해 관리국으로 정보를 전송하고 수신할 수 있는 메인부(데이터 처리장치)와 용도별로 계측·감지할 수 있는 모듈부로 나누어진다. 그리고 모듈은 크게 온도 계측 장치, 습도 계측 장치, 인체감지 장치로 구성하였으며 각 모듈마다 전원부를 구축하여 독립적으로 작동할 수 있게 설계하였다. 또한 향후 필요하면 다른 용도의 모듈도 추가 가능하도록 하였으며, 모듈은 최대 126개까지 확장할 수 있도록 설계하였다. 다음 그림 1.에 무인 원격감시 시스템의 전체 구성도를 나타내었다.

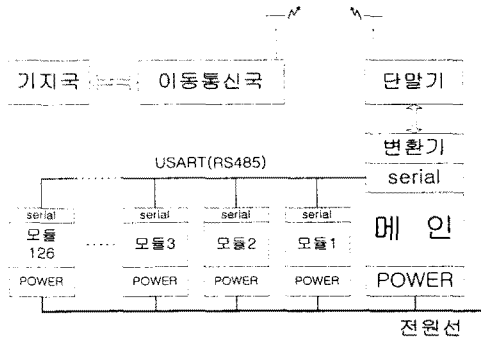


그림 1. 무인 원격감시 시스템의 전체 구성도

- 메인부(데이터 처리장치)

각 모듈들의 정보를 취합하여 상황을 분석·판단하여 이를 관리국에 전달할 수 있도록 이동통신 단말기 및 각 모듈과의 통신기능을 담당하며, 이상 모듈을 표시해 주고 이상상황 설정 및 해제 기능을 구비하여 자동 및 수동 모드로 작동하도록 설계하였다.

-모듈부(계측 장치)

각 모듈의 공통사양은 각 모듈별로 자신의 I/O address를 지정하여, master로 사용하는 메인부와 slave로서의 통신 기능을 담당한다. 또한 용도에 따른 모듈별(온도계측, 습도계측, 인체감지 등) 계측정보 표시기능, AC전원 이상 감지 기능, A접점·B접점의 이상 감지 기능을 갖추고 있도록 설계하였다.

2.2 메인부와 모듈부간 통신 프로토콜

메인부와 각 모듈간의 통신은 반이중방식의 비동기 시리얼 통신방식을 택하였으며, 대단위 작업장이나 화확단지 등 넓은 설치장소일 경우 메인부와 각 모듈간의 이격거리를 고려하여 RS-485 규격을 만족하는 시리얼 통신

소자(MAX487)를 사용하여 통신거리를 최대 2Km까지 늘릴 수 있도록 하였다. 전송속도는 메인부와 이동통신 단말기간의 시리얼 통신을 고려하여 19200bps로 하였고, 전송데이터의 1 word는 9bit로 구성하였다. 메인부와 모듈부간 송·수신되는 데이터의 단위인 1 word의 구성은 그림 2.와 같다.

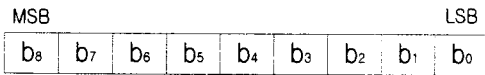


그림 2. 1 word의 구성

9번째 bit인 b<sub>8</sub>이 1이면 메인부, 0이면 모듈부를 나타내도록 하여 전송되는 데이터를 구별할 수 있도록 하였고, 나머지 8bit인 b<sub>7</sub>~b<sub>0</sub>에 실제 정보 데이터를 실어 전송하도록 구성하였다.

### -메인부의 데이터 처리

메인부에서는 최대 126개까지 확장이 가능한 각 모듈의 address를 순차적으로 전송하게 되는데 전송 데이터는 1개의 word단위(9bit×1)로 이루어졌으며 이의 구성은 그림 2.와 같다. 이때 b<sub>8</sub>의 값은 1이며 b<sub>7</sub>~b<sub>0</sub>은 I/O address(1~126번)를 나타낸다. 이처럼 메인부에서 모듈의 address를 호출하게 되면 해당하는 모듈에서 보내온 계측정보를 분석·판단하여 이동통신국으로 가입자 시스템의 정보를 전송하게 된다. 또한 메인부에서 전송되는 데이터 값이 100H이면 전체 모듈의 이상가능 설정, 1FF이면 이상가능 해제를 하도록 구성하여 수동 및 자동으로 이상가능의 설정 및 해제가 가능하도록 설계하였다.

### -모듈부의 데이터 처리

메인부에서 보내온 address가 자신의 address와 일치하면 계측된 정보 및 이상상황 등 각종 정보를 메인부로 전송하게 되며, 이를 위하여 전송 데이터는 3개의 word (9bit×3)로 구성하였다. 각 word의 구성은 그림 2.와 같고, 각 word의 b<sub>8</sub>의 값은 0으로 모듈부임을 나타내도록 한다.

