

운전자의 인지특성을 고려한 자동차 IP 설계에 관한 연구

A Study of Automotive IP Design based on the Driver's Cognitive Characteristics

강 선 모, 백 승 렬, 박 범*

Seon-Mo Kang, Seung-Youl Paik, Peom Park

요 약 운전자의 안전과 감성적 요구사항이 중요시 되는 차세대 자동차의 IP(Instrument Panel)설계를 위해 운전자의 인지특성을 고려하였다. 오디오 유닛과 HVAC(Heat, Ventilation, and Air condition)등의 주요 IP 구성요소 설계에 중점을 두었으며, 운전자의 인지특성과 가장부합하는 형태의 IP를 도출하기 위해 인지실험을 실시하였다. 첫 번째로, 기존의 차량에 설계된 IP 구성요소를 분석하였으며, 이를 바탕으로 버튼의 수와 배열, LCD패널의 위치등을 조합하여 총 16개의 IP 프로토타입을 제작하였다. 다음으로, 제작된 프로토타입을 각각 0.2, 0.4, 0.6초의 간격으로 Tachisto scope를 이용하여 피실험자에게 제시한후, 인간의 인지 지도(Human Cognitive Map)에 근거한 '그리기 방법(Drawing Method)'을 이용하여 그들의 단기기억(Short-term Memory)상의 정보를 주어진 답안지에 그리도록 하였다. 이 인지실험의 다구찌 분석을 통하여 운전자의 인지특성을 고려한 최적의 IP형태를 제시하였다.

1. 서론

자동차 내장설계는 운전자에게 쾌적한 운전환경의 제공을 위하여 넓은 시계의 확보, 쉽고 편리한 조작성, 간단하면서도 효과적인 정보의 제공 등과 같은 기능적인 요소들뿐만 아니라 운전자의 안전성, 감성적 요구사항, 각종 인테리어 구성요소에 대한 사용성 등과 같은 감성공학적, 인간공학적 요소들이 고려되어 설계에 반영되어야 한다. 즉, 자동차 인테리어 구성요소의 하나인 IP 구성요소의 설계는 그 기본 기능의 정확성 및 신뢰도와 함께, 각각의 중요도, 사용빈도, 정신적 작업부하(Mental workload) 등과 같은

운전자의 주관적인 평가와 운전자의 수행도 등과 같은 객관적 평가를 바탕으로 설계가 이루어져야 한다. 특히, 지속적으로 변화하는 운전환경 및 다양한 정보제공장치의 새로운 추가(가변정보표지판 등)와 운전자의 주의 특성을 분산시킬 수 있는 다양한 인터페이스 객체 및 액세서리 등으로 인하여 운전자의 인터페이스의 복잡성은 심화되고 있다. 특히, 운전의 안전을 고려할 때, 정보의 90%를 시각을 통하여 인식하는 운전자에게 IP 및 기타 장치들은 운전자의 전방시야의 획득비율을 감소시키지 않도록 설계되어야 한다는 것은 가장 중요한 사실이다. 특히, 차내에서 차량정보의 대부분을 제공하고 있는 IP는 운전자의 시각을 가장 많이 요구하는 차내장치로, 그 설계에 있어 운전자의 안전 및 수행도를 감소시키지 않도록 운전자의 기억용량을 최소로 요구하는 빠른 인지를 제공하는 운전자의 인지특성을 고려하여 설계되어야 한다.

이에 본 연구에서는 자동차 내장설계요소중 운전자와 가장 높은 인터페이스 밀도를 지니며, 차량정보를 제공하는 가장 중요한 요소인 IP를 대상으로 인

* 아주대학교 산업공학과
Department of Industrial Engineering, Ajou University
수원시 팔달구 원천동 산5 (우:442-749)
5 Woncheon-Dong, Paldal-Ku, Suwon 442-749, Korea
Tel : 0331-219-2428
Fax : 0331-219-1610
Email : kngsm@madang.ajou.ac.kr(강선모)
rick@madang.ajou.ac.kr(백승렬)
ppark@madang.ajou.ac.kr(박범)

지시함을 실시하여 최적의 IP 형태를 제시한다.

2. 이론적 배경

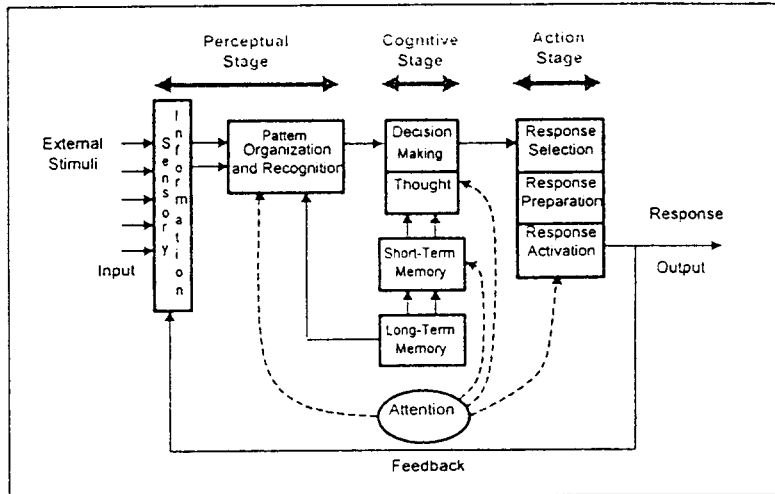
2.1. 인간 정보 처리(Human Information Processing) : A Three-stage Model

