

Development of Individual Trespassing Detector for Building

金 名 鎬[†]
(Myung-Ho Kim)

Abstract - In this work, an individual trespassing detector using a PIR sensor to detect infrared rays only between the range of 9.4~10.4μm radiated from the body is proposed.

This detector using PIR sensor detects not insect or object but human body. It doesn't restrict the inhabitant's behavior because the filter of PIR sensor is designed to have face angle and the detector only detects the window area.

The existing wide angle filter, RIR sensor, detects 30° angle while the face angle filter sensor on this paper detects 11° angle with 3cm of face angle filter from 2m of detecting distance.

In case of interruption of electric power, 250mAh of lithium-ion battery has worked for 10 hours consuming 22mA in normal state. Meanwhile, in case of interruption of electric power, 250mAh of battery has worked for 4 hours consuming 60mA in trespassing detecting state.

Projector, receptor, controller and alarm are put on one PCB in order to make it convenient to install without any special installation skill.

Key Words : Trespassing Detector, PIR Sensor, Face Angle Filter

1. 서 론

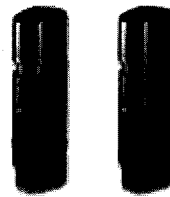
적외선으로 수량이나 위치 등의 상태 변화를 감지하여 사용자에게 그 상태 변화를 통보하는 적외선 센서들이 사용되어 왔으며^[1] 최근에는 외부 침입자에 의해서 발생하는 각종 범죄 및 재산 피해와 같은 사회문제가 언론의 주요 소재가 되고 있는 현실에서 방범용으로 그림 1의 센서들이 폭 넓게 사용되고 있다.

그림 1(a)의 적외선 센서식 침입감지기는 투광기와 수광기 두개로 구성되며, 별도의 조절부와 알람부를 필요로 하기 때문에 설치시에 많은 공간을 필요로 한다.

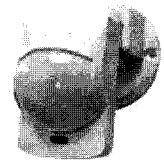
그림 1(b)의 인체감지 센서는 투광기와 수광기가 일체형으로 구성되지만 침입감지각도가 넓기 때문에^[2] 재실자의 활동이 감지되어서 부재중에만 사용해야 하는 한계가 있으며, 그림 1(a)의 적외선 센서식 침입감지기와 마찬가지로 별도의 컨트롤러부와 알람부가 필요하기 때문에 설치 시에 많은 공간을 필요로 한다.

본 논문에서는 전술한 침입감지기들의 문제점을 개선하기 위하여 그림 2와 같이 투광기와 수광기, 조절부 및 알람부를 하나의 회로 기판에 일체화시켜 일반 소비자들이 저렴한 가격으로 집안 및 사무실 등의 필요한 위치에 직접 설치하고 관리하기가 용이한 개체 독립형 침입감지기를 개발하였다.

또한 창문과 같이 외부 침입 경로의 특정 면면적만을 감지하도록 하여 재실자의 활동에 의해 경보가 발생하지 않도록 하였으며, 상용 220[V]전원으로 동작하고 배터리를 예비전원으로 사용하여 갑작스러운 정전이나 침입자가 강제로 전원을 차단하였을 때 감지기능이 상실되는 것을 방지하였다.



(a) 적외선 센서식



(b) 인체감지 센서식

그림 1 침입감지기

Fig. 1 Trespassing detector

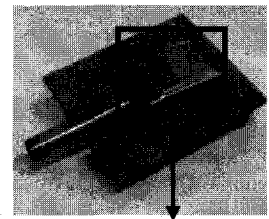
2. 본 론

2.1 주요회로 구분

개체 독립형 침입감지기는 그림 2와 같이 침입자의 움직임을 감지하는 센서부, 개체 독립형 침입감지기의 알고리즘을 구현하는



(a) 전면부



(b) 후면부

그림 2 개체 독립형 침입감지기

Fig. 2 Individual Trespassing Detector

[†] 교신저자, 正會員 : 暎園大學 建築設備工學科 正教授 · 工博

E-mail: ibs@kyungwon.ac.kr

接受日字 : 2008年 9月 23日

最終完了 : 2008年 10月 24日

CPU부, 전원을 구동전압(3.7[V])으로 변환하고 예비 전원인 배터리를 포함하는 전원부 및 침입자를 감지하였을 때 동작하는 LED와 고음 부저로 구성된 알람부로 구성되어, 가로 70[mm]×세로 50[mm]×두께 18[mm]의 크기를 가진다.

