

# 반응시간과 선호도를 고려한 승용차 Warning Control의 인간공학적 설계\*

기도형\*\* · 김형수\*\*

Ergonomic Design of Warning Control in Passenger Car Based on Response Time and Preference

Dohyung Kee · Hyung Su Kim

(Abstract)

Warning control is one of the most important components in driver's cabin for achieving safe driving. The purpose of this study is to suggest ergonomically optimal location and type of passenger car's warning control. An experiment was conducted using driving simulator, in which nine locations and two types of warning controls -push button, rocker switch- were employed as experimental variables, and response time for warning signal and preference for locations and types of warning controls were measured as dependent variables. The results showed that response time for warning signal was the shortest when warning control was located at the middle left corner of the center fascia, and was the second at the middle center of the center fascia. Preference for warning signal was the highest at the middle left corner of the center fascia, and was the second between the steering wheel column and the center fascia. Although push button was not preferred to rocker switch, response time was shorter for push button than for rocker switch. It was suggested from these results that warning control with the type of push button should be located at among the middle left corner of the center fascia, the middle center of the center fascia, and between the steering wheel column and the center fascia.

## 1. 서 론

미국의 자동차왕 Ford가 belt conveyor system을 이용하여 T-car를 대량 생산하기 시작한 19세기초부터 자동차의 보급이 일반화되어, 자동차가 중요한 생활의 수단이 되었으며 이를 통한 생활의 즐거움을 누리게 되었다 [6]. 우리 나라는 지난 7월에 자동차 등록 대수가 1,000만대를 돌파하여 자동차 보급이 포화기를 맞고 있으며, 자동차 산업이 국가 경제의 주요한 산업이 되고 있다. 그러나, WTO 체제의 출범으로 전세계적으로 극심한 경쟁 상태에 있으며, 2,000년대에는 약 14개의 회사만이 생존할 것이며, 국내에는 2-3개의 회사만이 살아남을 것이라는 예측이 나오고 있다 [8, 9]. 우리 나라의 자동차 기

술 수준은 생산 기술면에서는 선진국의 약 80% 이상의 수준에 있으나, 자동차 설계 기술은 아직까지 선진국 수준에는 크게 미치지 못하고 있다 [6]. 이처럼 자동차 관련 핵심 기술 수준은 선진국에 비하여 뒤지고 생산성은 일본의 절반 수준에 머물고 있는 반면에 임금은 미국 수준에 달하고 있어, 우리 나라의 자동차 산업은 위기의 상황에 놓여 있다고 할 수 있다 [1, 10]. 이러한 상황에서 우리 나라의 자동차 산업은 소형 승용차의 자체 생산 능력만을 보유하고 있는 실정인어서, 2,000년대의 극심한 경쟁에서 살아 남기 위해서는 자체 기술 능력의 향상뿐만 아니라 소비자의 소비 욕구를 자극하고 안전한 자동차를 생산할 수 있는 기술력을 보유하여야 할 것으로 생

\*\* 계명대학교 산업공학과

각된다.

자동차는 우리 주위에서 찾아 볼 수 있는 man-machine system의 전형적인 예라 할 수 있으며, 이러한 man-machine system의 interface를 이루는 장치로는 combination meter, center fascia, steering wheel, rear view mirror, gear와 의자 등을 들 수 있다. 자동차의 안전한 운전과 운전자의 인락함을 보장하기 위해서 이들 요소들의 인간공학적 설계 및 배치가 중요하다. 미국을 비롯한 자동차 선진국에서는 자동차의 인간공학적, 감성공학적 설계에 대한 많은 연구가 이루어져 왔으나, 우리나라에서는 이러한 연구를 거의 찾아볼 수 없는 실정이다. 이 중 warning control(비상등)의 기능은 운전 중인 자동차에서 일어나는 위급한 상황을 다른 자동차에 빠르게 알려주어 운전자가 위험 상황을 예지케함으로써, 인적 또는 물적 피해(자동차 사고)를 미리 방지할 수 있게 하는 중요한 역할을 수행하므로, warning control은 빠르고 정확하게 조작할 수 있는 것이 중요하다 하겠다.

