

기울기 및 광센서를 이용한 자동차 헤드라이트 자동조절시스템

(Automotive Headlight Control System Using Tilt and Photo Sensors)

김태웅*

(Tae-Woong Kim)

요 약

본 논문에서는 평지, 오르막 및 내리막에서 야간 운전할 때에 생기는 눈부심에 대해 헤드라이트를 자동 조절하여 운전자가 안전하게 운전을 할 수 있는 알고리즘을 제안하였다. 먼저 광센서를 이용해 전방에 차량이 접근하는지의 유무를 판단하고 기울기센서로써 차량의 기울어진 정도를 계속적으로 판단하도록 하였다. 이러한 정보를 이용하여 헤드라이트를 조절하는 서보모터를 제어함으로써 현 운행환경조건에 맞도록 조절할 수 있도록 하였다.

본 논문에서 제안한 헤드라이트 자동조절시스템은 평지 및 경사로에서 실제로 측정된 조도량에 대한 데이터를 바탕으로 하여 제작되었고, 테스트 모델에 의해 얻은 실험결과를 통해 환경과 조건에 따라 제대로 작동하고 효과가 있음을 확인하였고, 따라서 본 알고리즘의 유효성을 증명하였다.

Abstract

This automotive headlight control system is newly proposed that, under any slope degree of the driving road(flat, up-hill, and down-hill) at night driving, the reflecting mirror of the headlight can be automatically controlled for safe driving. At first, whether or not any vehicle is driven near is checked by photo sensor. Secondly, using the slope degree of the automotive feedbacked from the tilt sensor, the servo motor with the headlight is controlled to be turned right or down to the suitable angle. The servo motor is appropriately controlled according to road conditions.

The proposed headlight control system is designed on the basis of the tested illumination intensity obtained according to any slope degree of roads. Finally, it is confirmed that the test model works very well in the given road conditions and environments.

Key Words : automotive headlight control system, photo sensor, tilt sensor, safe driving, slope

1. 서 론

평지 및 경사로에서 야간에 차량을 운전할 때 앞에 오는 차량의 헤드라이트 빛에 의해 눈부실 때가 많다. 특히 경사로 운행 시에는 눈부심의 정도가 심하며 이는 내리막을 내려가는 차량의 경우 감속을

* 주저자 : 경상대학교 전기전자공학부 조교수

Tel : 055-751-5373, Fax : 055-757-3974

E-mail : kimtw@gsnu.ac.kr

접수일자 : 2004년 8월 31일

1차심사 : 2004년 9월 9일

심사완료 : 2004년 10월 14일

위해 브레이크를 사용함에 의해 차량이 앞으로 쏠리는 현상과 오르막을 오르는 차량의 경우 속도의 증가와 함께 차량의 무게가 뒤쪽으로 쏠리기 때문에 평지이상의 조도량이 상대차량을 비추게 되며 이로 인해 운전이 지장을 준다.

실제 차량을 이용하여 평지 및 경사로에서 야간에 다가오는 차량의 눈부심 정도를 조사한 결과, 경사로의 기울기가 증가하면 증가할수록 오르막 및 내리막에서 느끼는 눈부심 정도가 증가함을 확인하였으며 대부분의 운전자들이 경험하였으리라 생각한다. 따라서 평지 및 경사로의 각도에 따라 맞추어 적절하게 조도량을 조절하여 상대방 운전자에게 눈부심을 주지 않도록 해야 할 필요가 있다. 현재 자동차 메이커에서는 야간운전시 헤드라이트의 눈부심에 의해 발생하기 쉬운 교통사고를 방지하기 위해 다양한 방안들을 제시하고 있지만[1~3], 관련 자동조절시스템이 내장된 자동차는 아직까지는 미미한 상태이지만, 앞으로는 모든 자동차에 장착될 추세에 있다.

기존의 헤드라이트 조절방법들 중에 있어서 카메라로부터 도로의 상태를 영상신호로 받아들여 이를 처리하여 조사각을 조정하는 방법[1]이 있으나 이는

고가의 장비를 이용해야 한다는 단점이 있고, 지정된 경사각도일 때에 헤드램프가 자동으로 소등시키는 장치[2]인 경우에는 역시 운전자 자신의 시야 또한 잃어버릴 수 있는 단점이 있다.

