

▣ 연구논문

피험자 집단간 Instrument Panel 객체 인지시간 및 정확도에
관한 연구

- The study of Instrument Panel object cognition time and accuracy
between subject groups -

유 승 동*
Yu, Seung Dong
박 범**
Park, Peom

Abstract

More than 90 percent of traffic accidents were caused by human errors in driving situation. However, the ergonomic studies were not enough to prevent these human errors. Especially, drivers acquire more than 70 percent of information using the vision, and this shows the importance of consideration about the driver's visual cognition characteristics. Consequently, the driver's cognition time and the cognition accuracy were measured for the Instrument Panel(IP) of vehicle cockpit in this study. For the experiment, subjects were divided in two groups. The first group of subjects had their own vehicles and the driver license, and the second group of the subjects didn't have own vehicle but had the driver license. IP Images were used in the experiment and the each image was made by changing layout of objects within devices. The results showed that there were no differences for the cognition time and the accuracy between images within the group, and the results between the groups showed the same trend.

1. 서론

운전활동에서 운전자가 작업 혹은 조작 대상이 되는 장치들을 얼마나 빨리 그리고 잘 인지(cognition) 할 수 있도록 설계하는가는 운전자의 전체 수행도(performance) 및 안전 운전에 대한 필수 불가결한 요소라고 할 수 있다. 하지만 현재까지 국내 자동차 제조업체의 경우 아직 운전석에 대한 인간공학적, 인지공학적 평가를 통한 자동차의 설계를 하는 경우는 매우 드물

* 아주대학교 산업공학과 박사과정

** 아주대학교 산업공학과 부교수

며, 대부분 실내 인테리어를 담당하는 디자이너의 차원에서 심미적인(aesthetic) 디자인으로 설계를 하고 있으며 이를 대상으로 한 개발자의 선택으로 자동차를 제작하고 있는 실정이다[12].

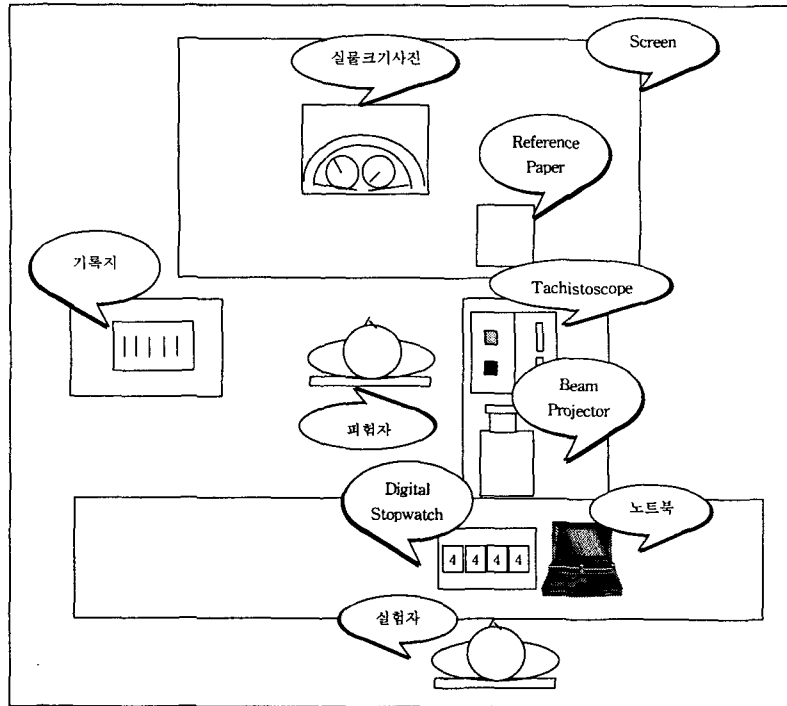
운전자-자동차 상호작용 시스템을 살펴보면, 운전자가 운전활동의 주체가 되는 것을 알 수 있다. 즉, 운전자가 운전 활동의 주체이며 따라서 모든 기능들은 운전자에게 맞도록 설계가 되어야 하는 것이다[13]. 만일 자동차 내부의 디스플레이가 인간공학적으로 설계 되어있지 않게 되면 이들 장치들은 운전 요구사항들과 충돌을 일으키게 되어 많은 문제들을 야기하게 된다는 것이 Godthelp 등에 의해서도 밝혀졌다[4]. 즉, 운전활동에서의 오류 중 가장 심각한 형태로 발생하는 교통사고의 유형으로 문제들이 발생하게 되는 것이다. 매년 전세계적으로 교통사고로 인해 50만명 이상이 사망하고 1천 5백만명 이상이 부상을 당하고 있으며, 국내의 경우 1996년 한해동안 교통 사고 사망자는 연간 1만 여명이 발생되고 33만 여명이 부상을 당하고 있는 실정이다[1]. 이러한 사고의 원인 중 약 90% 이상이 운전자의 과실로 인한 인적 오류에 의한 것으로 집계[3]되고 있다는 사실이 자동차에 대한 인간공학적 설계의 중요성을 나타낸다고 할 수 있는 것이다.

