

# 다중 센서를 이용한 움직임 감지기 개발 (The devepoement of a device sensing the moving body using multi-sensor)

한영오(Young-Oh Han)<sup>1)</sup>

## 요 약

본 논문에서는 적외선 센서와 초음파 센서를 사용하여 넓은 범위의 움직임 감지뿐만 아니라 미세 한 움직임을 감지를 할 수 있는 다중 센서를 내장한 움직임 감지기를 개발하였다. 개발된 움직임 감지기를 전등과 연계시켜 강의실, 사무실 등 넓은 공간에서 사용하면 전기 에너지를 절약할 수 있다.

## Abstract

In this paper, the device multi-sensing of moving body was developed for sensing of moving body in a wide range and minute moving body. If the device multi-sensing of moving body is connected with electric lamps, it will be able to economize a electric energy in lecture rooms or office rooms.

논문접수 : 2009. 12. 01.

심사완료 : 2009. 12. 15.

---

1) 정회원 : 남서울대학교 전자공학과

### 1. 서론

1960년대 후반부터 등장한 센서는 현재 우리 주변에 광범위하게 사용되어 왔다. 그 사용분야 또한 가정, 교통수단, 사무실, 생산현장 등 일상생활과 밀접한 관계를 맺고 있다. 이렇듯 센서는 우리들의 삶 속에 깊이 자리매김함으로써 인간의 감각기능을 보완, 보충하기에 이르렀다. 우리가 주위에서 가장 쉽게 접할 수 있는 센서 응용기술로는 건물 내에 주로 사용하는 센서 조명등을 들 수 있다. 인체감지 센서 조명등은 수동 스위치에 의하여 개폐되는 불편함이나 사람이 없는 공간에서 스위치를 끄지 않음으로써 생기는 불필요한 전력의 낭비를 줄이는데 효과적이다[1]. 인체감지 센서 조명등의 가장 큰 장점은 자동으로 전등을 ON/OFF 시켜 주고 그로 인한 에너지 절약에 있다. 현재 국내의 건물 등에서 인체감지를 목적으로 광범위하게 사용하고 있는 인체감지 전등 제어시스템은 인체에서 발산하는 적외선을 감지하여 전등을 ON/OFF 시켜주는 적외선 센서 조명등이 주로 사용되고 있다. 하지만 적외선 센서는 감지속도는 빠르나 감지거리가 짧고 거리가 멀어질수록 감도가 떨어져 원거리에서의 미세감지를 하지 못하는 단점이 있다[2]. 이로 인하여 사람의 움직임이 존재하는데도 그 동작이 미세할 경우 전등이 꺼져버리거나 넓은 공간에 적외선 센서 조명등만을 설치해야 할 경우 하나의 적외선 센서 조명등만으로는 감지 범위를 모두 커버하지 못하므로 두 개 혹은 그 이상 여러 개의 센서 조명등을 설치하게 되어 그로 인한 경비와 전력소비가 증가하는 등의 일련의 불편함이 있다. 본 논문에서는 이런 문제점을 개선하기 위하여 근거리 감지 및 인체감지에 적합한 적외선 센서의 장점과 원거리 감지 및 미세 감지에 뛰어난 초음파 센서의 장점을 결합한 다중센서를 PIC16F73 MICOM으로 제어하는 전등제어 시스템을 구현하였다. 제안된 시스템은 기존의 적외선 센서 조명등의 감지 범위인 5평 보다 훨씬 넓은 약 40평의 범위에

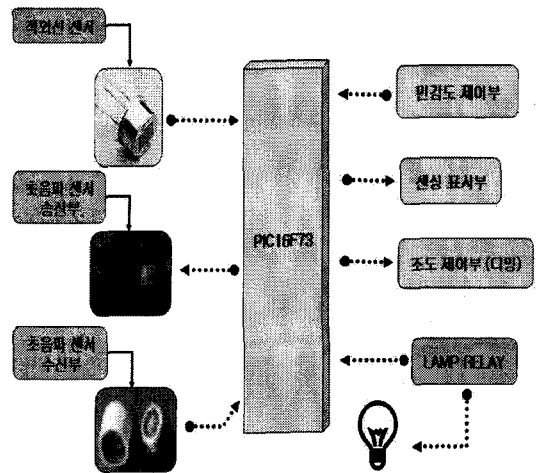
서 미세 움직임 감지가 가능하도록 제작하였다.

