

무인 감시 시스템을 위한 인체감지 모듈 개발에 관한 연구

박정훈^{*} · 김윤호^{**} · 류광렬^{**}

^{*}청주대학교 전자공학과 · ^{**}목원대학교 컴퓨터공학과 · ^{**}목원대학교 전자정보통신공학부

A Study on Development of Human Body Detection Module for Unmanned Supervisory System

Jeong-hoon Park^{*} · Yoon-ho Kim^{**} · Kwang-ryol Ryu^{**}

^{*}Chongju University · ^{**}Mokwon University

E-mail : jhpark@wslab.chongju.ac.kr

ABSTRACT

The new-type measuring modules for unmanned remote supervisory system using mobile communication network have been designed in this study. Measuring modules consist of temperature measuring module, humidity measuring module and human body sensing module. And we will design a main part to collect and process informations of each modules, evaluate reliability of combined total system.

1. 서 론

현대산업의 발달로 인하여 무인 감시 시스템은 산업용, 농업용 등 사회 전반에 걸쳐 널리 이용되고 있다. 특히 시설재배단지의 비닐 하우스처럼 농업용으로 사용되는 경우 난방장치의 운전정지 등 긴급상황 발생 시 농작물의 막대한 피해를 초래하고 있으며, 이로 인해 피해보상 마찰이 끊이지 않고 있다. 또한 도난 등 외부 침입에 의한 문제도 날로 심각해지고 있는 실정으로 무인 감시 시스템의 설치 수요가 점점 늘어나고 있는 추세이다.

기존의 무인 감시 시스템은 유선 망을 이용하고 있어 전화국으로부터 먼 거리에 있는 개인 사용자에게는 유선설치의 어려움 등으로 실효성이 적고, 또한 가입자로부터 감시 대상물(가입자가 지정한 무인 감시 대상물)이 원거리에 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. 그리고 기존의 무인 감시 시스템을 판매하는 업체의 경우 단순판매에만 그치는 경우가 많고, 감시 시스템의 경우도 이상상황 발생 시 유선망을 통한 가입자의 페이지에 호출신호를 보내는 정도에 그쳐 가입자가 제대로 상황을 인지했는지에 대한 확인이 되지 않는 등 많은 문제점을 안고 있는 실정이다.

결국 무인 감시 시스템의 설치 장소와 거리에 구애를 받지 않고 정확한 감시정보를 얻기 위해서는 이동통신망을 이용한 무인 감시 시스템이

운용되어야 하고, 관리국(관리업체)에서 집중적으로 자동관리를 해주어야 할 필요성이 대두되고 있으며, 응급사태 발생 시 재빠른 응급처리가 가능한 시스템의 개발이 요구되고 있다.

따라서 본 논문에서는 관리국에서 정확한 감시 정보를 얻어 불의의 사태에 즉각 대응할 수 있도록 가입자로부터 원거리에 위치한 가입 대상물의 감시기능·경보기능 수행과 현장정보를 기존의 이동통신망에 전송하기 위한 무인 감시 시스템용 인체감지 모듈을 설계 및 구현하였다. 이미 구현된 온도 및 습도 계측 모듈과 통합하게 되면 상당히 신뢰성 높은 무인 감시 시스템이 개발될 것으로 기대한다.

기존 시스템의 인체감지 신호는 릴레이를 구동하기 위한 단순한 아날로그 신호를 발생시킴으로써 온도 변화 등 주위 환경 변화에 취약한 구조인데 반하여 본 연구에서 구현한 인체감지 모듈은 기존 아날로그 회로부를 최소화하고 마이크로 프로세서를 사용한 디지털회로를 채용함으로써 회로의 추가비용 없이 주위의 환경변화에 구애받지 않고 정확한 감지성능을 보유하도록 설계하였다.^{[1][2]}

