

시각정보의 인식도에 의한 자동차 Side Mirror의 최적 위치결정에 관한 연구

—A Study on the Optimal Position of Vehicle Side Mirrors according
to the Perception of Visual Information—

김 도 회*
이 근 회**

Abstract

This study deals with the experiment of perceiving visual information according to the positions of vehicle side mirrors.

In the design of vehicle, the consideration of safety is very important. Therefore we consider the positions of side mirrors to use visual information effectively which is important factor to driver. This paper presents the position of side mirror to elevate the degree of visual perception for the circumstances of danger by experiments.

To exhibit the circumstances of danger, 4 LED(Light Emitted Diode) are located at each side(right, left, front, back) of vehicle. A subject pushes the LED switch to see that if he perceives the circumstance of danger. To record the circumstance of randomly generated danger, computer interface card is used to control 4 LED and switch on IBM PC/AT.

Experiments are divided into 2 parts. The 1st experiment present the independence of right & left side mirror. The 2nd experiment present optimal position of right & left side mirror.

The vehicle used in experiment is model EL of H Co.. Statistical process of experimental data using SPSS(Statistical Package for Social Sciences)/PC package concludes that 1) the optimal position of right side mirror is 54cm forward of exist position. 2) for the left side mirror, the position of 120cm forward of exist position shows the worst degree of perception, and the optimal position does not exist in statistical meaning.

1. 서 언

1.1 연구의 목적 및 필요성

최근 자동차산업의 급속한 발전에 따라 널리 보급된 자동차는 인간에게 수많은 이익을 제공하였지만 거기에 따르는 문제점도 많이 있다. 그중에서도 교통사고가 가장 심각한 문제점이지만 운전자가 어떻게 운전하느냐에 따라 충분히 예방할 수도 있다. 그러기 위해서는 인간이 자동차를 최적의 환경에서 운전할 수 있도록 자동차의 인간공학적인 설계가 절실히 요구된다.

인간-자동차-환경 시스템에서 인간은 주위환경의 여러 정보를 받아들여 자동차를 안전하게 운행하게 되는데, 인간이 받아들이는 정보 중 가장 중요한 것은 시각정보이다. 인간은 자동차로부터 시각정보를 두 가지 방법으로 받아들이는데 첫째는 직접 보아서 인식하는 것이며 둘째는 거울(room mirror, 좌우 side mirror)을 이용하여 간접적으로 받아들이는 것이다.

본 연구에서는 특히 좌우의 side mirror를 통해 간접적으로 받아들이는 시각정보가 side mirror의 위치에 따라 인식도가 달라지게 되기 때문에 이의 위치를 변화시켜 그 인식도를 알아보았다.

* 한양대학교 대학원 산업공학과

** 한양대학교 산업공학과 교수

만약 좌우의 side mirror가 보기에 불편한 위치에 있다면, 신경이 좌우로 분산되기 때문에 전방을 주시하는데 많은 영향을 미치기 때문에 시각정보를 효과적으로 인식하는 side mirror의 인간공학적 설계가 필요하다.

1.2 연구의 배경 및 범위

본 연구에서 고려한 시각정보의 인식도에 관한 연구를 살펴보면 다음과 같다.

머리와 안구를 고정시키고 눈으로 볼 수 있는 범위를 시야(정시야)라하고 그 각도는 좌우 100° 정도이다. 동시에라는 것은 머리를 고정하고 안구를 자유스럽게 움직이며 보는 범위를 말하며 정시야보다 좌우로 15° 상하로 10° 정도가 넓어진다. 이것이 차량을 운전할 때의 시야를 결정한다[8].

인간이 가장 정확히 볼 수 있는 시야는 약 30° 이고 최대치는 90° 이다[1]. 그래서 운전 중 운전자가 좌우의 side mirror를 정확히 보기 위해서는 머리를 움직이게 된다.

VDT를 볼 때 머리의 움직임(head movement)은 눈을 고정시켰을 때 (fixed eye)나 안구가 자유스럽게 움직일 때(eye movement) 보다 반응시간과 Error가 증가한다[2]. 이는 운전 중 머리의 움직임이 전방주시를 위해서 좋지 않다는 것을 의미한다.