따라서 본 연구에서는 운전자의 안전 및 수행도를 고려한 자동차 설계를 위한 기반 연구로서, 차차 보유여부에 의해 구분되어진 피험자집단간의 운전석 Instrument Panel (IP)내의 장치들에 대한 인지속도 및 정확도의 측정 및 분석에 관한 연구를 수행하였다.

2. 연구배경

운전중의 정보의 획득은 일반상황하에서 약 70%이상을 시각을 통해 획득하는 것과 마찬가지로 시각에 많이 의존하게 된다. 하지만 IP에 대한 정보획득을 위해서는 실제 운전상황 중 짧은 시간 응시할 수밖에 없다. Rockwell[7]은 운전자의 glance 시간이 운전 부작용을 수행하는데 있어서의 시선 수행도(visual performance)를 측정하는 일관된 척도라고 주장하였다. 그의 연구 결과에 의하면 glance 시간의 길이는 부작용과 그의 시각적 특징보다는 운전 직무의 어려움에 의해 영향을 받는다는 것이 밝혀졌다. 또한 보다 복잡한 디스플레이는 단지 glance 횟수를 증가시킬 뿐이며 glance 의 지속시간을 증가시키지는 않는다. 물론 가독성이 떨어지는 디스플레이의 경우는 시간을 증가시키기도 한다.

이와 더불어 Wierwille 등[10]은 운전자들이 glance 하는 시간이 대략 0.6 ~ 1.7 sec 내에서 가변적이며, 보통 1.6 sec 의 시간을 초과하지는 않는다는 것을 밝혀내었다. 또한 평균적 glance 시간의 길이는 초보 운전자와 숙련된 운전자간에 차이가 없다는 것 또한 밝혀졌다[5]. 여러 학자들의 연구에 의해 수행도는 관찰자에게 기억, 통합, 그리고 조정의 점진적인 인지적 과정을 사용하게 하는 것 보다, 인지와 패턴 인식에 대해 보다 효과적인 절차를 제공하는 디스플레이를 제공하는 것에 의해 향상되어질 수 있다는 것이 증명되었다[6,8,9,11]. 하지만 현재와 같이 차량의 Life-cycle이 점차 짧아지고, IP의 형태 및 배치도 다양화되어지고 있는 상황하에서는 운전자에게 새로운 형태 및 배치의 IP가 제시되었을 때, 자신의 기존 경험 및 인지 지도 내에 각인 되어져 있는 IP 형태에 의해 부적절이 일어나는가에 대한 연구도 이루어져야 한다. 따라서 본 연구에서는 각 device 내의 object의 인지속도와 정확도에 대하여 연구를 수행하였다. 본 연구에서는 피험자들을 차차 보유 운전자 집단과 차차 미보유 운전자 집단간으로 구분하고 이 두 집단간의 IP object 에 대한 인지속도 및 정확도를 측정하였다. 이를 위해 운전자의 인지지도에 각인되어 있는 IP 형태를 도출하기 위한 사전 연구들[2][14]에서 도출되어진 IP object들과 이들에 대해 도출된 기본 IP 배치를 사용하여 실험용 이미지를 제작하였다. 또한 데이터를 분석하여 두 집단간의 관계를 도출하는 것을 목표로 하였다. 마지막으로 이렇게 도출되어진 결론들을 자동차 운전석 설계에 어떻게 적용할 지에 대해서도 논의 해보았다.



