

# 인지측면을 고려한 자동차 IP 설계 Cognitive-oriented Design of Automotive Instrument Panel

강 선 모 , 백 승 렬 , 박 범

아주대학교 산업공학과

## ABSTRACT

The Design of automotive IP must be designed for improving safety, and for satisfying the consumer's preference and for enlarging the usability of various gauges and information display devices. Also, these objects become more important by regarded and will be treated very sensitively for the next-generation vehicle concepts. Therefore, Automotive IP must be designed to adjust these trends, besides accord with car-inner lifestyle. One of these concept's designs is to apply Human Sensibility Ergonomics. This study suggests the driver-centered design of the IP components that focused on the audio unit and HVAC(Heat and Ventilation Air Conditioner) through cognitive experiment. Primarily, analyzed components of IP in use, then, combined these components(especially, the number and array of buttons, the position of LCD panel, etc.) and designed some sample images(prototypes) the same as real size. After the subjects looked at the samples at the interval of 0.2 / 0.4 / 0.6 seconds, subjects should fill out the given forms from their memory. Then, the optimal prototype of IP was designed in respect to the correctness of cognition. The results will show the basic guideline of optimal design of IP that in the case of audio unit, the position of LCD, the array and the number of channel, in the case of HVAC, the position of LCD, TEMP button type and other button types.

## 1. 서론

한 나라의 과학기술 지표를 나타내는 자동차 산업은 거대한 세계적 시장성으로 인해, 국가경제력 강화에 큰 영향을 미친다. 따라서 급변하고 있는 오늘날 세계시장 속에서 자동차 회사가 살아 남기 위해서는 다양한 사람들의 감각에 맞출수 있도록 각종 기능들의 설계 및 차량의 품질이 향상되어야 한다. 특히, 자동차는 우리 주위에서 찾아 볼 수 있는 man-machine system의 전형적인 예라 할수 있으며, 이러한 man-machine system의 인터페이스를 이루는 장치로는 display panel, instrument panel, steering wheel, rear view mirror, gear 와 의자 등을 들수 있으며, 자동차의 안전한 운전과 운전자의 안락함을 보장하기 위해서 이들 요소들의 인

간공학적 설계 및 배치가 중요하다. 미국을 비롯한 자동차 선진국에서는 자동차의 인간공학적, 감성공학적 설계에 대한 많은 연구가 이루어져 왔으나, 우리 나라에서는 이러한 연구를 거의 찾아 볼수 없는 실정이다[3]. 그중에서, 자동차 인테리어에 대한 연구를 살펴보면 다음과 같다. 먼저, 감성 공학적 설계 방법을 적용한 경우, 국제적으로 전체 인테리어, 계기판, 시트(Seat) 등의 설계에 관한 연구와 국내적으로 자동차 전체 인테리어의 설계 등에 관한 연구가 있다 [4][7][8][11][13]. 다음으로 인간공학적 접근 방법을 적용한 경우, 국제적으로 전반적인 제어장치, 계기판, 시트(Seat) 등을 설계하는 연구와 국내적으로 계기판의 시인성, 운전석 시트, Warning Control의 설계 등의 연구가 있다[1][3][5][9][10][12]. 따라서 기존의 인테리어 구성요소에 관한 연구를 살펴볼

때, IP 구성요소의 설계가 주목적인 연구는 찾아보기 어렵다. 또한 IP의 설계시 우리나라 사람의 신체치수와 인지특성에 적합한 설계기준이 미흡하고 회사마다 다양하므로 현재까지 국내의 IP 구성요소의 설계에 뚜렷한 기준이 없음을 알 수 있고, 일반적으로 디자이너의 이상적인 설계나 제품개발자의 결정에 의존하고 있으며, 감성공학적, 인간공학적 요소들의 고려는 아직 부족한 실정이다[2]. 실시간 운전상황에서 운전자로 하여금 하고자 하는 작업을 짧은 시간내에 정확하게, 안전하게 조작하게 하기 위해, 또한 운전자의 피로를 최소한으로 하기 위해 모든 조건들이 운전자 중심이어야 한다. 즉, IP는 운전자의 안전성 향상, 소비자의 다양한 기호 만족, 각종 계기 및 정보 표시장치의 사용성 증대를 위해 설계되어야 한다. 따라서 본 연구에서는 이러한 문제점을 해결하기 위해 IP 구성요소의 배치를 중심으로 인지성을 고려하여 최적의 배치를 제시했다.