외부의 자극이 있은 후 동작을 개시하기까지 걸리는 총시간을 흔히 반응시간이라고 부른다[4]. 이는 동작시간과는 별개이다.

자극의 수가 여러개이며 각 자극에 대하여 별도의 반응을 요구한다면, 정확한 반응을 결정해야 하는 중앙처리시간(decision process time) 때문에 반응시간이 길어진다. 이와같이 여러 자극 중 몇개의 자극에 대해 선택적으로 반응하는데 걸리는 시간을 선택반응시간이라 한다[5]

n 개의 자극에 대하여 별도의 반응을 할 때 선택반응시간은 Hick의 법칙을 따른다[3].

$$\text{Hick's law : } H = \log_2(n+1)$$

본 연구에서의 대안은 4개이므로 선택반응시간은 약 0.4초이다.

신호에 따라 동작을 실행하는데 걸리는 시간을 동작시간이라 한다. 물론 동작의 종류와 거리에 따라 다르지만 대부분 제어에서의 최소치는 약 0.3초이다[4]. 본 연구에서 선택반응시간과 동작시간을 더한 값은 약 0.7초이나 본 실험에서 쓰인 프로그램에서는 반응해야 하는 시간을 2.2초로 충분히 두었다.

본 연구에서는 위험상황을 표시하는 시각정보를 나타내기 위해서 붉은색 LED 4개를 자동차의 전후좌우에 1개씩 위치시켰으며, 그 위험상황을 인식했는가는 해당 LED 스위치를 눌러 표시하였다. 또한 위험상황을 random하게 발생시키고 이를 기록하기 위해 4개의 LED와 스위치를 제어하는 Interface card를 IBM PC/AT에 장착하여 실험하였다.

본 연구에서는 시점을 일정 시점으로 고정하여 위험상황을 느낀 후의 인식도만을 고려하였다.

본 연구에서는 좌우 side mirror에 중점을 두어 좌우 side mirror가 서로 독립함을 보이는 제 1실험과 좌우 side mirror의 어느 위치가 최적인가를 알기 위한 제 2실험으로 나누어 실험하였다.

2. 실험

2.1 피실험자, 실험장치, 실험환경

본 실험의 피실험자는 건강상태가 양호하고 교정시력이 좌우 0.8° 이상이며 운전경력이 2년 이상인 20대 중반의 남자 16명만을 대상으로 실험하였다.

실험장치로는 승용차(H사의 EL차종) 1대, 개인용 컴퓨터(IBM PC/AT) 1대, LED 4개, 3단 토클 스위치 2개, 그리고 컴퓨터로 LED 4개와 스위치를 제어할 수 있는 interface card를 직접 제작하여 컴퓨터의 슬롯에 장착하였다.

본 실험의 체계구성과 배치도는 그림 1, 그림 2와 같다.

본 실험을 하기 위한 환경을 보면 차량 1대가 여유있게 들어갈 수 있는 차고($6.5\text{m} \times 3.2\text{m} \times 2$)

