

초음파 센서를 이용한 사각지대 감지장치

한희선*, 유병규*, 전의식*
*공주대학교 기계자동차공학부
e-mail:osjun@kongju.ac.kr

Blind-spot Detection Devices using Ultrasonic Sensors

Hee-Sun Han*, Byung-Kyu Yoo*, Euy-Sik Jeon*

*Department of Mechanical & Automotive Engineering,
Kongju National University

요 약

현재 첨단기기를 활용한 많은 지능형 자동차 연구개발이 급속히 발전하고 있는 추세이다. 사전 기술은 운전자의 운전미숙 때문에 생긴 돌발 상황을 대처할 수 있는 기능을 갖춘 첨단 자동차 안전장치의 용도제한과 고비용으로 대중화 되지 못했다. 그러므로 안전장치의 개발은 미숙한 운전자들의 안전 운전을 위해 사각지대 감지 장치가 필요하다. 사각지대에 관련된 연구 동향으로써는 사각지대 거울에서부터 사각지대 충돌회피시스템 등 여러 가지의 특허들도 연구된 상태이다. 본 논문에서는 초음파센서와 서보모터 및 기타 LED장치를 사용하여 새로운 기술적 메커니즘을 제안했다. 사각지대를 감지하기 위한 초음파 센서의 적절한 위치를 설계하였고, 회로도를 설계하여 모형으로 사각지대 감지장치를 구성하였다. 성능을 검증하기 위한 실험에서는 이동하는 물체와 동일선상에서의 물체를 감지하는 두 가지 방법으로 사각지대 감지테스트를 완료 하였다.

1. 서론

미래 지능형 자동차의 첨단장치가 현재 많은 연구개발을 통하여 급속히 발전해 가고 있는 추세이다. 초기에 자동차의 편의성을 추구하는 장치위주의 연구에서 차량의 사고를 미연에 방지하기 위한 안전장치로 넘어가고 있는데 현재 많이 사용되고 있는 CCD 카메라, 후방 감지기 등 안전장치가 대중화 되어가고 있다. 하지만 사각지대에 관한 정보는 다른 장치들과 비교 하였을 때 많이 알려져 있지 않고 현재 고급승용차에만 장착 되어 나오고 있어 고급승용차만이 사용하는 장치가 아닌 모든 차종에 장착할 수 있도록 저비용의 제품을 연구하고 운전미숙으로 인한 사고를 예방하고자 사각지대 감지 목적을 두었다. 이 연구를 진행함으로써 사각지대에 대한 인식을 더욱 더 강화할 수 있고 그 필요성으로는 장착전과 장착 후를 비교하였을 경우 그 효과는 클 것으로 보인다.

연구동향으로 사각지대와 초음파 센서에 관한 특허를 검색해본 결과 자동차 사각지대용 거울¹⁾에서부터 차량의 사각지대 감지를 통한 충돌회피시스템

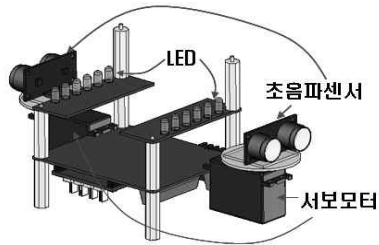
2) 및 자동차의 사각지대 물체 감지장치³⁾ 등 여러 가지의 특허들이 검색 되었다. 사각지대에는 주로 사이드미러에 관련된 특허들이 많았고, 초음파센서에 관련된 특허는 주로 장애물을 감지해내는 장치 대부분이었다. 현재까지 초음파 센서를 사용하여 사각지대를 감지하는 특허도 많이 연구 완료된 상태이다.

본 논문에서 개발한 차량 사각지대 감지 시스템은 초음파 센서를 이용하여 사각지대 내의 물체를 감지하기 위하여 소형화된 저가의 시스템이다. 이 시스템은 서보모터에 의해 회전하는 초음파 센서가 사각지대의 장애물이나 차량을 감지하여 LED를 통해 시각적으로 운전자에게 알려주는 원리이다. 프로그램을 통하여 서보모터의 회전속도를 조정 할 수 있고, 초음파 센서의 감지 거리를 설정 할 수 있다.

2. 시스템 구성

초음파 센서를 이용한 차량 사각지대 감지 시스템의 전체 구성은 그림 1과 같이 크게 초음파를 발사하는 발신부, 사각지대 내의 장애물에 의해 반사되

는 초음파를 감지하는 수신부, 센서의 회전성능을 제어할 서보모터, 그리고 전체 시스템을 통합 제어하는 2560BK(AVR)로 구성 되어있다. 또한 초음파 센서에 의해 감지된 출력값을 운전자에게 시각적으로 표현하기 위하여 좌우를 각각 LED로 구성하였다.