모듈부의 첫 번째 전송 데이터 word는 해당모듈의 각종 이상정보와 계측 용도별 모듈의 종류를 나타낸다.

b<sub>7</sub>~b<sub>3</sub>는 모듈부의 각종 이상 정보를 나타내며 b<sub>2</sub>~b<sub>0</sub>는 각 모듈의 용도별 종류(온도계측 모듈, 습도계측 모듈, 인체감지 모듈)를 표시하며, 향후 필요에 따라 다른 용도의 모듈 확장에 대비하여 시스템의 설치 용도에 맞추어 모두 8종의 모듈을 사용할 수 있도록 하였다.

두 번째 word의 b<sub>7</sub>~b<sub>0</sub>은 각 모듈에서 계측된 정보 데이터(현재 온도값 또는 현재 상대습도값 또는 인체감지 정보)를 나타내어 메인부에서 이를 토대로 분석·판단 후 처리할 수 있는 자료로 사용된다.

세 번째 word는 전송에러 check word로서 b<sub>7</sub>~b<sub>0</sub>은 (첫 번째 word의 b<sub>7</sub>~b<sub>3</sub>) + (자신의 I/O address)로 구성되어 전송된다. 이 데이터를 메인부에서 수신받아 (메인에서 지정한 I/O address) + (수신받은 첫 번째 word의 b<sub>7</sub>~b<sub>3</sub>)를 계산하여 수신된 세 번째 데이터와 비교하여 일치하는가 판단하여 제대로 전송되었는지 확인하게 된다.

## 3. 계측 모듈 및 데이터 처리장치 설계

### 3.1 온·습도 계측 장치 설계

정확한 계측장치의 설계를 위해서는 신뢰성 높은 고정밀도의 센서 사용이 필수이나 경제적인 면을 고려하여 본 연구의 목적에 적합한 성능을 지닌 센서를 선정하였다. 그리고 정확한 계측과 제어를 위한 최적의 알고리즘을 구현하여 작성한 firm-ware를  $\mu$ -프로세서에 탑재

하였다. 그리고  $\mu$ -프로세서에 내장된 A/D 컨버터(8bit 분해능)를 사용하여 1초에 한번씩 계측값을 읽어 처리하도록 하였다. 온도 계측 장치의 경우 -20℃~100℃까지 한 스케일당 0.5℃씩 계측하며, 습도 계측 장치의 경우 30%RH~90%RH까지 스케일당 0.5%RH씩 계측하여 처리하도록 하였다.

본 연구에서 사용한 온도센서는 열적·화학적으로 안정하기 때문에 가장 많이 사용되는 백금 측온 저항체 중 Pt-100Ω 센서를 사용하였으며, 습도센서로는 선형적인 변화 특성을 갖고 있어 신뢰성이 높은 습도센서 모듈(SY-HS-220)을 사용하여 정확한 상대습도 계측이 이루어지도록 하였다.

다음 그림 3.에 본 연구에서 설계하여 구현한 온도계측 장치와 습도계측 장치의 구성도를 나타내었다.