### 2. 전체 시스템 구성

전체 시스템은 메인 제어부인 PIC16F73, 적외선 센서 및 초음파 센서 송·수신부로 이루어진 센서부, 가변저항으로 민감도를 조절할 수 있는 감도 제어부, 전등을 ON/OFF 시키는 전등 릴레이부, 감지 여부를 LED를 통해 시각적으로 확인할 수 있는 센싱 표시부, 그리고 전등의 조도를 제어하는 조도 제어부(디밍부)로 구성된다.

#### 2.1 시스템 구성도

[그림 1]은 본 시스템의 전체 구성도이다.



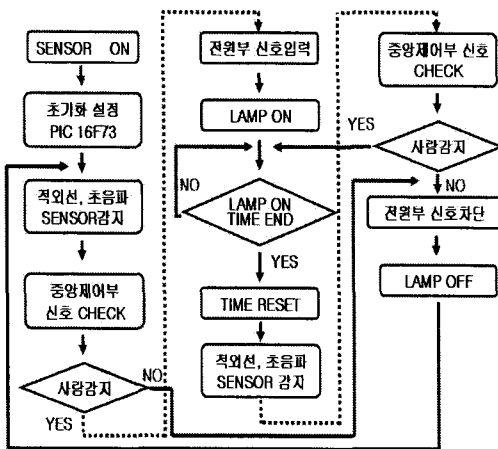
[그림 1] 전체 시스템 구성도

220 [V], 60 [Hz]의 교류전압이 전원부에 인가되면 전원부내에서 24 [V]의 직류전압으로 변환하여 각 부에 필요한 전압을 인가하여 준다. 센서부에 의해 신호가 메인칩인 PIC16F73으로 입력되면 메인칩에서 아날로그 신호를

A/D 변환하여 처리하게 되며 가변저항에 의해 민감도를 조절하여 감지 범위를 조정할 수 있다. 적외선 센서부와 초음파 센서부에 의해 사람의 움직임이 감지되면 센싱 표시부에 있는 적외선 센서의 적색 LED와 초음파 센서의 녹색 LED가 점등되며 릴레이에 의해 전등은 ON이 된다. 그 후 일정시간이 지난 후 움직임이 감지되지 않으면 조도 제어부의 디밍 기능에 의하여 전등이 서서히 OFF되게 된다.

## 2.2 시스템 동작 순서

[그림 2]는 다중센서를 이용한 원거리 인체 감지 전등제어 시스템의 동작 순서도를 나타낸 것이다. 먼저 다중센서 조명등에 전원이 인가되면 메인칩인 PIC16F73에서 모든 프로그램 값을 초기화 시킨다. 그 후 적외선 센서나 초음파 센서 중 어느 한 곳이라도 인체감지 신호를 중앙제어부에 보내게 되면 중앙제어부에서는 신호를 체크하여 인체감지된 경우, 전등을 ON시킬 수 있도록 전원부에 신호를 인가하여 전원을 공급한다.



[그림 2] 전체 시스템 동작 순서도

그 후 인체감지가 확인이 되어 전등이 ON된 순간부터 시간을 처음부터 카운트하여 정해진

시간 안에 다시 감지 신호가 입력되면 전등은 계속하여 ON상태를 유지하고 신호가 입력되지 않으면 정해진 시간 후 전원부에 차단신호를 보내 전등을 조도 제어부에 의해 서서히 OFF 시키게 된다.

## 2.3 주 제어부

주 제어부인 PIC16F73은 본 전등 제어 시스템의 핵심 부분으로서 다중센서 조명등의 신호를 제어하는 두뇌 역할을 한다. PIC16F73은 EEPROM타입으로 되어있어 초기 개발과 시험 프로그램 시 매우 유용하게 사용된다. CMOS로 되어 있기 때문에 소비전력이 매우 적고 전달 특성이 우수하며 잡음여유가 크다. 또한 집적도가 높고 입력 임피던스가 크며 동작 전압의 범위가 넓다 [3]. PIC16F73에 있는 3개의 I/O 포트는 모두 양방향성 I/O포트로서 22개의 I/O 포트 라인이 있으며 포트A는 적외선 센서와 초음파 센서 신호의 A/D 변환과 릴레이 입력에 사용하였다. 포트B는 민감도를 조절할 수 있는 감도 조절부와 시간 설정에 사용하였고 나머지 포트C는 전등이 OFF될 때 서서히 조도를 줄여주는 디밍 기능을 할 수 있도록 하는 조도 제어부로 사용하였다.