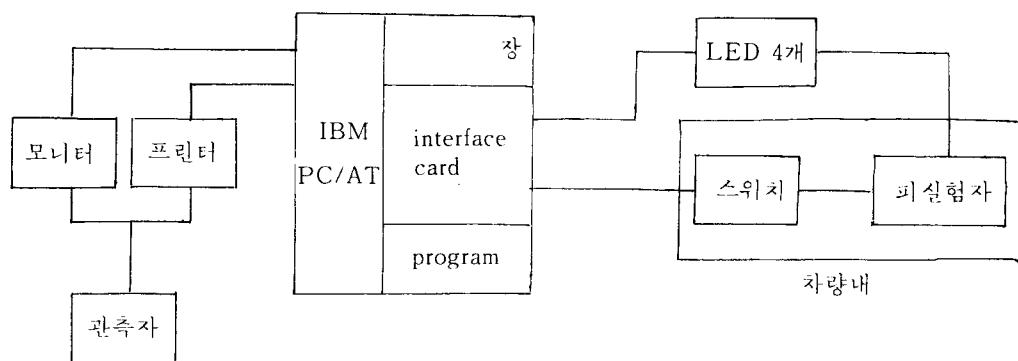


그림 1. 체계구성도

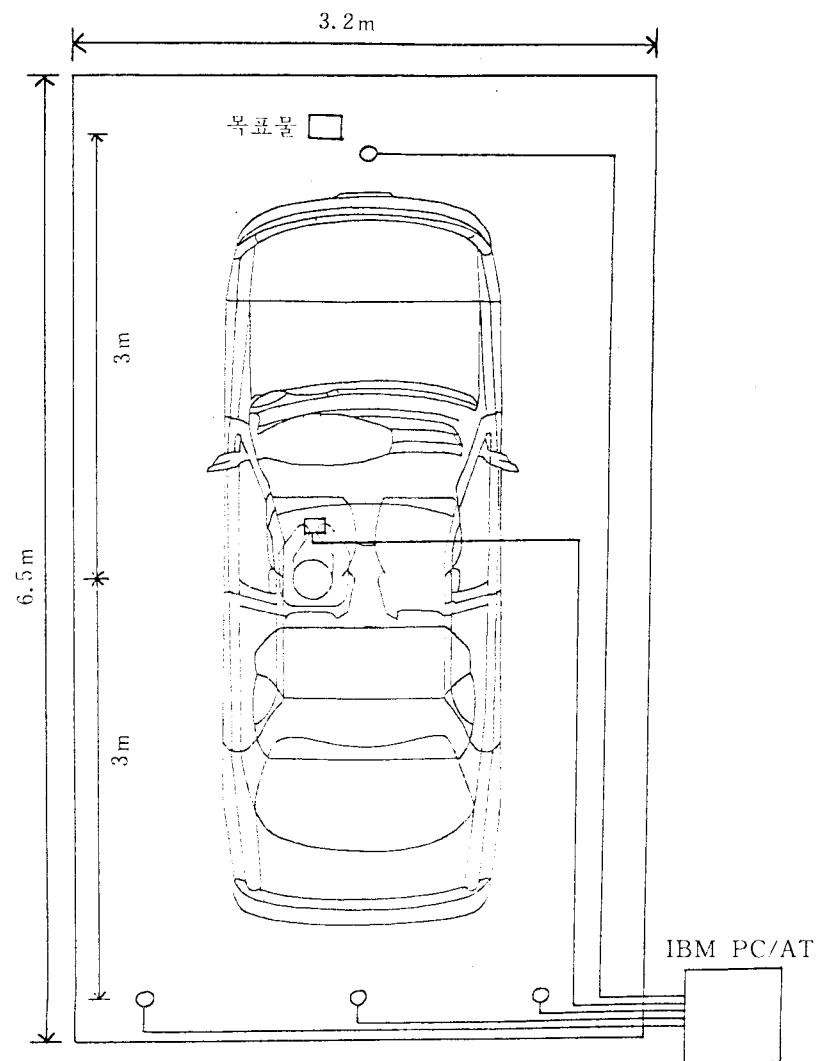


그림 2. 배치도

5m)에서 일정한 조도를 맞추기 위해 외부의 빛을 차단한 후 일정조명을 유지해 주어 매 실험마다 똑같은 환경을 만들어 주었다.

그림 2의 배치도를 보면 일정시점을 보기 위해서 운전석 정면 3m지점에 목표물을 설정하였다. 전방 LED와 후방 LED는 운전석에서 수평으로 볼 수 있도록 130cm 높이에 위치 시켰고, 좌우 LED는 운전석에서 3m의 거리와 105cm의 높이로 차량 좌우에 위치시켰다.

2.2 프로그램

본 실험은 C언어로 짜여진 프로그램에 의해서 4개의 LED가 랜덤하게 불이 켜진다. 이때 LED가 켜져있는 시간은 0.7초, 피실험자가 인식하여 스위치를 눌러서 반응해야 하는 시간은 2.2초이내로 제한했으며, 다음 LED에 불이 켜질 때까지 기다리는 시간은 랜덤하게 1, 2, 3, 4, 5초 중의 하나이다. 그림으로 쉽게 나타내면 그림 3과 같다.