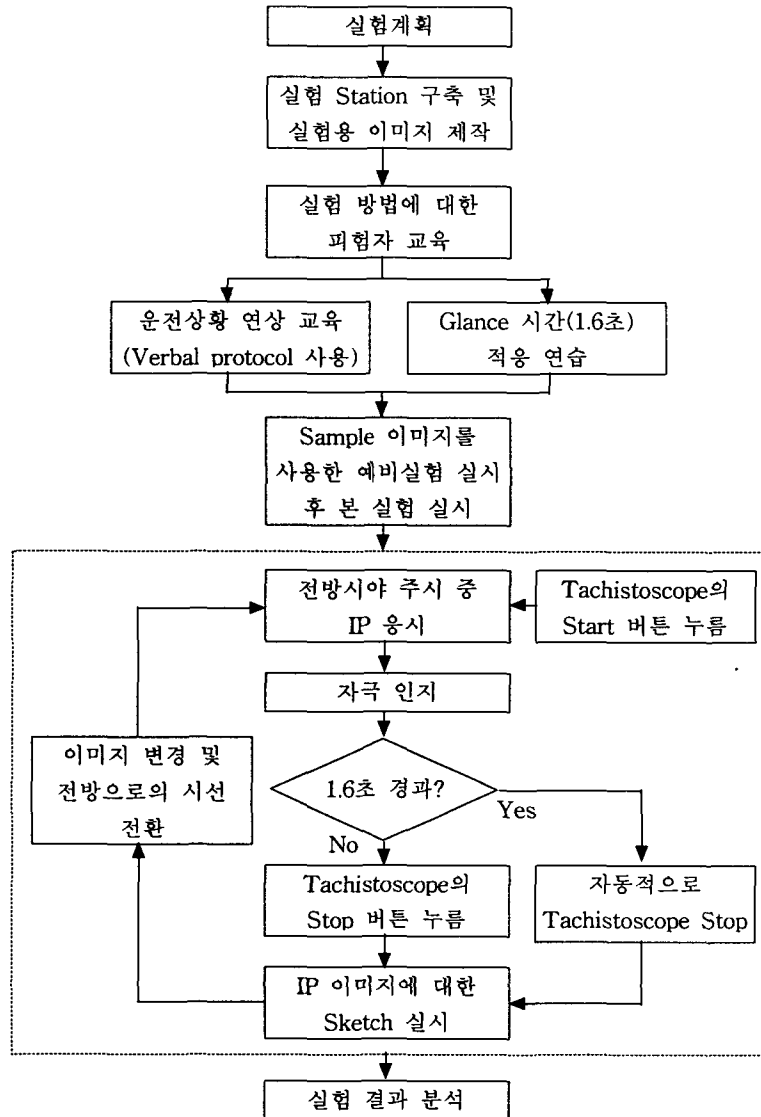
[그림 1] 실험 station의 구성도

3. 실험

3.1 실험 설계

본 실험에서는 운전자의 IP에 대한 인지속도 및 정확도를 측정하기 위하여 실험 station을 구축하였다. 본 실험 station에 사용된 장비는 Beam projector(HITACHI CP-L550E), Tachistoscope (TAKEI 270A, 1msec 정밀도), Digital stopwatch(TAKEI, 1msec 정밀도), Notebook(Intel 90Mhz), Screen(DAEWOO)의 실험장비를 사용하였다. 본 실험의 station은 [그림 1] 과 같이 구축되었다.