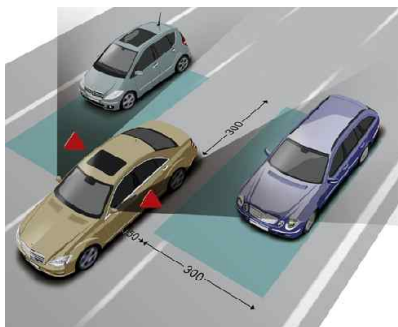


[그림 1] System Configuration

2.1 사각지대 감지를 위한 센서 설계

사각지대 감지를 하기 위해서 가장 중요한 것은 사각지대의 거리에 따른 초음파 센서의 각도 설계이다. 초음파 센서는 정확한 감지가 가능하도록 장치의 부착 위치를 사이드미러 하단부로 정하였다. 후방의 차량을 감지할 때에는 차량의 가장 앞부분인 하단 범퍼를 감지하도록 센서를 설계 하였다.

그림 2에서는 일반 도로에서의 차선의 크기와 후방 차량과의 거리에 의해 초음파 센서의 알맞은 감지 범위를 표 1과 같이 설정하였다.



[그림 2] Lane and the distance between vehicles

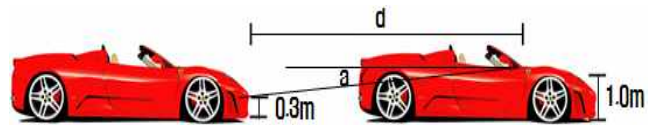
[표 1] 차량의 길이 및 센서의 감지 범위

| 길이(m) | | 센서의 감지 범위(m) |
|------------------|-----|--------------|
| 차선 폭 | 3 | 최소 3 |
| 사이드미러에서 지면 간의 거리 | 2.5 | 최대 6 |
| 후방 차량 간의 거리 | 3 | |

표 1에서와 같이 차선의 폭이 3m이므로 바로 옆 차량을 감지하기 위하여 센서의 감지 범위를 최소

3m로 하였다. 사이드 미러에서 차량의 끝부분까지의 거리는 2.5m이고 후방 차량과 안전거리는 최소 2m이상이므로 그림 2에서는 후방 차량과의 거리를 3m로 하였다. 그러므로 센서의 최대 감지 범위는 6m가 된다.

차량의 사이드미러 하단부에 일체화된 장치를 부착하여 후방에서 오는 차량이나 차선을 변경하여 이동하는 차량을 감지 할 때 가장 먼저 감지되는 차량의 앞부분을 기준으로 하여 센서를 설계하도록 하였다.



[그림 3] Determination of sensor angle

그림 3에서와 같이 차량의 센서 감지 할당 부분을 앞 범퍼 부분으로 정하여 초음파 센서가 차량의 범퍼 부분을 감지 할 수 있도록 수직각도는 초음파 센서의 측정 범위와 장착 높이 그리고 대상차량의 센서감지 지점을 고려하여 센서의 수직 각도를 설정하였다.

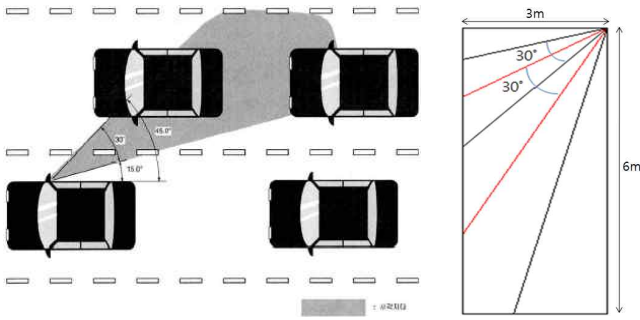
센서의 수직 각도를 계산하기 위하여 d를 3~6m로 설정하였고, 식(1)에 의해 센서 평균 각도는 표 2와 같다.

$$a = \tan^{-1}\left(\frac{d}{0.7}\right) \quad (1)$$

[표 2] 센서의 수직 평균 각도

| d(m) | a | 평균 각도 |
|------|----------|-------|
| 3 | 1.341564 | 5° |
| 4 | 1.397551 | |
| 5 | 1.4317 | |
| 6 | 1.454655 | |

