

## 차량용 사각지대 감지시스템의 개발

윤 문 영<sup>1)</sup> · 김 세 훈<sup>1)</sup> · 손 민 혁<sup>1)</sup> · 윤 득 선<sup>2)</sup> · 부 광 석<sup>3)</sup> · 김 흥 섭<sup>\*3)</sup>

인제대학교 기계공학과 대학원<sup>1)</sup> · 인제대학교 기계공학과<sup>2)</sup> · 인제대학교 고안전차량기술연구소<sup>3)</sup>

### Development of the Blind Spot Detecting System for Vehicle

Moonyoung Yoon<sup>1)</sup> · Sehun Kim<sup>1)</sup> · Minhyuk Son<sup>1)</sup> · Dulsun Yun<sup>2)</sup> · Kwangseok Boo<sup>3)</sup> · Heungseob Kim<sup>\*3)</sup>

<sup>1)</sup>Graduate School of Mechanical Engineering, Inje University, Gyeongnam 621-749, Korea

<sup>2)</sup>School of Mechanical Engineering, Inje University, Gyeongnam 621-749, Korea

<sup>3)</sup>High Safety Vehicle Core Technology Research Center, Inje University, Gyeongnam 621-749, Korea

(Received 25 March 2008 / Accepted 3 September 2008)

**Abstract** : The latest vehicle yields a superior safety and reduction of driving burden by monitoring the driving state of vehicle and its environment with various sensors. To detect other vehicles and objects of the rear left and right-side blind spot area of driver, provide the information about a existence of objects inside the blind spot, and give a signal to avoid collision, this study proposes the intelligent outside rear-view mirror system. This task has substantially complicated several factors. For example, the size, geometry and features of the various vehicles which might enter the monitored zone is varied widely and therefore present various reflective characteristics.

This study proposes the optimal specification and configuration of optical system and IR array sensor of blind spot detection system, and shows the results of the performance evaluation of developed system.

**Key words** : BDS(Blind spot Detecting System, 사각지대 감지시스템), Blind spot(사각지대), Diffused reflection (난반사), Infrared sensor(적외선센서), Optical design(광학설계), Pulse modulation(주파수변조)

#### Nomenclature

- d : distance between two vehicles
- CRF : carrier frequency
- CTF : center frequency
- $\alpha$  : vertical angle of sensor
- De : effective lens diameter
- F.L. : focal length
- H.A. : half-angle
- M : lens magnification

#### 1. 서론

현대의 자동차는 자산 소유의 개념에서 자동차의 고유의 기능인 공간 이동의 편의 목적이 보다 강조 되는 변화의 시대를 맞이하고 있다. 이러한 개념의 변화에 따라서 현대의 자동차는 편의장치의 개선과 각종 통신장비의 도입이 이루어져 차량의 고유의 성능인 엔진성능, 가 · 감속, 정지, 선회능력 등의 향상과 더불어 인간의 정서적인 만족을 동시에 추구 하는 감성공학적 측면이 미래형 자동차의 개발방향에 이정표가 되고 있다. 뿐만 아니라, 자동차의 능동적인 주행안정성과 사고방지의 기술도 개발이 이루어지고 있으며 이에 관련한 부품도 속속들이 개발되고 있다. 이에 따라, 운전자의 운행을 관리하는

\*Corresponding author, E-mail: mechhsk@inje.ac.kr

개념의 항법장치와 운행 중의 차량 조작을 보조하는 개념의 안전운전 보조장비가 향후의 차량안전 시스템의 개발방향으로서 많은 연구가 이루어지고 있다. 특별히 운전이 미숙한 운전자의 차량 조작과 운행을 보조하는 자동주차 시스템, 차선 이탈 방지 시스템, 그리고 사각지대 감지 시스템 등이 개발에 주된 동기가 되고 있다.

