

전조등 조도변동에 대한 운전자의 인식연구 : 3. 운전자의 심리적 특성 (A Study on Driver's Perception over the Change of the Headlamp's Illuminance : 3. Driver's psychological property)

김현지^{1*} · 김현진¹ · 김기훈² · 김훈² · 안옥희¹

(Hyun-Ji Kim · Hyun-Jin Kim · Gi-Hoon Kim · Hoon Kim · Ok-Hee An)

(1 영남대학교 가족주거학과 · 2 강원대학교 전기공학과)

Abstract

In this study, psychological assessment was carried out to investigate the driver's psychological characteristics by the change of the headlight. The participants were 20 men and 20 women in their 20s and thirty-two different conditions in combinations of waveform of light, voltage, and alteration time were used. The questionnaire for the assessment was evaluated by 8 subjective items and 5-point SD criteria of 19 pair's adjective.

The results were as follows.

1. The assessment results from SD method indicated 3 factors by factor analysis, and it was shown that A waveform had significances in a sense of security and impetus and B waveform had a significance in a sense of security. The levels of the limitations for the voltage change were 12V in the factor of a sense of security and 11V in the factor of a sense of impetus for A waveform, 12.6V in the factor of a sense of security for B waveform.

2. The results of the subjective assessment showed that the limitation of A waveform's brightness change was 12V. Moreover, the limitations of voltage changes were 12.6V for B waveform brightness change, 12V for discomfort, 12.6V for darkness. And the limitation of C waveform's brightness change was 12V.

1. 서론

전조등의 성능은 운전자의 안전과 직접적으로 연관되고 전조등의 밝기 변화는 운전자가 민감하게 느낄 수 있기 때문에 차량 시스템 전체의 성능 규정에 중요한 지표가 될 수 있다. 그런데 차량 내 전기적 부하의 변동에 따라 전조등의 밝기가 변화하면, 운전자가 전방 장애물을 안전정지거리 이전에 파악하고 정지하는 능력이 저하하여 사고의 위험이 초래된다. 따라서 전방 장애물 식별에 장애가 되지 않는 전조등 밝기 변화의 한계치를 어느 정도 인가를 평가하고, 이를 전조등 성능의 최저 한계로 삼을 필요가 있다.

이에 본 연구에서는 운전자의 불편감을 방지할 수 있는 한계치를 설정하기 위하여 전조등 밝기 변동에 의한 야간 운전자의 심리평가를 실시하였다.

2. 연구방법

2.1 피험자의 선정

본 실험의 피험자는 남녀 각각 20명, 총 40명이다. 피험자는 운전면허증을 보유한 자로서 20대 연령의 교정시력 1.0 이상인 자로 하였고, 차량 운전석에 앉았을 때의 눈높이가 120[cm] 내외이며, 시각 장애로 인하여 야간운전에 지장이 없는 신체 건강한 자에 한하여 선발하였다.

또한 피험자는 시험에 응하기 전날 충분한 숙면을 취하도록 하였고 음주는 금하도록 하였으며, 측정 중에는 흡연, 휴대전화, MP3 사용 등 눈과 두뇌의 피로에 영향을 주는 일체의 행위는 금지시켰다.

본 실험에 참여한 피험자의 평균 운전경력은 2.96년으로 약 3년 이었고, 남자가 4.38년, 여자가 1.53년으로 운전경력은 남자가 3년 정도 좀 더 길

었다. 연령은 전체 평균이 24.1세 이었으며, 남자가 25.5세, 여자가 22.7세로 남자가 2.8세 정도 더 많았다. 그리고 교정시력은 여자가 1.07, 남자가 1.21, 전체 평균이 1.14로 남녀의 시력 차는 0.14로 거의 차이 없었다.

2.2 실험조건

실험조건은 표 1과 같다. 실험실의 구성조건 및 기본 용어는 선행연구(전조등 조도변동에 대한 운전자의 인식연구 : 1. 실험조건 설정을 위한 선행연구)와 동일하다.

2.3 평가항목

시인성 측정을 행할 때 1명의 피험자가 차량 운전석에서 장애물을 확인하고 브레이크 페달을 밟는 동안 다른 1명의 피험자는 전실에서 심리 평가지를 작성하도록 하였다.

심리 평가지는 2종류로, 피험자의 주관적 평가를 위하여 8개 문항으로 구성된 설문지와 심리적 평가를 위한 24개 형용사 쌍으로 구성된 평가지이다. 특히 SD법 평가항목 중 설명력이 약한 항목은 제외하고 본 분석에서는 19개 항목에 대하여 분석하였다.