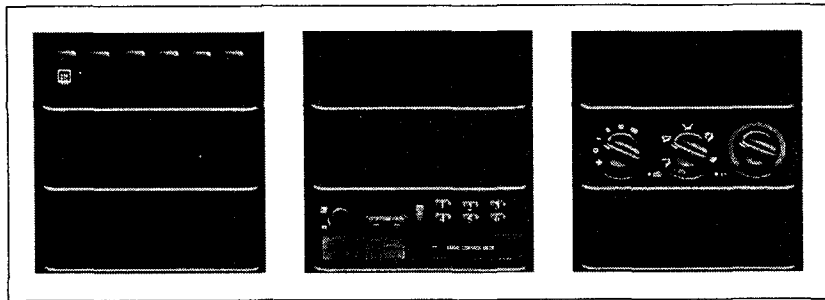
본 실험에 사용된 Tachistoscope와 Digital stopwatch는 서로 다른 제조 회사의 제품으로서 연결이 되지 않지만 본 실험을 위해 개조하여 사용하였다. 또한 Tachistoscope의 shutter는 기본적으로 Slide projector에 장착하여 사용하게 되어있고 본 실험에 사용된 Beam projector에는 장착이 되지 않는 기종이지만 실험을 위해 개조하여 Beam projector에 장착하여 실험을 수행하였다. 실험에 참여한 피험자들은 자차 보유 운전자 8명(연령 평균 29.75세, 연령 표준편차 3.01, 운전 경력 평균 5.75년, 운전 경력 표준편차 4.20)과 자차 미보유 운전자 10명(연령 평균 26.55, 연령 표준편차 1.51, 운전 경력 평균 3.55년, 운전 경력 표준편차 2.25)으로 총 18명이 실험에 참여하였다. 이들은 모두 운전 면허증을 소지하고 있는 사람들이다. 피험자들을 자차 보유 여부에 의해 구분한 이유는 자차를 보유한 운전자들이 미보유 운전자들보다 운전활동을 많은 시간 수행하며, 따라서 자신의 차량운전식에 기반한 인지지도 및 Mental model을 구축하고 있기 때문이다. 즉 특정 기준을 바탕으로 확립된 인지지도를 보유하고 있는 운전자와 특정 기준 없이 확립된 인지지도를 보유하고 있는 운전자간의 차이를 알아보기 위해 설정한 기준이다. 실험이 끝난 후 이들에 대하여 소정의 대가를 지불하였다. 전반적인 실험의 process는 [그



[그림 2] IP 객체 인지 시간 및 정확도 측정 실험 Process 모델

림 2]와 같다.

실험 계획을 수립한 후 Station 구축 및 이미지 파일을 준비한다. 다음으로 피험자에게 실험의 개략적인 설명을 실시한다(각 device의 개략적인 layout과 각 object의 형태를 설명). 그리고 Verbal protocol을 사용하여 피험자에게 운전이라는 상황을 연상하게 한다. 실험에 사용된 Verbal protocol이란 운전환경을 제시해 줄 수 있는 의미축약형 단어를 실험자와 피험자간에서 서로 사전에 약속하여 자극제시에 사용하는 것을 의미하는데, 본 실험에 사용된 Verbal protocol은 주행, 정지, 가속, 좌회전, 우회전 등의 상황 제시 단어들이다. 이러한 자극에 대해 피험자들이 실제 차량을 운전하는 것과 동일하게 반응하게 함으로써 실제 운전 상황에 대한 모사를 수행하였다. 이때 운전 중 IP를 응시하는 시간적 지연에 대하여 피험자들에게 숙지시킨다. 우선 Sample 이미지를 사용하여 2 ~ 3회 예비 실험을 수행한 후, 본 실험을 실시한다. 실험 내용은 다음과 같다. 전방 시야를 주시하게 하다가 IP를 응시하도록 한다. 이때, IP로 시선을 바꿈과 동시에 Tachistoscope의 start 버튼을 누른다. 자극을 인지하면 stop 버튼을 누르게