## 2. 인지실험 설계

자동차의 IP 설계시 고려해야 할 대상들이 많이 있지만 본 실험에서는 인지측면만을 고려하였다. 인간을 단순한 자극-반응 학습자로서가 아니라, 기계와 상호작용함에 있어서 기계의 계측판과 기계의 통제 사이에 개재하면서 계기판 등에서 각종 정보를 입수하고 처리하여 결정을 내려 기계를 제어

하게 하는 정보제어 체계 또는 정보전달 체계로 볼 필요성을 느끼게 되었다. 따라서 외부의 정보가 어떻게 인간에게 들어와 흘러 가며 처리되는가에 관심을 지니게 되었으며, 그 결과, 학습과정에 대한 연구보다는 지각, 기억, 주의, 신호탐지, 결정 등의 문제와 이러한 문제들을 포괄하는 인지 과정에 대한 연구가 중요시 되었고, 활발히 연구가 진행중이다[6]. 따라서 자동차의 IP 설계시 인지측면은 꼭 고려해야 할 대상이며, 또한 정확한 인지측정 방법이 연구되어야 한다. 본 실험에서는 IP 구성요소중 오디오 유닛과 HVAC에 중점을 두었으며, 인지측정 방법으론 자극제시 시간동안 제시된 자극을 정확하게 인지했는지의 여부로 판단하였다. 실험과정은 다음과 같다.

### 2.1 기존의 차량을 중심으로 IP 배치상태 분석

중형 이상과 신차종을 바탕으로 IP 구성요소의 배치상태를 파악하였다.

#### 2.1.1 주요 구성요소 분석

주요 구성 요소는 표 1에 정리해 놓았다.

#### 2.1.2 배치상태 분석

A사의 차종 2대, B사, C사의 차종 각각 3대, D사 2대, E사 1대의 총 11대를 선정하여 배치상태를 분석(기본사양을 기준으로함)한 결과를 표 2에 정리해 놓았다.

표 1. IP 주요 구성요소

구분	주요 구성요소
오디오 유닛	볼륨조절 노브, 파워 ON/OFF 버튼, LCD 패널, 카세트 데크, 기능선택 버튼(채널)
H V A C	온도조절 노브, LCD 패널, 기능선택 버튼

표 2. 차종별 주요 요소 배치상태

회사	차종	오디오 유닛					HVAC		
		볼륨조절 형태	LCD 패널	카세트데크 (LCD 기준)	채널 수	채널 배열	온도조절 형태	LCD 패널	기능선택 버튼형태
A사	A-1	노브형	좌측	우측	8개	2열	상하 터치식	우측	푸시형
	A-2	노브형	좌측	우측	6개	2열	노브형	가운데	푸시형
B사	B-1	노브형	위	아래	6개	2열	상하 터치식	가운데	푸시형
	B-2	노브형	위	아래	6개	2열	상하 터치식	가운데	푸시형
	B-3	노브형	위	아래	6개	2열	상하 터치식	가운데	푸시형
C사	C-1	노브형	가운데	위	6개	세로 2열	노브형	-	-
	C-2	노브형	가운데	아래	6개	1열	상하 터치식	가운데	터치식
	C-3	노브형	위	아래	6개	1열	노브형	가운데	터치식
D사	D-1	좌우 터치식	가운데	위	6개	2열	-	-	-
	D-2	노브형	-	-	-	-	노브형	-	-
E사	E-1	노브형	가운데	아래	6개	1열	상하 터치식	가운데	푸시형

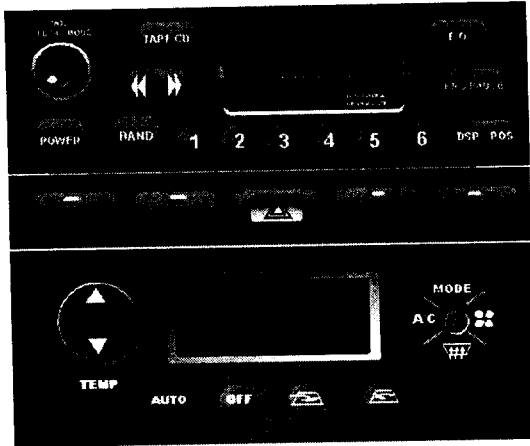


그림 1. IP 이미지의 예

## 2.2 실험범위(구성요소) 결정

표 2.를 종합하면 각 회사별로 오디오 유닛과 HVAC의 배치에 대한 경향을 알수있다. 이를 정리한 것을 표 3과 표 4에 나타내었다.