(그림 1)은 외부의 자극으로부터 그에 대한 반응과정을 3단계로 세분화한 구체적인 정보처리 모델인 B. H. Kantowitz(1989)에 의해 제안된 Three-stage Model이다. 이 모델은 본 실험 특성상 운전자의 인지적 측면을 고려해야 함으로 이와 매우 관련이 깊은 STM(Short-term Memory)의 처리과정이 포함된 인지단계(Cognitive Stage)의 주요특성과 지각단계(Perceptual Stage)와 행위단계(Action Stage)사이에서의 인지역할을 개념적으로 제시하고 있다. 인지 단계에서는 자극들의 동질성 확인 또는 분류를 하기 위해 정보표시장치로부터 충분한 정보를 받아들인후, 상황에 적합한 행위나 반응형태를 결정하기 위해 프로세스를 시작한다. 이러한 프로세스들로는 메모리로부터의 정보 복구, 제시된 아이탬들간의 비교, 이러한 아이탬들과 메모리에 있는 정보의 비교, 산술 작용, 의사 결정이 포함된다. 또한 인지 단계에서 수행(Performance)에 대해 제약을 가하는데 예를 들면, 사람들은 다중의 정보들에 주위를 기울이고, 메모리로부터 정보를 복구하고, 복잡한 암산을 수행하는데

있어 제한적 능력을 가지고 있다. 따라서 수행(Performance)에 있어서 실수(Errors)는 이러한 인지적 제약 때문에 발생하고 이로인해 수행의 최적수준에 도달하지 못한다. 이는 이러한 인지적 제약사항들에 대한 이해의 필요성과 인간의 수행도 평가시 반드시 인지측면을 고려해야 함을 나타내는 것이다.

2.2. 인지 지도(Cognitive map)

Lynch(1960)는 인간의 인지지도(cognitive map)을 지리학, 심리학등에서 연구되는 인간의 공간적 경험들에 의한 지식의 표현이라 정의하였다. 또 다른 인지지도의 유용한 정의는 '인지지도는 구조적으로 생성된 인간의 이동과 관련된 위치 및 방향의 내적인 제시'이다. 일반적으로 공간적인 적응(spatial orientation)은 어떻게 인간이 주어진 공간내에서 그들의 이동방향과 위치를 인지하는지를 다루게 된다. 이것은 지도를 이해하는 능력과 제시정보 참조의 구성 및 현재의 위치를 파악하기 위한 환경, 또한 이러한 환경에 기반을 둔 정신지도(mental map)의 행동을 포함하게 된다. 그러므로, 개인이 주어진 공간내의 객체들 사이의 관계들의 정신적인 표시 방법을 개발할 때 인지지도는 생성되는 것이다. 인지지도의 내용과 범위와 주어진 공간과 연관된 실제의 운행 문제들을 해결하는데 어떻게 그것이 사용되는지를 결정하는 주어진 공간이나 또는 그 공간의 표시와의 경험



(그림 1) 인간 정보 처리 모델 (A Three-Stage Model)

뿐만 아니라 고유한 공간적인 능력은 서로 개별적인 것이다.

본 연구에서 인지지도의 적용은 (1) IP 개체의 배열차이에 의한 운전자의 인지능력에 계산을 통한 최적 IP 형태의 도출 (2) 운전자의 STM의 재생에 유리한 IP 형태의 추출을 위해 사용되었다.

3. 인지실험 설계

자동차의 IP설계시 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 제어하게 하는 정보제어 체계 또는 정보전달 체계로 보게 되었으며, 따라서 외부의 정보가 어떻게 인간에게 들어와 흘러가며 처리되는가에 관심을 지니게 되었다. 그 결과, 학습과정에 대한 연구보다는 지각, 기억, 주의, 신호 탐지, 결정 등의 문제와 이러한 문제들을 포괄하는 인지 과정에 대한 연구가 중요시 되었고, 활발히 연구가 진행 중이다. 따라서 자동차의 IP설계시 인지측면은 꼭 고려해야 할 대상이며, 또한 정확한 인지측정 방법이 연구되어야 한다. 본 실험에서는 IP구성요소중 오디오 유닛과 HVAC에 중점을 두었으며, 인지측정 방법으로는 자극제시 시간동안 제시된 자극을 정확하게 인지했는지의 여부로 판단하였다. 진행과정은 다음과 같다.

3.1. 자동차 IP의 배치상태 분석

중형 이상의 신차종 11대를 바탕으로 자동차 IP의 주요 구성요소를 파악하였으며 분석된 구성요소의 배치상태를 파악하였다.