## 2.4 센서부

센서부는 적외선 센서와 초음파 센서를 이용한 다중 센서부로 설계하였다. 본 전등제어 시스템에서는 조명등을 설치한 장소의 중앙부를 중심으로 근거리의 빠른 움직임의 감지가 약한 초음파 센서부의 단점을 보완하고자 근거리의 인체 감지를 목적으로 적외선 센서를 사용하였다. 적외선 센서는 열형에 속하는 초전형 적외선 센서를 사용하였다. 초전형 센서의 특징은 물체의 온도를 비접촉으로 측정할 수 있고 물체에서 발산하는 적외선을 받는 수동형이므로 수광 및 투광이 필요한 능동형에 비해 작업이

간단하다. 또한 파장이 다른 적외선에 대하여 검출 감도가 달라지지 않고 상온에서 사용할 수 있으며 열형 소자 중 감도가 가장 좋고 온도 변화에 의한 에너지를 받을 때만 전압을 출력한다[4]. 사용한 적외선 센서는 LHI 1128 초전형 센서로서 인체에서 나오는 적외선은 9.4  $\mu\text{m}$ 의 파장에서 제일 강한데 LHI 1128 적외선 센서는 여러 적외선 파장 중 9.4  $\mu\text{m}$ 의 파장에 가장 가까운 8  $\mu\text{m}$ ~14  $\mu\text{m}$  범위의 적외선만을 감지하여 준다. 한편 적외선 센서 자체만으로는 감지 신호가 미약하므로 이를 보완하기 위하여 감지 신호를 증폭해주는 저전압 듀얼 OP-AMP인 LM358 IC로 신호를 증폭하여 메인부인 PIC16F73으로 입력되도록 하였다.

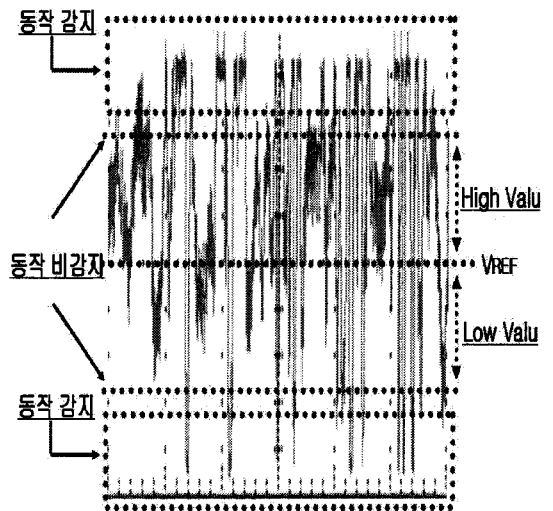
초음파란 보통 20 [kHz]이상의 주파수를 갖는 음파를 말한다. 초음파는 파장이 대단히 짧기 때문에 거리 방향의 분해능이 높으므로 고정밀의 측정이 가능하다. 초음파의 전파 속도는 전자기파에 비하여 느리기 때문에 초음파가 발사되어 피사체에서 반사된 후 원래대로 되돌아 올 때까지의 시간을 카운트하기 위한 클럭 펄스의 계수 회로도의 구현이 용이한 장점이 있다. 또한 초음파는 수십 m의 거리에서도 전파속도가 늦고 반사율이 좋으므로 물체의 원거리 검출에 적합하다[5]. 초음파 센서는 여러 종류가 있으나 가장 널리 사용되고 있는 것은 압전 진동자를 이용한 초음파 센서이다. 압전 진동자에 압력을 가하면 전압이 발생하는 압전효과를 이용한 초음파 센서는 확산성이 강하기 때문에 넓은 공간을 커버하고 또한 검출 대상체의 형태, 색깔등과 무관하게 검출이 가능한 장점이 있다[5]. 본 연구에서는 원거리에서도 미세감지가 가능한 초음파 센서 송·수신부를 설계하여 적외선 센서부의 단점을 보완함과 동시에 전체적인 감도와 감지범위를 향상시켰다.

고감도 및 동작 안정성을 도모하기 위하여 송·수신 분리 초음파 센서 2쌍을 사용하였다.

초음파 센서 수신부에 입력되는 미약한 신호를 증폭하기 위하여 저전압 듀얼 OP-AMP인 062BC와 LM358 IC로 신호를 증폭하여 메인부에 신호가 들어가도록 하였다.