warning system에 관한 연구를 살펴보면, Riley et al.에 의하면 warning control에 사용될 수 있는 다양한 모양의 label의 선호도를 조사한 결과, 역삼각형 형태의 label을 가장 선호하는 것으로 나타났다 [13]. 1987년 Wogalter 등은 다양한 실험을 통해 warning의 효과를 높이기 위해서는 제조 절차 등의 작업 지시(instruction)를 작업자에게 제시하고 난 다음에 이 과정에서 일어날 수 있는 위험 상황에 대한 warning을 주는 것보다는, 작업 지시를 주기 전에 미리 warning을 주는 것이 좋다는 것을 밝혔다 [16]. 자동차의 warning에 관한 연구로 1995년 Shinar는 advance brake warning system의 평가에 관한 연구를 수행하였다 [14]. 그리고, 자동차에 사용될 수 있는 여러 종류의 control에 관해서는 미 국방성에서 발행하는 MIL-HDBK 759A에 그 용도와 치수에 대해서 상세히 설명되어져 있다 [15]. 인간의 동작 시간에 대한 연구를 살펴 보면, 인간의 동작 시간은 일반적으로 거리의 제곱근에 비례하게 증가하는 것으로 알려져 있으며 [11], Fitt는 동작 시간은 이동 거리와 정확도로 계산되는 난이도(index of difficulty)에 선형적으로 비례한다는 Fitt's law를 제시하였다 [12]. 자동차의 man-machine system에 관한 국내의 연구로는 계기판, steering wheel의 기술기에 따른 가시도, 번호판의 판독성, brake pedal의 위치 등의 주제에 대하여 제한적으로 찾아볼 수 있다 [2, 3, 4, 5, 7]. 그러나, 자동차 warning control에 직접적으로 관련된, 특히 반응시간에 큰 영향을 미칠 것으로 예상되는 warning control의 위치 및 종류에 대한 연구는 찾아보기 어려

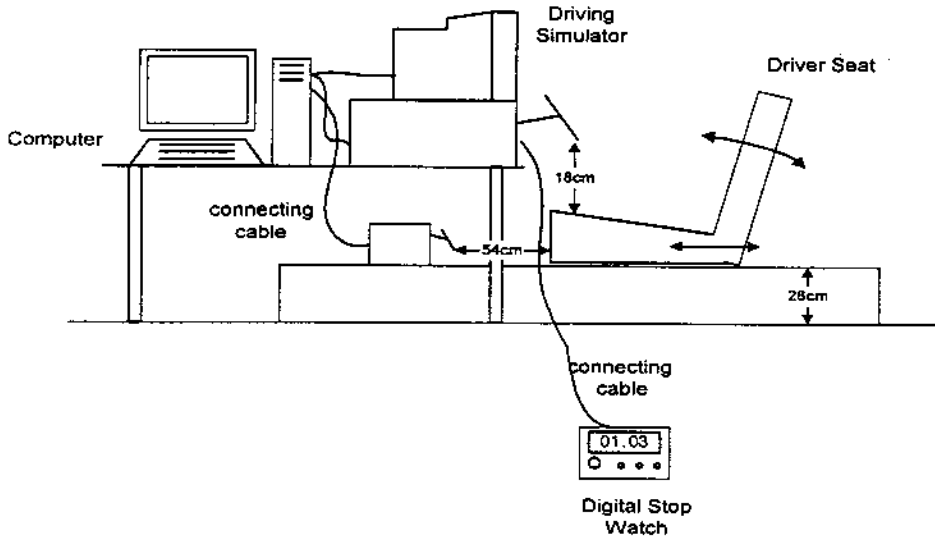
운 실정이다. 그리고, 실제로도 승용 자동차와 jeep의 경우를 보면 warning control이 다양한 위치에 부착되어 있으며, control의 종류로 push button, rocker switch 등의 여러 종류가 사용되고 있어 이에 대한 연구가 요망된다.

따라서, 본 연구에서는 자동차의 man-machine system에 있어서 자동차의 안전 운행에 중요한 역할을 하는 warning control의 인간공학적 최적 위치와 종류(type)를 실험을 통하여 제시하고자 한다. warning control의 최적 위치는 가장 빠르고 정확하게 도달할 수 있는 위치를 말하며, 인간공학적 control의 종류 역시 조작 실수가 작고 빠르게 조작할 수 있으며 운전자들에 의하여 선호되는 control의 종류를 의미한다. 자동차에 있어서는 이론적인 인간공학적 설계도 중요하지만, 자동차는 소비자들에게 잘 팔려야 하기 때문에 본 연구에서는 객관적 기준인 반응시간에 의한 warning control의 인간공학적 위치와 종류의 결정뿐만 아니라, 이들의 위치와 종류에 따른 주관적 선호도(preference)를 동시에 조사한다.

## 2. 실험 방법

### 2.1 실험장치

본 연구에서는 driving simulator(미국 Systems Technology, Inc. 제품), 운전석 의자, digital stop watch를 사용하여 warning control의 위치와 종류에 따른 피실험자의 반응시간 및 선호도를 측정하는 실험을 수행하였으며, 그 구성은 다음 <그림 1>과 같다. <그림 1>에 나오는 실험 장치는 실제 국내의 H 자동차의 중형급 승용차의 운전공간과 dashboard의 크기에 준하여 구성하였다. 운전석은 실제 자동차에 사용하고 있는 것으로 하였으며, seat pan과 back rest는 운전자의 인체측정치, 취향에 따라 조절 가능하게 하였다. Driving simulator는 steering wheel, pedal, 운전석, 운전 상황을 나타내는 monitor와 이들을 control하는 컴퓨터로 구성되어 있으며, 날씨와 도로의 혼잡도에 따라 분류된 여러 운전 시나리오를 제공하고 있다. Warning control로는 현재 승용 자동차에서 주로 사용되고 있는 push button, rocker switch의 2 종류를 사용하였으며(<그림 2>), 이들을 실제 승용차들에서 발견할 수 있는 9개의 위치(<그림 3> 참조)에 부착한 다음 digital stop watch와 연결하여 피실험자의 반응시간을 측정하였다.