구현된 인체감지 모듈은 초전형 적외선 센서에서 측정하여 증폭한 값을 마이크로 프로세서에 내장된 A/D 컨버터를 이용해 이산값으로 변환시킨 다음 자체 개발한 알고리즘을 탑재한 펌웨어로 처리하는 방식을 취하였으며, 감지정보와 각 모듈의 어드레스 값을 디스플레이하고 이상상황을 검출하여 이를 표시하는 기능과 각 정보를 무인감시 시스템의 메인부와 주고받을 수 있는 통

신기능, 그리고 자체적으로 정보를 백업시키는 기능을 구비하도록 설계하였다.^{[3][4][5][6][7]}

II. 인체감지 모듈 설계 및 구현

인체감지 센서로 가장 널리 사용되는 초전형 적외선 센서(PIR sensor)는 초전체를 감지소자로 이용한 것으로, 인체에서 방사하는 9~10 μ m의 파장을 가진 원적외선을 감지하여 신호를 발생하게 된다. 이를 사용한 기존의 센서 시스템은 센서로부터의 미약한 신호를 증폭하고 인체의 움직임을 고려하여 대역통과 필터가 삽입된 증폭기를 사용하며, 비교기를 거쳐 릴레이를 구동하기 위한 아날로그 신호를 발생하며, 타이머 등 부가 회로가 추가된 형태이다. 이때 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 제대로 동작하지 못할 소리가 다분하다. 따라서 본 논문에서는 마이크로 프로세서를 사용한 디지털회로를 채용함으로써 기존 아날로그 회로부를 최소화하고 별도의 추가비용 없이 주위의 환경변화에 구애받지 않고 정확한 감지성능을 보유하도록 설계하였다. 이를 위해 센서에서 측정하여 대역통과 필터를 거쳐 증폭한 신호를 곧바로 마이크로 프로세서에 전달하고, 내장된 A/D 컨버터를 통하여 이산값으로 변환시킨 후 이 값을 이용하여 감지정보로 활용하는 방식을 취하였다. 본 논문에서 설계 및 구현한 인체감지 모듈의 구성을 그림 1.에 나타내었다.

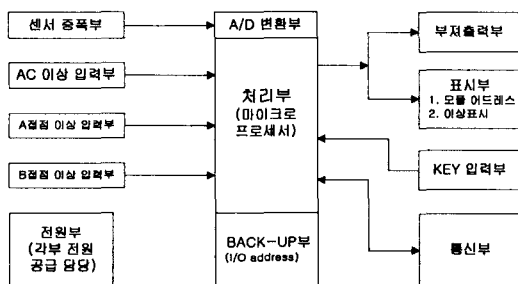


그림 1. 인체감지 모듈의 구성도

-적외선 센서

초전형 적외선 센서는 5 μ m 커트 온 필터를 창재로 사용한 듀얼 엘리먼트 타입의 검출기인 무라타사의 IRA-E700ST0를 사용하였다.

-전원부

AC전원을 입력받아 인체감지 모듈에 DC전원을 자체적으로 공급하며 DC 12V, DC \pm 5V를 생성하여 각 부에 공급한다.

-센서증폭부

초전형 적외선 센서에서 검출된 인체감지 신호를 증폭하여 A/D변환부로 전달하는 역할을 하며, 충분한 증폭도를 유지하기 위하여 비반전 증폭기와 반전 증폭기를 사용하여 2단 증폭하도록 하였다.

이를 위해 단일 전원 공급이 가능한 LM358 소자를 사용하여 증폭도가 1Hz에서 약 80dB가 되도록 설계하였고, 또한 센서의 반응 주기에 맞는 신호만을 증폭시키기 위하여 대역통과 주파수는 약 0.4Hz~약 8Hz가 되도록 대역통과 필터(BPF)를 설계하여 삽입하였다. 여기서 증폭된 신호가 μ -프로세서(PIC16F873)에 내장된 A/D 컨버터를 거쳐 프로그램된 기준전압 값과 비교하여 인체감지 여부를 결정하게 된다.

-이상입력부

AC전원의 이상, A점점·B점점의 이상을 검출하여 이를 처리부로 전달하도록 설계하였다.