3.1.1. 주요 IP 구성요소 분석

주요 구성요소 분석은 Wierwille(1993)가 제안한 운전자 과업의 5가지 범주를 바탕으로 하였다. 운전상황하에서 운전자가 자동차에 행하는 과업을 다음과 같이 5가지로 구분하였는데 즉, Manual only, Manual primarily, Visual only, Visual primarily, Visual-manual로 나누었으며 각각의 정의를 살펴보면 다음의 <표 1>과 같다. 또한 이를 바탕으로 한 분석결과는 <표 2>와 같다.

운전자-IP 구성요소 사이의 과업분류를 토대로 하여 분석한 주요 구성요소들을 정리해 보면 오디오 유

닛의 경우, 볼륨조절 노브, 파워 ON/OFF버튼, LCD패널, 카세트 데크, 기능선택 버튼(채널)의 5개와 HVAC의 경우, 온도조절 노브, LCD패널, 기능선택 버튼의 3개가 각각 주요 IP구성요소로 분석되었다.

<표 1> 운전자 과업의 5가지 범주에 대한 정의

범 주	정 의
Manual only	운전자의 시각적 참조 없이 운전자의 손에 의해 수행이 되어지는 과업으로 이는 충분히 습관적인 과업이다. 예를 들면, 경음기를 작동하거나, 방향 지시등을 작동하거나 또는 수동기어를 조작하는 등의 과업을 들 수 있다. 물론 이들을 작동하기 위해서는 초기에 방향이라든지 위치를 확인하기 위한 시각적 동작이 짧은 시간 요구되지만 일단 이들의 위치와 동작의 방향이 기억되면 더 이상 시각적 참조 없이 동작이 가능하다.
Manual primarily	제어기를 찾고 그것의 현재 설정을 가능하게 결합하기 위해 시각을 사용하는 과업이다. 제어기를 동작하기 위해 한 손을 움직이고 제어기에 손이 접근한 후에는 시각은 더 이상 요구되어지지 않는다. 운전자는 단계의 수나 과업의 길이에 관계없이 손을 사용하여 잔여 과업을 수행한다. 가끔 이러한 과업들은 청각이나 다른 감각적 feedback과 연관이 되기도 한다. 예를 들면, 라디오를 켜고, 볼륨을 조정하고 하터의 세기를 조정하는 등의 과업 등을 들 수 있다.
Visual only	구성요소 사용의 관점에서 완전히 혹은 매우 큰 비중으로 시각에 의존하는 과업이다. 이 과업은 정보의 수집에 있어서 전혀 손을 사용한 입력을 필요로 하지 않는다. 어떤 경우는 단지 검토를 위해 사용되어지기도 하고, 다른 경우에는 보다 복잡한 정보를 수집하기 위해서 사용되어진다. 예를 들면, 오디오 유닛의 LCD 패널 등이 있다.
Visual primarily	시각에 거의 모두 의존하지만 약간의 손을 사용한 입력이 필요한 과업이다. 이런 과업에서 시각은 위치와 정보 수집에 사용되어진다. 하지만 정보를 수집하기 위해서 약간의 수동 입력이 필요하게 된다. 예를 들면, 오디오 유닛의 LCD 패널을 연속적으로 보면서 라디오 튠너를 사용하여 주파수를 탐색하는 과업을 들 수 있다.
Visual-manual	이 과업은 이들의 상호 작용적인 시각적, 수동적 요구에 의해 구분된다. 운전자는 정보를 수집하고 이를 추가되는 수동적 입력을 수행하기 위해 사용한다. 또는, 운전자는 원하는 정보를 얻기 위해 연속적으로 수동 입력을 수행하기도 한다. 가장 중요한 것은 시각적인 요구와 수동적인 요구가 어떤 것이 우선이나를 판단하기 힘들 경우의 과업이다. 예를 들면, 특정 주파수를 찾기 위해 여러 가지 선택 버튼을 누르는 과업을 들 수 있다.

3.1.2. 구성요소의 배치상태 분석

A사의 차종2대, B사, C사의 차종 각각3대, D사 2대, E사 1대의 총11대를 선정하여 배치상태를 분석(기본사양을 기준)하였다.

분석한 결과(표 3)에서 볼수있듯이 오디오 유닛의 경우, 볼륨 조절 형태와 카세트 데크는 일정한 배치 경향을 보이고 있으며 다른 구성요소들은 회사마다 상이한 배치 경향을 보여주고 있다. 반면 HVAC의 경우, 모두 상이한 배치 경향을 보여주고 있다.

3.2. 실험범위(변수) 결정

〈표 3〉을 종합하면 각 회사별로 오디오 유닛과 HVAC의 배치에 대한 경향을 알수있다. 이를 정리한 것을 〈표 4〉와 〈표 5〉에 나타내었다.