〈그림 1〉 실험 장치 구성



(a) push button



(b) rocker switch

〈그림 2〉 실험에 사용된 warning control

## 2.2 피실험자

반응시간 및 선호도 측정에는 과거에 근골격계 질환 및 시각적 이상의 경험이 없는 15명의 대학원 및 대학생이 참여하였으며, 피실험자는 남자 8명, 여자 7명으로 구성되었다. 피실험자의 연령은  $23.1 \pm 2.5$ 세, 신장은  $165.5 \pm 8.5$ cm, 체중은  $57.8 \pm 11.1$ kg을 보였다. 피실험자로는 운전 면허가 없거나 현재 자가 운전을 하지 않고 있는 학생을 선정하였다. 이는 자가 운전을 하는 피실험자는 자신이 운전하는 자동차의 warning control의 위치를 선호하고, 이에 대한 반응시간이 빨라 실험에 bias가 나타날 것으로 기대되었기 때

문이다.

## 2.3 실험방법

본 연구에서는 서론에서 언급한 바와 같이 warning control의 위치와 종류를 실험 변수로 하였으며, 이들의 내용은 다음 〈표 1〉에 정리되어 있다. 표에서 center fascia 중단은 ventilation control이 있는 행을, 하단은 ventilation control이 있는 행과 audio switch가 위치하여 있는 행의 사이를 의미한다. 위치의 9개 수준과 종류의 2 수준의 조합에 대하여 완전 요인계획법을 사용하였으며, 각 피실험자는 18개의 조합에 대하여 5회의 반복 실험을 수행하였다. warning control의 위치는 H 자동차(주)의 중형급 승용차의 dashboard의 크기에 기준하여 9개 지점을 정하였으며, 그 위치는 다음 〈그림 3〉에 steering wheel column으로부터의 상대적 거리와 함께 warning control의 위치에 대한 1-9의 번호가 붙여져 있다. 피실험자간 및 반복간에 실험 처리(treatment)는 실험에서 나타날 수 있는 bias를 최소화하기 위하여 완전 random한 순서로 제시되었다.

피실험자는 먼저 자신의 체형에 맞추도록 운전석의 전후 방향과 back rest를 조절하며, 실험 환경에의 적응을 위하여 18회의 연습을 실시하였다. 실험은 피실험자가 운전석에 앉아 driving simulator의 시작 button을 눌러 driving simulator의 시나리오에 따라 운전을 하고 있는 동안, 실험자는 random하게

‘삐’하는 소리로 warning signal을 피실험자에게 제시하며, 이에 대하여 피실험자로 하여금 가능한한 빨리 실험 조건에 따른 종류와 위치에 부착된 warning control을 조작하게 하여 반응시간을 측정하였다. 여기서, 반응시간은 실험자가 warning signal을 피실험자에게 제공하는 순간부터 피실험자가 이에 응답하여 warning control을 누르는 순간까지로 정의하며, 시간은 digital stop watch로 자동적으로 측정된다. Warning signal은 stop watch에 연결된 switch를 누르면 발생하는 ‘삐’하는 소리(55dB)로 제공하며, 실험의 시작에서 warning signal을 줄 때까지의 시간 간격은 30-210초 사이로 random하게 하여 추측 반응을 최소화하도록 하였다. stop watch는 warning signal을 제공하는 switch를 누름과 동시에 작동되기 시작하여, 피실험자가 warning control을 누르면 정지한다.

반응시간 측정 실험이 모두 끝나고 난 후에, warning control의 위치, 종류와 이들의 18개 조합 각각에 대하여 7점 스케일(7-point scale)로 선호도를 조사하였다.

피실험자는 2일에 걸쳐 실험을 수행하였으며 한 명의 피실험자가 반응시간과 선호도 측정 실험을 수행하는 데는 약 4시간이 소요되었다.