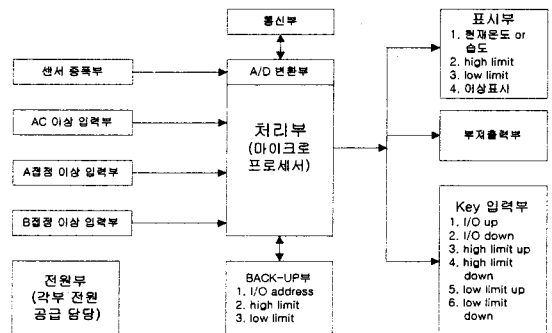


그림 3. 온·습도 계측 장치의 구성도

### 3.2 인체감지 장치 설계

인체감지 센서로 가장 널리 사용되는 초전형 적외선 센서(PIR sensor)는 초전체를 감지소자로 이용한 것으로, 인체에서 방사하는 9~10 $\mu$ m의 파장을 가진 적외선을 감지하여 신호를 발생하게 된다. 이를 사용한 기존의 센서 시스템은 센서로부터의 미약한 신호를 증폭하고 인체의 움직임을 고려하여 대역통과 필터가 삽입된 증폭기를 사용한다. 그리고 비교기를 거쳐 릴레이를 구동하기 위한 아날로그 신호를 발생하며, 타이머 등 부가 회로가 추가된 형태이다. 또한 센서만으로는 1m이내의 물체밖에 감지할 수 없으며 시야각도 좁아 volumetric Fresnel 렌즈나 horizontal curtain Fresnel 렌즈를 사용하여 감지거리를 수 m이상 늘리고, 시야각도 넓히는 방식이 쓰인다. 그러나 기존의 시스템은 온도 변화 등 주위의 환경 변화에 취약하여 오동작하거나, 비교기의 기준전압보다 작은 신호일 경우 인식하지 못하는 단점이 있고 기준전압을 낮출 경우 노이즈 등의 영향으로부터 자유롭지 못하여 제대로 동작하지 못할 소지가 다분하다. 따라서 본 논문에서는  $\mu$ -프로세서를 사용한 디지털 회로를 채용함으로써 기존 아날로그 회로부를 최소화하고, 센서로부터의 신호를 분석하도록 프로그램을 씌워 별도의 추가비용 없이 주위의 환경변화에 구애받지 않고 정확한 감지성능을 보유하도록 설계하였다. 이를 위해 센서에서 측정하여 대역통과 필터를 거쳐 증폭한 신호를 곧바로  $\mu$ -프로세서에 전달하고, 내장된 A/D 컨버터를 통하여 이산값으로 변환시킨 후 이 값을 감지정보로 활용하는 방식을 취하였다.

### 3.3 데이터 처리장치 설계

정확하고 신뢰성 높은 데이터 처리장치의 설계를 위해서는 각 모듈의 계측 정보를 수집하여 분석·판단하고, 이를 이동통신 단말기로 전송하는 통신기능의 중요성이 충분히 고려되어야 한다.

메인부에서 멀리 떨어진 각 모듈의 계측 정보를 정확히 수집하기 위하여 RS-485 통신을 사용하였고, 모듈부의 각종 정보 데이터를 처리하여 이동통신 단말기로

전송하기 위해 RS-232 통신방식으로 설계하였다. 그런데 본 연구에서 사용된  $\mu$ -프로세서(PIC16F874)의 통신 기능이 RS-485 통신과 RS-232 통신을 동시에 지원하지 않아 처리부와 통신부사이인 SPI(Serial Peripheral Interface) 통신방식을 사용하였으며 이를 받아 RS-232 통신 규격으로 통신할 수 있는 UART가 내장된 드라이브 소자(MAX3110E)를 사용하였다. 또한 각 모듈의 address 값과 계측값을 디스플레이하고 이상상황을 표시하는 기능과 각 정보를 모듈부와 주고받을 수 있는 통신기능, 정보를 백업시키는 기능을 구비하도록 하였으며, 신뢰성 높고 안정된 동작이 이루어지도록 firm-ware를 작성하였다. 그리고 정전이나 전원이상에 대비하여 배터리를 내장하여 안정성을 확보하였다.

다음 그림 4.에 본 연구에서 설계한 데이터 처리장치의 구성도를 나타내었다.

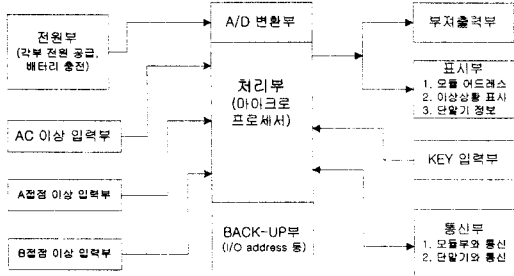


그림 4. 데이터 처리장치의 구성도

#### 4. 실험결과 및 고찰

본 연구에서 구현된 무인 원격감시 시스템을 위한 온도계측 모듈과 습도계측 모듈, 인체감지 모듈의 성능을 실험한 결과 높은 계측 정밀도와 이상감지 기능을 보유하고, 신뢰성 높은 동작과 뛰어난 안정성을 확보하고 있음을 알 수 있었다.

온도계측 모듈의 계측 정밀도를 평가하기 위해 밀폐된 공간에 온도센서(Pt-100 $\Omega$ )를 넣고, 기존 상용화된 PID 온도 제어기를 이용하여 설정 온도를 -15 $^{\circ}$ C~70 $^{\circ}$ C 까지 2 $^{\circ}$ C씩 올라가면서 실험하였다. PID 제어기의 출력이 정상상태에 도달하였을 때 구현된 온도계측 모듈의 계측값을 조사한 결과 계측 정밀도가 대단히 높음을 확인할 수 있었다. 다음 그림 5.에 PID 제어기의 온도 제어 변화에 따른 온도 계측 모듈의 계측값을 나타내었다.