일반적으로 차량의 사이드 미러는 차량 좌, 우측의 후방 시야를 확보하는 자동차의 기본 부품으로써 사용되고 있다. 차량의 사이드미러는 운전자의 시각적 관측의 한계 및 B-pillar에 의해 일정 각도의 사각지대를 가지는데, Shaffer<sup>6)</sup> 등은 차량의 사각지대를 차체 측면을 기준으로 13°~45°영역으로 정의하였다. 본 연구에서 운전자가 사이드미러를 통하여 시야가 확보되지 않는 영역은 Fig. 1에서와 같이 약 15°~45°의 영역으로 정의하였다.<sup>1,2)</sup>

최근 자동차의 주행안정성과 편의성의 향상을 이를 확보하기 위하여 사이드 미러 시스템에 각종 안전장치를 결합하는 연구가 많이 진행되고 있다. 세계적으로 차량의 사각지대 감지시스템(Blind-spot detection system, BDS)의 연구개발이 활발히 진행 중에 있으며, 이미 제품화 된 사각지대 감지 시스템을 장착한 차량도 운행되고 있다. 현재 자동차에 장착되고 있는 차량 사각지대 감지 기술은 카메라를 사용하여 사각지대의 움직이는 물체를 감지하는 시스템<sup>3-5)</sup>과 초음파와 레이더를 이용하여 차량주위 전체에서 물체를 감지하는 기술,<sup>6,7)</sup> 그리고 본 논문에서 연구한 적외선 센서를 사용하여 사각지대를 감

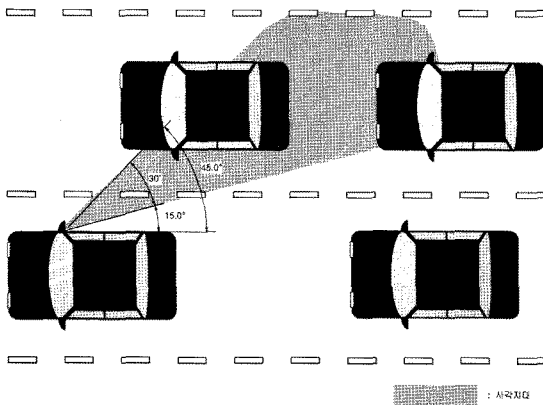


Fig. 1 Blind spot area of the vehicle

지하는 시스템 등이 있다.<sup>8)</sup> 최근에는 영상처리를 통하여 위험요소를 검출하는 시스템을 도입하는 경우도 있으나 아직까지는 고급차종에만 적용이 되고 있는 것이 실정이다.

본 논문에서 개발한 차량 사각지대 감지 시스템은 적외선 센서를 이용하여 사각지대 내의 물체를 감지하기 위하여 소형화된 저가의 시스템이다. 이 시스템은 적외선 센서의 발신부(emitter)에서 적외선을 사각지대에 발사하고 물체에 반사되어 돌아온 적외선을 수신부(detector)가 감지하여 사각지대에 물체가 존재함을 인식하는 원리이다. 센서의 감도를 높이기 위하여 적외선 신호를 반송 주파수(CRF: Carrier Frequency)와 적외선 센서의 중심 주파수(CTF: Center Frequency)를 혼합한 혼합 주파수로 구성하여 신호의 감도와 특성을 향상시켰다. 또한 수신부는 발신부에서 발사된 적외선의 주파수 대역에 해당하는 주파수 파장영역( $\lambda$ )의 적외선만을 감지할 수 있도록 설계하여 기타 광원에 의한 잡음에 강건하도록 설계하였다.

## 2. 시스템 구성

적외선 센서를 이용한 차량 사각지대 감지 시스템의 전체 구성은 크게 적외선을 발사하는 발신부, 사각지대 내의 물체에 의하여 반사된 적외선을 감지하는 수신부, 센서의 성능 향상을 위한 광학설계, 그리고 전체 시스템을 제어하고 운전자에게 사각지대 정보를 제공하는 통합제어기로 구성하였다. 또한 적외선 센서는 3개의 발신부 LED와 3개의 수신부로 이루어진 3채널의 시스템으로 구성하였다.

### 2.1 적외선 센서 구성

#### 2.1.1 발신부 구성

제작한 발신부는 적외선을 발신하는 제어부가 가장 중요한 기능을 수행하며 이를 기초로 제어회로를 구성하였다.<sup>9)</sup> 적외선 발신부는 PIC16F676과 20MHz 발진기를 이용하여 56KHz의 반송 주파수와 2KHz의 중심 주파수를 혼합한 혼합 펄스 신호를 Fig. 2와 같이 생성하였다. 즉, 56KHz의 반송 주파수를 2KHz의 중심 주파수로서 On/Off 시켜줌으로써 56KHz의 반송 주파수를 2KHz의 주기로 변조된 펄

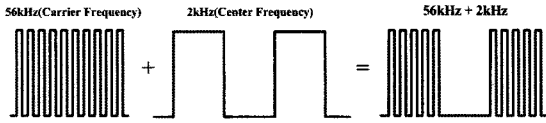


Fig. 2 Pulse modulation of Infrared ray LED

스를 발신하는 시스템을 구성하였다.