2.2 센서부

본 논문에서 사용한 센서는 해충이나 새와 같은 감시 재외 대상에 대하여 오동작을 하지 않도록 하기 위하여 인체 온도 36.5[°C]에서 방사하는 적외선 9.4~10.4[μm]범위만을 감지하는 PIR (Pyroelectric Infrared Radial, 이하 PIR)센서^{[3][4]}를 사용하였다.

기존 PIR 센서는 감지거리가 직선거리 5[m]이내를 감지하며 그림 3과 같이 감지거리 2[m]에서 30[°]의 넓은 감지각도를 가지기 때문에, 재실자가 실내에서 활동을 하게 되면 재실자의 움직임을 감지하여 경보를 발생시킨다. 따라서 기존의 PIR센서는 재실자가 없는 부재중에만 건축물내로의 침입자를 감지하는 한계를 가지고 있다.^[5]

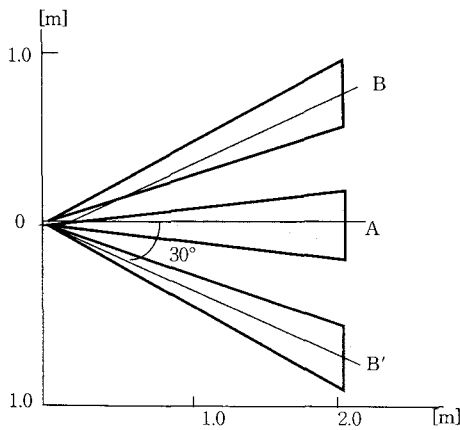


그림 3 기존 PIR 센서의 감지각도 및 감지거리
Fig. 3 Detecting angle and distance of existing PIR sensor

그러나 본 논문의 개별 독립형 침입감지기의 PIR센서는 재실자의 활동에 경보를 울리지 않도록 하기 위하여 그림 3 A영역의 평면형태의 면면적만을 감지하는 면각필터를 사용하였다.

면각필터는 PVC소재로 된 0.5[Ø]원통형 관에 광흡수제를 도포하여 제작하였으며, 그림 4와 같이 면각필터의 길이 변화에 따른 감지되는 면적의 각도를 측정하였다.^[6]

실험 결과는 표 1과 같이 기존 PIR센서의 감지각도 30[°]에 비하여 면각필터를 사용하면 감지각도가 14[°] 이하가 되는 평면형태의 면적을 감지하며, 또한 2[cm]의 면각필터를 사용하였을 때보다 3[cm]의 면각필터를 사용하였을 때 더욱 평면 형태의 면면적을 감지하였으며, 이것은 표 1 및 그림 5와 같다.

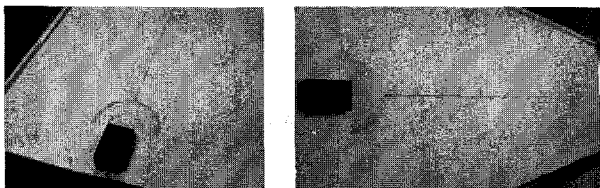


그림 4 면각필터를 사용한 면면적 감지각도 실험
Fig. 4 Face area detecting angle experiment using face angle filter

표 1 면각 필터를 사용한 감지각도

Table 1 Detecting angle using face angle filter

면각필터의 길이 2 [cm]		면각필터의 길이 3 [cm]	
감지거리 [m]	감지각도 [°]	감지거리 [m]	감지각도 [°]
0.1	0	0.1	0
0.5	4	0.5	0
1	5	1	4
1.5	9	1.5	8
2	14	2	11