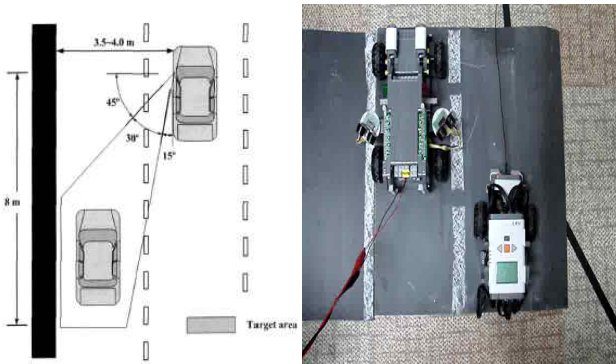
그림 4와 같이 차량의 사각지대는 Shaffer⁴⁾ 등이 차량의 차체 측면을 기준으로 13°~45°영역으로 정의 하였다. 시야가 확보되지 않는 영역을 약15°~45°의 영역으로 정의하여 사각지대 부분까지 센서가 감지를 하기 위해 서보 모터를 부착하여 30°씩 6구간으로 서보 모터가 왕복 회전을 하여 사각지대 부분까지 초음파 센서가 감지 되도록 설계를 하였다. 빨간 선은 초음파 센서 지향 방향이고, 지향각은 30°로 설정하였다.



[그림 4] Blind spot area of the vehicle and Viewing Angle

2.2 이동하는 물체감지 연구

차량이 이동할 때를 가정하여 그림 5와 같이 이론적으로 연구를 하였다. 실제 차량을 기준으로 초음파 센서가 우측 차량이 이동할 때 감지해 내는 범위를 대략 임의로 각도를 지정하였다. 초음파 센서는 차량을 감지하기 위하여 서보모터에 의해 실시간으로 180°의 6구간을 감지하게 된다.



[그림 5] Moving object detection

[표 3] 이동하는 물체감지에 대한 LED변화

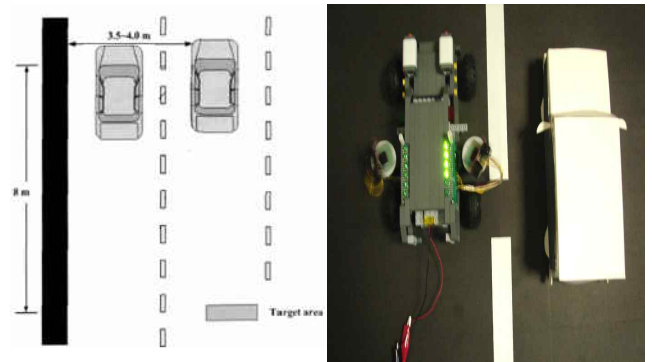
| 구간 | 후방차량감지 후 LED변화 | 차량이동시 LED변화 |
|----|----------------|-------------|
| 1 | ○ | ○ |
| 2 | ○ | ○ |
| 3 | ○ | ○ |
| 4 | ○ | ● |
| 5 | ○ | ● |
| 6 | ● | ○ |

표 3과 같이 이동하는 물체감지의 LED변화는 차량이 이동함에 따라 초음파 센서는 회전하여 감지했던 곳을 재감지해 물체의 유무를 파악하게 된다. 점등된 LED에서 물체가 없는 구간은 LED를 소등하고 물체가 있는 구간이라면 LED는 계속 점등되게 된다.

2.3 동일 선상에서 물체감지 연구

차량 주행 시 고속으로 운행하다보면 그림 6과 같이 옆 차량과 동일선상으로 주행하는 경우가 발생하므로 그 경우에 대하여 연구하였다.

주행 중 동일선상에 차량이 정렬된다면 센서가 1구간에서 6구간까지의 감지를 하게 된다. 이때, 물체가 감지된 구간에 LED가 점등되고 센서가 다시 왕복 하면서 물체가 감지되었던 구간을 다시 감지하여 물체의 유무를 파악하게 된다.



[그림 6] Stationary object detection

[표 4] 동일 선상에서 물체감지에 대한 LED변화

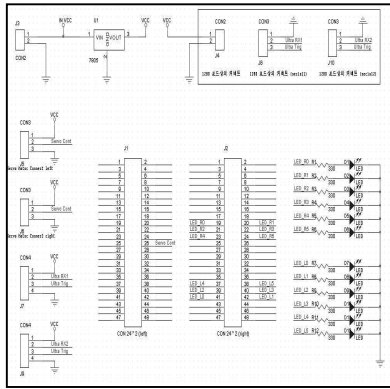
| 구간 | 동일 선상에서 LED변화 |
|----|---------------|
| 1 | ● |
| 2 | ● |
| 3 | ● |
| 4 | ● |
| 5 | ○ |
| 6 | ○ |

표 4는 동일 선상에서 물체를 감지하였을 때 LED의 변화이다. 차량이 동일 선상이므로 LED는 감지된 구간만 점등되며 구간차량이 이동되었다면 물체가 없어지게 되므로 LED는 소등하게 된다.