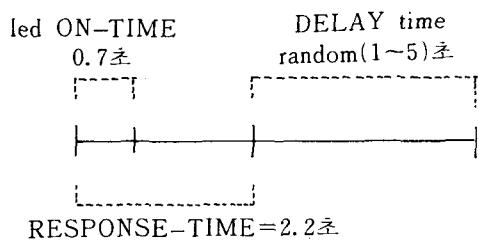


그림 3. LED 점멸주기

피실험자는 LED의 불빛을 보고 두쌍의 3단 토클 스위치를 조작하여 반응하게 되는데, 너무 즉각적인 반응으로 스위치 오작을 막기 위하여 반응시간은 2.2초로 충분히 두었다.

각 방향에서 나오는 LED를 보고 반응시간 내에 정확히 스위치를 누르면 '1', LED를 못보고 반응시간 내에 스위치를 누르지 못했을 때는 '0', LED를 보았으나 잘못 눌렀을 때는 위험 상황에 적절히 대응하지 못하였으므로 '*'로 표시하여 '0'과 같이 처리하여 각 data를 file로 저장하였다. 또한 한 실험에서의 총 LED의 점멸 회수는 100회이다.

2.3 실험절차 및 방법

본 실험을 실시하는 절차는 다음과 같다.

- ① 피실험자에게 실험시 주의사항과 조작방법을 충분히 주지시킨다.
- ② 각 모델에 대하여 실험장치를 준비한다.
- ③ 피실험자가 승용차 내에 탑승하여 전후좌우에 설치된 각 LED가 정확히 보일 수 있도록 거울의 각도를 맞춘다.
- ④ 예비실험으로 충분한 훈련을 한다.
- ⑤ 실제 실험을 시작한다.
- ⑥ 5분간 휴식을 취한다.
- ⑦ ②번으로 돌아가 side mirror 위치를 변화시켜 다음 모델의 실험을 준비한다.

①의 실험시 주의사항은 피실험자가 불이 들어오는 것을 찾기 위해 좌우를 살피지 않고 항상 정면의 일정지점(전방목표물)을 주시하고 있다가 LED의 불이 거울을 통하여 불이 켜짐을 느낀 후 스위치를 조작해야 한다는 것이다.

②의 각 모델이란 제 1실험에서는 1명의 피실험자당 9가지 모델(좌 side mirror 3수준×우 side mirror 3수준)을 실험하고, 제 2실험에서는 1명의 피실험자당 9가지 모델(좌 side mirror 5수준+우 side mirror 5수준-1)을 실험한다.

④의 예비실험이란 각 모델에 대하여 생소함을 없애 주기 위해 어느 정도의 훈련(약 5분)을 한다.

⑤의 실제실험에서 한 모델의 실험시간은 약 10분정도이다.

⑥에서는 한 모델의 실험이 끝나게 되면 눈의 피로를 풀어주기 위하여 5분간의 휴식을 취해 다음 실험에 영향을 미치지 못하게 한다.

2.4 실험계획

본 실험에서의 인자는 각 side mirror의 위치이고, 실험회수를 줄이기 위하여 2차례로 나누어 실험하였다. 그리고 각 실험에 대해서는 완전랜덤화 실험계획법을 실시하였다.

제 1실험은 좌측에 있는 물체를 볼 때 우 side mirror가 영향을 미치지 않고, 우측에 있는 물체를 볼 때 좌 side mirror가 영향을 미치지 않는다는 가정을 설정하여 좌우의 side mirror가 서로 독립적임을 보이는 실험으로 그림 4와 같이, 좌 side mirror의 위치를 3개의 수준(0cm, 76cm, 120cm), 우 side mirror의 위치를 3개의 수준(0cm, 76cm, 120cm)으로 변환시켜 좌우의 조합인 9가지 모델을 가지고 6명의 실험자에게 실험하였다.