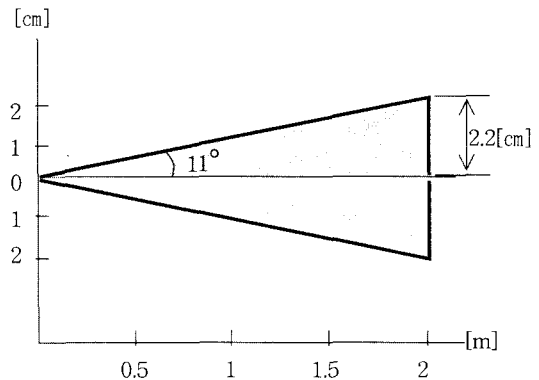


그림 5 3[cm]의 면각필터를 사용한 감지각도
Fig. 5 Detecting angle using face angle filter of 3[cm]

면각필터 PIR센서를 사용하여 그림 6과 같이 신호 정류 및 논리 회로를 설계하였다.

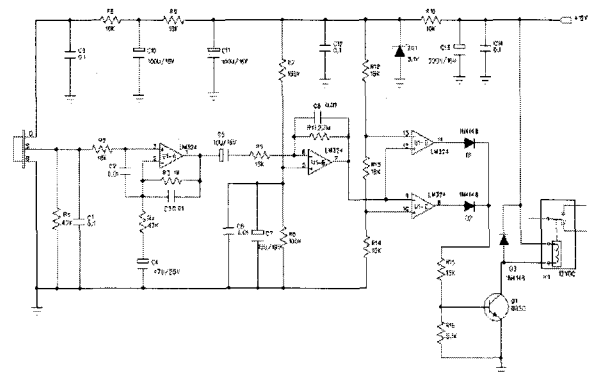


그림 6 면각필터 PIR 센서 회로도
Fig. 6 PIR sensor circuit using face angle filter

그림 6의 회로를 구현하였을 때 감지거리를 조절하기가 어렵고 감지하였을 때 발생하는 신호가 그림 7의 파형 (a), (b)와 같이 일정하지 않기 때문에 CPU에서 감지신호를 인식하지 못하거나 오작동하는 경우가 발생하였다.

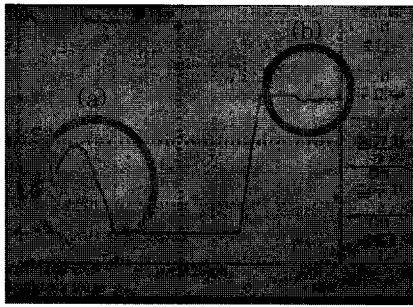


그림 7 면각필터 PIR 센서의 감지 신호 파형
Fig. 7 Detecting signal wave form of PIR sensor using face angle filter

그림 6 회로에서 발생하는 노이즈를 제거하고 감지 신호의 안정화를 위하여 그림 8과 같이 컨트롤 칩(M7616, JC Co.)을 사용하여 개선하였고 그 결과 감지신호가 그림 9와 같이 안정적인 파형을 나타내었다.^[7]

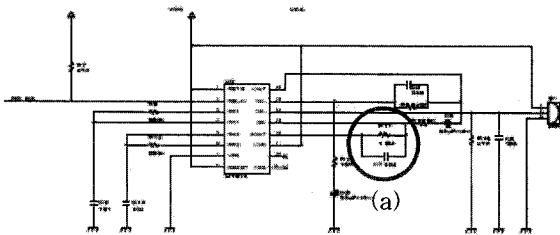


그림 8 감지신호가 안정적으로 개선된 면각필터 PIR센서 회로도
Fig. 8 Improved PIR sensor circuit of face angle filter with stability

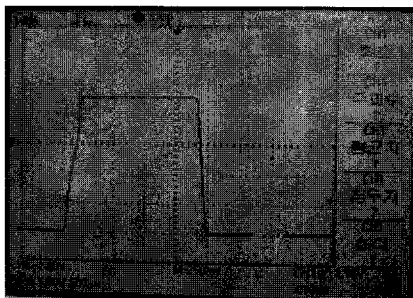


그림 9 개선된 면각필터 PIR센서 회로에서 측정된 감지 신호 파형
Fig. 9 Detecting signal wave form measured with improved circuit

재실자의 실내 움직임에 경보를 발생하지 않도록 하기 위하여 그림 8(a)의 저항값[Ω]을 변화시켜 감지거리를 조절하는 실험을 하였으며, 그 결과는 표 2와 같이 350[kΩ]에서 2[m]를 감지하였다.