## 2.5 감도 제어부

감도 조절이 가능할 수 있도록 MC14052B 멀티플렉서를 이용하여 가변저항에 의한 적외선 센서 및 초음파 센서의 민감도를 조절할 수 있도록 하였고 테스트 모드를 통하여 전동 작동의 이상 여부를 알 수 있도록 하였다. 기준 전압  $V_{ref} = 2.5 [V]$ 를 중심으로 High 값과 Low 값을 설정하여 이 두 값 이상의 신호가 감지될 때에만 인체 감지로 보고 다중센서 조명등을 ON 될 수 있도록 설정하였고 가변저항을 이용하여 두 값을 조절함으로써 감도 조절이 가능하도록 하였다. [그림 3]은 초음파 센서 수신부의 파형에서 감지 및 비감지 상태를 나타낸다.



[그림 3] 초음파센서 파형의 동작감지 및 비감지

### 3. 센서부 감지 알고리즘

인체감지를 위한 구동 알고리즘은 적외선 센서 구동과 초음파 센서 구동으로 각각 나누어 설계하였으나 최종 감지를 위해서 상호 보완되도록 프로그래밍 하였다.

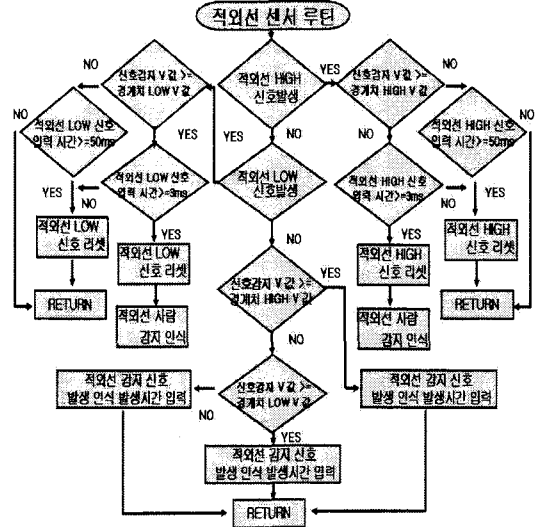
#### 3.1 적외선 센서부 감지 알고리즘

적외선 센서 구동 순서도는 크게 경계치 값에 대하여 High 값에 대한 입력신호 처리 과정과 Low 값에 대한 입력신호 처리 과정으로 구분할 수 있다. 적외선에서 감지한 신호가 High, Low 경계값을 넘게 되면 사람의 움직임이 있었다고 판단하고 신호를 인식하여 전등을 ON 시키게 된다.

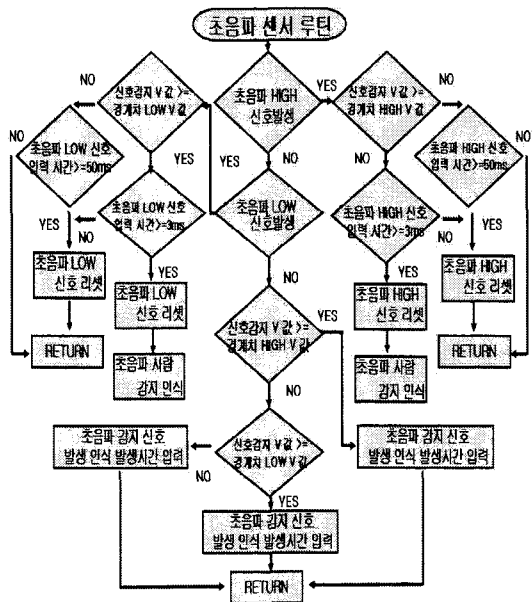
적외선 High 값과 Low 값의 신호 입력시간은 3 [ms]로 설정되고, 입력신호가 3 [ms]보다 짧으면 오작동으로 판단을 하여 비감지 상태로 인식, 다시 처음의 과정으로 돌아가도록 프로그래밍 하였다. 만약 3 [ms]보다 긴 신호가 들어왔을 때는 인체감지로 인식하여 전등이 ON 상태가 되도록 한다. 그 후 지속적으로 사람의 움직임이 있을 경우 전등이 계속하여 ON 상태가 되도록 유지하지만 사람의 움직임이 없을 경우는 다시 처음으로 돌아가서 리셋하게 된다. [그림 4]는 적외선 센서의 구동 순서도이다.