### 2.2.1 오디오 유닛

표 3.의 배치상태 분석결과를 종합하여, 오디오 유닛의 경우는 LCD의 위치(가운데, 왼쪽), 채널 버튼수(6개, 8개), 채널 버튼 배열(1열, 2열)을 각각 요인으로(2수준) 채택하였다.

### 2.2.2 HVAC

표 4.에서 보여주는 바와 같이 배치상태 분석결과를 바탕으로 HVAC의 경우, 요인으로 온도 조절 형태(상하 터치식과 노브형),

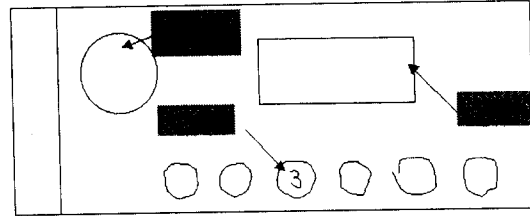


그림 2. 피실험자용 답안지 예(오디오 유닛)

LCD 패널 위치(가운데와 우측)와 버튼형태(푸시형과 터치식)를 채택하였으며 각각 2수준이다

## 2.2 IP 이미지 제작

실험배치에 의한 조합의 경우를 바탕으로 그림 1과같이 IP에 대한 이미지를 그래픽 제작하였다. 오디오 유닛, HVAC 각각 8개씩을 제작했으며 실험대상 구성요소를 제외한 요소들은 고정된 위치에 배치하였다. 또한 실차를 최대한 줄이기 위해 SIZE를 실물과 같게 하였으며, 실험에 사용된 IP의 모형은 A 자동차(주)의 중형급 승용차의 실제크기와 같게 제작하였다.

## 2.3 피실험자용 답안지 제작

기 제작된 IP 이미지를 바탕으로 피실험자가 체크할 답안지를 작성하였다. 외곽의 큰 사각형은 오디오 유닛 또는 HVAC의 틀을 나타낸 것이며, 내부의 원과 사각형은 각각 오디오 유닛의 경우 볼륨조절 노브와 LCD패널을 나타낸 것이며, HVAC의 경우 TEMP(온도조절 노브)와 LCD패널을 나타낸

표 3. 회사별 오디오 유닛의 배치 경향

구 분	볼륨 조절형태	LCD 패널 위치	카세트 테크 (LCD 기준)	채널 버튼수	채널버튼 배열
A 사	노브형	좌측	우측	6/8 개	2 열
B 사	노브형	위	아래	6 개	2 열
C 사	노브형	가운데	아래	6 개	1 열
D 사	노브형	가운데	위	6 개	2 열
E 사	노브형	가운데	아래	6 개	1 열

표 4. 회사별 HVAC의 배치 경향

구 분	온도 조절 형태	LCD 패널 위치	버튼 형태
A 사	상하 터치식 / 노브형	우측 / 가운데	푸시형
B 사	상하 터치식	가운데	푸시형
C 사	상하 터치식 / 노브형	가운데	터치식
D 사	노브형	-	-
E 사	상하 터치식	가운데	푸시형

것이다. 이들은 오디오 유닛과 HVAC의 구성요소를 배치할 경우 배치상에서 변화가 없는 고정된 위치를 나타낸다. 그림 2에 답안지 예를 그려놓았다.

## 2.4 시뮬레이션 환경 구축

최적의 실험환경을 구축하기 위하여 최대한 자동차의 실내와 같은 조건을 만들었다. 실험에 사용된 장비 및 기자재로는 PROJECTOR (HITACHI), TACHISTO SCOPE (TAKAI), DIGITAL STOP WATCH (TAKAI), NOTEBOOK (PENTIUM 90 MHz), ROLL SCREEN 를 사용하였다.