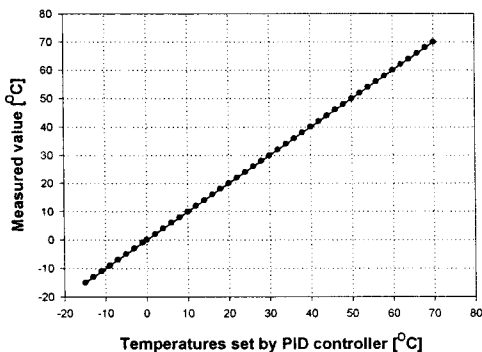


그림 5. PID 제어기의 온도 변화에 따른 온도 계측값

그리고 습도계측 모듈의 경우도 본 연구에서 사용된 습도센서(SY-HS-220)에 수증기를 쐬어가면서 기존 습

도계와 그 계측 정밀도를 비교 실험한 결과 아날로그 방식의 기존 제품보다 뛰어난 성능의 디지털방식 계측모듈임을 검증할 수 있었다. 그리고 동시에 온·습도 계측 모듈의 상한값과 하한값을 변화시켜가면서 실험한 결과 계측온도 및 습도가 상·하한 범위를 벗어나면 즉각 이상신호를 발생하고 표시하며, 이를 메인부로 전송하고 있음을 확인할 수 있었다.

또한 인체감지 장치의 감지성능을 테스트하기 위해 volumetric Fresnel 렌즈를 센서 전면에 부착하고 인체와의 거리를 변화시켜가며 실험한 결과 인체가 감지되면 즉각 이상신호를 발생하고 표시하며, 이를 메인부로 전송하고 있음을 확인하여 아날로그 방식의 기존 제품보다 감지성능이 대단히 우수함을 알 수 있었다.

실험결과 구현한 인체감지 시스템의 감지거리는 최대 9m 정도이며 검출가능각도 약 150 $^{\circ}$ 에 달해 비교적 만족할 만한 감지능력을 보유하고 있음을 알 수 있었으며 정확한 계측능력과 이상감지 기능을 보유하고, 신뢰성 높은 동작과 뛰어난 안정성을 확보하고 있음을 알 수 있었다.

데이터 처리장치의 성능실험을 위해 현재 구현된 계측 모듈(온도 계측 장치, 습도 계측 장치, 인체감지 장치)을 설치하고 메인부와 연결하여 실험한 결과 메인부에서 호출하는 각 모듈별로 계측된 정보가 정확히 메인부로 전달되며, 이상상황 발생시 신속한 경보와 함께 이상 발생 모듈의 상황정보를 메인부에서 즉각 검출하고 있음을 알 수 있었다.

#### 5. 결 론

이동 통신망을 이용한 무인 원격감시 시스템의 개발을 위하여 모듈부의 각 계측장치를 구현하여 실험한 결과 만족할 만한 성능을 보유하고 있음을 확인하였다. 또한 각 계측 모듈에서 계측된 정보를 수집하여 이동통신 단말기를 통해 가입자에게 알릴 수 있는 데이터 처리장치를 설계 및 구현하였으며, 각 모듈과의 통신을 위한 통신 프로토콜을 개발하여  $\mu$ -프로세서에 탑재하였다.

구현된 데이터 처리장치는 각 계측모듈에서 보내온 계측정보, 이상상황 발생 정보 등을 수집하여 분석·판단 후 처리하고, 표시하는 기능을 보유하고 있으며, 정전이나 전원이상에도 대비하도록 배터리를 사용한 충전기능도 구비하였다. 또한 자체적으로 정보를 백업시키는 기능을 갖추어 무인 원격감시 시스템을 위한 메인 장치로 적합할 것으로 사료된다. 그리고 본 연구에서 제안된 통신 프로토콜은 모듈부와의 통신시 자체 통신에러 검출기능을 갖추어 정확하고 신뢰성 있는 통신이 이루어 질 수 있을 것으로 기대된다.

향후 개발된 각 계측모듈과 통합하여 무인 원격감시 시스템의 개발을 완성할 예정이다.

#### (참 고 문 헌)

- [1] "센서회로설계 1", 중소기업진흥공단, 1994
- [2] 오명환 외 2인, "정밀 계측 기술의 개발현황", 대한전기학회지, 제3권 제4호, 1984. 4.
- [3] 박정훈, 홍성훈, 서강면, 강문성, "이동통신망을 이용한 무인 원격감시 시스템용 계측 모듈의 구현", 대한전기학회 학술회의 논문집, pp 659-661, 2000.
- [4] 김태영, "A-D/D-A 변환 회로의 설계와 응용", 우진 출판사, pp105-115, 1989.
- [5] Craig M. Wittenvrck, Eric C Rosen, Darrell D.E. Long, "Real-time System for Managing Environmental Data," Proceeding of Conference on Software Engineering and Knowledge Eng., June 1996.
- [6] "EMBEDDED CONTROL HANDBOOK", Microchip Technology Inc., VOLUME 1., 1997.