3.2.1. 오디오 유닛

〈표 4〉의 배치상태 분석결과를 종합하여, 오디오 유닛의 경우는 LCD의 위치(가운데, 왼쪽), 채널 버튼 수(6개, 8개), 채널 버튼 배열(1열, 2열)을 각각 요인으로 채택하였다. 즉, 3개의 요인을 선정하였으며 각각 2수준이다.

3.2.2. HVAC

〈표 5〉에서 보여주는 바와 같이 배치상태 분석결과를 바탕으로 HVAC의 경우, 요인으로 온도 조절 형태(상하 터치식과 노브형), LCD패널 위치(가운데와 우측)와 버튼형태(푸시형과 터치식)를 채택하였다. 즉 3개의 요인을 선정하였으며 각각 2수준이다

(표 2) 온전자-IP 구성요소 사이의 과업분류

구성요소	구성부품	발생상황	연관 인터리어 및 과업 달성여 확인	과업 분류
오디오 유닛	관련 On/Off 버튼	카세트, 라디오 청취	운전자의 청각	Manual Primarily
	볼륨 조절 노브	카스테레오 볼륨이나 음의 밸런스의 조절	운전자의 청각이나 오디오 LCD 패널	Manual Primarily
	LCD 패널	오디오 유닛의 모든 정보를 일괄적으로 운전자에게 전달	오디오 LCD 패널 자체	Visual Only
	기능 선택 버튼	미리 세팅된 라디오 주파수의 선택, 카세트 청취에 따른 기능들의 조절	운전자의 청각이나 오디오 LCD 패널	Visual-Manual
	카세트 데크	카세트 테이프의 입력/출력	운전자의 시각 및 촉각	Visual-Manual
HVAC	온도 조절 노브	필요한 수준의 온도를 조절 및 확인	운전자의 시각 및 촉각	Visual-Manual
	LCD 패널	오디오 유닛의 모든 정보를 일괄적으로 운전자에게 전달	오디오 LCD 패널 자체	Visual Only
	기능 선택 버튼	미리 세팅된 기능의 선택 및 조절	운전자의 청각이나 오디오 LCD 패널	Visual-Manual

(표 3) 차종별 주요 요소 배치상태

회사	차종	오디오유닛					HVAC		
		볼륨조절 형태	LCD패널	카세트데크 (LCD 기준)	채널 수	채널 배열	온도조절 형태	LCD 패널	기능선택 버튼형태
A 사	A-1	노브형	좌측	우측	8개	2열	상하 터치식	가운데	푸시형
	A-2	노브형	좌측	우측	6개	2열	노브형	가운데	푸시형
	B-1	노브형	위	아래	6개	2열	상하 터치식	가운데	푸시형
B 사	B-2	노브형	위	아래	6개	2열	상하 터치식	가운데	푸시형
	B-3	노브형	위	아래	6개	2열	상하 터치식	가운데	푸시형
	C-1	노브형	가운데	위	6개	세로2열	노브형	-	-
C 사	C-2	노브형	가운데	아래	6개	1열	상하 터치식	가운데	터치식
	C-3	노브형	위	아래	6개	1열	노브형	가운데	터치식
	D-1	좌우 터치식	가운데	위	6개	2열	-	-	-
D 사	D-2	노브형	-	-	-	-	노브형	-	-
	E-1	노브형	가운데	아래	6개	1열	상하 터치식	가운데	푸시형

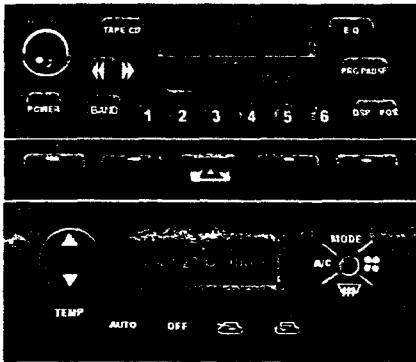
3.3. 다구찌 방법을 적용한 실험계획

다구찌 기법(Taguchi Method)은 기계, 화학, 전기, 전자등 산업 전반에 걸친 모든 실험계획에 적용시킬 수 있는 최적화 설계 기법이다. 본 연구에서는 IP 구성요소의 최적 설계를 위해 다구찌가 제안한 기본 전략을 바탕으로 직교배열에 의한 실험계획과 S/N비를 바탕으로 한 파라미터 설계(Parameter Design) 방법을 통해 더욱 효율적인 실험이 될 수 있도록 했으며, 그 적용의 특징은 다음과 같다.

직교배열표를 사용한 효율적인 실험계획을 통해 기존의 실험횟수보다 적은 실험횟수를 가지고도 최적조건을 도출할 수 있다.

S/N비를 중심으로한 통계적 데이터 분석을 사용하여 기존의 데이터 분석방법보다 효율적인 관계를 얻을 수 있다.

잡음인자(Noise factor)들을 실험내에 포함시켜 기존의 실험에서 얻을수 없었던 최적 조건을 도출하여 잡음에 둔감한 인자를 발견해 넣으로써 강건설계(Robust Design)가 될수있게 한다.