IP 이미지를 VRT 상에 띄울경우 짧은 자극 제시시간내에 재현이 가능하지 않기 때문에 AUTO SHUTTER 가 부착된 TACHISTOSCOP-E 를 PROJECTOR 에 연결하여 ROLL SCREEN 상에 투사하도록 하였다.

실험시 피실험자가 직접 시간을 통제하게 하기 위하여 SHUTTER SWITCH 를 설치하였고 DIGITAL STOP WATCH 를 설치하여 반응 시간을 측정 하였다. 기 제작된 IP 이미지는 NOTEBOOK 을 이용하여 PROJECTOR 와 LINK 하여 투사하게 된다. 단기기억과 학습효과를 최대한 배제하기 위하여 전방에 도로환경을 제시하였다. 20 인치 모니터상에 VR 기법을 적용하여 도로 주행상태를 모니터 하도록 하고 피실험자가 응시하게 하였다. 또한 IP 이미지는 피실험자가 앉는 의자를 기준으로 하여 실제 자동차와 동일한 위치에 투사되도록 하였다.

## 3. 실험방법

### 3.1 피실험자

피실험자는 25~29세의 남자 중에서 색약이나 색맹이 아닌 정상시력(교정시력 0.8 이상)을 소유한 자로 운전 미경험자, 면허증 소지한자로 획득한지 6개월 미만이며 자가차량 무소유자인 초보자운전, 운전 면허증 획득 1년 이상인자로 자주 운전을 하고 있으며 장기기억(long-term memory)의 간섭을 배제하기 위해 자가차량 무소유자인 경력자의 세 부류로 구분하여 각각 10명씩 30명을 선정하였다.

### 3.2 실험진행

피실험자는 운전경험이 전혀 없는자, 초

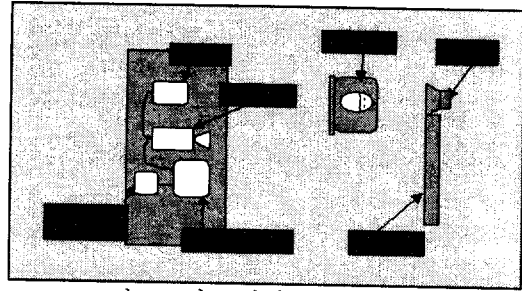


그림 3. 시뮬레이션 환경 구축

보자, 경력자로 구분하였다. 자극제시 시간은 각각 0.2초, 0.4초, 0.6초로써 먼저 0.2초의 자극제시 시간을 주고 오디오 유닛의 각각 조합 8개를 제시해주고 다음으로 HVAC의 각각 조합 8개를 제시한다. 0.2초 수준이 끝나면 0.4초, 0.6초 순으로 실험을 진행했다. 실험순서는 반복효과 및 단기기억(short-term memory)효과를 배제하기 위하여 랜덤하게 하였으며, 다음 자극을 제시하기 전까지 Refresh 간격을 부여했다. 하나의 자극을 제시한 후 다음 자극을 제시하기 전까지의 Refresh 간격은 10초 이상으로 했으며[6] 학습효과를 최소로 하기위해 실험 전에 피실험자에게 임의의 IP 이미지 샘플을 제시해주고 설명을 충분히 해주었다. 또한 설명한 샘플에 대한 Long-term memory 상의 간섭과 실험용 제시 이미지간의 간섭효과를 배제하기 위해서 매 실험 첫번 데이터들은 분석에서 제외시켰다. 설명 후에 모니터를 바라보도록 유도한 후 피실험자가 준비가 되면 시간제시 버튼을 스스로 통제하도록 했다. 피실험자에게 자극이 제시되기 전에 다음에 취할 행동을 미리 알려주고 피실험자가 제시된 자극을 인지한 후 해당사항을 답안지에 작성하도록 하였다. 피실험자 1인당 실험시간은 30분 이었다.

## 4. 결과

### 4.1 분산분석

각각 요인들의 자극제시 시간별 유의차가 있는지를 알아보기 위해 분산분석을 실시하였다. 따라서 유의차가 있는 요인만 다음 단계에서 다구짜 실험분석을 하여 최적 수준 조합을 결정하였다.