### 3. 결 과

#### 3.1 warning control의 위치 및 종류의 현황 조사

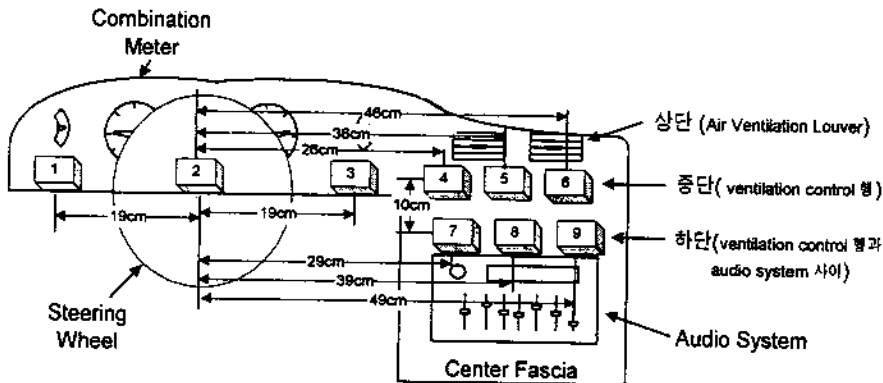
현재 국내 자동차 업체에서 생산하여 국내에 시판되고 있는 승용차, jeep차와 승합차를 대상으로 warning control의 위치를 조사하였으며, 그 내용은 다음 <표 2>에 정리되어 있다. 표에서 보는 바와 같이 warning control은 steering wheel의 column 위, center fascia, steering wheel과 center fascia의 사이 등에 고르게 위치하고 있으며, 90년형 그랜저, 90년형 프린스나 간혹 외국차의 경우에는 steering wheel의 왼쪽에 위치하고 있기도 한다. 그리고, 88년형 코란도, 91년형 코란도 패밀리와 다마스는 windshield wiper switch 역할을 하는 multifunctional switch 상에 위치하고 있다. warning control의 위치 현황을 보면, center fascia 상에 가장 많이 위치하고 있고 다음으로 steering wheel 과 center fascia 사이에 많이 위치하고 있으며, steering wheel column 상에도 여러 자동차의 warning control이 위치하고 있음을 알 수 있다. 이와 같이 warning control이 여러 곳에 고르게 분포하고 있는 사실로부터 현재까

<표 1> 실험 변수

변 수	수 준
warning control의 위치	steering wheel의 좌측(1), column 위(2), steering wheel과 center fascia 사이(3), center fascia 중단의 좌측(4), 중앙(5), 우측(6), 하단의 좌측(7), 중앙(8), 우측(9) (여기서, 좌측, 중앙, 우측은 운전자 관점에서 본 방향임)

warning control의 종류 push button, rocker switch

\* 괄호 안의 번호는 다음 그림 3의 warning control의 위치를 나타내는 번호임.



<그림 3> warning control의 위치

지 warning control의 위치에 대한 뚜렷한 설계 기준이 없음을 알 수 있고, 일반적으로 자동차의 설계 시 dashboard design 형상과 designer의 취향에 따라 여러 곳에 두고 있다.

warning control의 종류로는 push button과 rocker switch의 2 종류가 주로 사용되고 있으며, 88년형 코란도, 타우너, 라보, 다마스 등에서 드물게 push-pull 형태의 switch도 사용되고 있는 실정이다. 국내 자동차 업체에서 제작, 시판하고 있는 승용차 및 jeep차의 warning control의 종류 현황은 다음 <표 3>에 정리되어 있다. warning control이 steering wheel column 위에 위치하는 경우에는 티코를 제외하고는 모두 rocker switch이거나 push-pull switch이고, multi-functional switch 상에 존재하는 경우는 push-pull switch이고, 그리고 steering wheel의 column 위가 아닌 다른 곳에 위치한 경우는 90년형 그랜저를 제외하고는 모두 push button이 사용되고 있다.

### 3.2 반응시간

#### 1) 분산분석

본 연구에서 설정한 독립 변수인 warning control의 위치와 종류가 피실험자의 반응시간에 미치는 영향에 대한 분산분석 결과는 다음 <표 4>에 정리되어 있다. 표에서 보는 바와 같이 warning control의 위치 및 종류는 유의수준 1%에서 반응시간에 유의한 영향을 미치는 것으로 나타났으며, 피실험자의 성별도 유의수준 1%에서 유의한 영향을 보이고 있어 피실험자의 성별간 반응시간의 차이가 있음을 보이고 있다. 위치와 성별간의 교호작용(interaction effect)이 유의수준 1%에서 유의한 것으로 나타나, 남여간에 warning control의 위치에 따라 반응시간이 다름을 보이고 있다. 그러나, warning control의 위치와 종류의 교호작용은 유의한 영향을 나타내지 않아, 위치와 종류의 조합에 따라 반응시간이 다르지 않음을 보이고 있다.

<표 2> warning control의 위치 현황

위 치			차 종
steering wheel 좌측			그랜저(90년형), 프린스(90년형)
steering wheel column 위			겔로퍼, 엑셀, 스텔라, 프라이드, 캐피탈, 콩코드, 타우너, 라보
steering wheel column의 right multi-functional switch 위			코란도(88년형), 코란도 패밀리(91년형), 다마스
center fascia	상단*	중앙	그랜저(96년형), 아토즈, 누비라
	중단	좌측	아카디아, 신형 코란도, 아반떼, 뉴프린스
		중앙	엘란트라, 레간자, 스쿠퍼, 아벨라
		우측	세피아, 엘란, 라노스, 엑센트
하단	좌측	소나타II,III, 크레도스, 마르샤	
steering wheel과 center fascia 사이			소나타 I, 씨에로, 르망, 에스페로, 포텐샤, 스포티지, 산타모, 프린스(95년형), 브로엄