외부로 부터의 침입경로가 주로 크거나 작은 창문이라는 점을 감안할 때, 본 논문의 면각필터 PIR센서는 감지거리가 2[m]이며 침입경로의 면으로부터 11[°]의 각도를 감지하므로 재실자가 창문에 근접하지 않는 한 재실자의 실내 거동에 경보를 발생하지 않는다고 사료된다.

2.3 알람부

알람부는 재실자에게 침입여부를 통지하는 기능을 가지고 있으며 경광회로와 경음회로로 구성된다.

표 2 저항값[Ω]과 감지거리[m]

Table 2 Resistance[Ω] and detecting distance[m]

①의 저항[Ω]	감지거리[m]
1.5 [MΩ]	4.5
1 [MΩ]	3.5
820 [kΩ]	3.2
470 [kΩ]	2.3
390 [kΩ]	2.1
350 [kΩ]	2.0
330 [kΩ]	1.8
300 [kΩ]	1.3
280 [kΩ]	0

경광회로는 고휘도 LED를 사용하여 인지성을 높였고 침입을 감지하였을 때 반복 점멸되도록 알고리즘을 구성하였다.

경음회로는 제프크기를 소형화하기 위하여 3.7[V] 전원으로 80[dB]의 경보음을 발생하는 부저로 구성하였다.

2.4 전원부

전원부는 220[V] 상용전원을 5[V]의 어댑터로 전원을 공급하고 레귤레이터를 사용하여 3.7[V]로 감압하여 회로를 구동하고 배터리를 충전한다.

동작전류량은 정상상태에서 센서부와 CPU부가 22[mA]의 전류를 소모하고, 침입 감지 상태에서 센서부, CPU부 및 알람부가 60[mA]의 전류를 소모한다.

정전시 정상상태에서는 그림 10과 같은 250[mAh]의 리튬이온 배터리가 22[mA]를 소모하면서 10시간동안 동작하며, 정전시 침입을 감지하였을 때에는 60[mA]를 소모하고 4시간동안 동작을 유지한다.

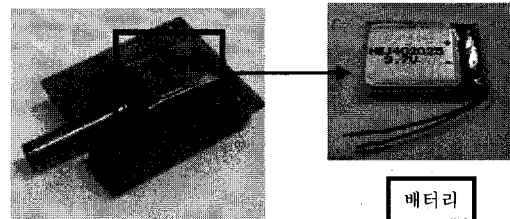


그림 10 3.7[V] 리튬이온배터리
Fig. 10 3.7[V] Lithium Ion Battery

2.5 CPU 부

스위치를 켜면 전원이 공급되고 있음을 표시하는 동작 LED(녹색)가 점멸되고, 침입이 감지되면 침입감지 LED(적색)가 지속적으로 점멸되면서 부저음을 발생하며, 배터리 잔량은 부저음 없이 적색의 LED 점멸로 통보하도록 그림 11의 CPU(ATMEGA8, ATMEL사)에 프로그램 되어 있으며 그 알고리즘은 그림 12와 같다.

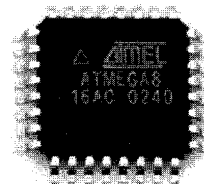


그림 11 CPU
Fig. 11 CPU

참 고 문 헌

[1] 하경남, “스마트 홈을 위한 PIR 센서 기반 실내 위치 인식 시스템 개발”, 제어·자동화·시스템공학 논문지, Vol. 12, No. 9, pp. 905-911, 2006.
 [2] PIR SENSOR Co., “Pyroelectric Infrared Radial Sensor”, D203s, pp. 1-6,
 [3] 이동선, “인체감지 조명기술을 이용한 에너지절약”, ESCOS지, 5, pp. 46-55, 2000.
 [4] 민원기, “적외선센서의 원리와 선정방법”, ESCOS지, 9, pp. 54-59, 2001.
 [5] 김현희, “PIR 센서 기반 실내 위치 인식 시스템의 센서 배치를 위한 성능지수”, 한국정밀공학회지, 24권 6호, pp. 37-44, 2007.
 [6] 기술표준원, “초전형 적외선센서의 시험방법”, 규격번호 KSC6567, 2004.
 [7] MOSDESIGN SEMICONDUCTOR CO., “M7616 DATASHEET”, 2007.3.12.