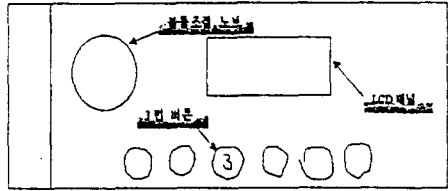
(그림 2) IP이미지의 예

3.3.1. 파라미터 설계

위에서 선정한 요인과 수준을 바탕으로 파라미터 (망대특성)설계를 하였다. 오디오 유닛, HVAC가 각각 3개의 요인과 2수준이므로 L8(27)형 직교배열표를 사용하였으며, 교호작용도 고려하였다. 각각의 경우를 <표 6>과 <표 7>에서 보여주고 있다.

3.4. 실험용 IP 이미지 제작

위의 실험배치에 의한 조합의 경우를 바탕으로 (그림 2)와 같이 IP에 대한 이미지를 제작하였다. 오디오 유닛, HVAC각각 8개씩 총16개를 제작하였다. 또한 실차를 최대한 줄이기 위해 SIZE를 실물과 같게 하였으며, 실험에 사용된 IP의 모형은 A자동차(주)의 중형급 승용차의 실제크기와 같게 제작하였다.



(그림 2) 피실험자용 답안지 예(오디오 유닛)

3.5. 피실험자용 답안지 제작

제작된 IP이미지를 바탕으로 피실험자가 체크할 설문지를 제작하였다. 외곽의 큰 사각형은 오디오 유닛 또는 HVAC의 외곽 틀을 나타낸 것이며, 내부의 원과 사각형은 각각 오디오 유닛의 경우 볼륨조절 노브와 LCD패널을, HVAC의 경우 TEMP(온도조절 노브)와 LCD패널을 나타낸 것이다. 이들은 오디오 유닛과 HVAC의 구성요소를 배치할 경우 제시되는 자극에서 배치상 변화가 없는 고정된 위치로 피실험자가 참고할수 있는 프레임을 나타낸 것이며, 피실험자는 이를 기준으로 하여 요구하는 답을 작성하도록 하였다. (그림 3)에 답안지 예를 제시하였다.

3.6. 시뮬레이션 환경 구축

최적의 실험환경을 위하여 조명의 고려(주간), 도로 환경 제시등 자동차의 실내 및 주행 환경을 구축하였다. 실험에 사용된 장비 및 기자재로는 Projector(Hitachi), Tachisto scope(Takai), Digital stop watch (Takai), Portable PC (Pentium 90 MHz), Roll Screen 을 사용하였다.

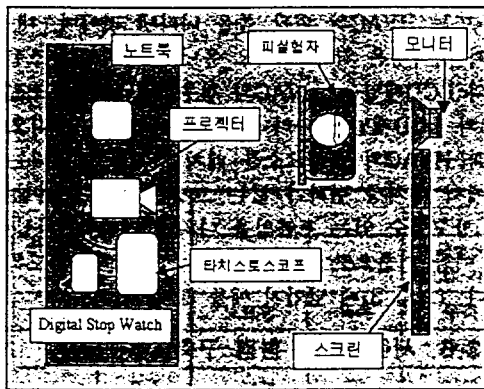
IP이미지를 VRT 상에서 구현할 경우 짧은 자극 제시 시간내에 이미지 재현이 가능하지 않기 때문에 Auto Shutter가 부착된Tachisto scope를Projector에 연결하여 Roll Screen상에 투사하도록 하였다.

〈표 4〉 회사별 오디오 유닛의 배치 경향

구 분	볼륨 조절형태	LCD 패널 위치	카세트 데크 (LCD 기준)	채널 버튼수	채널버튼 배열
A사	노브형	좌측	우측	6 / 8개	2열
B사	노브형	위	아래	6개	2열
C사	노브형	가운데	아래	6개	1열
D사	노브형	가운데	위	6개	2열
E사	노브형	가운데	아래	6개	1열

〈표 4〉 회사별 HVAC의 배치 경향

구 분	온도 조절 형태	LCD 패널 위치	버튼형태
A사	상하 터치식 / 노브형	우측 / 가운데	푸시형
B사	상하 터치식	가운데	푸시형
C사	상하 터치식 / 노브형	가운데	터치식
D사	노브형	-	-
E사	상하 터치식	가운데	푸시형



(그림 4) 시뮬레이션 환경 구축

실험시 피실험자가 직접 각자의 실험시작과 종료를 통제하기 위하여 Shutter switch를 설치 하였고 Digital stop watch를 설치하여 반응 시간을 측정 하였다. 제작된 IP이미지는 노트북을 이용하여 Projector와 Link하여 투사하게 된다. 단기기억과 학습효과를 최대한 배제하기 위하여 전방에 도로환경을 제시하였다. 20인치 모니터상에 VR기법을 적용하여

도로 주행상태를 모니터 하도록 하고 피실험자가 응시하게 하였다. 또한 IP이미지는 피실험자가 앉는 의자를 기준으로 하여 실제 자동차와 동일한 위치에 실체크기로 투사되도록 하였다. 구축환경을 (그림 4)에서 보여주고 있다.