\* air ventilation louver가 위치한 행을 나타냄

<표 3> warning control의 종류 현황

종 류	차 종
push button	아반떼, 소나타 I,II,III, 그랜저3.0, 그랜저2.4, 프린스, 르망, 크레도스, 엘란트라, 스쿠퍼, 레간자, 누비라, 엑센트, 라노스, 엘란, 세피아, 아벨라, 산타모, 씨에로, 에스페로, 포텐샤, 스포티지, 코란도, 코란도(패밀리), 아카디아
rocker switch	겔로퍼, 엑셀, 스텔라, 프라이드, 캐피탈, 콩코드
push-pull switch	88년형 코란도, 타우너, 라보, 다마스

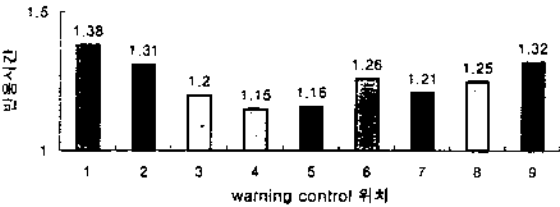
〈표 4〉 반응시간에 대한 분산분석표

요인	자유도	SS	MS	F	P
위치	8	1.25	0.18	22.38	0.00**
종류	1	0.09	0.09	10.74	0.00**
성별	1	2.07	2.07	253.14	0.00**
위치*종류	8	0.07	0.01	1.02	0.43
위치*성별	8	0.28	0.04	4.29	0.00**
종류*성별	1	0.01	0.01	1.04	0.31

\* : significant at  $\alpha=0.05$ , \*\* : significant at  $\alpha=0.01$

2) 위치의 영향

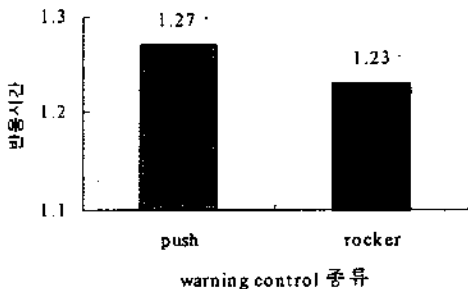
warning control의 위치에 따른 반응시간의 크기는 다음 〈그림 4〉에 나와 있으며, 그림에서 보는 바와 같이 center fascia 중단 좌측(4)에 위치할 때 반응시간이 가장 작음을 보였다. 다음으로 center fascia 중단 중앙(5), steering wheel column과 center fascia 사이(3), center fascia 하단 좌측(7) 순으로 반응시간이 커짐을 보이고 있다. 그림에 나타난 반응시간의 경향은 warning control의 위치가 steering wheel 쪽으로 이동할수록, center fascia의 우측, 아래로 갈수록 커지고 있다.



〈그림 4〉 warning control의 위치에 따른 반응시간

3) 종류의 영향

warning control의 종류에 따른 반응시간의 크기는 rocker



〈그림 5〉 warning control의 종류에 따른 반응시간

switch가 push button에 비하여 통계적으로 유의하게 작게 나타났다 (그림 5). 그러나, 반응시간의 차이는 rocker switch가 0.04초 작은 데 불과하여, 그 절대적 차이는 커지 않음을 보이고 있다.

3.3 선호도

1) 분산분석

피실험자의 주관적 선호도에 미치는 warning control의 위치와 종류의 통계적 유의성에 대한 분산분석결과는 다음 〈표 5〉에 정리되어 있다. 반응시간에 대한 분산분석 결과와 거의 같게 나타났으며, 위치, 종류와 성별 모두 유의수준 1%에서 유의한 영향을 미치고 있음을 보였다. 위치와 성별, 종류와 성별 간의 교호작용이 유의수준 1%에서 유의하게 나타나, 남녀 성별에 따라 위치와 종류에 대한 선호도가 달라짐을 보이고 있다. 여기에서도, warning control의 위치와 종류간의 교호작용은 유의하게 나타나지 않았다.

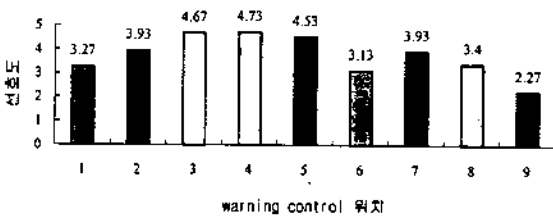
〈표 5〉 선호도에 대한 분산분석표

요인	자유도	SS	MS	F	P
위치	8	169.24	21.15	107.92	0.00**
종류	1	4.81	4.81	24.56	0.00**
성별	1	4.50	4.50	22.93	0.00**
위치*종류	8	1.55	0.19	0.99	0.45
위치*성별	8	18.59	2.32	11.86	0.00**
종류*성별	1	4.39	4.39	22.42	0.00**

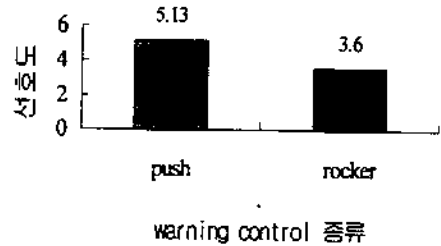
\* : significant at  $\alpha=0.05$ , \*\* : significant at  $\alpha=0.01$

2) 위치의 영향

warning control의 위치에 따른 선호도의 크기는 다음 〈그림 6〉에 나와 있으며, center fascia 중단 좌측(4)에 위치하는 것이 선호도가 가장 큰 것으로 나타났다. 다음으로는 steering wheel과 center fascia 사이(3), center fascia 중단 중앙(5), center fascia 하단 좌측(7)과 steering wheel column 위(2)의 순서로 나타나, center fascia 좌측, steering wheel column과 center fascia 사이가 선호도가 높은 것으로 나타났다. 이는 warning control의 위치에 대한 선호도가 운전자의 오른팔에서 가까울수록 선호도가 높고, 멀어질수록 작아지는 경향을 나타낸다 할 수 있다.