본 논문에서는 기존 헤드라이트 조절방법들의 단점들을 해결할 수 있고 저가로 장착하기 쉬운 헤드라이트 자동조절시스템을 제안한다. 본 헤드라이트 자동조절시스템은 차량의 기울어진 정도와 다가오는 차량들에 대한 정보를 이용하여 헤드라이트의 조사각을 상하 및 우측방향으로 적절하게 자동조절하는 시스템이고, 차량의 기울어진 정도를 검출하는 기울기센서(tilt sensor)와 다가오는 차량의 조도량을 검출하는 광센서(photo sensor)를 이용하여 구현한다. 또한 축소형 테스트 모델에 대한 실험을 통하여 헤드라이트에 의한 눈부심을 줄일 수 있음을 확인하고 따라서 제안 알고리즘의 유효성을 확인한다.

2. 차량의 조도량 조사 및 분석

평지 및 경사로에서 야간 운전할 때에 다가오는 차량의 헤드라이트 빛에 의해 눈부실 때가 많으며

표 1. 평지와 경사로에서 측정한 조도값

Table 1. Illumination intensity tested vehicles on flat and some slope degree of driving road

slope	situation of driving vehicles		headlight status	vehicle distance			max.
	checking(※)	approaching		30[m]	20[m]	10[m]	
0°	EF Sonata	Korando	low-beam	0.7[lx]	0.7[lx]	0.7[lx]	4.7[lx]
			high-beam	3.6[lx]	5.7[lx]	19.6[lx]	46[lx]
	Korando	EF Sonata	low-beam	1.1[lx]	1.3[lx]	2.1[lx]	7.1[lx]
			high-beam	5.5[lx]	9.5[lx]	19.8[lx]	27.5[lx]
4°	EF Sonata ↓	Korando ↑	low-beam	0.6[lx]	1.2[lx]	3.4[lx]	3.5[lx]
			high-beam	13.1[lx]	36.6[lx]	76.8[lx]	77.3[lx]
	EF Sonata ↑	Korando ↓	low-beam	0.5[lx]	1.0[lx]	2.7[lx]	4.5[lx]
			high-beam	11.8[lx]	27.7[lx]	25.7[lx]	41.3[lx]
	Korando ↑	EF Sonata ↓	low-beam	0.7[lx]	1.0[lx]	1.8[lx]	2.7[lx]
			high-beam	12.4[lx]	10.9[lx]	8.5[lx]	21.7[lx]
	Korando ↓	EF Sonata ↑	low-beam	0.7[lx]	1.1[lx]	2.8[lx]	4.1[lx]
			high-beam	6.2[lx]	14.3[lx]	22.0[lx]	30.8[lx]

↑ : driving vehicle on up-hill
 ↓ : driving vehicle on down-hill
 (※) : checking illumination intensity inside the vehicle

기울기 및 광센서를 이용한 자동차 헤드라이트 자동조절시스템

주행도로의 경사진 정도(평지, 내리막 및 오르막)에 따라 어느 정도 눈부심이 있는지 실제로 EF 소나타와 코란도의 2대 차량을 이용하여 측정하였고 표 1에 측정된 조도량의 결과를 보여준다.

표 1을 통해 하향등 상태의 차량(코란도)이 다가올 때에 10[m] 차간거리에서 평지에서는 0.7[lx], 4°의 내리막에서는 3.5[lx], 4°의 오르막에서는 4.5[lx]의 조도량이 측정되었고, 상향등 상태의 차량(코란도)이 다가올 때에 10[m] 차간거리에서 평지에서는 19.6[lx], 4°의 내리막에서는 77.3[lx], 4°의 오르막에서는 41.3[lx]의 조도량이 측정되었다. 이에 대한 조도량의 결과에 의하면 하향등 혹은 상향등인 차량에 따라 평지보다는 경사로에서 약 2~4배정도 조도량이 높다는 것을 알 수 있다. 따라서 평지 및 경사로의 기울어진 정도에 따라 조도량을 적절하게 조절하여 상대방 운전자에게 눈부심을 주지 않도록 주의 할 필요가 있다.

그림 1~4는 상기의 결과를 보기 쉽게 각각의 조건(경사로, 차간거리, 헤드라이트 상태)에 따라 그래프로 표시한 것이다.

