

블루투스 및 PIR, 초음파 센서를 이용한 위험감지 시스템

김규태 김상훈*

*한경대학교 전기전자제어공학과

e-mail: kimsh@hknu.ac.kr

Risk detection system using Bluetooth, PIR, and ultrasonic sensor

Kyu-Tae Kim*, Sang-Hoon Kim*

*Dept of Electrical, Electronic and Control, Hankyong National University

요 약

본 논문은 무선통신 중 하나인 블루투스를 이용하여 일반적인 센서로 이루어진 보안시스템, 보행, 주행 중 주변 감지 등 야간에 시야 확보가 잘 되지 않거나 예기치 못한 상황 속 사람을 인식하지 못해 야기되는 문제를 사용자에게 즉시 알려줌으로써 문제를 해결할 수 있고, 블루투스로 정해진 입력 값을 넣어주면서 시스템을 임의로 조작하여 해결하고자 PIR 센서로 사람 인식 후, 일정 거리 안으로 들어오면 초음파 센서로 인식해 버저가 울리며 무선통신 중 하나인 블루투스로 사용자에게 알려주고 시스템을 블루투스로 제어할 수 있는 강화된 디지털화 된 시스템으로 IT 관련 기술을 활용하였다.

1. 서론

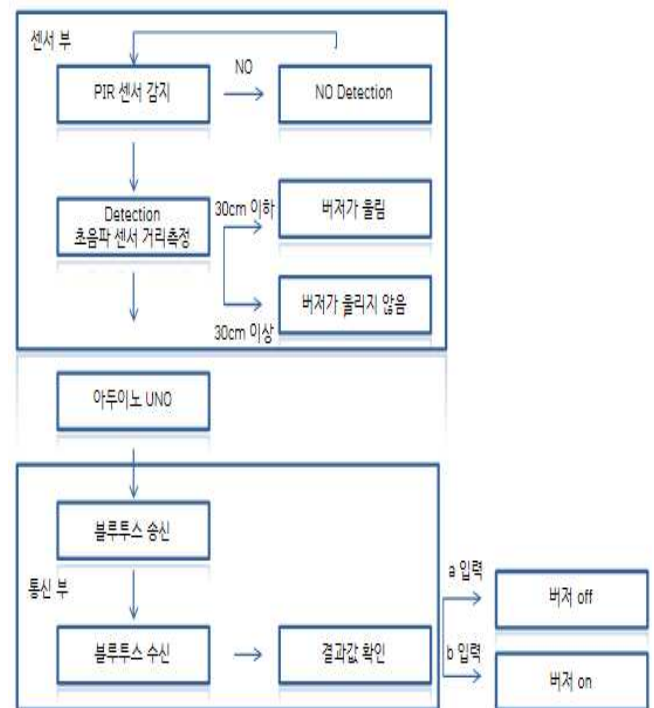
본 논문에서는 PIR 센서를 이용해 센서 주변 사람을 감지하고, 초음파 센서 거리측정을 이용하여 사람과 센서의 거리를 측정하여 결과를 무선통신 중 하나인 블루투스 통신을 통해 사용자에게 전달하는 시스템을 구현하였다. 일반적으로 블루투스 통신을 사용하지 않을 시 안전사고, 또는 시스템이 지능을 갖고 있지 않아 시스템 스스로 해결하지 못하는 예기치 못한 상황의 신호를 사용자에게 송신하고 블루투스로 설계해 놓은 시스템을 조작하여 관리하는 시스템을 구성하였다. 위 실험은 아두이노 UNO를 이용한 실험으로 이루어졌으며, 환경에 따라 변하는 값들을 측정하기 위해 실내, 실외 두 곳에서 실험한 결과 값을 비교하고 또한 블루투스 송, 수신 정확도 실험도 진행할 것이다. 초음파, PIR 센서로 거리를 측정, 블루투스로 측정 값을 송신하고, 나아가 일정 거리 안에 도달하면 자동 경고 시스템으로 주변에 알린다. 이를 응용하여 보행, 주행 중 주변 감지를 효율적으로 사용할 수도 있고, 보안 감시 시스템으로 응용하여 디지털화된 시스템으로 설계하였다. [1]

2. 본론

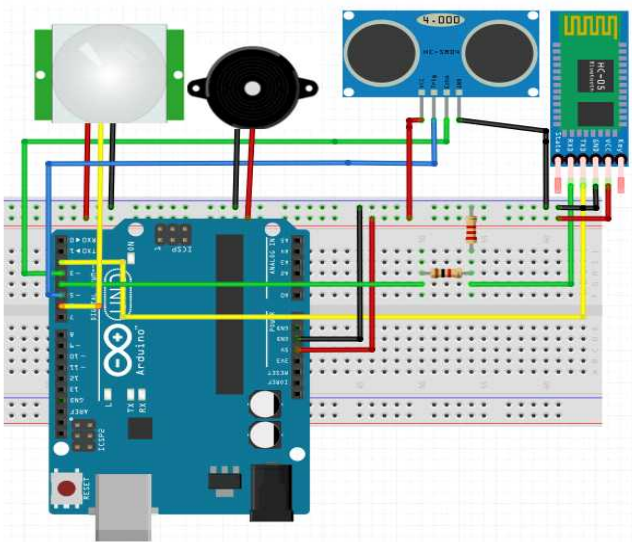
2.1. 시스템 설계

본 시스템은 PIR 센서 사람인지, 초음파 거리측정, 시스템을 제어하는 아두이노, 블루투스 기반의 근거리 무선통신으로 나타내었다. PIR 센서로 사람을 인식하고 그 후 초음파 센서로 거리를 측정하고 계산하며 30cm 이내에