[그림 3] Button, Audio unit, HVAC 이미지 예

한다. 피험자들에게 바로 IP에 대하여 sketch 하도록 한다. 본 실험을 실시하는데 있어서 버튼, HVAC, Audio Unit 등 각 device는 서로 독립이라는 가정을 수립하였다. 이는 운전자의 IP에 대한 인지지도(cognitive map) 측정과 관련된 사전 연구[2][14]들의 결과로부터 도출된 가정이다.

실험에 사용된 이미지는 이전 연구의 결과로 도출된 object들[14]과 device layout[2]을 사용하여 제작이 되었다. 사용된 object들 중, 풍향 조절 스위치, 공기내부순환 스위치, 온도조절 스위치, 풍량 조절 스위치, 에어컨 ON/OFF 스위치, 라디오 볼륨 조절 스위치, Tape Eject button, 카세트 텍, 라디오 채널, 액정화면, 주파수 탐색 버튼, 비상등 스위치 등은 Yu와 Park[14]의 연구에서 선택되어진 object들이고 본 연구에서는 여기에 뒤 열선 스위치를 추가하였다. 또한 이들 object 및 device들의 기준 위치는 이전연구들[2][14]에서 밝혀진 배치를 기준으로 하였다. 기준 배치는 버튼, HVAC가 위쪽에, 오디오가 맨 아래로 결정되었다. 특히 Audio unit 부분에서는 볼륨과 액정화면, 채널선택버튼은 왼쪽으로, 주파수 탐색버튼과 Tape Eject 버튼은 대략 가운데에, 그리고 카세트 텍은 오른쪽으로 결정되었다.

버튼, HVAC의 경우 6개의 버튼을 준비하고 이들 중 사전연구결과[14]에 의해 선택된 뒤 열선과 비상등의 위치를 변화시키면서 실험을 수행하였고 나머지 네 개의 버튼에 대하여는 특정 기능을 할당하지 않았다. Audio unit의 경우는 사전연구결과[2][14]에 의해 결정된 배치에 따라서 볼륨조절 스위치, 액정화면, 주파수 탐색버튼은 좌측에, Tape Eject Button, 라디오 채널, 카세트 텍은 우측에 위치시키고 이들간의 위치를 변화시키면서 실험을 수행하였다. HVAC의 경우에는 풍량조절 스위치, 풍향조절스위치, 온도조절스위치는 로터리 형태로, 공기내부순환 스위치, 에어컨 On/Off버튼은 버튼 식으로 하단에 위치시키고 이들간의 위치를 변화시키면서 실험을 수행하였다. 제작된 이미지의 예는 [그림 3]과 같다.

실험을 위해 제작된 이미지는 총 30개로서 버튼, HVAC에 대하여 10개, HVAC에 대하여 12개, Audio unit에 대하여 8개의 이미지가 제작이 되었다. 각 device들에 대한 이미지의 갯수는 위에서 제시된 제약조건 내에서 가능한 위치의 조합에 대한 경우의 수와 동일하다.

또한 본 실험을 수행하는데 있어서 이미지 제시시간에 한계시간을 설정했다. 한계시간은 1.6 sec으로서 이는 Wierwille 등[10]의 연구에서 밝혀진 운전자 내부 glance 시간의 최대 시간에 근거를 두고 설정을 하였다.