4. 실험방법

4.1. 피실험자

실험자는 25~29세의 남자 중에서 색약이나 색맹이 아닌 정상시력(교정시력 0.8이상)을 소유한 자로 운전 미경험자, 초보자, 경력자의 세 부류로 나누었다. 초보자는 운전면허를 소지한자로 획득한지 6개월 미만이며 자가차량 무소유자를, 경력자는 운전 면허 획득 1년 이상인자로 자주 운전을 하고 있으며 장기기억(Long-term Memory)의 간섭을 배제하기 위해 자가차량 무소유자를 원칙으로 하였다. 피실험자를 세 부류로 구분한 이유는 운전상황을 가정한 경우, 여러 부류의 운전가능성에 대한 최소한의 기준을 고려하였고 분석시 어느 특정 구조에 학습되어진 부류의 학습 효과가 결과에 미치는 영향을 최대한 배제하기 위해

서이다. 각 부류별로 10명씩 30명을 대상으로 하였다.

4.2. 실험진행

피실험자는 운전경험이 전혀 없는자, 초보자, 경력자로 구분하였다. 자극제시 시간은 각각 0.2초, 0.4초, 0.6초로써 먼저 0.2초의 자극제시 시간을 주고 오디오 유닛의 각각 조합8개를 제시해주고 다음으로 HVAC의 조합8개를 각각 제시했다. 0.2초 수준이 끝나면 0.4초, 0.6초 순으로 실험을 진행했다. 기존의 반응시간 연구에서, 여러가지 속도/ 정확도 상보성 연구의 결과 Wickelgren과 Corbett(1977)는 일화기억을 인출하는데 약 0.6 - 1.5초의 시간이 소요됨을 밝혔으며, Porf(1976)는 시각적 문자재인의 경우 약

0.2 - 0.4초, 단어재인의 경우 약0.4 - 0.8초가 소요됨을 발견하였다. 따라서 본 실험도 시각적 문자재인이나 단어재인과 유사한 성격의 실험이므로 각각 0.2, 0.4, 0.6초의 제시시간을 설정하여 적용하였다. 실험순서는 반복효과 및 단기기억(Short-term Memory) 효과를 배제하기 위하여 랜덤하게 하였으며, 다음 자극을 제시하기 전까지 Refresh간격을 부여했다. 하나의 자극을 제시한 후 다음 자극을 제시하기 전까지의 Refresh간격은 10초 이상으로 했으며 학습효과를 최소로 하기위해 실험 전에 피실험자에게 임의의 IP 이미지 샘플을 제시해주고 설명을 충분히 해주었다. 또한 설명한 샘플에 대한 장기기억(Long-term Memory)상의 잔상과 실험용 제시 이미시간의 간섭 효과를 배제하기 위해서 매 실험 첫번 데이터들은 분석에서 제외시켰다. 설명 후에 모니터를 바라보도록 유도한 후 피실험자의 준비가 완료되면 시간제시버튼을 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 이내 이었다.

(표 6) 오디오 유닛의 $L_8(2^7)$ 형 직교배열표

실험 번호	열 번 호							실험 조건
	1	2	3	4	5	6	7	
1	0	0	0	0	0	0	0	A0B0C0
2	0	0	0	1	1	1	1	A0B0C1
3	0	1	1	0	0	1	1	A0B1C0
4	0	1	1	1	1	0	0	A0B1C1
5	1	0	1	0	1	0	1	A1B0C0
6	1	0	1	1	0	1	0	A1B0C1
7	1	1	0	0	1	1	0	A1B1C0
8	1	1	0	1	0	0	1	A1B1C1
배치	A	B	AB	C	AC	BC	e	

(표 7) HVAC의 $L_8(2^7)$ 형 직교배열표

실험 번호	열 번 호							실험 조건
	1	2	3	4	5	6	7	
1	0	0	0	0	0	0	0	A0B0C0
2	0	0	0	1	1	1	1	A0B0C1
3	0	1	1	0	0	1	1	A0B1C0
4	0	1	1	1	1	0	0	A0B1C1
5	1	0	1	0	1	0	1	A1B0C0
6	1	0	1	1	0	1	0	A1B0C1
7	1	1	0	0	1	1	0	A1B1C0
8	1	1	0	1	0	0	1	A1B1C1
배치	A	B	AB	C	AC	BC	e	

5. 결과의 분석

5.1. 분산분석

각각 요인들의 자극제시 시간별 유의차가 있는지를 알아보기 위해 분산분석을 실시 하였다. 따라서 유의차가 있는 요인만 다음단계에서 다구찌 실험분석을 하여 최적 수준 조합을 결정하였다.

5.1.1. 오디오 유닛

(표 8)에서 보여주듯이 검정 통계량의 값이 유의수준 $\alpha = 0.05$ 에서의 기각치 보다 크므로 모든 요인의 수준(자극제시 시간)은 유의차가 있다.