#### 3.2 초음파 센서부 감지 알고리즘

[그림 5]는 초음파 센서의 구동 순서도이다. 초음파 센서의 구동은 High 값에 대한 입력신호 과정과 Low 값에 대한 입력신호 과정으로 구분을 할 수 있다. 초음파 수신부로 들어오는 높은 신호값과 낮은 신호값을 각각의 경계치 값인 High 값, Low 값과 비교하여 그 값을 넘게 되면 사람의 움직임이 있었다고 보고 신호를 인식하여 인체감지를 하여 전등을 ON 시키게 된다. 초음파 High 값과 Low 값의 신호 감지시



[그림 4] 적외선 센서부 구동 순서도



[그림 5] 초음파 센서부 구동 순서도

짧으면 바람 등의 오작동으로 판단하여 비감지 상태로 인식, 다시 처음의 과정으로 돌아간다. 만약 3[ms]보다 긴 신호가 들어 왔을 때는 사람으로 인식하게 되어 전등을 ON 시키게 된다. 인체 움직임이 지속적으로 있을 경우 전등이 계속하여 ON상태가 되도록 유지하지만 사람의 움직임이 없을 경우는 다시 처음으로 돌아가서 리셋을 하게 된다.

#### 4. 실험 및 고찰

##### 4.1 적외선 센서부 감지

적외선 센서의 감지범위를 확인하기 위해서 약 35평 정도의 강의실에서 실험을 하였다. 적외선 센서만을 강의실의 정중앙에 위치시켜 실험을 하였으며 건기, 뛰기 등의 방법으로 인체 감지 확인 실험을 하였다. 실험 방법은 다음과 같이 하였다.

첫째, 센서등이 위치하는 높이는 일반 사무실에서의 천장까지의 높이인 2.5 [m]로 고정하였다.

둘째, 적외선 센서의 경계치 High 값 범위는 185~195, Low 값 범위는 10~110으로 하였다. 경계값은 0[V]에서 5 [V]까지의 범위를 8bit 최대값인 255로 나누어 각 레벨 크기를 약 0.02 [V]로 정하고 기준 전압  $V_{ref} = 2.5 [V]$ 를 기준으로 High 값과, Low 값을 설정하였다.

셋째, 이 두 범위의 값을 지속적으로 변화를 주면서 그 중에서 가장 오차범위가 없으면서 정상동작을 하는 값을 찾는 과정을 반복하였다.

넷째, 모드를 테스트 모드로 하여 전등이 ON /OFF 시간을 10초로 설정하여 정상작동의 유무를 확인하였다.

다섯째, 각 설정이 끝나면 실험자가 감지범위 밖에서 안으로 이동하여 적외선 센서가 감지하면 전등이 ON 되도록 한다. 이 때 전등이

ON 되는 순간 거리를 측정하였다.

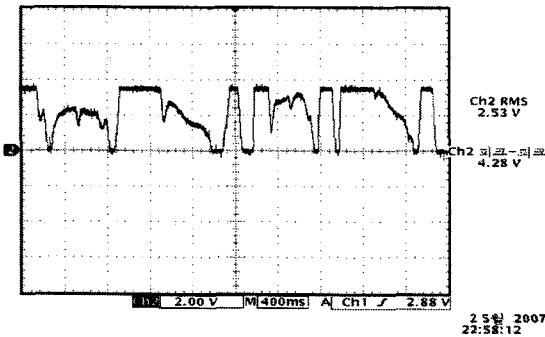
여섯째, 각각의 High 값과 Low 값을 설정한 후 다섯 번째 과정을 20회 반복 실험을 하여 거리 평균을 구하였으며 평균값은 최대 거리와 최소 거리를 제외한 값을 사용하였다.

이상과 같은 과정으로 실험한 결과, High 값인 185에서 195까지와 Low 값인 10부터 120까지의 범위 중 High 190과 Low 100이 가장 감도가 좋은 이상적인 오차범위를 찾을 수 있었고, High 값 190과 Low 값 60으로 설정하였을 때 20번의 반복 실험 중 오차가 제일 적었으며 반경 감지 거리도 2.6 [m]로 가장 멀리 감지하였다. High 값 190과 Low 값 60은 각각 3.80 [V]와 1.20 [V]이다. [표 1]은 각 경계치 값 설정에 따른 적외선 센서의 반경 감지거리의 실험 결과이다. [그림 6]은 적외선 센서의 감지 파형을 그래프로 나타낸 것이다.