〈그림 6〉 warning control의 위치에 따른 선호도



〈그림 7〉 warning control의 종류에 따른 선호도

3) 종류의 영향

warning control의 종류에 따른 선호도의 크기는 push button 이 rocker switch보다 통계적으로 유의하게 크게 나타났다 (p < 0.01)(그림 7).

4) 위치와 종류의 조합

warning control의 위치와 종류의 18개 조합 각각에 대한 선호도의 크기는 다음 〈표 6〉에 정리되어 있으며, steering wheel 과 center fascia 사이(3)와 center fascia 중단 좌측(4)에 push button이 위치할 때 선호도의 크기가 5.07을 보여 가장 크게

〈표 6〉 위치와 종류의 조합에 대한 선호도

위 치			종 류	선호도	rank
steering wheel 좌측(1)			push button	2.60	13
			rocker switch	2.33	14
steering wheel column 위(2)			push button	3.60	8
			rocker switch	3.53	9
steering wheel과 center fascia 사이(3)			push button	5.07	1
			rocker switch	4.87	2
center fascia	중단	좌측(4)	push button	5.07	1
			rocker switch	4.80	3
		중앙(5)	push button	4.33	4
			rocker switch	4.13	5
		우측(6)	push button	3.60	8
			rocker switch	3.13	11
	하단	좌측(7)	push button	3.93	6
			rocker switch	3.93	6
		중앙(8)	push button	3.80	7
			rocker switch	3.47	10
		우측(9)	push button	3.07	12
			rocker switch	2.60	13

\* 괄호 안의 숫자는 〈그림 3〉의 warning control의 위치임.

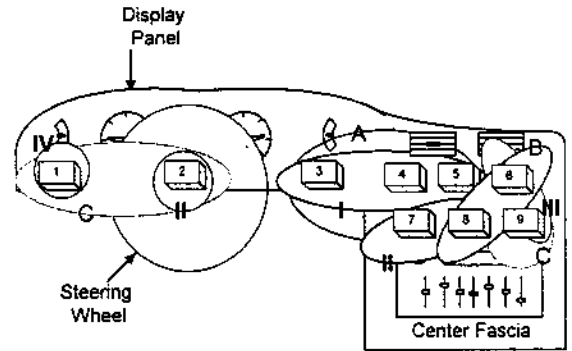
나타났다. 다음으로는, steering wheel과 center fascia 사이(3)에 rocker switch, center fascia 중단 좌측(4)에 위치한 rocker switch, center fascia 하단 좌측(7)의 push button, 같은 위치의 rocker switch의 순서로 선호도의 크기가 작아지고 있음을 볼 수 있다.

3.4 warning control 위치에 따른 시각효과

본 연구의 실험에서 warning control을 배치한 위치는 시각적으로 잘 볼 수 없는 steering wheel column 위(이하 '2')와 시각적으로 눈에 잘 띄는 steering wheel의 좌측과 우측, center fascia 상 등의 기타(이하 '기타')로 나누어 볼 수 있다. 각 경우에 있어서 push button과 rocker switch의 2 종류의 warning control의 반응시간과 선호도를 비교함으로써, 시각 효과에 따라 warning control 종류간에 반응시간과 선호도의 차이가 있는지를 분석하여 보고자 한다. 2 가지로 분류된 위치에서 각 warning control 종류에 따른 반응시간과 선호도에 대한 T-test 결과는 다음 <표 7>에 제시되어 있다. 표에서 보는 바와 같이 warning control의 반응시간과 선호도는 시각적으로 잘 보이는가 여부에 관계없이 warning control의 종류간에 차이를 나타내지 않고 있다. 즉, warning control로 push button 혹은 rocker switch를 사용할 경우는 시각적 효과의 영향을 받지 않는다고 할 수 있다. 따라서, 시각적으로 warning control이 잘 보이지 않는 steering wheel column 위에는 주로 rocker switch를 warning control로 사용하고 있는 사실은 객관적 자료에 근거한 것이 아니라 할 수 있다.