3.2 실험 결과 및 분석

본 연구의 분석 목적은 피험자별로 IP 이미지를 얼마나 정확히, 그리고 얼마나 빨리 인지하는가를 밝히는데 있는 것이 아니라 자차를 보유하고 있는 피험자 집단과 자차를 미보유하고 있는 피험자 집단간의 동일성을 검증하는데 있다. 즉 두 집단의 인지속도 및 인지 정확도간의 차이가 있는지를 검증하고 이를 바탕으로 한 안전을 고려한 자동차 IP 설계 가이드라인을 제

시하는데 목적이 있는 것이다.

이를 위해 우선 각 집단의 이미지별 정확도 및 인지 시간에 대하여 분석하기 위해 피험자를 반복수로 하는 반복이 있는 일원배치를 사용하여 분산분석을 실시하였다. 이때 유의수준은 $\alpha = 0.05$ 를 사용하였다.

실험의 순서는 random하게 이루어졌으며, 이때 각 수준의 주효과를 $\alpha_i, i = 1, 2, 3, \dots, l$ 이라 할 때, “수준간의 특성치의 차이가 없다”라는 가설 검정의 귀무 가설과 대립 가설은 다음과 같다.

$$H_0: \sigma_A^2 = 0$$

$$H_1: \sigma_A^2 > 0$$

각 device 별 이미지들에 대한 두 집단별 ANOVA table은 [표 1]과 같다. 분석 결과를 살펴보면 각 device 이미지별로 각 집단에 대하여 모두 각 수준간의 특성치의 차이가 없다는 귀

[표 1] 인지시간과 정확도에 대한 ANOVA table

			변동의 요인	S	ϕ	V	F_0	P-Value	F(α)
버튼 봉치	자차 보유집단	인지시간	인자(이미지)	0.411	9	0.046	0.328	0.963	2.017
			잔차	9.741	70	0.139			
			계	10.152	79				
		정확도	인자(이미지)	0.966	9	0.107	1.087	0.383	2.017
			잔차	6.906	70	0.099			
			계	7.872	79				
	자차 미보유집단	인지시간	인자(이미지)	0.868	9	0.096	0.996	0.449	1.986
			잔차	8.710	90	0.097			
			계	9.578	99				
		정확도	인자(이미지)	0.64	9	0.071	0.895	0.533	1.986
			잔차	7.15	90	0.079			
			계	7.79	99				
HVAC	자차 보유집단	인지시간	변동의 요인	S	ϕ	V	F_0	P-Value	F(α)
			인자(이미지)	0.412	11	0.037	0.740	0.697	1.905
			잔차	4.252	84	0.051			
		계	4.664	95					
		정확도	인자(이미지)	0.990	11	0.090	1.014	0.441	1.905
			잔차	7.458	84	0.089			
	계		8.448	95					
	자차 미보유집단	인지시간	인자(이미지)	0.140	11	0.013	0.402	0.952	1.878
			잔차	3.421	108	0.032			
			계	3.561	119				
		정확도	인자(이미지)	0.758	11	0.069	0.784	0.656	1.878
			잔차	9.493	108	0.088			
계			10.251	119					
Audio unit	자차 보유집단	인지시간	변동의 요인	S	ϕ	V	F_0	P-Value	F(α)
			인자(이미지)	0.075	7	0.011	0.294	0.953	2.178
			잔차	2.035	56	0.036			
		계	2.110	63					
		정확도	인자(이미지)	0.208	7	0.030	0.358	0.922	2.178
			잔차	4.653	56	0.083			
	계		4.861	63					
	자차 미보유집단	인지시간	인자(이미지)	0.143	7	0.020	0.825	0.570	2.140
			잔차	1.785	72	0.025			
			계	1.928	79				
		정확도	인자(이미지)	0.532	7	0.076	1.276	0.275	2.140
			잔차	4.289	72	0.060			
계			4.821	79					

무 가설이 채택되었다. 이는 각 device내의 object들의 배치는 동일한 집단 내에서는 인지시간과 정확도에 영향을 미치지 않는다는 것을 의미한다고 할 수 있다.