표 1. 실험조건

No.	파형	전압[v]	변동시간[sec]	장애물경로	장애물시간 [sec]
1	O	13.6	0	2	120
2	A	12	0.2	4	0
3	B	11	2	2	0
4	C	13	2	2	1
5	A	11	0.2	4	0
6	C	12	2	2	1
7	O	13.6	0	4	130
8	B	13	2	2	0
9	A	13	0.2	4	0
10	B	12	2	2	0
11	C	11	2	2	1
12	B	13.4	2	4	0
13	B	12.6	2	2	0
14	A	13	0.4	4	0
15	B	12	3	4	0
16	B	12	2	2	15
17	C	12	2	2	3
18	B	11.5	2	4	0
19	B	12	4	2	0
20	A	12	0.4	2	0
21	B	12	2	4	30
22	A	11	0.4	4	0
23	A	12	0.2	4	10
24	B	12.6	2	2	0
25	A	13	0.2	4	10
26	B	13	2	4	0
27	A	11	0.2	2	0
28	O	13.6	0	4	120
29	A	13	0.2	2	0
30	B	12	2	2	0
31	A	11	0.2	4	10
32	A	12	0.2	2	0

2.4 분석방법

SD법 평가지는 평가항목간의 상관계수에서 직교회전을 행하여 요인구조를 결정하기 위해 요인 분석을 하였다. 또한 각 조건의 요인별에 따른 유의차를 알아보기 위해 t-test, 일원변량분산분석을 하였다. 평가항목의 신뢰도는 Cronbach' α = .8740으로 높게 나타났다.

3. 연구결과

3.1 SD법 분석

3.1.1 요인 분석

브레이크 작동에 있어서 피험자의 심리평가특성을 요인분석을 한 결과, 4개의 요인이 추출되었으며, 누적 설명량은 67.3%이었다(표 2). 요인추출 순위를 살펴보면 안전감, 명시감, 자극감, 공간감이었다. 이는 운전자가 심리상태를 잘 나타내는 것으로 운전시에는 안전감을 가장 중시하며, 운전에 필요한 명시감, 위험요소에 대비하는 자극감, 운전은

진행하는데 필요한 공간감이 운전자의 심리상태를 나타내는 요인으로 밝혀졌다.

한편, 성별에 따른 요인구조에는 차이가 없었다. 파형에 따른 요인구조는 추출요인 수와 요인특성은 동일하나 요인순서에 약간 차이가 있었다. 즉 A파형과 B파형의 3, 4위 요인인 자극감, 공간감 요인이 C파형에서는 역순으로 추출되어 공간감 요인이 자극감 요인보다 우선시 되었다. 이는 C파형의 경우, 전압이 하강된 상태에서 기준으로 상승하는 것으로 어두웠다가 밝아지는 상태이므로 공간 확대의 느낌이 강조되었기 때문이라고 생각된다.

3.1.2 평균치 프로필

평가항목 19개의 평균은 2.92점으로 거의 보통의 수준을 나타내었다. 요인 별로 보면 안전감, 명시감, 공간감은 약간 부정적인 평가를, 자극감 요인만 약간 긍정적인 평가를 하였다(그림 1).

성별에 따른 평균치 프로필을 비교하면, 안전감($p < .001$), 공간감($p < .001$) 요인에서 유의차가 나타났다. 즉 여성이 남성보다 안전감 요인의 평가가

표 2. 요인 분석(전체)

요인	평가항목	요인 부하량				공통성	요인명
		I	II	III	IV		
I	안정감 있는	.888	.028	.052	-.023	.792	안전감
	안전한	.878	.002	.025	-.033	.773	
	편안한	.833	.177	.012	.035	.727	
	좋아하는	.807	.049	-.085	.170	.690	
	여유 있는	.792	.103	.038	.148	.661	
	쾌적한	.700	.020	.070	.294	.581	
	차분한	.555	-.099	.441	-.391	.665	
단순한	.522	-.107	.429	-.379	.612		
II	눈부심이 있는	-.116	.756	-.212	.167	.658	명시감
	밝은	.255	.743	.010	.230	.670	
	광택이 있는	.064	.720	-.308	.141	.636	
	동적인	-.172	.650	-.397	.096	.620	
III	선명한	.448	.649	-.136	.070	.645	자극감
	흥미로운	-.110	-.117	.795	-.078	.663	
	시선을 끌지 않는	-.001	-.342	.709	.161	.646	
IV	생동감 있는	.020	-.497	.620	-.078	.638	공간감
	수수한	.464	-.213	.606	-.272	.701	
	개방적인	.103	.208	-.043	.823	.733	
	넓은	.268	.278	-.062	.728	.682	
	고유치	5.447	4.969	1.371	1.005		
	설명변량(%)	28.671	26.155	7.218	5.291		
	누적변량(%)	28.671	54.826	62.044	67.335		