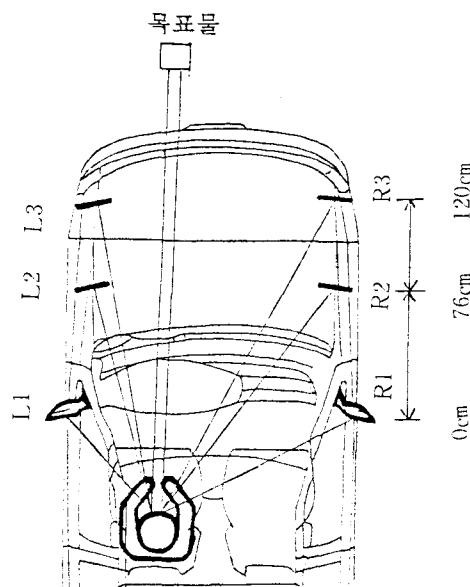


그림 4. 제 1실험에서의 side mirror의 위치

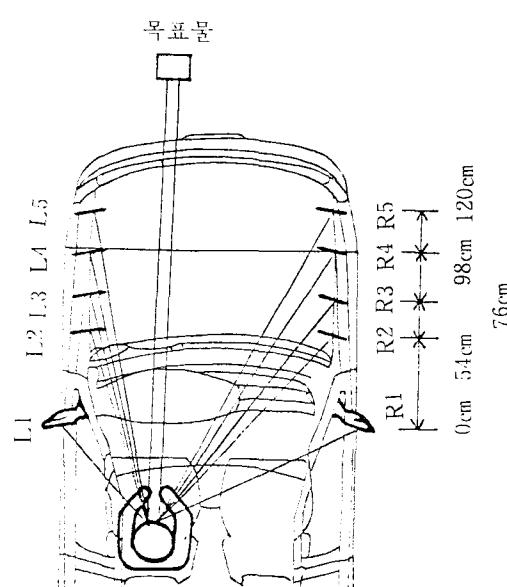


그림 5. 제 2실험에서의 side mirror의 위치

제 2실험은 제 1실험에서 좌우 side mirror가 서로 독립적이기 때문에 그림 5와 같이, 좌 side mirror를 L1 위치에 고정시키고 우 side mirror를 5수준(0cm, 54cm, 76cm, 98cm, 120cm)으로 변화시켜 우 side mirror의 최적위치를 찾고, 우 side mirror를 R1 위치에 고정시키고 좌 side mirror를 5수준(0cm, 54cm, 76cm, 98cm, 120cm)으로 변화시켜 좌 side mirror의 최적위치를 찾는 실험이다. 이 실험에서는 9가지 모델을 가지고 10명의 피실험자에게 실험하였다.

3. 실험결과 및 분석

3.1 제 1실험 결과 및 분석

제 1실험에서는 좌우의 side mirror가 서로 독립적임을 보이는 실험으로 예를 들면, 그림 4에서

와 같이 R1, R2, R3로 위치를 변화시켜도 L1에 대한 값은 항상 같다는 것이다. 즉, L1R1, L1R2, L1R3모델에서 L1의 값은 항상 같다.

이것을 증명하기 위해서는 일원배치법(one-way factorial design)으로 한 모델당 6명의 피실험자와 자료를 한 그룹으로 하여 3그룹간에 유의한 차가 없음을 보여주면 된다. 이와 같은 방법으로 6번의 일원배치 분산분석을 실시하였다.

표 1에서 표 6까지의 분산분석표를 보면 모든 F Ratio가 $F(2, 15, 0.05)=3.68$ 보다 작으므로 유의수준 0.05로 서로 독립적임을 알 수 있다.

표 1. L1R1, L1R2, L1R3 모델에 대한 L1의 값을 나타낸 분산분석표

-----ONEWAY-----						
Variable L1		By Variable A				
		L1R1	L1R2	L1R3	F	F
Source	D. F.	Sum of Squares	Mean Squares			Prob.
Between Groups	2	.0005	.0002	.1337	.8759	
Within Groups	15	.0256	.0017			
Total	17	.0261				

표 2. L2R1, L2R2, L2R3 모델에 대한 L2의 값을 나타낸 분산분석표

-----ONEWAY-----						
Variable L2		By Variable A				
		L2R1	L2R2	L2R3	F	F
Source	D. F.	Sum of Squares	Mean Squares			Prob.
Between Groups	2	.0013	.0007	.3249	.7275	
Within Groups	15	.0306	.0020			
Total	17	.0319				