5.1.2. HVAC

(표 9)에서 보여주듯이 미경험자의 경우 F기각치 보다 검정 통계량값이 작으므로 유의수준 $\alpha = 0.05$ 에서 유의하지 않고, 다른 요인들의 수준은 유의수준 $\alpha = 0.05$ 에서 유의차가 있다.

5.2. 다구찌 실험분석

분산분석 결과 유의수준 $\alpha = 0.05$ 에서 유의하게 나

(표 8) 오디오유닛의 분산분석표 ($\alpha = 0.05$)

요 인	제공합	자유도	제공평균	F비	F기각치
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 9) HVAC의 분산분석표 ($\alpha = 0.05$)

요 인	제공합	자유도	제공평균	F비	F기각치
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 10) 풀링후 0.4초 수준에서의 분산분석표(오디오유닛, 미경험자)

요 인	제공합	자유도	제공평균	F비	F기각치	
A(LCD위치)	11.0086	1	11.008564	16.072378	5.5383111	10.127962
B(채널 수)	2.76456	1	2.7645625	4.0362293	5.5383111	10.127962
AXC(교호작용)	11.0086	1	11.008564	16.072378	5.5383111	10.127962
BXC(교호작용)	11.0086	1	11.008564	16.072378	5.5383111	10.127962
오차	2.05481	3	0.6849368			

온 오디오 유닛의 미경험자, 초보자, 경력자 및 HVAC의 초보자, 경력자의 각각 자극제시 시간(0.2 / 0.4 / 0.6초)에 대해 각각 다구찌 실험분석을 실시하였다. 또한 각각의 자극제시 시간별로 유의한 수준은 오디오 유닛의 경우 미경험자의 0.4초, 초보자의 0.4초, 경력자의 0.2초와 0.4초 였으며, HVAC의 경우 초보자의 0.4초, 경력자의 0.2초 였다. 즉, 이상의 수준에서의 결과 데이터만이 분석 가능한 양질의 값으로 간주되며, 따라서 위 경우의 모든 수준에 대해 최적 수준을 구한 후, 이를 종합하여 최종 최적 수준을 결정할 수 있다. 예로써, 여기서는 오디오 유닛의 경우 미경험자의 0.4초 수준에서의 최적 수준을 구하는 방법을 제시했다.

5.2.1. 0.4초 수준에서의 최적수준 분석(오디오 유닛, 미경험자)

분산분석 결과 요인 C와 요인A*B의 검정 통계량이 다른 요인과 상대적으로 작으므로 오차항으로 풀링을 시켜서 재분석을 실시하였다.

풀링 후의 분석결과가 (표10)에 나타나 있으며, 요인 A 와 요인A*C, 요인B*C가 유의수준 5%에서 유

의하게 나타났다. 따라서 이 경우는 요인 A와 요인 A*C, B*C가 유의하게 나타났으므로 이들의 점추정 값을 최대로 하는 수준을 최적의 수준으로 결정 해야 한다.

A,B,C의 점추정값을 최대로 하는 수준을 찾아내서 최적의 수준으로 결정 했으며, 각 수준에서의 점추정 값을 구하는 식은 다음의 식과 같고, 계산된 결과를 (표 11)에 정리해 놓았다.

$$\hat{\mu}(A,B,C_k)$$

$$\mu + a_i + (ac)_{ik} + (bc)_{jk}$$

$$\bar{X}_{i..} + \bar{X}_{.jk} - \bar{X}_{.j.} - 2\bar{X}_{...k} + 2\mu$$

결과적으로 $\hat{\mu}(A_0B_0C_1) = 1.6$ 으로 최대의 점추정값을 갖는다. 즉, 여기서는 A의 0수준(LCD위치가 중앙), B의 0수준(채널 수가 6개), C의 0수준(채널 배열은 1열)이 최적 수준이 된다. 이를 (표 12)에서 보여주고 있으며 이상에서 전개된 분석 방법을 적용하여 나머지 수준들에 대한 최적조합을 도출할 수 있다.

(표 11) 각 수준에서의 점추정 값

I (LCD 위치)	수 준		점 추 정 값
	J (채널 수)	K (채널 배열)	
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

(표 12) 오디오 유닛의 미경험자(0.4초) 수준에서의 최적조합

피 실험 자	자극 제시시간	결 과 (최적조합)	
미 경 험 자	0.4 초	A0	LCD가 중앙에 위치
		B0	채널 수는 6개
		C0	채널 배열은 1열

6. 결론 및 추후 연구방향

자동차 내장을 설계함에 있어 운전자의 주관적 평가기준인 빈도-중요도 분석과 객관적 평가기준인 Performance분석을 통한 설계외에 본 연구에서 인지 측면을 고려하여 설계해야 함을 주장하였다. 따라서 인지실험 방법을 제시하였고 자동차 IP설계에 적용한 본 실험 방법으로 인지실험을 통한 최적의 자동차 IP설계를 오디오 유닛, HVAC의 주 구성요소들인 LCD 패널, 채널 버튼수, 배열 그리고 버튼형태 등의 구성요소를 바탕으로 최적 조합을 제시할 수 있다는 것을 보여주었다.