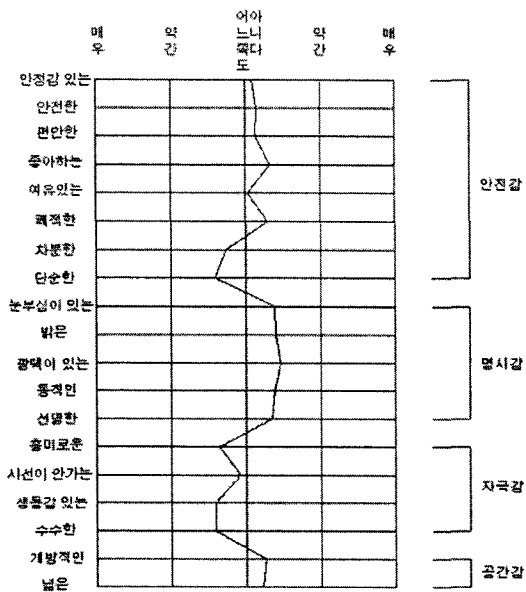


그림 1. 전체 평균치 프로파일

높았으며, 공간감 요인에서는 남성은 '개방적인'에서, 여성은 '넓은'의 항목에서 평가가 높았다.

파형별 평균치 프로필을 비교하면, 모든 요인에서 유의차가 나타났다. 즉 안전감 요인은 C파형의 평가가 가장 높고, B파형의 평가가 가장 낮았으며, 이들 간의 유의차가 인정되었음($p < .001$). 명시감 요인은 C파형과 A파형의 평가가 높았으며, B파형의 평가는 낮아 C파형, A파형과 B파형간의 유의차가 인정되었다($p < .001$). 또한 자극감 요인은 B파형의 평가가 가장 높고 A파형이 가장 낮았으며, 이들 간의 유의차가 인정되었다($p < .01$). 그리고 공간감 요인은 C파형과 A파형의 평가가 높고, B파형의 평가가 낮았으며, C파형, A파형과 B파형간의 유의차가 인정되었다($p < .001$).

전압별 평균치 프로필을 비교하면, A파형은 안전감 요인과 자극감 요인에서만 유의차가 나타나, 표 3. 파형별 전압에 따른 주관적 평가

평가항목	A파형			B파형					C파형			
	11V	12V	13V	11V	11.5V	12V	12.6V	13V	13.4V	11V	12V	13V
전반적으로 장애물이 잘 보였는가	3.36	3.38	3.41	3.38	3.05	3.25	3.24	3.39	3.53	3.50	3.43	3.45
밝기 변화를 느꼈는가	3.03	3.00	2.75	3.60	3.60	3.46	3.11	2.54	2.18	3.65	3.38	2.40
어두워짐을 느꼈는가	2.59	2.59	2.49	3.69	3.73	3.60	3.20	2.53	2.15	2.68	2.20	2.28
밝아짐을 느꼈는가	2.68	2.65	2.44	2.28	2.13	2.08	1.99	2.05	1.93	2.68	2.65	2.44
밝기의 변동에 따라 불편감을 느꼈는가	2.79	2.74	2.43	3.13	3.18	3.08	2.69	2.39	2.05	2.83	2.54	2.35
눈 깜박임을 느꼈는가	2.93	2.94	2.70	2.78	2.48	2.67	2.48	2.44	2.13	2.80	2.58	2.38
실험 후 눈이 피곤함을 느꼈는가	2.21	2.29	2.16	2.40	2.38	2.36	2.16	2.23	2.20	2.58	2.35	2.33

안전감 요인은 13[V]의 평가가 가장 높았으며, 13[V]와 12[V], 11[V] 간에 유의차가 인정되었다($p < .001$). 자극감 요인 또한 13[V]의 평가가 가장 높았으며, 13[V]와 11[V] 간에 유의차가 인정되었다($p < .05$). B파형 전압별 평균치 프로필을 보면, 안전감 요인에서만 유의차가 나타났다. 즉 13.4[V]의 평가가 가장 높았으며, 13.4[V]와 그 외 모든 전압 간에 유의차가 인정되었다($p < .001$). C파형 전압별 평균치 프로필을 보면, 안전감 요인($p < .05$)과 공간감 요인($p < .05$)에서만 유의차가 나타나, 안전감 요인에서는 13[V]의 평가가 가장 높았으며, 11[V]와 13[V]사이에 유의차가 나타났다($p < .05$). 이를 종합해 보면, A파형은 안전감 요인에서 12V, 자극감 요인에서 11V가 전압변동의 한계치이며, B파형은 안전감 요인에서 12.6V가 한계치임을 알 수 있다.

