

전조등의 순간적 밝기 변동에 대한 운전자의 불쾌감 평가 연구

(1) 운전자의 불쾌감 측정을 위한 시험 구성

(A Study on the discomfortable feeling's appraisals of driver for the instant brightness fluctuation of the Vehicle's Headlamps

(1) Experimental construction)

이창모* · 안옥희 · 임태영 · 김 훈

(Changmo Lee* · Okhee An** · Taeyoung Lim*** · Hoon Kim*)

*강원대학교 **영남대학교 ***현대·기아연구소

요 약

차량에서 전조등의 밝기 변화가 운전자에게 불쾌감과 스트레스를 제공한다면 운전자 및 보행자의 안전에 위협이 될 수 있을 뿐만 아니라 차량의 전체성능에 의구심을 유발시킬 수 있다. 그러므로 차량 전조등의 밝기변화 패턴에 영향을 미치는 전조등의 전압과 시간을 변수로 하여, 순간적으로 밝기변동이 발생하였을 경우, 연령대별(20/60대)로 운전자가 느끼는 심리적인 반응(불쾌감)이 어떠한 경향을 갖는지를 파악하는 것이 중요하다.

따라서 본 논문에서는 운전자가 순용하고 있는 전조등에 의한 노면상황을 모의하고 전조등의 전압이 13.6[V]에서 12[V]까지 변동하는 빔 패턴을 화면으로 구성하여 전조등의 순간적인 밝기변동을 모의하였다.

1. 서 론

김기훈의 “차량 전조등의 순간적 밝기 변동에 대한 한계값 설정 연구(2006)”에서 전조등의 순간적인 조도변동에 대한 운전자의 심리적인 반응 평가 및 장애물의 시인능력을 평가하기 위한 연구실을 제작하였다. 이 연구에서는 전조등의 전압변동을 HP 6032A의 Programable Power Supply를 이용하였다.

그러나 협소한 시험실에 있어서는 이를 이용할 시 운전자의 순용회도를 만족시키기는 매우 어렵다. 따라서 본 연구에서는 전조등의 전압변동을 구현하기 위한 연구 진행과정을 다음과 같이 수행하였다. 첫째, 전조등의 전압변동에 대한 운전자의 심리적인 반응을 정교하게 평가할 수 있도록 차량의 운전 효율적으로 모의하고, 전방의 장애물을 인식하고 제동페달을 밟을 수 있는 모의 차량 설치, 차량내의 운전자 전방시야에 있어서의 노면형상 제작등의 시험실을 제작한다. 둘째, 모의 차량에 피험자가 운전하듯 운전석에 착석하면 빔 프로젝터를 통해 전조등의 조도변동 패턴을 제공하고 장애물을 출현시키기 위해서 전조등에 상당하는 노면의 밝기 및 장애물 영상을 제작한다. 세 번째는 피험자가 전방을 주시하면서 빔 프로젝터를 통해 제공되는 조도변동 패턴을 인식하여 반응하고 이것에 대한 심리적인 반응을 설문지에 작성한다. 또한, 장애물을 시인하여 브레이크 페달을 밟은 시간은 Controller를 통해 컴퓨터에 저장한다. 마지막으로 설문지 및 장애물 인식시간을 분석하고 평가한다.

2. 시험실 구성

2.1 시험실 설계

길이 7[m], 폭 3[m] 그리고 높이가 2.7[m]의 작은 공간으로 단순화하되 정교하게 측정할 수 있도록 시험실을 구성하여야 한다. 그림 1에 시험실의 전체 구성도를 나타냈다.

시험공간에는 실제로 운전하는 것을 모의하기 위한 모의 차량, 노면형상, 그리고 노면형상에 전조등에 상당하는 빔 패턴 영상이 제공된다. 이 공간에 대한 세부적인 구조는 다음과 같다.

① 모의 차량

핸들, 브레이크 페달, 가속페달, 전면 유리 등과 같은 실제 차량의 내부 구조를 갖추고 있다. 외부는 무광택 black 페인트로 도장하였다.