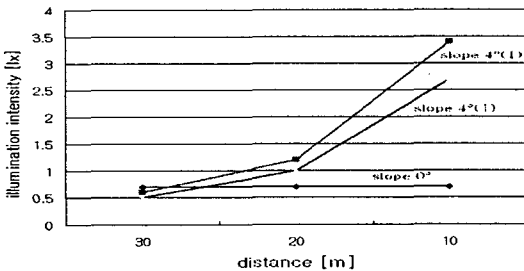


그림 1. 경사도에 있어서 하향등 코란도의 조도량
Fig. 1. Illumination intensity of Korando with low-beam on up-hill

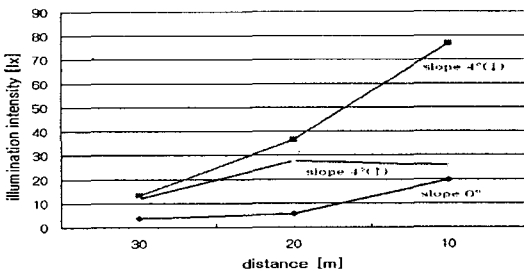


그림 2. 임의 경사도에서 상향등 코란도의 조도량
Fig. 2. Illumination intensity of Korando with high-beam on up-hill

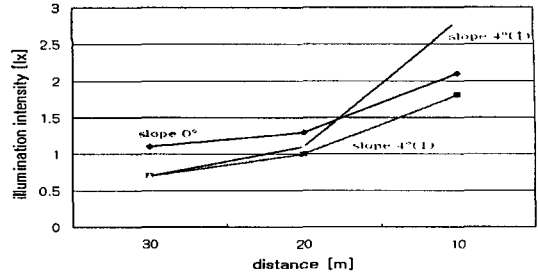


그림 3. 임의 경사도에서 하향등 EF소나타의 조도량
Fig. 3. Illumination intensity of EF Sonata with low-beam on up-hill

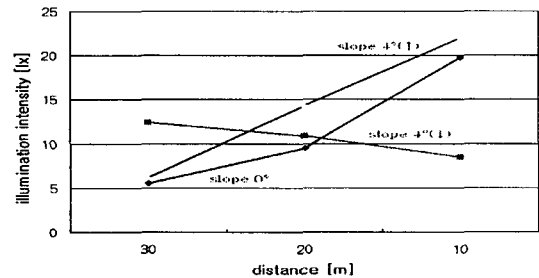


그림 4. 경사도에 있어서 상향등 EF소나타의 조도량
Fig. 4. Illumination intensity of EF Sonata with high-beam on up-hill

3. 헤드라이트 자동조절시스템

3.1 자동조절시스템의 원리

제안한 헤드라이트 자동조절시스템은 기본적으로 전방의 차량이 접근하는지의 유무를 판단할 수 있는 광센서, 차량의 기울어진 정도를 판단할 수 있는 기울기센서, 이들 센서를 통해 얻은 결과를 주어진 수치와 비교하여 제안 알고리즘을 처리할 수 있는 마이크로프로세서, 그리고 반사경을 상하 및 우측으로 움직이게 하는 서보모터로 구성되어 있다(단, 우측 주행도로).

본 자동조절시스템은 그림 5에 보여주듯이 우선 광센서를 통해 차량이 오는지의 유무를 판단하고, 차량이 없다면 프로세서를 통해 서보모터를 중심에 유지하게 해 평지와 같은 상태로 제어하고, 차량이 온다면 차량의 기울어진 정도를 판단하여 평지라면 왼쪽 헤드라이트 각도를 우측으로 일정각도 움직이게 하여 운전자의 시야를 보다 유리하게 해주고, 오르막 또는 내리막일 경우 기울어진 정도에 따라 반사경을 하향 조정함으로써 상대방운전자에게 평지 이

하의 조도량을 보냄으로써 주행사고의 위험을 줄일 수 있다. 또한 맑은 편 차량들이 계속적으로 다가올 경우에 그때마다 작동하게 된다면 오히려 운전자의 시야를 어지럽게 만들 수 있기 때문에 이와 같은 상황을 고려하여 차량이 접근할 때에 프로세서를 통해 반사경이 작동된 후 일정시간이 지난 다음 다시 광센서를 통해 차량이 접근하는지의 유무의 따라 현재 상태유지 또는 서보모터의 가운데 위치 즉, 중심상태로 복귀하도록 제어하여 보다 안전한 운전을 할 수 있도록 하였다.