여기서 혼합된 시스템 고유의 펄스신호를 스위칭하여 940nm 적외선 파장을 가지는 적외선 LED를 구동하도록 설계하였다. 두 개의 펄스신호의 변조에 의하여 구동된 신호는 적외선 LED의 전력 소모량을 최소화시킬 수 있으며 햇빛 또는 야간의 전조 등에 의한 오작동과 잡음의 영향을 줄일 수 있다.

발신부 회로의 구성은 Fig. 3에서 같이 펄스 발생부, 스위칭부 그리고 적외선 LED로 되어 있으며 PIC16F676을 이용하여 혼합 펄스를 생성하였다. 생성된 펄스를 이용하여 NPN 트랜지스터에 의하여 스위칭된 전원을 적외선 LED 공급함으로써 LED가 혼합 펄스 신호에 따라 구동되게 하였다. 전원공급은 12V-2A 배터리와 8V-Voltage regulator를 이용하여 8V전압을 공급하였다. LED에 인가되는 평균 전류는 40mA이며 피크전류는 1A가 되도록 회로를 구성하였다.

2.1.2 수신부 구성

설계한 사각지대 감지 시스템의 수신부는 다른 광원의 주파수에 대하여 반응하지 않고, 두 개의 펄스에 의하여 변조된 940nm의 적외선에만 반응하여

야 하므로 전치 증폭기와 자동이득 제어기를 내장하고 제어용 중심주파수가 56KHz이며 대역폭이 ±10%인 수신모듈을 사용하였다. 시스템의 적외선 특성을 결정하는 CRF와 CTF의 혼합 펄스에 의해 구동된 적외선이 수신부에 입력되면 CRF는 전치 증폭기에 의하여 제거된다. 따라서 다른 광원이 입력되어도 센서가 반응하지 않으므로 순수 CTF만이 물체감지 여부판단에 사용되게 된다.<sup>9)</sup>

사각지대내의 물체가 존재하지 않을 때는 3채널 수신 모듈의 수신신호는 기본적으로 'HIGH' 신호가 출력된다. Fig. 4의 수신부 회로와 같이 수신 모듈측의 신호가 'HIGH'로서 인가되는 경우에는 센서로부터의 입력단과 PIC16F676의 9번 핀(RC1 단자)의 인식단의 전압레벨이 같으므로 전류가 수신모듈 방향으로 흐를 수 없다. 따라서 사각지대내의 물체 유무를 판단하는 PIC16F676의 RC1 단자에는 'HIGH' 신호가 입력되어서 물체가 없음을 인식하고 경보신호로서 'LOW' 신호를 출력하므로 운전자에게 사각지대 내에 물체가 존재하지 않음을 알려준다.

2.2 광학설계 구성

적외선 센서가 기본적으로 가지고 있는 감지성능을 향상시키기 위하여 적외선 LED가 허용하는 최대 전류를 인가하는 방법과 발신부에 광학(optical) 시스템을 적용하는 방법이 있다. 본 연구에서 개발한 시스템에서는 적외선 LED의 한계용량인 약 1A의 전류를 연속적으로 사용하지 않고, 혼합펄스에