3.2 주관적 평가분석

주관적 평가항목의 평균값을 분석한 결과, 전반적으로 장애물은 잘 보였으며($M=3.35$), 밝기 변화를 조금 느꼈다($M=3.07$)는 것을 알 수 있다. 그러나 어두워짐($M=2.85$)이나 밝아짐($M=2.44$)과 같은 구체적인 밝기 변화는 그다지 느끼지 못한 것을 알 수 있다. 또한 전조등의 밝기의 변동에 따라 불편감은 느끼지 않은 편($M=2.73$)이며, 어두웠다 밝아질 때보다 밝았다 어두워질 때 더욱 불편감을 느꼈다(84.1%). 실험도중 눈 깜박임은 느끼지 않은 편($M=2.68$)이며, 실험 후 눈은 피곤하지 않다($M=2.28$)는 것을 알 수 있다.

파형별 전압에 따른 피험자 응답의 평균값은 표 3과 같다.

표 3에서 평균값 3.00 이상인 조건은 심리적으로 영향을 받았음을 나타낸다. 따라서 모든 조건에서 장애물은 잘 보였다는 것을 알 수 있다. 밝기 변화

는 A과형의 12V 이하, B과형의 12.6V 이하, C과형의 12V 이하가 한계치이다. 그리고 어두워짐은 B과형에서만 한계치가 나타났는데, 12.6V 이하이다. 불쾌감 또한 B과형에서만 나타났는데 12V 이하가 한계치이다.

4. 결론

본 연구는 전조등 밝기변화에 따른 운전자의 심리적 특성을 밝히기 위하여 심리평가를 실시하였다. 피험자는 20대 남녀 각각 20명 총 40명이며, 실험조건은 과형, 전압, 변동시간으로 구성된 32개 조건이다. 평가는 8개의 주관적 평가항목과 19쌍의 형용사로 구성된 5점 SD척도의 평가지를 사용하였다.

그 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. SD법의 심리평가 결과, 요인분석에서 3요인으로 나타났으며, A과형은 안전감과 자극감 요인에서, B과형은 안전감 요인에서 유의차가 나타났다. 대체로 안전감, 명시감, 공간감 요인에서는 C과형의 평가가 높았으며, 자극감 요인에서는 B과형의 평가가 높았다. 또한 전압별 평균치는 안전감과 자극감 요인에서는 13[V]의 평가가 높았고 명시감 요인에서는 12[V]의 평가가 높았다. A과형은 안전감 요인에서 12V, 자극감 요인에서 11V가 전압변동의 한계치로 나타났으며, B과형에서는 안전감 요인이 12.6V가 한계치로 나타났다.

2. 주관적 평가 결과, A과형의 밝기변화의 한계치는 12V로 나타났다. 또한 B과형의 밝기변화는 12.6V, 어두워짐은 12.6V, 불쾌감은 12V가 전압변

동의 한계치로 나타났다. C과형의 밝기변화의 한계치는 A과형과 같이 12V로 나타났다.

이상의 결과를 통하여 운전자의 불쾌감을 방지할 수 있는 한계치를 설정하면 A과형과 C과형에서는 불쾌감에 의한 기준값은 제시할 수 없으며, B과형의 12V 이하의 전압변동에서만 불쾌감을 유발시키는 기준값을 제시할 수 있다. 이를 실험조건 의 평가값 사이에 유의한 상관관계가 존재한다는 가설 하에 좀 더 구체적인 기준치를 산정하면 B과형 12.12V 미만에서는 불쾌감이 발생하므로 B과형의 경우 12.12V 미만에서는 불쾌감이 발생하므로 B과형의 경우 12.12V 이상이 운전자의 불쾌감을 방지할 수 있는 한계치로 볼 수 있다.

본 논문은 (주)NGV의 사업지원에 의해서 수행되었습니다.

참고문헌

- [1] 日本照明學會, "道路照明のビツビリティレベルにする研究調査委員會報告書", 2002年 3月, p.10
- [2] 日本照明學會, "ライティングハンドブック 第2版", Ohmsha, 2003年 11月, pp. 410~413
- [3] CIE, "Fundamentals of The Visual Task of Night Driving" Technical Report, Pub No.100, pp. 33~40
- [4] CIE, "Calculation and Measurement of Luminance and Illuminance in Road Lighting", Technical Report, Pub 30-2, 1982, 2/e, pp. 22~35