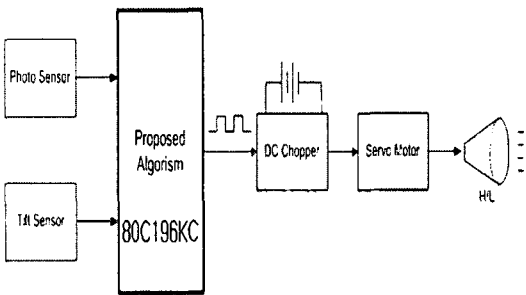


그림 5. 헤드라이트 자동조절시스템의 구성
Fig. 5. Configuration for headlight control system

3.2 자동조절시스템의 구성

본 자동조절시스템은 프로세서를 중심으로 센서부, 반사경조절부와 이것을 가지고 이동할 주행부, 그리고 운행상황을 연출할 수 있는 환경부로 구성하였다.

3.2.1 마이크로프로세서 및 서보모터

표 2는 테스트 모델을 구현하기 위해 사용된 마이크로프로세서의 사양을 보여준다.

80C196KC의 마이크로프로세서는 광센서를 통하여 검출한 아날로그신호를 마이크로프로세서가 판단할 수 있도록 디지털신호로 변환시킬 수 있는 A/D 컨버터를 가지고 있고, 8채널의 멀티플렉서와 샘플홀드회로, 그리고 8비트 혹은 10비트의 선택이 가능한 A/D 컨버터이다. 8개의 아날로그 입력단자에서 입력된 신호를 8채널의 멀티플렉서를 이용하여 선택적으로 A/D변환 할 수 있다[6,7].

기울기센서(tilt sensor)에 의해 출력되는 펄스폭을 측정하기 위하여 고속입력장치(High Speed

Input; HSI)를 이용하며 I/O 포트에 비해 속도가 빠르다. 그 이유는 CPU에 부담을 주지 않고 하드웨어가 직접적으로 펄스폭을 측정하여 FIFO에 저장한 후 인터럽트를 발생하기 때문에 고속처리가 가능하다.

표 2. 80C196KC 마이크로프로세서의 사양
Table 2. Specification of 80C196KC

ROM	16[Kbyte]
RAM	488[byte]
clock	16[MHz]
bus width	8/16 [bit]
I/O lines	48
HOLD/HOLDA	○
PWM	8[bit], 3 channels
A/D converter	8/10[bit], 8 channels
minimum command execution time	0.25[μ s]
16bit multiplication time	1.75[μ s]
16bit H/W timer	free-run, up/down counter
16bit S/W timer	4 channels
special peripheral	HSO, HSI PTS, UART
board size	small

서보모터에 대한 제어는 고속출력장치(High Speed Output ; HSO)를 이용하여 일정한 PWM을 발생하여 원하는 정도의 각도로 움직일 수 있도록 제어하였다.

맑은편 차량과 같은 효과를 내기 위한 환경부에서는 I/O 포트를 이용하여 스위치에 따라 차량이 계속적으로 오는 경우와 한 대씩 띄엄띄엄 오는 경우를 구현하였다.

3.2.2 센서부

광센서는 장시간 실외사용에 있어서도 신뢰성을 보장할 수 있고 고감도인 NPN 실리콘 포토트랜지스터의 ST-1KLA를 사용하였고, 좋은 감도를 확보하기위해 2개의 센서를 사용하였다. 광센서를 통해 얻은 신호를 저역필터(Low-Pass Filter ; LPF)에 통과시킨 후, A/D를 통해 마이크로프로세서가 처리

기울기 및 광센서를 이용한 자동차 헤드라이트 자동조절시스템

할 수 있는 디지털신호로 불러 읽는다. 마이크로프로세서는 설정값과 비교하여 설정값보다 크면 전방에 차량이 접근하는 걸로 판단하고, 설정값보다 작으면 전방에 접근하는 차량이 없는 걸로 판단하도록 하였다. 판단결과에 따라 서보모터를 구동한 후에도 차량이 접근하는지를 상시적으로 판단해서 반사경의 원상 복귀 또는 현재 상태 유지를 결정한다[7].