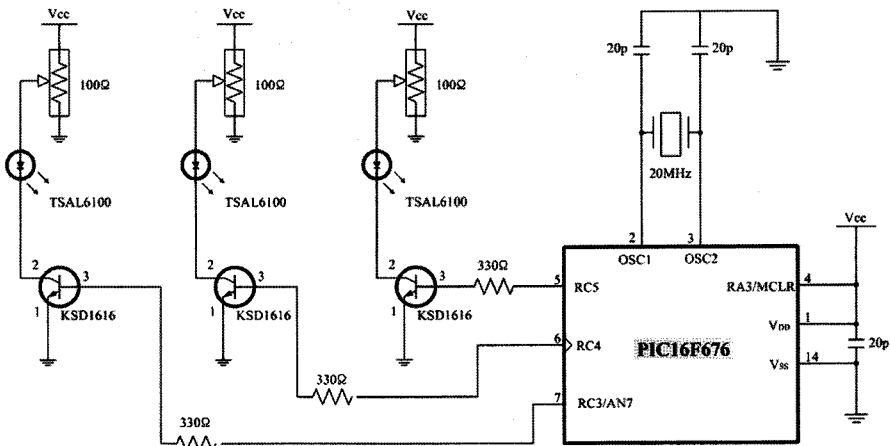


Fig. 3 Infrared ray emitter circuit

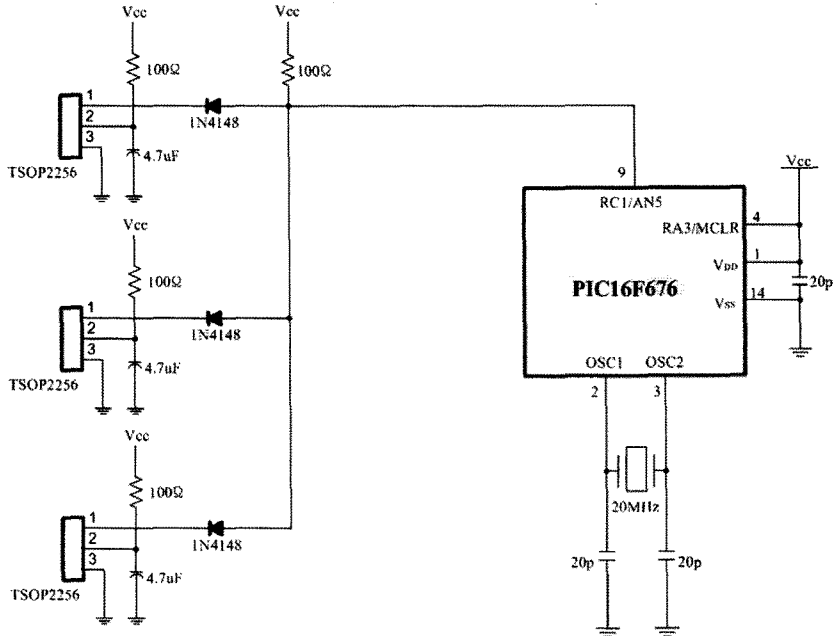


Fig. 4 Infrared ray detector circuit

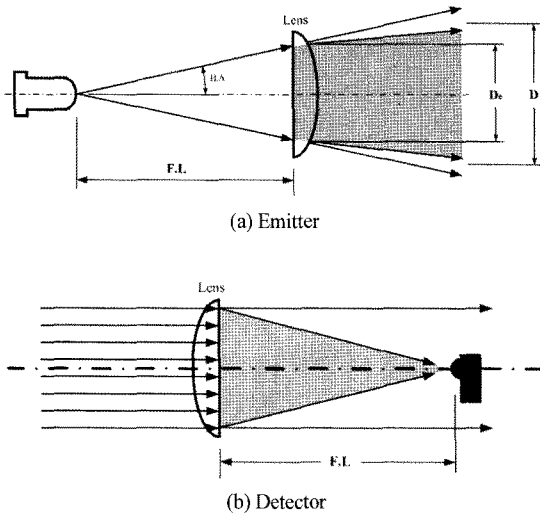


Fig. 5 Design of optical system

의해 LED를 구동시켰다.

또한, Fig. 5와 같이 적외선 센서 시스템의 전방에 볼록렌즈를 적용하게 되면 적외선의 산란이 최소화 되어 더욱 강한 적외선이 물체에 도달하게 되고 물체의 표면에서 난반사되는 적외선을 수신부로 집중시켜 더욱 강한 광 에너지를 받을 수 있어 센서의 성능이 향상 된다.

렌즈의 지름(diameter)은 적외선 LED의 하프앵글 (half angle, H.A.)이 10°인 것을 고려하여 식 (1)의 유효지름(D<sub>e</sub>)을 바탕으로 선정하였다. 그리고 사이드 미러의 크기와 식 (2)의 확대율(magnification ratio, M) 고려하여 렌즈의 초점 거리(focus length, F.L.)를 결정하였다. 따라서 시스템의 렌즈는 940nm 적외선에 대하여 2.5% 반사율을 가지는 초점 거리가 35mm 이고 유효지름이 25mm인 PCX 렌즈를 사용하였으며 확대율은 약 8배이다.

$$D_e = 2 \times F.L. \times \tan(H.A.) \quad (1)$$

$$M = \left( \frac{250}{F.L.} \right) + 1 \quad (2)$$

### 2.3 사각지대 감지를 위한 센서 설계

차량에 설치된 3개의 적외선 센서들의 수평각도는 Fig. 6(a)에서와 같이 차량의 사각지대를 약 30° 범위로 감지할 수 있도록 각각 10° 정도로 할당하여 설정하였다.