3.5 warning control 위치의 grouping

warning control의 위치에 대한 개략적인 설계 기준을 제시하기 위하여, 본 연구에서 제시한 9개의 위치를 통계적으로 유의한 몇 개의 group으로 묶고자 한다. warning control의 위치에 따른 반응시간과 선호도의 grouping은 SAS GLM procedure의 Duncan's multiple range test를 이용하여 수행하였으며, 그 결과는 다음 <그림 8>에 제시하였다. 반응시간에 대해서는 3



<그림 8> warning control 위치의 grouping

개의 group, 즉 A(3,4,5,7), B(6,8), C(1,2,9)으로 나누어졌다. steering wheel과 center fascia 사이, center fascia 중단 좌측과 중앙, 그리고 center fascia 하단 좌측의 반응시간이 가장 짧은 group, center fascia 중단 우측, center fascia 하단 중앙의 두 번째 group, center fascia 외곽 지역의 steering wheel의 좌측, steering wheel column 위, center fascia 하단 우측의 반응시간

<표 7> warning control의 위치에 따른 종류별 T-test 결과

종속변수	위치	switch	N	Mean	Std. Dev.	T value	P value
반응시간	2	push	75	1.36	0.46	1.65	0.10
		rocker	75	1.25	0.37		
	기타	push	600	1.26	0.35	1.42	0.15
		rocker	600	1.23	0.37		
선호도	2	push	15	3.60	1.55	0.11	0.92
		rocker	15	3.53	1.85		
	기타	push	120	3.93	1.49	1.34	0.18
		rocker	120	3.66	1.68		



이 가장 긴 group으로 나눌 수 있었다.

선회도에 대해서는 4개의 group -I(3,4,5), II(2,7,8), III(6,9)과 IV(1) 등으로 grouping되었으며, 반응시간에 대한 grouping 결과와 거의 유사함을 보였다. 이는 선회도가 높은 영역에 위치한 warning control은 반응시간도 작음을 의미하여, 피실험자들의 주,객관적 반응에 일관성이 있음을 보였다.

3.6 성별 비교

남여 피실험자에 대한 반응시간과 선회도에 대한 T-test 결과는 다음 <표 8>에 제시되어 있다. 표에서 보는 바와 같이

control의 위치와 종류가 반응시간과 선회도에 통계적으로 유의한 영향을 미치는 것으로 나타났다. 반응시간은 center fascia 중단 좌측에 위치할 때가 가장 작았고, 다음으로는 center fascia 중단 중앙, steering wheel과 center fascia 사이에 warning control이 위치할 때의 순서로 반응시간이 증가하는 것으로 나타났다. 선회도는 steering wheel과 center fascia 사이에 위치할 때가 가장 크게 나타났고, 다음으로는 center fascia 중단 좌측, 중앙, center fascia 하단 좌측 등의 순서로 선회도가 감소함을 보였다. 이러한 결과로부터 warning control의 위치와 종류에 대한 객관적 기준인 반응시간과 주관적 기준인 선회도를 같이 고려한 warning control의 최적 위치는, center fascia

<표 8> 성별 반응시간과 선회도에 대한 T-test 결과

기 준	종 류	성별	N	Mean	Std. Dev.	T value	P value
반응시간	push button	남	72	1.178	0.274	133.0	0.00*
		여	63	1.368	0.230		
	rocker switch	남	72	1.129	0.264	133.0	0.00*
		여	63	1.337	0.264		
	전 체	남	144	1.153	0.269	268.0	0.00*
		여	126	1.352	0.247		
선회도	push button	남	72	3.044	1.537	133.0	0.83
		여	63	3.889	1.449		
	rocker switch	남	72	3.889	1.820	133.0	0.07
		여	63	3.365	1.495		
	전 체	남	144	3.917	1.679	268.0	0.14
		여	126	3.627	1.490		

\* significant at  $\alpha = 0.01$

여자 피실험자들의 반응시간이 남자에 비하여 유의수준 1%에서 warning control의 종류에 관계없이 크게 나타났다. 그리고, warning control에 대한 선회도는 남여 피실험자간에 유의수준 5%에서 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다. 즉, 주관적 기준인 선회도는 성별로 차이를 보이지 않았고, 객관적 기준인 반응시간은 여자가 남자보다 약 17% 정도 느리다고 할 수 있다.

4. 결론 및 추후 연구방향

본 연구에서는 승용차 warning control의 인간공학적 설계를 위하여 warning control의 위치와 종류에 따른 반응시간과 선회도를 측정하는 실험을 수행하였다. 분산분석에서 warning

중단 좌측(ventilation control과 같은 행의 좌측)이나 steering wheel과 center fascia사이가 적합한 것으로 판단된다. 본 연구에서는 실무에서 warning control을 배치하고자 할 때 도움을 주기 위하여, 통계적 분석을 통하여 반응시간과 선회도에 따른 warning control의 위치에 대한 grouping을 제시하여 활용성을 제고하였다.

따라서, 현재 steering wheel column 좌측과 위, center fascia 중앙과 우측에 warning control을 위치시킨 승용차는, 반응시간과 선회도가 좋지 않으므로 그 위치의 수정이 요구된다 하겠다. 특히, steering wheel column 좌측에 warning control을 위치시키는 것은 반응시간과 선회도가 모두 매우 나쁜 것으로 나타났다.