[표 1] 적외선 센서의 감지 반경

경계치값 : H:185~195 L:10~110 높이 : 2m 50cm 단위 : m

High / V	185	186	187	188	189	190	191	192	193	194	195
Low / V	0.16	0.18	0.20	0.22	0.24	0.26	0.28	0.30	0.32	0.34	0.36
10	0.16	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
20	0.18	0.6	1.1	0.8	1.2	1.4	1.4	1.2	1.0	0.7	0.8
30	0.20	0.7	0.9	1.2	1.3	1.6	1.8	1.6	1.3	1.0	0.9
40	0.22	0.9	1.1	1.4	1.3	1.7	2.1	1.8	1.7	1.2	1.1
50	0.24	1.1	1.4	1.5	1.7	1.8	2.4	1.9	1.8	1.5	1.3
60	0.26	1.3	1.6	1.7	2.1	2.3	2.6	2.3	1.9	1.5	1.4
70	0.28	1.5	1.8	1.8	2.3	2.3	2.6	2.4	2.1	1.7	1.6
80	0.30	1.8	1.9	1.9	2.3	2.4	2.7	2.5	2.2	1.8	1.8
90	0.32	1.9	2.0	1.9	2.4	2.4	2.8	2.5	2.3	1.8	1.9
100	0.34	2.0	2.0	2.0	2.4	2.5	2.8	2.6	2.3	2.1	1.9
110	0.36	2.1	2.1	2.2	2.4	2.5	2.8	2.6	2.4	2.3	2.1



[그림 6] 적외선 센서 감지 파형

### 4.2 초음파 센서부 감지

초음파 센서의 감지 범위를 알기 위해 적외선 센서 실험과 동일한 약 35평 넓이의 강의실에서 실험을 하였다.

감지 범위가 반경 6 [m]내외일 경우 초음파 센서의 위치를 강의실 정 중앙에 위치하여 실험하였고, 6 [m]이상의 범위에서는 강의실의 한 쪽 끝에 위치하여 6 [m]이상의 감지할 수 있도록 하였다. 초음파 센서 송·수신부의 초음파가 송신되고 수신되는 단면을 기준으로 각도 0도, 45도, 90도에서의 감지거리를 실험하였다. 실험 방법은 다음과 같이 하였다.

첫째, 센서등이 위치하는 높이는 일반 사무실에서 천정까지의 높이인 2.5 [m]로 고정하였다.

둘째, 적외선 센서의 경계치 High 값 범위는 8~18, Low 값 범위는 8~18로 하였다. 경계값은 0 [V]에서 5 [V]까지의 범위를 8bit 최대값인 255로 나누어 각 레벨 크기를 약 0.02 [V]로 정하고  $V_{ref} = 2.5 [V]$ 를 기준으로 High 값과, Low 값을 설정하였다.

셋째, 이 두 범위의 값을 지속적으로 변화를 주면서 그 중에서 가장 오차범위가 없으면서 정상동작을 하는 값을 찾았다.

넷째, 모드를 테스트 모드로 하여 전등이 ON /OFF 시간을 10초로 설정하여 정상작동의 유무를 판별하였다.

다섯째, 각 설정이 끝나면 실험자가 감지범위 밖에서 안으로 이동하여 적외선 센서가 감지하면 전등이 ON 되도록 한다. 이 때 전등이 ON 되는 순간 거리를 측정하였다.

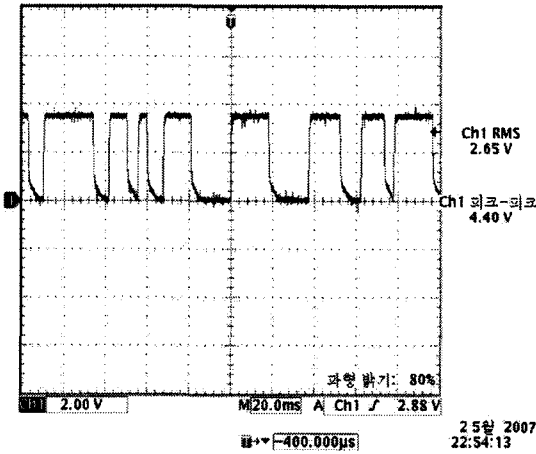
여섯째, 각각의 High 값과 Low 값 설정 후 다섯째 과정을 20번 반복 실험을 하여 거리 평균을 구하였으며 평균값 계산 시 최대 거리와 최소 거리는 제외하였다.

[표 2]는 각도 0도에서의 초음파 센서 감지 거리이다. 각도 0도에서 위와 같은 순서로 실시한 실험 결과 High 값 8과 Low 값 8로 설정하였을 때 감지거리는 반경 7.7 [m]로 가장 멀리 감지하였다. 이때의 High 값 8과 Low 값 8은 각각 0.16 [V]에 해당한다. [표 3]은 각도 45도에서의 초음파 센서 감지거리이다. 각도 45도에서 위와 같은 순서로 실시한 실험 결과 High 값 8과 Low 값 8로 설정하였을 때 감지 거리는 반경 6.8 [m]로 가장 멀리 감지하였다. 이때의 High 값 8과 Low 값 8은 각각 0.16 [V]에 해당 한다. [그림 7]은 초음파 센서의 움직임 감지 시 파형이다.