그리고 수직각도는 Fig. 6(b)에서 보이는 바와 같이 적외선 센서의 측정 범위와 장착 높이 그리고 대상차량 중 센서감지 목표지점의 높이를 고려하여

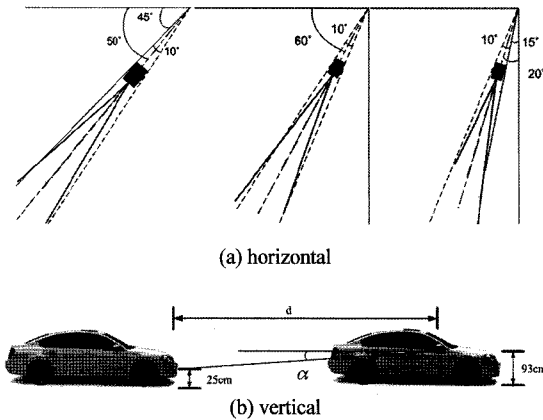


Fig. 6 Determination of sensor angle

센서의 수직 각도를 설정하였다. 측정결과 대상차량 앞 범퍼의 높이는 0.25m이며 센서가 장착된 높이는 사이드 미러 하단부 높이인 0.93m로 나타났다. 그리고 식 (3)을 바탕으로 두 차량 사이의 측정 범위 d가 5~8m으로 설정하여 각각의 센서 수직 각도를 구성하였다. 따라서 최종 센서의 수직각도는 각 경우의 각도의 평균 각도로 약 6°로 규정하였다.

$$\alpha = \tan^{-1}\left(\frac{d}{0.68}\right) \quad (3)$$

### 2.4 통합 제어기 구성

기존의 사각지대 감지장치는 오로지 차량의 방향 전환신호에 의해 차선변경을 판단하고 적외선 센서의 작동을 제어하였다. 본 논문에서 개발한 사각지대 감지장치는 Fig. 7과 같은 통합제어기를 통하여 실시간으로 입력되는 차량의 조향각 센서 신호와

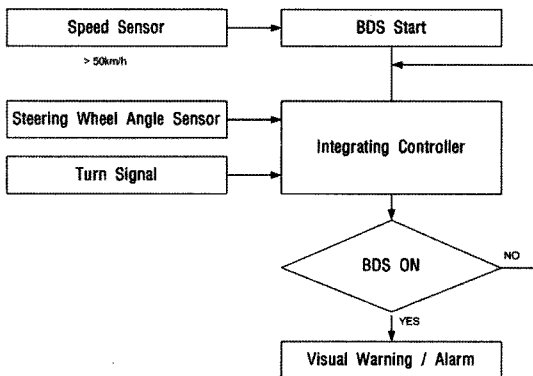


Fig. 7 Integrated controller

운전자의 차선변경 지시등의 점멸에 따라 차량의 선회와 차선변경의 여부를 판단한다. 그리고 차선변경 시에는 적외선 센서 신호에 따라 운전자에게 시각적, 청각적인 경보신호를 통하여 사각지대의 위험상황과 장애물의 존재유무를 전달한다.

### 3. 성능검증을 위한 실험

본 논문에서 연구한 사각지대 감지장치의 성능검증을 위한 실험은 센서의 특성을 파악하기 위하여 정지된 물체를 감지할 수 있는 센서의 최대 성능을 알아보는 실험과 전체 3채널 센서를 차량에 장착하여 주행 중 차선 변경 시 사각지대에서 주행하는 주변의 차량에 대한 감지성능을 알아보는 실차실험을 실시하여 성능을 검증하였다.

#### 3.1 센서의 특성 및 성능검증

센서에 대한 성능 검증 실험은 센서가 정지하고 있는 검출대상 차량의 표면과 수직으로 배치된 상태에서 센서의 최대성능을 파악하기 위한 실험을 수행하였다.