표 3. L3R1, L3R2, L3R3 모델에 대한 L3의 값을 나타낸 분산분석표

-----ONEWAY-----						
Variable L3		By Variable A				
		L3R1	L3R2	L3R3	F	F
Source	D. F.	Sum of Squares	Mean Squares			Prob.
Between Groups	2	.0035	.0018	.2610	.7737	
Within Groups	15	.1016	.0068			
Total	17	.1052				

표 4. L1R1, L2R1, L3R1 모델에 대한 R1의 값을 나타낸 분산분석표

-----ONEWAY-----						
Variable R1		By Variable A				
		L1R1	L2R1	L3R1	F	F
Source	D. F.	Sum of Squares	Mean Squares			Prob.
Between Groups	2	.0021	.0011	.1027	.9030	
Within Groups	15	.1552	.0103			
Total	17	.1573				

표 5. L1R2, L2R2, L3R2 모델에 대한 R2의 값을 나타낸 분산분석표

-----ONEWAY-----						
Variable R2						
By Variable A		L1R2	L2R2	L3R2	F	F Prob.
Source	D. F.	Sum of Squares	Mean Squares			
Between Groups	2	.0018	.0009	.1844	.8334	
Within Groups	15	.0750	.0050			
Total	17	.0769				

표 6. L1R3, L2R3, L3R3 모델에 대한 R3의 값을 나타낸 분산분석표

-----ONEWAY-----						
Variable R3						
By Variable A		L1R3	L2R3	L3R3	F	F Prob.
Source	D. F.	Sum of Squares	Mean Squares			
Between Groups	2	.0021	.0010	.2167	.8077	
Within Groups	15	.0710	.0047			
Total	17	.0730				

3.2 제 2실험 결과 및 분석

제 2실험은 제 1실험에서 좌우의 side mirror가 서로 독립적이기 때문에 좌 side mirror의 5그룹 중 최적의 위치를 찾고 우 side mirror의 5그룹 중 최적의 위치를 찾아내는 것이다.

최적 위치를 찾기 위해서는 우선 일원배치 분산분석으로 각 그룹간에 유의한 차가 있음을 알아보고, 그룹간의 차가 있을 때 최고치의 그룹과 차점치의 그룹이 서로 유의한 차가 있으면 그 그룹이 최적위치라고 말할 수 있을 것이다.

표 7은 L1R1, L1R2, L1R3, L1R4, L1R5 모델에서 우측의 값을 나타낸 분산분석표이고 F Ratio가 F(4, 45, 0.05)보다 크므로 각 그룹간에는 유의한 차가 있음을 나타낸다.

표 7. L1R1, L1R2, L1R3, L1R4, L1R5 모델에서 우측의 값을 나타낸 분산분석표

-----ONEWAY-----						
Variable Right Perception						
By Variable A		L1R1	L1R2	L1R3	L1R4	L1R5
Source	D. F.	Sum of Squares	Mean Squares			
Between Groups	4	.3026	.0756	17.5145	.0000	
Within Groups	45	.1943	.0043			
Total	49	.4969				

그림 6에서 보면 우측의 최고치는 그룹 2이고 차점치는 그룹 4이다. 그룹 2와 그룹 4간에 유의한 차가 있는 사를 분산분석을 통해 알아보면 표 8과 같다.