-A/D변환부

증폭된 신호를 받아 이산값으로 변환시키는 A/D 컨버터는 μ -프로세서(PIC16F873)에 내장된 A/D 모듈을 사용하였다. 10bit의 분해능을 가지고 있으며 하나의 샘플/홀드회로와 멀티플렉스된 8개의 아날로그 입력을 가지고 있어서 여러 개의 센서를 연결할 수 있도록 설계하였다.

-처리부

A/D 컨버터가 내장된 One-chip μ -프로세서인 PIC16F873을 사용하여 센서증폭부와 이상입력부로부터의 신호를 받아 인체감지 정보와 각종 이상신호를 처리하고 표시부로 출력하며, 메인부에서 보내온 어드레스가 각 모듈의 고유 어드레스와 일치하면 정보를 통신부로 전송하는 역할을 한다. 그리고 key 입력부에서 설정한 I/O address값을 받아 이전 설정값과 비교한 후 일치하지 않으면 이를 back-up부로 저장하도록 하였다.

-BACK-UP부

Key 입력부로부터 설정된 I/O address값을 이전 설정값과 비교하여 다르다면 새로운 값들을 저장할 수 있도록 하기 위하여 μ -프로세서(PIC16F873)에 내장된 EEPROM을 사용하여 설계하였다. 여기서는 전원 재 투입시나 리셋시에 이곳에 저장된 값들을 읽어와 현재 설정값과 비교하여 이상여부를 판단하도록 하였다.

-통신부

메인부로부터 어드레스가 전송되면 어드레스가 일치하는 각 해당 모듈의 처리부에서 계측된 정보와 감지된 이상상황 및 자신의 I/O address를 메인부로 전송하는 역할을 한다. 비동기 반이중 시리얼 통신방식을 취하며 전송거리를 늘리기 위해 RS-485 규격을 만족하는 MAX-487소자를 사용하였다.

-Key 입력부

I/O address값을 up·down할 수 있도록 2개의 key를 사용하여 구성하였고, 또한 3초이상

key 입력이 없으면 데이터를 내부 메모리에 자체 저장하여 메인부와의 통신시에 사용하고, 백업부에 저장된 데이터와 비교하도록 프로그램 하였다.

-표시부

처리부에서 계측된 인체감지 상황과 각 모듈의 어드레스값을 FND로 표시하며 이상신호 발생시 LED로 표시하는 기능을 수행한다. I/O address 값을 up·down 시키는 key가 눌리지면 자신의 address값을 표시하고, 3초 이상 key값의 변화가 없으면 다시 감지상황 표시 모드로 돌아가도록 프로그램 하였다.

-부저출력부

각 이상 신호 발생시 처리부에서 제어 신호를 발생시키며, 이 신호가 트랜지스터의 베이스 구동 신호가 되어 부저를 구동하는 릴레이를 작동시키도록 설계하였다.

III. 통신 프로토콜

III.1. 무인 감시 시스템의 구성

무인 감시 시스템의 구성은 각 모듈의 정보를 종합·판단하여 이동통신 단말기를 통해 관리국으로 정보를 전송하고 수신할 수 있는 메인부와 용도별로 계측·감지할 수 있는 모듈부로 나누어진다. 그리고 모듈은 크게 온도계측장치, 습도계측장치, 인체감지장치로 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. 그림 2.에 무인 감시 시스템의 전체 구성도를 나타내었다.