그리고 차량의 기울어진 정도를 판단하는 기울기 센서는 가격대가 비싼 자이로센서 대신에 출력신호 처리가 용이하고 가격이 저렴한 DAS사의 기울기 센서(tilt sensor)를 사용하였다. 기울어진 정도에 따라 대응하는 신호값을 출력하여 각 기울기에 대해 다른 듀티비(duty ratio, dr)를 출력하는 SPI를 사용한다.

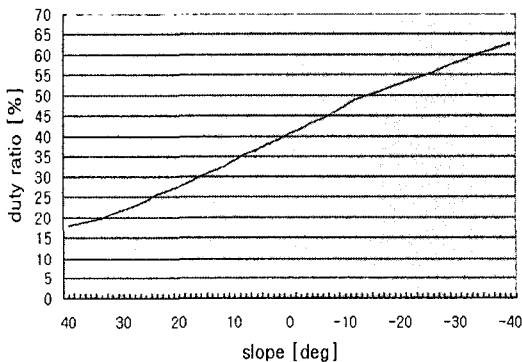


그림 6. 경사정도에 따른 기울기센서의 듀티비
Fig. 6. Duty ratio of tilt sensor according to any slope degrees

그림 6은 기울기센서에 의해 임의의 기울기를 변화시켰을 때에 플러스 쪽과 마이너스 쪽을 측정하여 식 (1)을 이용하여 얻은 듀티비를 보여준다.

$$dr(\%) = \frac{pw}{pw + nw} \times 100 \quad (1)$$

여기서, pw : 플러스 쪽, nw : 마이너스 쪽 얻은 듀티비를 기준으로 고속입력장치를 통해 얻은 펄스폭을 이용하여 듀티비를 계산하고 이를 비교하여 차량의 기울어진 정도를 판단한다.

3.2.3 반사경 조절부

반사경 조절부에서는 반사경이 상하방향과 좌우

방향으로 일정한 각도만큼 구동할 수 있도록 HES-288의 서보모터를 사용하였으며 표 3에 서보 모터사양을 보여준다.

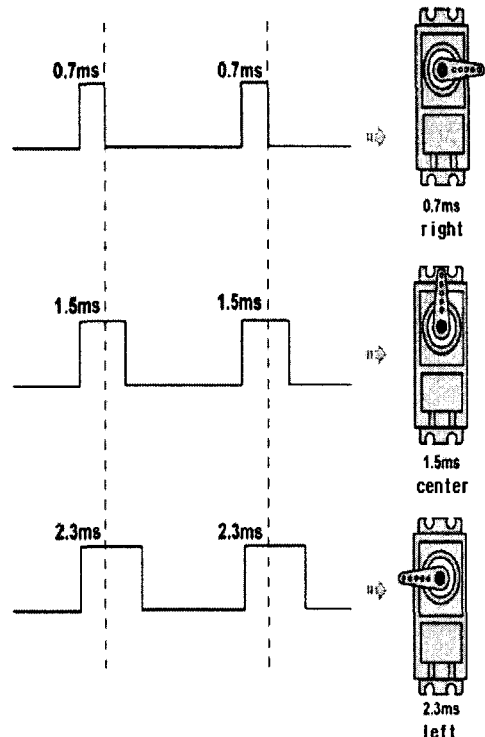


그림 7. 서보모터의 PWM신호
Fig. 7. PWM signal for servo motor

표 3. 서보모터(HES-288)의 사양
Table 3. Specification of servo-motor(HES-288)

item	value	unit
rated voltage	4.8	[V]
rated torque	3.5	[kg · cm]
dimensions	41×20×35	[mm]
weight	42	[g]
operating frequency	50~100	[Hz]

서보모터는 그림 7에서 보는바와 같이 특정한 각도를 유지할 수 있도록 적절한 PWM신호를 발생한다. 입력단자에 PWM신호를 보내는 기간 동안에 서보모터는 그 각도를 계속 유지한다. 스텝모터나 DC 모터, 일반용도의 모터와는 달리, 회전각에 있어서 180도 미만으로 구동제한이 있다. 입력전원은 4~

6[V]이고 서보모터 동작은 임의의 PWM신호를 인가하면 서보모터가 0~180도 사이에서 움직이게 된다. 최종적으로 광센서와 기울기센서를 통해 얻은 정보를 이용하여 마이크로프로세서에서 처리하여 판단하고 각 상황에 맞는 반사경의 각도를 해당하는 서보모터에 해당 펄스신호를 고속출력장치를 통해 보내주어 제어한다.