실험은 Table 1과 같이 태양광의 영향을 알아보기 위하여 태양광이 많은 맑은 날의 주간과 야간으로 나누어 실시하였다. 실험대상 차량의 색상도 흰색과 검정색으로 나누어 실험하여 차량의 색상에 따른 센서의 성능 차이를 실험하였다. 실험 결과에 따르면 빛에 의한 산란의 영향이 큰 주간보다는 야간에 검출거리가 증가하였으며 또한 검정색보다는 반사율이 높은 흰색에서 최대 15m 이상까지 검출거리가 증가함을 알 수 있다.

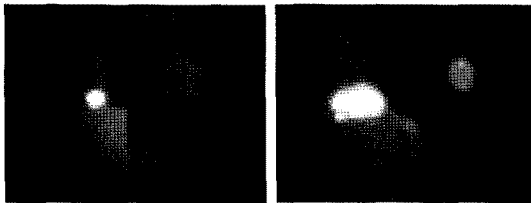
실제 주행 중인 차량을 감지하는 상황은 센서 장착차량과 대상차량과의 상대속도를 고려하면 거의 정지된 물체에 대해 센서의 감지가 이루어지는 상황과 유사하다고 할 수 있다. 따라서 정지 상태의 물체에 대한 센서의 감지성능과 실제 주행하는 차량에 대한 센서의 감지성능은 비례한다고 할 수 있다.

Table 1 Experiment of single channel sensor

Color	Time	Detecting distance(m)	
		Day	Night
White		9.54	15.7
Black		8.2	14.6

Table 2 Optical lens effect of detecting sensitivity

	Detecting distance(m)	Detecting angle(°)
Without lens	2.3	10
Lens dia=25	8.0	9.5
Lens dia=35	8.9	14



(a) Without lens (b) With lens

Photo. 1 Optical lens effect of emitter IR beam

따라서 본 연구에서는 렌즈의 적용으로 발생하는 센서 발신부의 적외선의 산란도와 수신부에 입력되는 반사적외선의 집중도의 변화에 의한 센서의 감지성능 변화를 실험하여 비교하였다.

Table 2는 렌즈적용의 유, 무와 그 크기에 따른 센서의 감지성능을 나타낸 것이다. 실험은 센서와 수직하게 위치한 차량표면에 대해 수행되었으며 렌즈를 적용하지 않은 센서와 렌즈를 적용한 센서의 감지성능을 비교하였다. 그리고 센서감지 성능 비교 실험은 지름이 25mm인 렌즈와 지름이 35mm인 렌즈들을 사용하여 실행하였다. 실험결과에 따르면 렌즈를 사용하지 않은 센서에 비해 렌즈를 사용한 센서의 감지거리가 3배 이상 증가함을 알 수 있다.

렌즈를 사용한 센서의 감지성능은 Photo 1에서와 같이 렌즈에 의해 발신부 적외선이 목표지점에 집중되고 물체에 의한 반사적외선이 수신부에 집중되는 다량의 광량을 포함한 적외선이 발신되고 수신되는 효과에 의해 렌즈를 사용하지 않은 센서의 감지성능에 비해 향상되었다.

### 3.2 실차 주행 시 성능 실험

3채널 센서에 대한 주행 중 성능 실험을 위하여 Photo 2와 같이 개발한 시스템을 실제 차량에 장착하였으며, 차량감지여부는 경보용 LED와 스피커를 통하여 운전자가 인식할 수 있도록 하였다.

센서 각각의 수평각도 및 수직 각도는 Fig. 6과 같이 설정하였으며, 센서의 목표 감지영역을 Fig. 8과



(a) (b)

Photo. 2 Experimental setup of driving vehicle

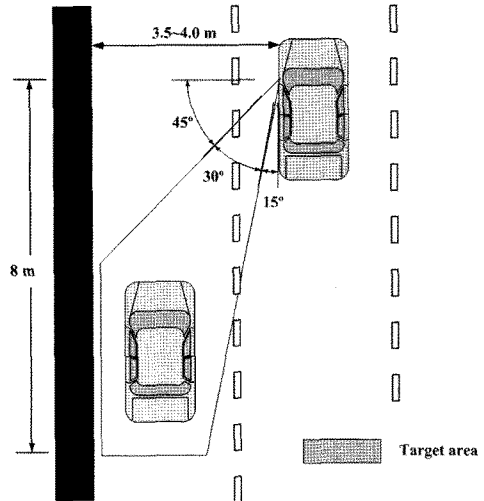


Fig. 8 Desired detecting area of Infrared ray array sensor

같이 주행하는 차선에서 옆 차선에 주행하는 차량을 감지할 수 있는 영역으로 설정하였다. 그리고 각 채널의 적외선의 광량은 주행상황에서 발신부 회로의 가변저항을 통하여 조절할 수 있도록 설계하였다.