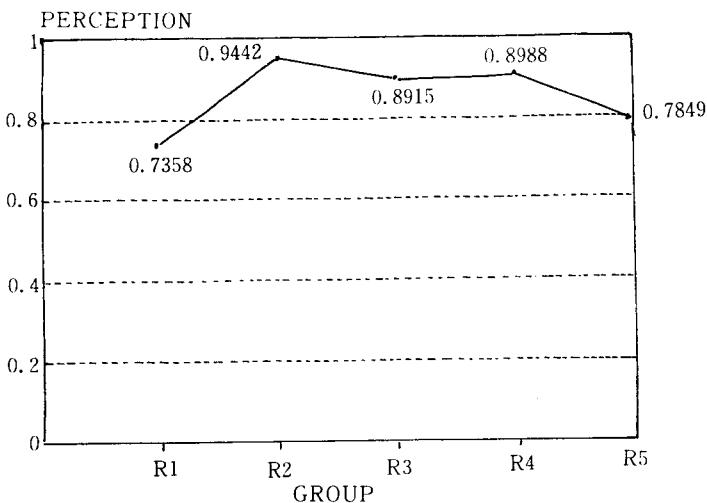


그림 6. 우측의 인식도

표 8. L1R2, L1R4 모델에서 우측의 값을 나타낸 분산분석표

-----ONEWAY-----					
Variable Right Perception					
By Variable A .		L1R2	L1R4	F	F
Source	D. F.	Sum of Squares	Mean Squares	Ratio	Prob.
Between Groups	1	.0103	.0103	4.6182	.0455
Within Groups	18	.0401	.0022		
Total	19	.0504			

표 8에서 보면 F Ratio가 $F(1, 18, 0.05)$ 보다 크므로 그룹간에 유의한 차가 있다. 그래서 그룹 2가 최적치라고 할 수 있다.

표 9는 L1R1, L2R1, L3R1, L4R1, L5R1 모델에서 좌측의 값을 나타낸 분산분석표이고 F Ratio가 $F(4, 45, 0.05)$ 보다 크므로 각 그룹간에는 유의한 차가 있음을 나타낸다.

표 9. L1R1, L2R1, L3R1, L4R1, L5R1 모델에서 좌측의 값을 나타낸 분산분석표

-----ONEWAY-----					
Variable Left Perception					
By Variable A		L1R1	L2R1	L3R1	L4R1
Source	D. F.	Sum of Squares	Mean Squares	F Ratio	F Prob.
Between Groups	4	.1080	.0270	5.2190	.0015
Within Groups	45	.2327	.0052		
Total	49	.3407			

그림 7에서 보면 좌측의 최고치는 그룹 2이고 다음 최고치는 그룹 3이다. 그룹 2와 그룹 3간에 유의한 차가 있는지를 분산분석을 통해 알아보면 표 10과 같다.

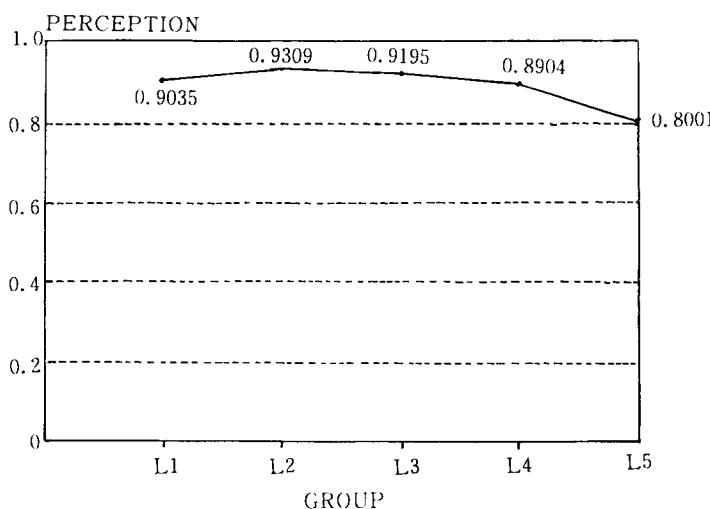


그림 7. 좌측의 인식도

표 10. L2R1, L3R1 모델에서 좌측의 값을 나타낸 분산분석표

-----ONEWAY-----					
Variable Left Perception					
By Variable A		L2R1 L3R1			
Source	D. F.	Sum of Squares	Mean Squares	F Ratio	F Prob.
Between Groups	1	.0006	.0006	.2278	.6389
Within Groups	18	.0509	.0028		
Total	19	.0516			

표 10의 분산분석 결과를 보면 F Ratio가 $F(1, 18, 0.05)$ 보다 작으므로 그룹 2와 그룹 3은 유의한 차가 없다. 그래서 서로 비슷한 값을 가지는 그룹 1, 그룹 2, 그룹 3, 그룹 4간에 유의한 차가 있는지 알기 위해 분산분석한 결과가 표 11에 나타나 있다.