[표 2] 초음파 센서 감지 반경 (각도 : 0도)

경계치값: H:8~18 L:8~18    높이: 2m 50cm    단위: m

High / V	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
Low / V	0.16	0.18	0.20	0.22	0.24	0.26	0.28	0.30	0.32	0.34	0.36	
8	0.16	7.7	7.7	7.5	7.2	7.1	6.9	6.7	6.5	6.3	5.5	5.0
9	0.18	7.7	7.2	7.1	6.9	6.8	6.7	6.5	6.4	6.1	5.3	5.0
10	0.20	7.6	7.2	6.9	6.7	6.6	6.5	6.4	6.2	6.0	5.1	4.9
11	0.22	7.5	7.1	6.7	6.5	6.5	6.5	6.4	6.2	5.8	5.1	4.8
12	0.24	7.4	7.0	6.5	6.3	6.3	6.2	6.1	6.0	5.6	5.0	4.8
13	0.26	6.9	6.7	6.4	6.2	6.1	5.9	5.9	5.6	5.3	4.8	4.7
14	0.28	6.7	6.7	6.4	6.0	6.0	5.7	5.7	5.3	5.0	4.6	4.6
15	0.30	6.4	6.6	6.2	5.9	5.8	5.5	5.5	4.9	4.8	4.5	4.5
16	0.32	6.0	6.2	6.0	5.9	5.7	5.4	5.3	4.7	4.4	4.4	4.2
17	0.34	5.7	5.8	5.8	5.7	5.8	5.2	5.2	4.6	4.2	4.2	4.1
18	0.36	5.4	5.5	5.5	5.5	5.6	5.1	5.2	4.4	4.1	4.0	4.1



[그림 7] 초음파 센서 감지 파형

[표 3] 초음파 센서 감지 반경 (각도 : 45도)

경계치값 : H:8~18 L:8~18    높이 : 2m 50cm    단위 : m

High / V	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
Low / V	0.16	0.18	0.20	0.22	0.24	0.26	0.28	0.30	0.32	0.34	0.36	
8	0.16	6.8	6.6	6.4	6.3	6.2	6.1	5.9	5.6	5.4	4.5	4.1
9	0.18	6.7	6.4	6.2	6.0	5.9	5.8	5.6	5.5	5.2	4.4	4.1
10	0.20	6.7	6.2	6.0	5.7	5.7	5.6	5.5	5.3	5.1	4.4	3.8
11	0.22	6.5	6.0	5.8	5.6	5.5	5.5	5.3	5.3	4.9	4.2	3.9
12	0.24	6.3	5.8	5.4	5.4	5.4	5.3	5.2	5.1	4.7	4.0	3.9
13	0.26	5.7	5.8	5.4	5.1	5.2	5.1	5.0	4.7	4.4	3.9	3.8
14	0.28	5.8	5.5	5.5	4.8	4.9	4.8	4.8	4.4	4.1	3.7	3.7
15	0.30	5.5	5.3	5.1	4.9	4.8	4.6	4.6	4.2	3.9	3.6	3.5
16	0.32	4.9	4.8	5.0	4.6	4.6	4.5	4.4	3.8	3.5	3.5	3.3
17	0.34	4.8	4.8	4.6	4.5	4.5	4.3	4.3	3.7	3.3	3.4	3.2
18	0.36	4.3	4.6	4.4	4.2	4.3	4.2	3.9	3.5	3.2	3.2	3.0

### 4.3 미세 감지 실험

각 센서의 미세 감지 거리를 알아보기 위하여 위의 센서 실험에서 얻어진 최적의 경계값을 적용하여 다음과 같이 4가지 조건하에 실험을 실시하였다.

조건 1. 손가락만의 움직임. (타자치는 동작)

조건 2. 주먹을 쥐었다 피는 반복된 동작

조건 3. 손목 전체의 상하 움직임

조건 4. 팔 전체의 상하 움직임

실험장소와 센서의 높이는 적외선 센서와 초음파 센서 실험과 동일하게 하였고, 실험횟수는 각 조건하에 20회씩 반복 실시하였다. [표 4]는 각 센서에 대한 미세 감지 실험의 결과이다. 조건 1에서 초음파 센서는 미세 감지 거리 평균이 2.5 [m]이지만, 적외선 센서는 감지조차 하지 못하였다. 조건 2, 3, 4에서도 적외선 센서의 미세 감지 거리는 초음파 센서 미세 감지 거리의 절반에도 미치지 못하는 결과를 얻을 수 있었다.