3.2.4 주행부

본 논문에서 제안한 헤드라이트 자동조절시스템을 실제차량처럼 테스트하기 위해 축소화된 주행부를 설계 및 제작하였다. 이것은 속도보다는 토크가 큰 DC 기어모터인 KGC-3448A(기어비 1 : 180)모델을 이용하였고, 조작은 Rx·Tx송수신 모듈을 통한 원격제어를 할 수 있도록 제작하였다.

3.2.5 환경부

본 논문에서 제안한 헤드라이트 자동조절시스템에 대한 효과를 검증하기 위해서는 다가오는 상대방 차량이 필요하고 이와 같은 효과를 내기 위해 그림 8과 같은 환경부를 제작하였다. 지연시간을 이용하여 두 가지 상황, 즉 ① 차량이 계속적으로 오는 경우와 ② 차량이 띄엄띄엄 한 대씩 오는 경우를 스위치를 통해 조절할 수 있도록 구현하였고, 릴레이에 신호를 인가하여 다가오는 상대방차량의 효과를 내는 반사경이 오른쪽으로 회전할 때에만 반사경에서 빛을 낼 수 있도록 구현하였다.

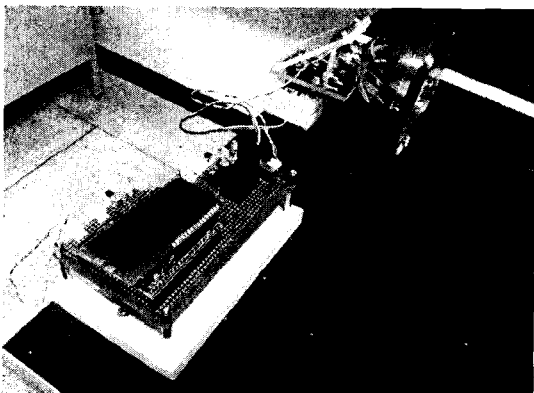


그림 8. 환경부
Fig. 8. Environment section

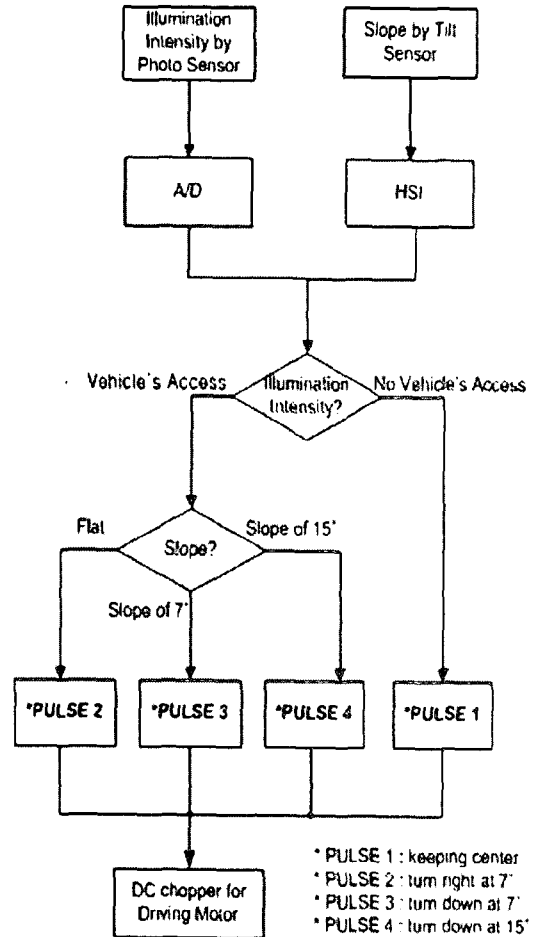


그림 9. 주 프로그램의 흐름도
Fig. 9. Flowchart of main program

3.2.6 프로그램

프로그램은 다음과 같이 3 부분으로 구성되어있다.