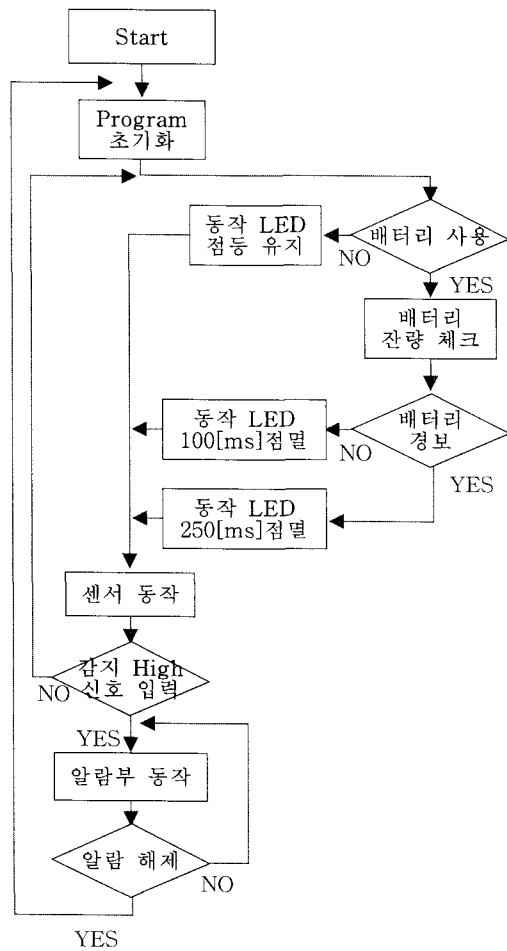


그림 12 개체 독립형 침입감지기 플로어 차트
 Fig. 12 Flow chart of individual trespassing detector

저 자 소 개



김 명 호 (金 名 鎬)

1989년 강원대 전기공학과 졸업. 1991년 광운대 대학원 전기공학과 졸업(공학석사). 1995년 광운대 대학원 전기공학과 졸업(공학박사). 1996년 동경 공업대학 전자물리학과 Post Doctor. 2008년 CarnegieMellon 대학 건축과 Visiting Scholar. 2008년 경원대학교 건축설비공학과 교수

3. 결 론

동물이나 곤충에 의한 오동작을 방지하고 인체에서 방사하는 적외선만을 감지할 수 있도록 PIR센서를 사용하였으며, 전문적인 설치기술이 없어도 손쉽게 원하는 위치에 설치할 수 있도록 투광기와 수광기, 조절부 및 알람부를 하나의 회로기판에 일체화시켰고, 정전이나 침입자에 의해 전원이 차단되어 침입감지기능이 상실되는 경우를 방지하기 위하여 배터리를 사용하였다.

또한 창문을 열어 놓고 실내 활동을 하게 되는 하절기에 재실자의 실내 활동은 감지하지 않고 창문을 통한 침입자만을 감지하여 재실중에도 방법기능이 유지될 수 있도록 하기 위하여 평면적의 각도를 감지하는 면각필터 PIR센서를 사용하였다.

- (1) 기존 광각 필터 PIR센서는 30° 각도를 감지하였지만, 본 논문의 면각필터 PIR센서는 최대 11~14°의 각도를 감지하였다.
- (2) 면각필터의 길이가 3[cm]일때 감지거리 2[m]에서 11°의 각도를 감지하였다.
- (3) 저항값[Ω]이 커질수록 감지거리가 길어졌으며, 350[kΩ]에서 2[m]거리를 감지하였다.
- (4) 정전시 정상상태에서 250[mAh]의 리튬이온 배터리가 22[mA]를 소모하면서 10시간동안 동작하였으며, 정전시 침입 감지상태에서 250[mAh]의 리튬이온 배터리가 60[mA]를 소모하면서 4시간동안 동작하였다.