표 11. L1R1, L2R1, L3R1, L4R1 모델에서 좌측의 값을 나타낸 분산분석표

-----ONEWAY-----					
Variable Left Perception					
By Variable A		L1R1 L2R1 L3R1 L4R1			
Source	D. F.	Sum of Squares	Mean Squares	F Ratio	F Prob.
Between Groups	3	.0095	.0032	.7591	.5244
Within Groups	36	.1496	.0042		
Total	39	.1590			

표 11의 분산분석 결과를 보면 F Ratio가 $F(3, 36, 0.05)$ 보다 작으므로 그룹 1, 그룹 2, 그룹 3, 그룹 4간에 유의한 차가 있다고 할 수 없다. 그래서 그룹 1, 그룹 2, 그룹 3, 그룹 4 중 어느 하나를 최적치라고 말할 수 없다.

4. 결 론

4.1 결 론

본 실험의 결과는 좌우의 side mirror가 서로 독립적이고 우 side mirror 5그룹 중 그룹 2가 다른 그룹과 유의한 차를 가지고 있기 때문에 본 실험에서의 최적위치라고 할 수 있다. 그러나 좌 side mirror는 그룹 5를 제외한 그룹 1, 그룹 2, 그룹 3, 그룹 4에 대해서 유의한 차가 없으므로 어느 위치가 최적위치라고 말할 수 없다.

즉, 자동차의 side mirror 설계시 우 side mirror는 기존의 우 side mirror 위치에서 54cm 전진시킨 것이 최적위치이고, 좌 side mirror는 기존의 좌 side mirror에서 120cm 전진시킨 위치를 제외한 어느 위치에 놓아도 된다.

이는 우 side mirror가 기존의 우 side mirror에서 54cm 전진함에 따라 그 각도는 약 63°에서 41°로 줄어들기 때문에 기존의 것보다 성능이 향상되고 그 각을 더 줄이게 되면 멀리 있는 side mirror를 보아야 하기 때문에 맷히는 상이 작아져서 그 성능 떨어진다고 할 수 있다.

그리고 좌 side mirror는 side mirror를 전진시켜 각도를 줄여도 크게 영향을 받지 않고 거리에 영향을 더 받는다고 할 수 있다.

4.2 추후 연구과제

본 연구에서는 피실험자가 시점을 일정 시점으로 고정하고 위험상황을 느낀 후 좌우 side mirror의 위치에 따라 얼마나 정확히 인식하는지를 고려하였다. 본 연구과정 중 생각하였던 다음과 같은 문제를 추후 연구과제로 생각할 수 있다.

- (1) 본 실험과 회선을 하기 위해서와 같이 어떤 의도를 가지고 위험상황을 찾는 경우의 관계 규명.
- (2) side mirror가 기존의 위치보다 전진함으로서 자동차의 사각지대와 인식도와의 관계 규명.
- (3) side mirror의 위치에 따른 자동차의 공기역학적인 관계 규명.
- (4) 피실험자의 연령, 성별에 따른 차이에 대한 관계 규명.

참 고 문 헌

- [1] Mark. S. Sanders and Ernest J. McCormick. *Human Factors in Engineering and Design*. sixth edition. McGraw-Hill, 1987.
- [2] Salvandy, G., *Handbook of Human Factors*. John Wiley & Sons, New York, 1987.
- [3] Sanders, A. F., "Some Aspects of the Selective Process in the Functional Visual Field," *Ergonomics*, 13(1), pp. 101-117, 1970.
- [4] Stuart, K. Card et al., *The Psychology of Human-Computer Interaction*. LEA Publishers, New Jersey, 1983.
- [5] Wargo, M. J., "Human Operator Response Speed, Frequency, and Flexibility: A Review and Analysis," *Human Factors*, 9(3), pp. 221-238, 1967.
- [6] 이근희, 인간공학, 서울: 창지사, 1986.
- [7] 이근희, 농작 및 시간연구, 서울: 창지사, 1984.
- [8] 조암, 인간공학실험, 서울: 녹원출판사, 1988.
- [9] 안병준, 인간공학의 지침, 서울: 혜성출판사, 1984.
- [10] 박성현, 현대 실험계획법, 서울: 민영사, 1991.
- [11] 문경일, 엄성국, SPSS/PC+ 활용, 서울: 영진출판사, 1989.