- ① 반사경 조절장치를 제어할 주 프로그램
- ② Rx·Tx 송수신을 위한 통신프로그램
- ③ 상대방차량의 효과를 내는 환경부프로그램

먼저 주 프로그램의 경우, 그림 9에서 나타난 알고리즘과 같이 프로그래밍되어 있으며, 이는 광센서 및 기울기센서를 통해 얻어진 신호를 처리하고 판단하여 설정한 값을 출력하는 모든 역할들을 포함하고 있다.

다음으로 통신프로그램은 visual basic에 의해 제작된 프로그램을 통해 원하는 신호를 송신하고, Rx

기울기 및 광센서를 이용한 자동차 헤드라이트 자동조절시스템

쪽에서 수신을 하여 DC 기어모터를 제어할 수 있도록 하였다. 그리고 환경부프로그램은 차량이 계속적으로 오는 경우와 띄엄띄엄 한 대씩 오는 경우, 두 가지 상황을 지연시간을 달리하여 스위치의 조작으로 가능하게 하였으며 한 방향으로만 빛이 나오도록 릴레이에 보내질 신호를 프로그래밍하였다.

3.3 테스트모델의 조도량 측정실험

그림 10에서 보여준 자동조절시스템의 시제품을 통해 1.8[m] 거리를 두고 그림 11에서 보는 바와 같이 오르막과 내리막을 임의로 구성하여 조도량을 측정하였다. 실제차량과 같이 동일하지 않기 때문에 얻은 결과에 오차가 존재하지만 표 4에서 보여주듯이 제안한 자동조절시스템에 의해 눈부심의 정도를 줄일 수 있음을 확인하였다.

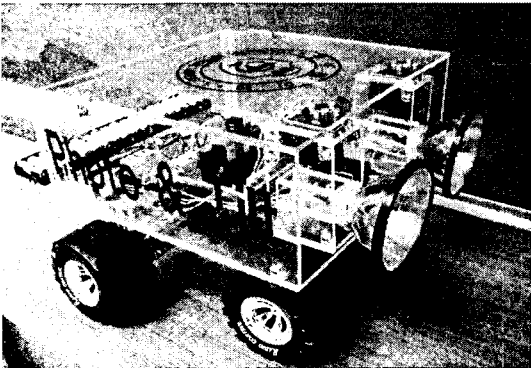


그림 10. 완성된 테스트모델
Fig. 10. Accomplished test model

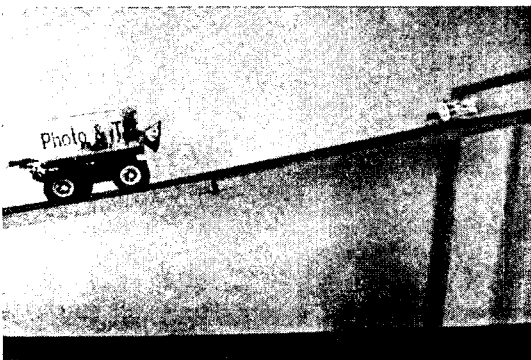


그림 11. 테스트모델의 조도량 측정모습
Fig. 11. Illumination intensity appearances by test model

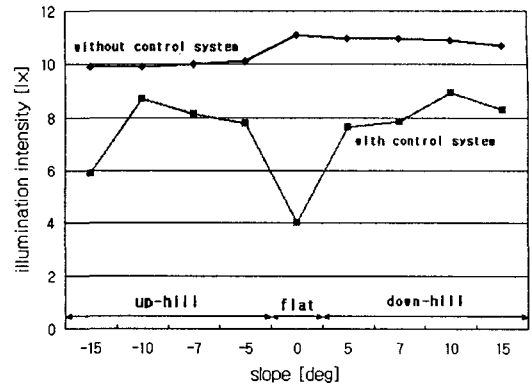


그림 12. 테스트모델에 의한 측정조도량
Fig. 12. Measured illumination intensity by test model

표 4. 테스트모델을 통해 측정된 조도량
Table 4. Illumination intensity measured by test model

value		measured illumination intensity [lux]	
		without proposed control system	with proposed control system
slope	flat	11.10	4.00
	0[°]		
down hill	5[°]	10.97	7.63
	7[°]	10.97	7.85
	10[°]	10.90	8.95
	15[°]	10.70	8.30
up hill	5[°]	10.10	7.80
	7[°]	10.00	8.34
	10[°]	9.92	8.70
	15[°]	9.91	5.90