반응시간은 push button에 비하여 rocker switch가 통계적으

로 유의하게 작았으나 그 절대적 차이는 크지 않고, 반대로 선호도는 push button이 통계적으로 유의하게 높을 뿐만 아니라 그 절대적 차이도 크게 나타나, 전반적으로는 push button이 승용차의 warning control로 적합할 것으로 생각된다. 또한, steering wheel column 위가 아닌 다른 곳에 배치할 때는, 자동차에 사용되는 대부분의 control들이 push button 형태이므로 다른 부분과의 조화를 위하여 push button을 warning control로 사용하는 것이 바람직할 것으로 생각된다. 본 연구의 결과에서 steering column 위에 warning control을 배치할 때 push button이나 rocker switch 중 어느 것을 선택하여도 반응시간과 선호도에 차이가 없음을 보였다. 따라서, 현재 steering wheel column 위에 warning control을 배치하는 경우는 대부분 rocker switch를 사용하고 있는 것은 객관적 증거에 근거한 것이 아니라 할 수 있다. 그리고, 반응시간과 선호도에 대한 분산분석에서 warning control의 위치와 종류간의 교호작용이 유의하지 않은 것으로 나타나, 위치에 따라 push button이나 rocker switch 중 특정 종류의 warning control의 반응시간이 작거나 선호되는 것은 아님을 보였다.

본 연구에서는 driving simulator를 이용한 모의실험을 통하여 warning control의 인간공학적 설계 방안을 제시하였으나, 실제 운전 상황에서의 연구가 요망된다. 그리고, 피험자층을 20대 대학생뿐만 아니라 다양한 연령층, 성별, 직업을 고려하여 확장한 연구가 있어야 하겠다. 연구 결과에서 객관적 기준인 반응시간과 주관적 선호도에 따라 warning control의 위치를 약간 다르게 제시하였으나, 이들 기준의 비중(weight)이 결정되어야 정확한 warning control의 위치를 제시할 수 있으므로 이에 대한 추후 연구가 필요하다 하겠다.

## [참고 문헌]

- [1] 계명대학교 산업경영연구소, 자동차 부품산업 육성을 위한 국제벤치마킹 심포지움, 계명대학교, 1997.
- [2] 김유창, "자동차 브레이크 페달 배치의 인간공학적 연구", 산업안전학회지, Vol. 10, No. 3, pp. 106-109, 1995.
- [3] 김진, 조암, "자동차 번호판 한글 판독성에 관한 연구", 대한인간공학회지, Vol. 5, No. 2, 13-20, 1992.
- [4] 박영택, 강현준, "우리나라 자동차 번호판의 인간공학적 개선에 관한 연구", 대한인간공학회지, Vol. 14, No. 2, 15-24, 1995.
- [5] 신학주, "자동차의 표시장치 및 조종장치에 대한 Ergo

- Design", 대한인간공학회지, Vol. 5, No. 2, 33-36, 1986.
- [6] 쌍용자동차, 자동차편람, 한국교재, 서울, 1995.
- [7] 이면우, 이달호, 장성록, "인간공학적 작업공간 설계를 위한 CAD 응용방안", 대한산업공학회지, 12권, 2호, 13-19, 1986.
- [8] 조선일보, 14 자동차사만 생존, 1996. 6. 12.
- [9] 조선일보, 자동차사 2-3개만 생존, 1996. 11. 1.
- [10] 조선일보, 위기의 자동차 산업(상), 1997. 7. 17.
- [11] 황학, 작업관리론, 영지문화사, 서울, 1995.
- [12] Langolf, G.D., Chaffin, D.B. and Foulke, J.A., "An investigation of Fitt's Law using a Wide Range of Movement Amplitude", Journal of Motor Behavior, Vol. 8, No. 2, pp. 113-128, 1976.
- [13] Riley, M.W., Cochran, D.J. and Ballard, J.L., "An Investigation of Preferred Shapes for Warning Labels", Human Factors, Vol. 24, No. 6, pp. 737-742, 1982.
- [14] Shinar, D., "Field Evaluation of an Advance Brake Warning System", Human Factors, Vol. 37, No. 4, pp. 746-751, 1995.
- [15] U.S. Department of Defense, Human Factors Engineering Design for Army Material(MIL-HDBK 759A), Washington, DC, 1981.
- [16] Wogalter, M.S., Godfrey, S.S., Fontenelle, G.A., Desaulniers, D.R., Rothstein, P.R., and Laughery, K.R., "Effectiveness of Warnings", Human Factors, Vol. 29, No. 5, pp. 599-612, 1987.



기도형

- 1987년 서울대학교 산업공학과 학사
- 1989년 서울대학교 산업공학과 석사
- 1993년 포항공과대학교 산업공학과 박사
- 현재 계명대학교 산업공학과 조교수
- 관심분야 시각영역 및 탐색, reach posture 예측 알고리즘 motion classification scheme, 산업안전

김형수

1996년    경일대학교   산업공학과  
          학사

1998년    계명대학교   산업공학과  
          석사

---

97년 11월 최초접수, 98년 7월 최종수정