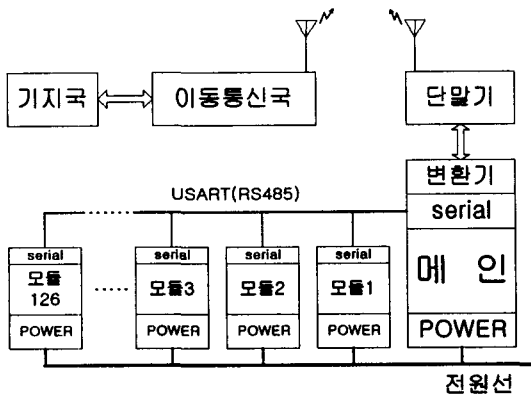


그림 2. 무인 감시 시스템의 전체 구성도

-메인부

각 모듈들의 정보를 취합하여 상황을 분석·판단하여 이를 관리국에 전달할 수 있도록 단말기 및 모듈간의 통신기능을 담당한다. 그리고 이상 모듈을 표시해 주고 이상상황 설정 및 해제 기능

을 구비하도록 한다.

-모듈부

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) 정보 표시기능, AC전원 이상 감지 기능, a접점·b 접점의 이상 감지 기능을 갖추고 있도록 설계하였다.

III.2. 메인부와 모듈부간의 통신 프로토콜

메인부와 각 모듈간의 통신은 반이중방식의 비동기 시리얼 통신방식을 택하였으며, RS-485 규격을 만족하는 시리얼 통신소자(MAX487)를 사용하여 통신거리를 최대 2Km까지 늘릴 수 있도록 하였다. 전송속도는 메인부와 이동통신 단말기간의 시리얼 통신을 고려하여 19200bps로 하였고, 전송 데이터의 1 word는 9bit로 구성하였다. 메인부와 모듈부간 송·수신되는 데이터의 단위인 1 word의 구성은 그림 3.과 같다.

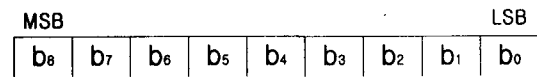


그림 3. 1 word의 구성

9번째 bit인 b₈이 1이면 메인부, 0이면 모듈부를 나타내도록 하여 전송되는 데이터를 구별할 수 있도록 하였고, 나머지 8bit인 b₇~b₀에 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 3.과 같고 b₈의 값은 1이며 b₇~b₀은 I/O address(1~126번)를 나타낸다. 이처럼 address를 보내 해당하는 모듈에서 보내온 계측정보를 분석·판단하여 이동통신국으로 가입자 시스템의 정보를 전송하게 된다. 또한 메인부에서 전송되는 데이터값이 100H이면 전체 모듈의 이상기능 설정, 1FF이면 이상기능 해제를 하도록 구성하여 수동 및 자동으로 이상기능의 설정 및 해제가 가능하도록 하였다.

-모듈부의 데이터 처리

메인부에서 보내온 어드레스가 자신과 일치하면 계측된 정보 및 이상상황 등 각종 정보를 메인부로 전송하는데 이를 위해 전송 데이터는 3개의 word(9bit×3)로 구성하였으며 각 word의 구성은 그림 3.과 같고 각 word의 b₈의 값은 0으로 모듈임을 나타낸다. 모듈부의 첫 번째 전송 데이터 word의 구성은 다음과 같다.

- b₇ : AC전원 이상
- b₆ : a접점 이상
- b₅ : b접점 이상
- b₄ : High limit(상한값) 이상, or 인체감지 이상
- b₃ : Low limit(하한값) 이상
- b₂~b₀ : 000 → 온도계측 모듈
001 → 습도계측 모듈
010 → 인체감지 모듈
011~111 → 확장모듈 예약

b₇~b₃는 모듈부의 이상정보를 나타내며 b₂~b₀는 각 모듈의 종류(온도계측 모듈, 습도계측 모듈, 인체감지 모듈)를 표시하며 향후 필요에 따라 다른 용도의 모듈을 확장할 수 있어 시스템의 설치 용도에 맞추어 총 8종의 모듈을 사용 가능하도록 하였다.

두 번째 word의 b₇~b₀은 각 모듈에서 계측된 정보 데이터(현재 온도값 또는 현재 상대습도값)를 나타내며, 세 번째 word는 전송여러 check word로서 b₇~b₀은 (첫 번째 word의 b₇~b₃) + (자신의 I/O address)로 구성되어 전송된다. 이 데이터가 메인부에서 수신되어 (메인에서 지정한 I/O address) + (수신받은 첫 번째 word의 b₇~b₃)를 계산하여 수신된 세 번째 데이터와 비교하여 제대로 전송되었는지 확인하게 된다.