3.4 기대효과

본 헤드라이트 자동조절시스템은 자칫 위험하게 만드는 경사로에서 야간운전을 할 때 헤드라이트를 상하 및 우측방향으로 자동조절하여 상대방의 차량에게 현재의 헤드라이트상태보다 낮은 조도량이 되도록 하여 보다 안전한 주행을 할 수 있도록 도와준다.

이것은 트럭의 경우, 뒤에 무거운 물건을 놓게 될 경우에 생기는 차체에 기울어짐에 따라 올라가는 반사경의 각도에 의해 상대차량의 시선을 방해시키는 문제를 해결할 수 있고, 차체의 기울어짐과 경사로 주행 등에 있어 운전자들의 시선을 방해하는 요소를 제거해줌으로써 보다 안전한 주행을 할 수 있도록 도와줄 수 있다.

4. 결 론

본 논문에서 제안한 헤드라이트 자동조절시스템을 실제차량에 장착함으로써 평지 및 경사로의 야간 운행시 눈부심에 의해 발생할 수 있는 교통사고의 미연방지와 야간의 교통질서를 향상시킬 수 있는 자동차 헤드라이트 자동조절시스템을 제안하였다. 본 알고리즘은 야간주행시 도로의 경사진 정도와 다가오는 차량에 대한 정보를 이용하여 최적의 조도량을 낼 수 있도록 자동차의 헤드라이트를 상하 및 우측 방향으로 자동조절할 수 있도록 고안한 알고리즘(우측주행도로의 환경)이다.

본 헤드라이트 자동조절시스템을 장착한 테스트 모델을 통해 1.8[m] 거리를 두고, 평지와 내리막 및 오르막을 임의로 구성하여 조도량을 측정하였고, 측정결과에서 보여주듯이 본 알고리즘을 적용하지 않았을 때보다 적용하였을 때가 눈부심의 정도(조도량)를 줄일 수 있음을 확인하였고 본 자동조절시스템을 실제차량에 장착한다면 야간운전시 헤드라이트 빛에 의한 야간교통사고를 미연에 방지할 수 있다고 판단된다.

본 자동조절시스템은 기존에 발표된 「조향장치에 따른 헤드라이트 좌우조절장치」[3], 그리고 우천시 생기는 조도량의 감소를 막기 위해 비가 오는지를 판단하는 센서를 장착함으로써 헤드라이트의 각도를 적절히 조절하여 보다 좋은 시야를 확보할 수 있도록 향후 개선해 나갈 예정이다.

References

- (1) 신화성, “헤드램프 조사각 자동 조정 장치 및 방법,” 공개특허공보2000-0012957, 2000년 3월.
- (2) 최희우, “경사각에 의한 차량용 헤드램프의 자동제어 장치 및 그 방법,” 공개특허공보1998-0026551, 1998년 7월.
- (3) 기아자동차, “자동차의 헤드램프 조향 장치,” 공개실용신안공보1997-0032688, 1997년 7월.
- (4) 신정환, C로 미는 로봇 (I)(II), CHM사, 2000년 2월.
- (5) 윤덕용, 80C196KC 마스터 (I)(II), CHM사, 2000년 3월.
- (6) 차영배, MICRO CONTROLLER 80196, 다다미디어, 1996년 9월.
- (7) 이승, 자동화시스템을 위한 센서공학, 철호, 2000년 8월.

◇ 저자소개 ◇

김태웅 (金泰雄)

1964년 12월 29일생. IEEE, IEEJ, KIPE, KIIEE, ERI, RICIC 정회원. 1990년 충북대학교 전기공학과 졸업(학사), 1993년 동 대학원 전기공학과 졸업(석사). 1996년 일본 요코하마국립대학 대학원 전자정보공학과 졸업(박사). 1996년 4월~2001년 9월 일본 야스가와전기 근무(서보개발담당). 현재 경상대학교 전기전자공학부 조교수.