#### 4.1.1 오디오 유닛

표 5.에서 보여주듯이 검정 통계량의 값

이 유의수준  $\alpha = 0.05$  에서의 기각치 보다 크므로 모든 요인의 수준(자극제시 시간)은 유의차가 있다.

#### 4.1.2 HVAC

표 6.에서 보여주듯이 미경험자의 경우 F 기각치 보다 검정 통계량값이 작으므로 유의수준  $\alpha = 0.05$  에서 유의차가 없고, 다른 요인들의 수준은 유의수준  $\alpha = 0.05$  에서 유의차가 있다.

### 4.2 다구찌 실험분석

분산분석 결과 유의수준  $\alpha = 0.05$  에서 유의하게 나온 오디오 유닛의 미경험자, 초보자, 경력자 및 HVAC 의 초보자, 경력자의 각각 자극제시 시간(0.2 / 0.4 / 0.6 초)에 대해 각각 다구찌 실험분석을 실시 하였다. 또한 각각의 자극제시 시간별로 유의한 수준은 오디오 유닛의 경우 미경험자의 0.4 초, 초보자의 0.4 초, 경력자의 0.2 초와 0.4 초였으며, HVAC 의 경우 초보자의 0.4 초, 경력

자의 0.2 초 였다. 여기서는 오디오 유닛의 경우 미경험자의 0.4 초 수준에서의 최적 수준을 구하는 방법을 예로 제시했다.

#### 4.2.1 0.4 초 수준에서의 최적수준 분석(오디오 유닛, 미경험자)

분산분석 결과 요인 C 와 요인 A\*B 의 검정 통계량이 다른 요인과 상대적으로 작으므로 오차항으로 풀링을 시켜서 재분석을 실시하였다.

풀링 후의 분석결과가 표 7.에 나타나 있으며, 요인 A 와 요인 A\*C, 요인 B\*C 가 유의수준 5%에서 유의하게 나타났다. 따라서 이 경우는 요인 A 와 요인 A\*C, B\*C 가 유의하게 나타났으므로 점추정값을 최대로 하는 수준을 최적의 수준으로 결정 해야 한다.

$A, B, C_k$  의 점추정값을 최대로 하는 수준을 찾아내서 최적의 수준으로 결정 했으며, 각 수준에서의 점추정값을 구하는 식은 다음의 식과 같고, 계산된 결과를 표 8.에 정

표 5. 오디오유닛의 분산분석표( $\alpha = 0.05$ )

요 인	제공합	자유도	제공평균	F 비	F 기각치
미경험자	89.58	2	44.79	33.89	3.47
초보자	44.33	2	22.16	26.60	3.47
경력자	51.08	2	25.54	13.12	3.47

표 6. HVAC 의 분산분석표( $\alpha = 0.05$ )

요 인	제공합	자유도	제공평균	F 비	F 기각치
미경험자	43.58	2	21.79	1.63	3.47
초보자	107.58	2	53.79	7.44	3.47
경력자	44.33	2	22.17	26.60	3.47

표 7. 풀링후 0.4 초수준에서의 분산분석표(오디오유닛,미경험자)

요인	제공합	자유도	제공평균	F비	F(0.1)	F(0.05)
A	11.0086	1	11.008564	16.072378	5.5383111	10.127962
B	2.76456	1	2.7645625	4.0362298	5.5383111	10.127962
AXC	11.0086	1	11.008564	16.072378	5.5383111	10.127962
BXC	11.0086	1	11.008564	16.072378	5.5383111	10.127962
오차	2.05481	3	0.6849368			
T	37.8451	7				

표 8. 각 수준에서의 점추정값

I	J	K	점 추 정 값
0	0	0	1.6
0	0	1	-2
0	1	0	-5.51
0	1	1	0.39
1	0	0	-4.3
1	0	1	-2
1	1	0	-11.41
1	1	1	0.39

리해 놓았다.

$$\begin{aligned} \hat{\mu}(A_i B_j C_k) &= \mu + a_i + (ac)_{ik} + (bc)_{jk} \\ &= \bar{X}_{i.k} + \bar{X}_{.jk} - \bar{X}_{.j.} - 2\bar{X}_{.k} + 2\mu \end{aligned}$$

결과적으로  $\hat{\mu}(A_0 B_0 C_0) = 1.6$  으로 최대의 점추정값을 갖는다. 즉, 미경험자의 경우 0.4 초의 자극 제시시간에 A의 0 수준, B의 0 수준, C의 0 수준이 최적 수준이 된다.