일반도로의 폭이 3.5미터이고 차량의 크기까지 감안한다면 2차선 차량에서 1차선의 가드레일까지의 거리는 약 4미터 이상이라 할 수 있다. 따라서 센서의 수평, 수직 장착 각도와 발신부 LED에 연결된 가변저항에 의한 광량조절로 인해 설정된 센서의 측 방향 최대감지거리가 4미터 미만, 약 3.6미터이므로 2차선 주행 시 가드레일등과 같은 1차선의 안전보행물은 감지되지 않는다.

또한 통합제어기에 의해 차량 이동방향의 센서 감지에 의한 위험 여부 신호만이 운전자에게 전송된다. 따라서 1차선에서 주행 중인 차량이 좌측으로 차선을 변경할 경우 좌측 방향전화신호가 통합제어기에 입력되고, 이 때 좌측센서의 감지 위험 신호가 운전자에게 전달된다. 하지만 1차선 주행 차량에서

좌측방향전환신호가 발생되지 않는다면 좌측센서에 의해 감지된 위험신호는 운전자에게 전달되지 않는다.

실험은 주간, 야간, 터널, 우천 시의 상황에서 수행하였으며, 운전자 측 사이드 미러에 개발한 시스템을 부착하여 실험하였다.

#### 4. 실험결과 및 고찰

실차 실험에서 3채널 IR 센서를 이용한 사각지대 감지실험에서는 유효지름(De)이 25mm, 초점거리(FL)가 35mm인 렌즈를 장착한 센서를 사용하여 시스템을 구성하였다. 각각의 센서 사이의 수평각도는 10°, 상하각도는 6°로 설정하여 실험을 실시하였다. 또한 각각의 채널의 적외선 발신부에서 LED 연결 가변저항을 통한 적외선 감도조절을 통해 주행하는 차선의 옆 차선만을 감지할 수 있도록 하였다. 시스템의 내구성의 강건함을 확보하기 위해 발신부 적외선LED에 통전되는 전류를 LED의 순방향 순간 최대 허용전류(surge current)의 70%인 1.0A로 설정하였다. 따라서 LED 연결가변저항의 최소 저항값은 4.7Ω으로 설정하고 조절하였다.

실차 주행 실험은 주간, 야간상황에서 일반 도로상의 실험을 위주로 진행하였다. 추가적으로 터널, 우천 시의 상황에서 운전자 측 사이드 미러를 기준으로 실험을 수행하였다. 실 약 450km를 주행하며 수행하였다. 기술된 실험결과들은 각 상황에서 대상차종과 색상에 대한 센서의 감지여부를 평균적으로 나타낸 것이다. 또한 센서의 감지영역은 주행 중인 센서 장착차량을 기준으로 감지 대상차량의 위치를 변경하며 센서의 감지여부를 측정하여 감지영역을 도시적으로 표현한 것이다.

이렇게 구성된 3채널 센서는 Fig. 9에서 보이는 바와 같이  $\phi$ 가 35.1°의 각도로 최대 측방거리 거리 약 3.6m, 최대 후방거리 약 10m 사각지대 영역을 감지할 수 있는 것으로 나타났다.

Table 3은 센서를 장착한 차량의 속도가 100km/h 이고 태양광의 산란의 영향이 큰 정오와 일몰 후의 야간에 대상 차량의 차종과 색상에 따른 센서의 성능을 나타낸 것이다. 결과에서 알 수 있듯이 밝은 색상에서는 차종에 상관없이 센서의 검출성능이 매우