[표 4] 미세 움직임 감지 거리

높이 : 2.5m    단위 : m

	초음파 센서	적외선 센서
조건 1	2.5	비감지
조건 2	3.5	0.8
조건 3	5.0	1.2
조건 4	7.2	2.0

\* 실험값은 20회 반복의 평균값

## 5. 결 론

본 연구에서는 근거리 감지와 인체감지에 적합한 적외선 센서의 장점과 원거리 감지와 미세 움직임 감지에 뛰어난 초음파 센서의 장점을 결합하여 PIC16F73 MICOM으로 컨트롤 할 수 있는 다중센서를 이용한 전등제어 시스템을 구현하였다. 실험을 통하여 얻은 결과는 다음과 같다.

첫째, 동일한 환경 하에서 초음파 센서의 감



지 거리가 적외선 센서보다 3배 이상의 감지거리를 보임을 알 수 있었다. 실험 결과 적외선 센서의 최대 감지거리는 반경 2.6 [m], 초음파 센서의 최대 감지거리는 반경 7.7 [m]로 측정되었다.

둘째, 초음파 센서는 약 5.0 [m]까지 미세 감지가 가능 하였으나 적외선 센서는 1 [m] 내에서 조차도 손목만을 움직이는 미세한 동작은 감지하지 못하였다.

셋째, 빠른 움직임에 대한 감지 거리는 초음파 센서 1.0 [m] 이내, 적외선 센서 약 2.5 [m] 이내로 적외선 센서가 우수함을 알 수 있었다.

넷째, 최종 실험 결과 최대 감지 범위는 약 125 [m<sup>2</sup>]로 약 37평을 감지하였다. 감지 범위의 형태는 원이 아닌 직사각형에 가까운 타원이다.

이상의 실험 결과를 바탕으로 적외선 센서와 초음파 센서의 장점을 서로 접목시켜 다중센서를 이용한 원거리 인체감지 전등제어 시스템을 구현하였다. 원거리에서의 민감한 움직임을 감지하기 위해서 초음파 센서를 사용하였고 초음파 센서만을 사용할 경우 빠른 움직임에 대한 반응 속도가 느리기 때문에 이를 보완하기 위하여 적외선 센서를 결합하였다.

인체 감지 센서는 원래 특정지역이나 장비를 감시하기 위한 보안 시스템용으로 개발하였으나 그 영역을 넓혀 조명 제어용으로 널리 사용되고 있다. 따라서 본 연구에서 제안된 전등제어 시스템은 강의실, 전산실 등과 같은 미세 움직임만 일어날 수 있는 공간 내에서 전등 제어에 보다 효율적으로 사용되어 교유가 시대에너지 절약에 도움이 될 수 있다. 또한 교실이나 사무실 내부에 사람의 유무를 판단한 정보를 유선 혹은 무선 방식으로 관리실에 전달하는 간단한 네트워크와 연계된다면 기초 보안 및 모니터링 시스템으로도 활용가치가 있을 수 있다. 그러나 향후 홈 네트워크 등 다양한 분

야에 적용되기 위해서는 감지 범위의 확장 및 민감도 부분에 대한 연구가 지속되어야 할 것으로 보여 진다.

## 참고문헌

- [1] 정병목, “인체 감지 센서에 의한 조명제어의 최적 운용,” pp.1~3, 한국 교육 학술 정보원, 1998.
- [2] 문광명, 김경만, 이영희, 이황재, “센서의 이해와 실험,” pp.185~192, 태영문화사, 2005.
- [3] 진달복, “PIC16C74와 그 응용,” pp.20~31, 양서각, 2001.
- [4] 김현후, 이상경, 이상돈, “기초 센서 소자 및 응용실험,” pp.33~42, 내하출판사, 2004.
- [5] 이종락, “초음파와 그 사용법,” pp.14~23, 세화, 1997.

한영오

1998년 8월 연세대학교 대학원 전기공학과(공학박사)

1996년 3월 ~ 현재 남서울대학교 전자공학과 부교수

주관심 분야 : 디지털 신호처리 및 응용, 홈 네트워크 시스템, U-health 시스템