들어오면 버저가 울린다. 그리고 나온 값을 아두이노 UNO에 저장한다. 계산된 값은 무선 통신인 블루투스를 통하여 전달되고 사용자가 원하는 상황에 맞춰 블루투스에 연결된 통신장치에 입력을 넣어 본 시스템을 제어한다. 이번 실험에서의 수동조작 상황은 버저의 on, off 조작을 진행하였다. 이를 그림 1에 나타내었다.



<그림 1> 시스템 설계 알고리즘



<그림 2> 회로 설계도(버저의 input은 아두이노 11핀에 연결, 왼쪽부터 PIR 센서, 버저 센서, 초음파 센서, 블루투스)

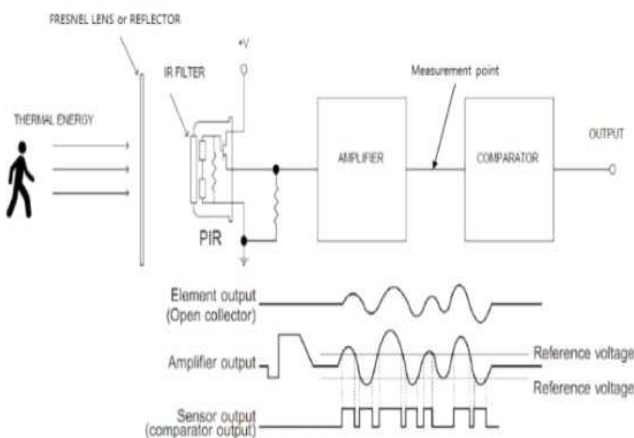
2.2. 센서 설계

2.2.1 PIR 센서

목록	값
감지 범위	3~7M
감지 각도	110°
공급 전압	4.5~200V(DC)
지연 시간	5~200s

<표 2-1> PIR 센서(DYP-ME003) 규격

PIR 센서는 발광 부가 따로 없으며 온도를 가지는 모든 물체는 복사선으로 방출하는데 이 적외선의 변화량을 감지하여 사람의 존재 여부를 감지한다. PIR 센서의 초전 소자에 적외선이 입사되면, 소자의 주변 온도 상승이 발생하고 평형상태가 무너지는 초전효과(Pyro-electric Effect)가 나타난다. 이때의 전압변화를 이용하여 센서가 동작하게 된다. 주로 움직임 탐지용으로 사용된다. [2]



<그림 3> PIR 센서의 동작원리

PIR의 감지영역에 맞게 측정 범위를 110° 안으로, 주변 온도의 파장의 길이를 측정하여 사람을 측정하기 때문에 온도가 높은 장소는 피하여 설계한다. [3]

2.2.2 초음파 센서

목록	값
입력전압	5V
유효 측정 각도	15°
유효 측정 거리	2~500cm
해상도	0.3cm
크기	2.0*4.3*15.cm
동작 전압	5V

<표 2-2> 초음파 센서(HC-SR04) 규격

초음파 센서에 5v 전압을 흘려주고 아두이노UNO에서 펄스를 내보내 거리를 측정한다. 초음파 센서는 음파는 압전 효과(Piezoelectric Effect)원리를 이용해 물체에 반사되어 돌아오는 시간을 측정하여 음파의 속도를 이용해 거리를 측정한다. [3]

$$d = \frac{t \cdot c \cdot \cos\theta}{2} \quad (c=\text{음속}) \quad \text{즉, 상온에서의 음파의 속도는 } 331.5+0.61T(T=\text{온도}), \text{ 약 } 340\text{m/s} \text{이다. [4]}$$

2.2.3 블루투스

통신 방법	블루투스 2.0 무선 시리얼 통신
동작 범위	~10M
동작 전원	3.6~6V
사용 전력	~30mA
모듈 크기	3.6*1.5cm

<표2-3> 블루투스(HC-05) 규격

블루투스는 근거리 무선통신으로 ISM(Industrial Scientific and Medical) 주파수 대역인 2400~2483.5MHz를 사용한다. 또한, 블루투스는 다른 시스템의 전파 간섭을 피하고자 마스터(Master), 슬레이브(Slaver) 구성으로 안정적으로 연결한다. 본 논문에서는 송신 측 모듈의 센서들을 이용한 거리측정을 하고 측정된 거리를 계산 후 수신하고 수신 측으로 보낸 뒤 수신 측에서 블루투스를 통해 입력 값을 처리하도록 시스템을 구성하였다. [5]

3. 실험 및 고찰

본 실험은 PIR 센서, 초음파 센서의 거리측정, 정확도, 거리별 데이터 정확률을 측정하기 위해 실외, 실내 사람의 수를 다르게 하고, 블루투스 통신 거리측정도 마찬가지로 실내, 실외, 그리고 문이 닫혀 있을 때 3가지 조건을 가지고 실험을 진행하였다.