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.

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, 또

한 IP이미지 제작에 있어 Mock-ups 과 같이 실물에 가깝게 샘플을 제작하고 피실험자가 20대의 젊은 계층만이 아닌 다양한 연령대와 여성을 대상으로 한 실험이 요구된다. 또한 위의 인지실험방법을 통하여 자동차 내장설계시 각 설계 대상에 대한 구체적인 규격과 형태를 결정할 수 있는 가능성을 보여주고 있다.

참고문헌

- [1] 강선모 외, "인지측면을 고려한 자동차 IP설계", 대한인간공학회 '98 춘계학술대회 논문집, p143-148, 1998.
- [2] 기도형 외, "자동차 display panel의 시인성 향상을 위한 설계방안", 대한인간공학회 '97추계학술대회 논문집, p109-113, 1997.
- [3] 김기범, "운전자의 빈도-중요도와 performance를 고려한 자동차 Instrument Panel의 인간공학적 설계방법", 아주대학교 석사학위논문, 1997.
- [4] 박성현, "품질공학(다구찌 방법과 통계적 공정관리를 중심으로한)", 민영사, p245-272, 1993.
- [5] 신현정 외, "인지 심리학 -신경회로망적 접근-", 교육과학사, p67-101, 1994.
- [6] 이정모, "인지심리학의 제 문제(1) : 인지 과학적

- 연관", 성원사, 1996.
- [7] 정의승 외, "자동차 내장설계를 위한 감성공학 접근방법에 관한 연구", 대한산업공학회 '97 춘계 공동 학술대회, p124-127, 1997.
- [8] 조용욱 외, "다구찌 방법을 이용한 표면거칠기의 최적조건 결정", 공업경영학회지, 21(46), p221-227, 1998.
- [9] Alphonse Chapanis, John V. Moulden, "Short-Term Memory for Numbers", Human Factors, 32(2), p123-137, 1990.
- [10] Daniel N. Osherson, Stephen M. Kosslyn, and John M. Hollerbach, "Visual Cognition and Action" Vol. 2, p56-72, The MIT Press, 1990.
- [11] Erika Rogers, "Cognitive Engineering for Intelligent Man-Machine Systems", IEEE, p2729-2734, 1994.
- [12] Julie A. Jacko, Kenneth G. Ward, "Toward Establishing a Link Between Psychomotor Task Complexity and Human Information Processing", 19th ICCIE, Vol. 31, No. 1/2, p533-536, 1996
- [13] Kuniaki Nakada, "Kansei Engineering Research on the Design of Construction Machinery", International Journal of Industrial Ergonomics, Vol. 19, p129-146, 1997.
- [14] Peter J. Hampson & Peter E. Morris, "Understanding Cognition", Blackwell, p17-48, 1995.
- [15] Robert E. Schlegel, "Driver mental workload", Automotive Ergonomics, Taylor & Francis, London, p359-382, 1993.
- [16] Robert W. Proctor, Trisha Van Zandt, "Human Factors in Simple and Complex Systems", Allyn and Bacon, p59-67, 1986.
- [17] Stuart T. Klapp, Allan Netick, "Multiple Resources for Processing and Storage in Short-Term Working Memory", Human Factors, 30(5), p617-632, 1998.
- [18] Takashi Obata, Tatsuru Daimon, Hironao Kawashima, "A Cognitive Study of In-vehicle Navigation Systems:Applying Verbal Protocol Analysis to Usability Evaluation", Ottawa-VNIS '93, P232-237, 1993.
- [19] W. W. Wierwille "Visual and manual demands of in-car controls and displays", Automotive Ergonomics, Taylor & Francis, London, p301-302, 1993.

A Study of Automotive IP Design based on the Drivers Cognitive Characteristics

Seon-Mo Kang, Seung-Youl Paik, Peom Park
(Ajou University)

Abstract This paper investigates the next generation automotive IP(Instrument Panel) by applying the Human Sensibility Ergonomics. Specially, focused on the main IP components, such as audio unit and HVAC (Heat, Ventilation, and Air Condition), cognitive experiment was performed to extract the best matched type of IP with the drivers cognitive characteristics. Firstly, The conservative IP components were analyzed, and then the total 16 types of IP prototypes were generated by the combination of the number and array of buttons, position of LCD panel etc.. Secondly, These features were suggested to the subjects by the interval of 0.2, 0.4, 0.6 seconds delay using Tachistoscope. Also, The subjects were asked to draw the suggested IP features on the blank sheet in their STM (Short Term Memory) using drawing method which based on the human cognitive map. As the results, optimal prototype of IP was suggested with respect to the drivers cognitive characteristics.

Key words: Instrument Panel, Cognitive Characteristics, STM, Cognitive map