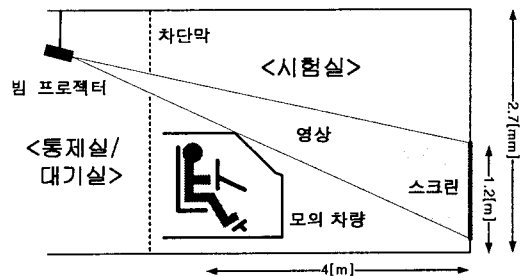


그림 1. 시험실 구성도

② 스크린(노면 형상)

시험실의 폭이 3[m]이기 때문에, 운전자 눈의 위치(도로 폭의 1/3 지점과 노면으로부터 1.2[m]에서 실제 도로폭 10[m]는 좌측벽면 높이는 약 0.9[m]이고 우측벽면 높이는 약 0.7[m]에 해당된다.

영상의 RGB 데이터와 휘도와의 관계를 측정하여 가능한 많은 RGB데이터를 이용할 수 있고 장애물의 최대휘도를 구현할 수 있도록 무채색 페인트 도장을 한다.

③ 전조등 빔 패턴 영상

Low-beam의 전조등에 대해 측정된 광도 데이터를 바탕으로 노면의 휘도를 계산하고 스크린의 RGB-휘도 관계를 이

용하여 low-beam 패턴에 상당하는 영상이 제공된다.

④ Baffle

빔 프로젝터로부터 투사된 영상이 전면 및 측면벽에서 입사된 후, 이로부터 빛이 확산반사되어 노면형상 이외의 공간을 밝아지게 된다. 이러한 영향을 최소화할 필요가 있다.

⑤ 시험실 내부 마감

시험공간은 빔 프로젝터로부터의 영상이외에 모든 빛을 차단하기 위해 시험실과 제어실 사이에 차단막을 설치한다. 또한 야간 운전상황을 구현하기 위해 벽면과 천장면을 모두 무광택 흑색 페인트로 도장하였다.

그리고 통제실에서는 전조등의 다양한 조도변화 패턴을 임의로 피험자에게 제공하고 또한 피험자가 장애물을 인식하고 브레이크 페달을 밟은 시간을 저장한다. 그리고 시험에 대한 피험자의 행동을 지시하는 등의 시험에 대해 필요한 모든 것을 지시하고 수행한다.

2.2 운전자의 순응휘도 및 장애물 휘도

야간 운전시, 전조등과 도로조명에 의해 비추어진 노면의 밝기(휘도라 하겠음)에 운전자의 눈은 익숙해진다. 이를 순응이라고 한다. 전조등의 밝기변화에 대한 심리적인 반응과 운전자의 시인능력은 운전자의 순응수준에 의해 다르게 나타난다[1].

따라서 운전자가 순응하고 있는 노면의 휘도패턴을 결정하는 것은 매우 중요하다. 그러므로 전조등에 의한 노면의 휘도를 계산하여야 한다.

그래서 표준 노면에 대해 CIE 휘도 환산계수를 계산하여 노면의 휘도를 결정하였다.

그림 2는 조명기구, 노면, 시점의 관계를 나타낸 것이다. 노면상의 점 P로 향하는 조명기구 A의 광도 I_p , 점 P에서의 수평면조도를 E , 조명기구의 취부높이를 H, 점 P에서의 빛의 입사각을 γ 라 하면, 시점으로부터 보이는 P점의 휘도 L_p 는 다음 식으로 구한다[2,3].

$$L_p = qE = \frac{I_p \cdot q \cdot \cos^3 \gamma}{H^2} \quad (1)$$

여기에서, q 는 점 P에 대한 노면의 휘도계수, $q \cdot \cos^3 \gamma$ 는 휘도환산계수이다.

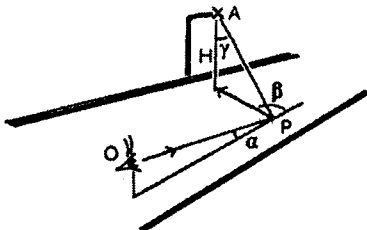


그림 2. 조명기구, 노면 그리고 시점의 관계

가로등의 노면 측정점에 대한 각도 β 와 γ 를 전조등에 대하여 적용하여 보면 이 각의 범위는 $\tan \gamma$ 가 10.0이상, β 각이

80도 이상이 되는 각이다. 그러나 r-table에서는 이 각도 범위에 해당되는 데이터는 제공되지 않고 있다. 그렇기 때문에 전조등에 해당하는 범위의 휘도계수를 구하기 위해서는 이 영역의 데이터를 외삽법으로 구하였다[4].