3.1 PIR, 초음파 센서 거리 측정 실험

실외(24℃), 실내(18℃) 환경에서 안드로이드 Bluetooth Terminal Application을 통해 실험했으며, 실험 결과는 다음과 같다.

```
Distance : 46cmdetection
Distance : 45cmdetection
Distance : 16cmdetection
Distance : 18cmnot detection
not detection
detection
Distance : 18cmdetection
Distance : 17cmnot detection
```

<그림 4> 사람 한 명, 실내에서의 측정 결과

```
Distance : 28cmdetection
Distance : 28cmdetection
Distance : 27cmdetection
Distance : 27cmdetection
Distance : 27cmdetection
Distance : 28cmdetection
Distance : 30cmdetection
Distance : 48cmdetection
Distance : 26cmdetection
Distance : 31cmdetection
```

<그림 5> 여러 명의 사람, 실내에서의 측정 결과

그림 4와 같이 사람이 한 명 있을 때 측정이 이루어질 때는 대상과의 거리가 잘 측정이 되었지만, 가끔 not detection 되는 경우가 발생하였고, 그림 5는 그림 4와 달리 not detection 되는 결과값 없이 값이 잘 측정되는 것을 볼 수 있다. 이런 이유가 발생하는 이유는 PIR 센서의 주변 환경 온도측정 오류다.

```
not detection
not detection
not detection
not detection
not detection
not detection
not detection
not detection
not detection
not detection
not detection
not detection
not detection
```

<그림 6> 실외에서의 측정 결과

그림 6과같이 실외에서는 측정이 잘 되지 않는 것으로 나타난다.

```
Distance : 40cmdetection
Distance : 22cmnot detection
not detection
not detection
not detection
not detection
not detection
not detection
not detection
not detection
not detection
not detection
```

<그림 7> 문이 닫혔을 때 측정 결과

실험 결과 그림 7과 같이 측정 중 문을 닫고 송신기로부터 멀어지자 약 5M 정도에서 연결이 끊어진 것을 알 수 있다.



<그림 8> 입력 값 출력화면

입력 값을 블루투스를 통해 시스템에 넣어주면 버저가 on, off 되는 과정 실험

4. 결론

본 논문에서 구현한 블루투스 및 PIR, 초음파센서를 이용한 위험감지 시스템은 보행, 주행 중 주변 감지, 보안시스템으로 일정 영역 안에 들어오는 주변 장애물, 외부인을 통제하는 목적으로 설계되었다. 버저는 정확하게 일정 거리 안에 들어오면 잘 작동하는 것을 확인했고, PIR 센서의 적외선 스펙트럼감지 원리로 인해 한 명일 때보다 여러 명일 때 더욱 측정이 잘 되는 것을 알 수 있다. 또한, PIR 센서는 실내에서는 측정이 잘 되었지만, 실외에서는 PIR 센서가 적외선을 이용한 센서이다 보니 측정이 원활하게 진행되지 않았고 실외, 실내에서의 초음파 센서의 오차 값은 온도 차이가 크게 나지 않는 두 영역에서의 실험 결과 큰 차이를 볼 수 없었다. 블루투스의 통신 거리는 실내에서보다 실외에서 더욱 잘 나타났고 문을 통해 블루투스의 통신을 막았을 경우 약 5M까지는 통신이 안정적인 것을 확인했다. 또한, 설계 내용에 따라 사용자가 원하는 입력 값을 넣었을 때 시스템 조작이 원활하게 이루어졌다. 따라서 PIR 센서를 이용할 경우 실외에서의 사용은 부정확해 실내에

서만 사용하며 정교한 센서를 이용해 오차를 고려하고, 통신이 차폐되는 영역에서 통신 거리를 높이는 시스템의 구성 및 동작이 실용성을 고려한 추가적인 보완이라고 생각한다.

참고문헌

- [1] 박준훈, 김진민, 박민규, 블루투스 및 초음파 센서를 이용한 위험감지 음성 시스템 설계, 2008
- [2] 애플시드, PIR 센서의 동작 원리, 2017
- [3] 정연우, 조성원, 정선태, PIR 센서 기반 침입감지 시스템, 2016
- [4] 황원준, 초음파센서 기반 자율주행 로봇의 장애물 회피에 관한 연구, 2015
- [5] 김홍빈, 김태운, 최우열, IOT 디바이스 블루투스 통신을 이용한 미아방지 시스템 개발, 2018