IV. 실험결과 및 고찰

본 연구에서 개발된 무인 감시 시스템을 위한 새로운 타입의 인체감지 모듈의 성능을 테스트한 결과 정확한 감지능력과 이상감지 기능을 보유하고, 신뢰성 높은 동작과 뛰어난 안정성을 확보하고 있음을 알 수 있었다.

인체감지 모듈의 감지능력 평가를 위해 volumetric Fresnel 렌즈를 센서 전면부에 부착하고 인체와의 거리를 달리하며 실험한 결과 정확한 감지성능을 발휘하고 있음을 확인하였고, 아날로그 방식의 기존 제품보다 뛰어난 성능의 디지털 방식의 인체감지모듈임을 검증할 수 있었다. 또한 인체가 감지되면 즉각 이상신호를 발생하고 표시하며, 이를 메인부로 전송하고 있음을 확인할 수 있었다. 또한 예측 가능한 모든 상황을 가상하여 테스트해 본 결과 매우 신뢰성 높은 동작을 하고 있음을 확인하였고, 프로그램된 계측 알고리즘대로 정상적으로 동작이 이루어지고 있음을 검증하였다.

실험결과 구현한 인체감지 시스템의 감지거리는 최대 9m 정도이며 검출가능각도 약 150°에 달해 비교적 만족할 만한 감지능력을 보유하고 있음을 알 수 있었다. 다음 그림 4.에서 그림 8.까지 인체와의 거리에 따른 센서의 증폭된 감지신호 파형을 나타내었다.

다만 센서 전면부에 부착한 Fresnel 렌즈와 초전

형 적외선 센서간의 촛점 거리(25mm)를 정확히 맞추지 못했고, 센서를 둘러싼 렌즈의 곡률반경이 일정치 않아 구현한 인체감지 시스템의 성능을 제대로 테스트하지는 못했지만 케이스를 제작하여 렌즈를 부착하게 되면 기구적인 문제가 해결되어 훨씬 우수한 감지성능을 나타낼 수 있을 것으로 사료된다.

현재 센서의 감지성능을 높일 수 있는 회로 방식을 실험 중에 있으며 이 방식이 성공할 경우 획기적인 감지 성능을 보유할 수 있으리라 기대한다.

V. 결 론

본 연구에서는 이동통신망을 이용한 무인 감시 시스템의 개발을 위하여 모듈부의 인체감지 시스템을 설계·구현하였고, 이의 성능 평가를 위한 실험을 한 결과 만족할 만한 성능을 보유하고 있음을 확인하였다.

개발된 인체감지 모듈은 센서에서 측정된 값을 A/D 컨버터를 이용해 이산값으로 변환시킨 후 μ -프로세서(PIC16F873)를 사용하여 처리하는 방식을 취하여 정밀하고 정확한 측정이 가능하며, 이상상황을 검출하여 이를 표시하고 각 정보를 메인부와 주고받을 수 있는 통신기능을 구비하였으며, 자체적으로 정보를 백업시키는 기능을 갖추어 무인 감시 시스템을 위한 계측 모듈로 적합할 것으로 사료된다.

따라서 본 연구에서 설계 및 구현된 인체감지 모듈을 이용하여 보다 정밀하고 신뢰성 높은 새로운 디지털식 계측장치의 개발이 가능할 것으로 기대되며, 향후 메인부를 개발한 후 이미 개발된 온·습도계측 모듈과 통합하여 무인 감시 시스템의 개발을 위한 연구를 수행해 나갈 것이다.