운전자의 순응휘도는 전조등의 기준전압인 13.6[V]에서 최저전압인 12[V]까지 계산하였다.

그림 3은 한 차종에 대해 계산된 순응휘도 분포를 나타낸 것이다.

장애물의 크기는 자동차의 안전 주행을 지장을 초래하면서도 한계대상물이라는 관점에서 노면과 자동차의 차체 최하부의 거리인 「최저지상높이」에 가까운 값이 되므로 한 변 20[cm]의 정방형으로 하였다.[5] 그리고 도로상에 존재할 수 있는 대상물(보행자, 낙하물 등)의 반사율 마다 각각에 대한 존재확률을 근거로 결정된 반사율이 20[%]이므로 장애물의 반사율은 완전 확산면의 20[%]로 가정하였다.[6]

따라서 장애물 휘도는 시대상물을 완전확산이라고 가정할 때, 시대상물의 휘도[L_o]는 평가지점에서 식 (2)를 사용하여 구한다.[7]

$$L_o = \rho E_v / \pi \quad [cd/m^2] \quad (2)$$

여기서, L_o 는 시대상물의 휘도 [cd/m^2]이고 ρ 는 시대상물의 반사율(20%), 그리고 E_v 는 노면상 0.1[m]의 운전자 측에서 바라본 연직면 조도[lx]이다.

자동차가 60[km/h]의 속도로 주행한다고 가정하면, 자동차가 10[m] 전진하는데 소요되는 시간은 0.6[s]이므로 장애물의 이동 속도는 연속적으로 표현하면서 60[km/h]의 속도로 이동시킨다. 또한 장애물의 크기는 차량의 이동속도를 고려하여 점점 커지는 형태로 그 크기를 변화시켰다.

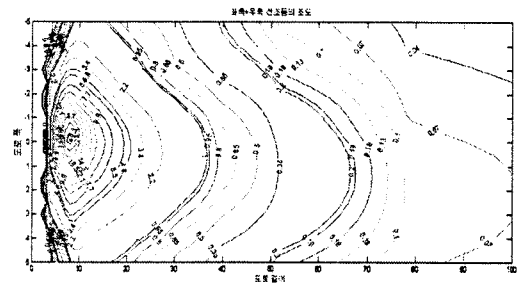


그림 3. 아스팔트 표준노면의 양측전조등에 의한 iso-luminance 곡선

2.3 영상제작

전조등에 대한 노면 휘도를 영상으로 제작하기 위해 빔 프로젝터에서 출력되는 RGB(0~255)와 그에 대한 휘도값을 측정하였다. 여기에서 영상파일을 다양하게 많은 프레임으로 제작하기 위해서는 최대한 넓은 범위의 RGB를 이용해야 하기 때문에 전면벽의 반사율을 고려하였다(그림 4).

White/Black의 비율을 결정하여 전면벽 및 측면벽에 도장하여 구역별로 휘도를 측정하여 RGB-휘도 관계를 설정하여 영상파일을 제작하였다(그림 5).

였다. 또한 전조등의 밝기변동에 대한 운전자의 심리적 반응을 평가하기 위해 평가항목과 그것에 대한 심리적인 반응에 대한 평가법을 구성하였다.

본 연구는 (주)NGV의 사업지원에 의해서 수행되었습니다.

참 고 문 헌

- [1] Iwata, Toshie;Itoh,Daisuke;Chiba, Kei-ichi, "Study on the effects of adaptation levels on visibility and bright-dark sensation", Proceeding of Annual Conference of IEJ, 38th, 2005)
- [2] CIE Technical Report, Pub. No. 12.2 (TC-4.6), "Recommendations for the lighting of roads for motorized traffic", pp.8~15, 1995
- [3] CIE Technical Report, Pub. No. 30-2, "Calculation and Measurement of Luminance and Illuminance in Road Lighting", 2/e, 1982
- [4] 김기훈, "차량 전조등의 순간적 밝기 변동에 대한 한계값 설정 연구", 강원대학교, 2006
- [5] CIE No. 61, "Tunnel Entrance Lighting-A survey of fundamentals for determining the luminance in the threshold zone", 1984
- [6] Smith, F. C. "Reflection Factors and Revealing power", Trans. Illum. Eng. Soc.(London), 1938
- [7] ハンス・ユルゲン・ヘンツェル, "光と照明 光工学の理論と実際", 日本理工出版會, 4/e, 1999