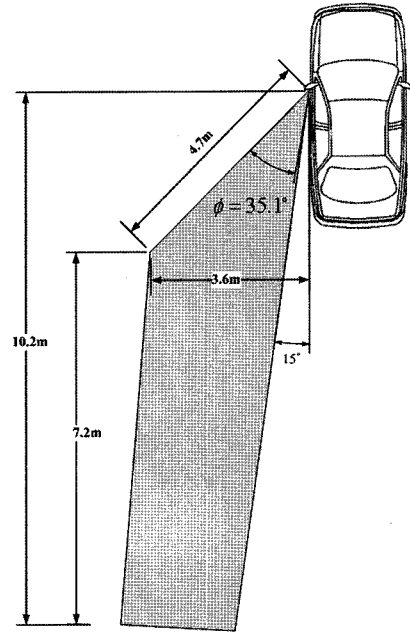


Fig. 9 Sensor detecting area of target vehicle

Table 3 Sensor detecting results of various vehicle

Vehicle Color	Passenger car	Container trailer	SUV	Bus	Truck
White	○	○	○	○	○
Gray	○	●	○	○	○
Silver	○	☒	○	○	○
Yellow	○	○	☒	☒	☒
Red	○	☒	○	○	☒
Green	●	☒	☒	○	☒
Blue	●	☒	☒	○	●
Black	● ●(night)	●	●	☒	☒

where, ○:excellent, ●: good, ●: normal, ☒: no data

높게 나타났으며, 버스와 같이 평면이 많이 존재하는 차량에서도 높은 감지능력을 나타냈다. 태양광의 영향이 없는 터널 안이나 야간의 경우에는 측방과 후방 감지거리가 약 0.5m 상승하는 것으로 나타났다. Table 3에서 ☒는 대상차량이 실험도로에서 주행하는 상황이 발생하지 않아서 실험을 할 수 없는 경우를 나타내었다.

#### 5. 결론

본 연구에서 개발한 적외선 센서를 이용한 차량

사각지대 감지장치의 성능실험을 통하여 방법도 충분히 차량의 사각지대를 감지하는 시스템에 적용될 수 있음을 알 수 있었다.

실차 실험에서는 주간 태양광에 의한 산란잡음에 강인하고 야간의 가로등과 주변 차량의 전조등에 의한 잡음에 강인한 센서의 설계로써 검출 성능이 높은 시스템의 구축을 확인할 수 있었다. 또한 차량의 형상에 따른 반사면의 영향을 성능검증을 수행한 결과 상용화의 가능성도 확인할 수 있었다.

향후에는 통합 제어기에서 조향각 센서 신호로 부터의 운전자의 차선변경 판단 알고리즘에 대한 연구와 정확한 사각지대 영역을 설정하고 각 채널간의 연속적인 감지반응을 위하여 상하 및 채널 사이의 각도 등 BDS에 적용되는 모든 각도와 센서가 최대의 성능을 발휘하는 위치, 그리고 센서 장착 차량이 2차선 주행상황을 기준으로 가드레일에 의한 잡음이 발생하지 않는 최대한의 범위에서 적외선 센서 최대한의 성능을 발휘하는 각 채널의 적외선 광에너지 설정에 대한 연구를 하고자 한다.

## 후 기

본 논문은 2005년도 인제대학교 학술연구조성비 보조에 의한 것임.

## References

- 1) A. Shaffer, G. Aulakh, A. Getman and R. Miller, "Vehicle Blind Spot Detection Using Anisotropic Magnetic Resistive Sensor," SAE 2005-01-0456, 2005.
- 2) W. Hyland, "Blind Spot Systems-Design Issues," SAE 952618, 1995.
- 3) B. Huertgen, W. Poechmueller, C. Stiller, A. Heiner, C. Roessing and J. Goldbeck, "Vehicle Environment Sensing by Video Sensor," SAE 199-01-0932, 1999.
- 4) L. Matuszyk, A. Zelinsky, L. Nilsson and M. Rible, "Stereo Panoramic Vision for Monitoring Vehicle Blind-spots," 2004 IEEE Intelligent Vehicle Symposium, pp.31-36, 2004.
- 5) Y. Cho, H. Jung and P. Yoon, "Implicit Optical Flow Based Blind Spot Detection Improvement Using Connected Component," Fall Conference Proceedings, Vol.3, KSAE, pp.1555-1562, 2006.
- 6) I. Gat, M. Benady and A. Shashua, "A Monocular Vision Advance Warning System for the Automotive Aftermarket," SAE 2005-01-1470, 2005.
- 7) A. G. Pakett and J. R. Asbury, Smart Blind Spot Sensor with Object Ranging, US Patent 5,517,196, 1996.
- 8) B. E. Stuckman, C. Gary, R. Zimmerman and C. D. Pertunen, "A Solid State Infrared Device for Detecting the Presence of Car Driver's Blind Spot," IEEE 89CH2785-4, 1990.
- 9) ILTA, The Complete Tagger, 2nd Edn, pp. 34-37, 2006.