참 고 문 헌

1. "TSOP1x IR Detector Photomodules", VISHAY Semicon ductor
2. Massaki Ando, "Detection of Human Position and Movement by IR Sensor Array", TECHNICAL DIGEST OF THE 12TH SENSOR SYMPOSIUM, 1994
3. "EMBEDDED CONTROL HANDBOOK", Microchip Technology Inc., VOLUME 1., 1997
4. 오명환의 2인, "정밀 계측 기술의 개발현황", 대한전기 학회지, 제3권 제4호, 4월 1984.
5. 李鳳勳 "센서事典", 도서출판 世和, 1998
6. 전금경 "센서와 마이컴의 인터페이스 기술", 도서출판 世和, 1990
7. 전재승 "센서 인터페이싱 No.3, No.4", 기전연구사, 1986

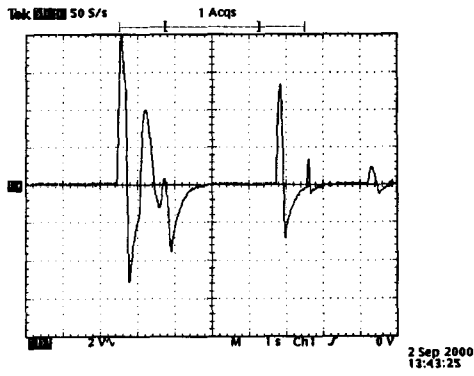


그림 4. 1m 떨어진 곳에서의 감지신호

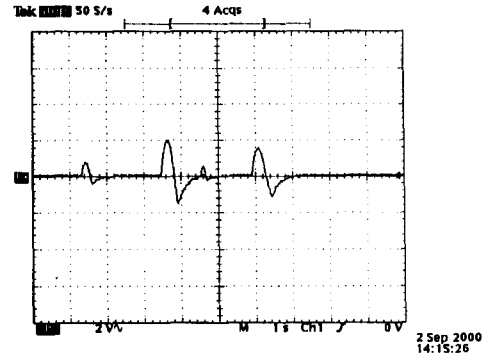


그림 7. 7m 떨어진 곳에서의 감지신호

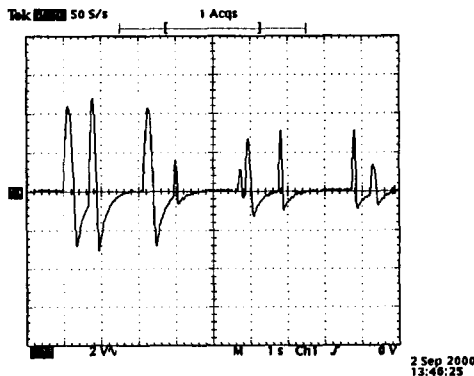


그림 5. 3m 떨어진 곳에서의 감지신호

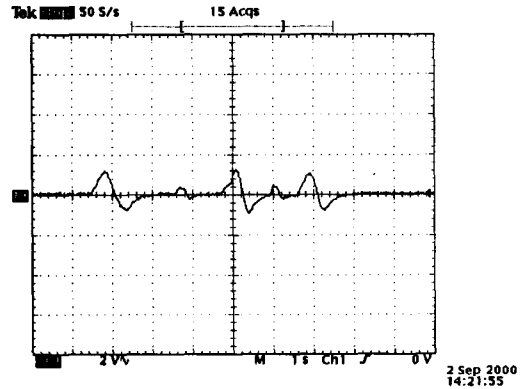


그림 8. 8m 떨어진 곳에서의 감지신호

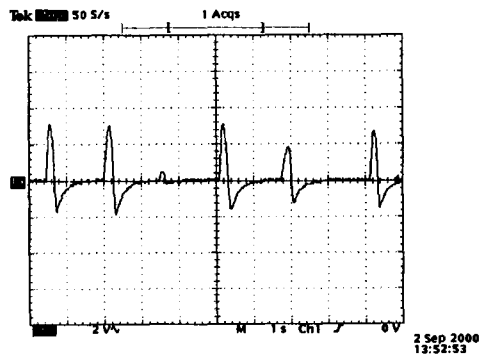


그림 6. 5m 떨어진 곳에서의 감지신호