3. 하드웨어 구성 및 알고리즘

3.1 하드웨어 설계

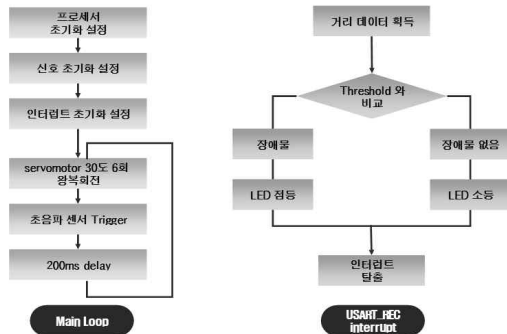
회로도의 구성은 그림 7과 같다. 이는 초음파 센서 커넥터와 servomotor 커넥터, Atmega, LED로 구성된 모듈을 구현하기 위한 회로도이다. Atmega를 중심으로 회로도를 구성하였고 Atmega의 J1에 26번 핀에 servomotor 커넥터가 접합되고 J2의 19번부터 24번과 37번부터 42번 핀의 각각에 LED가 접하게 된다. 초음파센서 커넥터는 Atmega와 직접적으로 연결되지 않고 커넥터를 통하여 Atmega와 연결되게 된다.



[그림 7] Schematic of the configuration

3.2 장애물감지 알고리즘

그림 8와 같이 제품의 알고리즘은 먼저 AVR에 입력된 코드의 프로세서가 초기화 설정이 되면서 신호와 인터럽트가 초기화 되게 된다.



[그림 8] Configuration of the algorithm

서보모터는 30도씩 6번을 왕복으로 움직이며 서보모터가 움직일 때 초음파센서는 계속 감지를 하면서 Trigger 신호를 받게 된다. 초음파센서는 200ms로 감지를 하게 된다.

초음파 센서에서 Trigger신호를 잡게 되면 거리 데이터를 획득하게 되어 프로그램에서 장애물이 있는 없는지 여부를 판단하여 LED를 점등시키거나 소등시키게 된다.

4. 결과 및 고찰

본 논문에서 연구한 사각지대 감지장치의 성능검증을 위한 실험은 센서의 특성을 파악하기 위하여 이동하는 물체를 감지할 수 있는 성능을 알아보는 실험과 동일선상의 물체를 감지할 수 있는 성능을 알아보는 모형실험을 실시하여 성능을 검증 하였다.

현재 초음파 센서의 감지는 일정 범위에서 밖에 감지를 못하여 본 연구에서는 서보모터를 이용하여 초음파 센서를 회전시켜 감지를 일정 범위 보다 좀 더 범위를 늘려 180°를 6구간으로 나누어 차량의 사각지대를 감지하였다. 운전자에게 시각적으로 표시해주는 방법은 간단하게 LED로 구성하여 운전자가 이를 인식하여 사고를 미연에 방지할 수 있도록 하였다.

차량이 이동하는 물체를 감지할 때에는 초음파 센서가 회전하기 때문에 LED의 점등이 불안 하였다. 이는 이동하는 물체의 속도와 초음파센서의 서보모터가 회전되는 속도에 따라 다르기 때문에 각각의 속도에 관련해 문제가 되었다.

5. 결론

본 연구에서 개발한 초음파 센서를 이용한 사각지대 감지장치의 성능실험을 통하여 사각지대에 놓인 장애물이나 차량을 감지하는데 효과적인 것으로 나타났다.

향후에는 저가의 비용으로도 초음파 센서를 이용하여 차량의 사고를 사전에 방지하기 위한 기타 안전장치에 관하여 연구하고자 한다.

참고문헌

- [1] 정석하, “자동차 사각지대 용 거울”, 등록번호, 2020070015311, 2007.
- [2] 김홍섭, 허원무, 김화식, 박종섭, 김영훈, “차량의 사각지대 감지를 통한 충돌회피시스템”, 등록번호 1020070133232, 2007.
- [3] 정덕구, “자동차의 사각지대 물체 감지장치”, 등록번호 2020000008930, 2000.
- [4] I. Gat, M. Benady and A. Shashua, “A Monocular Vision Advance Warning System for the Automotive Aftermarket”, SAE 2005-01-1470, 2005.
- [5] 윤문영, 김세훈, 손민혁, 윤득선, 부광석, 김홍섭, “차량용 사각지대 감지시스템의 개발”, 한국 자동차 공학회 논문집, 제17권, 제2호, pp. 34-41, 3월, 2009.
- [6] 서인환, 우영화, “초음파센서를 장착한 시각장애인용 안경 개발에 대한 연구”, 대한인간공학회, 제2권, pp. 1-5, 10월, 2000.