### 5. 결론 및 추후 연구방향

본 실험 방법의 적용으로 인지실험을 통한 최적의 자동차 IP 설계를 오디오 유닛, HVAC의 주 구성요소들인 LCD 패널, 채널 버튼수, 배열 그리고 버튼형태 등의 구성요소를 바탕으로 최적 조합을 제시할 수 있다.

실험의 목적이 안전 운행을 위한 인지도의 측정이었으므로 자신이 운전하는 특정한 차량의 구조에 대하여 학습되어 있는 경력자의 결과 보다는 특정한 차량의 구조에 대한 영향이 적은 초보자와 미경험자의 결과를 우선적으로 고려 해야 한다. 또한, 인지 실험에 의한 IP 구성요소들의 최적 조합을 제시했는데, 인지 측면 뿐만 아니라 운전자의 빈도, 중요도, Performance 측면을 함께 고려하여 IP를 설계해야 한다.

본 연구에서 구축한 시뮬레이션 환경이 실제 자동차에서의 운전 상황을 완벽하게 재현할 수 없다는 문제점이 있고, 인지실험 특성상 피실험자에게 과도한 자극을 제시할 수 없음으로 인해 요인이나 수준수가 제한적 이었다는 것이 실험상의 한계점으로 지적된다. 따라서 이들을 보완한 향후 연구가 요망되며, 또한 IP 이미지 제작에 있어 Mock-ups 과 같이 실물에 가깝게 샘플을 제작하고 피실험자가 20 대의 젊은 계층만이 아닌 다양한 연령대와 여성을 대상으로 한 실험이 요구된다.

### 참고문헌

[1] 기도형 외, “자동차 display panel의 시인성 향상을 위한 설계방안”, 대한인간공학회 '97 추계학술대회 논문집, p109-113, 1997.  
 [2] 김기범, “운전자의 빈도-중요도와 perfor-

mance를 고려한 자동차 Instrument Panel의 인간공학적 설계방법, 아주대학교 석사학위논문, 1997.

[3] 김형수 외, “승용자동차 Warning Control의 인간공학적 설계”, 대한산업공학회 '97 추계학술대회 논문집, 1997.  
 [4] 신학주, “자동차의 표시장치 및 조종장치에 대한 Ergo Design”, 대한인간공학회지, 5(2), p33-36, 1997.  
 [5] 이상규 외, “운전석 위치에 따른 운전자의 지각 불편도 평가”, 대한인간공학회 '97 추계학술대회 논문집, p120-127, 1997.  
 [6] 이정모, “인지심리학의 제 문제(1) : 인지과학적 연관”, 성원사, 1996.  
 [7] 정의승 외, “자동차 내장설계를 위한 감성공학 접근방법에 관한 연구”, 대한산업공학회 '97 춘계공동 학술대회, p124-127, 1997.  
 [8] Chitoshi Tanoue, Kenji Ishizaka, Mitsuo Nagamachi, “Kansei Engineering: A Study on perception of vehicle interior image” International Journal of Industrial Ergonomics, Vol. 19, pp.115-128, 1997.  
 [9] Green, P., “Ergonomics of Autotivote Display”, SPIE/ESD International Symposium on Optical Engineering and Industrial Sensing for Advanced Manufacturing Technologies, Dearborn, MI, 1988.  
 [10] Herbert, M., R., “Automotive seat design for sitting comfort”, Automotive Ergonomics, Taylor&Francis, London, pp.99-116, 1993.  
 [11] Kuniaki Nakada, “Kansei engineering research on the design of construction machinery”, International Journal of Industrial Ergonomics, Vol. 19, p129-146, 1997.  
 [12] McGrath, J., J., “Driver Expectancy and Performance in Locating Automotive Controls”, SAE SP-407, Warrendale, PA, SAE, 1976.  
 [13] Tomio Jindo, Kiyomi Hirasago, “Application studies to car interior of Knasei engineering”, International Journal of Industrial Ergonomics, Vol. 19, p105-114, 1997.