따라서 다음으로 집단간의 차이를 검증하기 위해 각 이미지에 대한 집단간 인지시간과 정확도에 대하여 비모수 통계 기법 중 $N < 20$ 인 소표본 Mann-Whitney U test를 실시하였다. 본 분석을 위한 가설은 다음과 같다.

- H_0 : 두 집단간의 분포가 같다.
- H_1 : 두 집단간의 분포가 어떠한 식으로든지 다르다.

Mann-Whitney U Test는 주로 서열 척도를 분석하는데 있어서 두 집단의 동일성을 검증하는 기법으로서, 이를 적용하기 위해 두 집단의 정확도 데이터를 서열 척도로 변환하였다. Mann-Whitney U Test를 적용하기 위해 서열 척도로 변환된 각 이미지들에 대한 두 집단의 데이터를 순위 테이블로 작성하였다. 순위 테이블을 사용하여 순위할당의 적합성을 검증하기 위해 각 이미지에 대한 정확도와 인지시간 각각에 대한 순위 합을 검증하였다.

$$N_S = \frac{N(N+1)}{2} = \frac{18(18+1)}{2} = 171 \tag{1}$$

$$R_T = \sum R_i = 171 \tag{2}$$

where,

- N_S : N 개의 순위들의 합
- R_T : 표의 실제 순위들의 합
- R_i : 표의 각 열의 순위

위의 결과 모든 이미지에 대하여 N_S 와 R_T 의 값이 171으로 동일하므로 각 열들에 대한 순위는 올바르게 할당이 되었다는 것이 증명되었다.

다음으로 가설을 검증하기 위해 각 경우에 대하여 통계치 U value를 구하였다. 여기서 유의수준은 $\alpha = 0.05$ 단측 검정으로 분석하였다. U value를 구하는 식은 다음과 같다.

[표 2] 버튼 뭉치 이미지들에 대한 U -values

	이미지1	이미지2	이미지3	이미지4	이미지5	이미지6	이미지7	이미지8	이미지9	이미지10
인지시간	52.5	41.5	48	39.5	41	38	39	45	42	48
정확도	32	36	50	45	46	37	40.5	42	47	30.5

[표 3] HVAC 이미지들에 대한 U -values

	이미지1	이미지2	이미지3	이미지4	이미지5	이미지6	이미지7	이미지8	이미지9	이미지10	이미지11	이미지12
인지시간	41	41	39	30	18	23.5	37	30	50.5	32.5	42	41.5
정확도	34	40.5	34.5	41	47.5	42.5	48	49.5	55	53.5	30.5	45

[표 4] Audio unit 이미지들에 대한 U -values

	이미지1	이미지2	이미지3	이미지4	이미지5	이미지6	이미지7	이미지8
인지시간	41	31	34.5	35.5	43	41.5	31	38.5
정확도	38	52.5	63	54.5	37	60.5	52.5	50.5

$$U_O = n_A n_B + \frac{n_A(n_A + 1)}{2} - T_A \quad (3)$$

where,

U_O : U 관찰치
 n_A : 자차 보유 집단의 개수
 n_B : 자차 미보유 집단의 개수
 T_A : 자차 보유 집단 순위 합

각 이미지의 정확도와 인지시간에 대한 U value는 [표 2], [표 3], [표 4]와 같다.

이때의 U 임계치는 모든 경우에 대하여 $n(8,10) = 20$ 이 된다. U value 가 U 임계치보다 작거나 같으면 H_0 는 기각된다. 하지만 분석 결과를 살펴보면, HVAC의 이미지 5의 경우를 제외한 모든 경우에 대한 U value가 U 임계치보다 큼을 알 수 있다. 즉 각 device에 대한 인지시간과 정확도는 집단간 차이가 없음을 보이고 있는 것이다.

따라서 인지시간과 정확도에 대한 통계치를 계산해보면, 버튼장치에 대한 정확도는 0.881 ± 0.081 이고 인지시간은 1.089 ± 0.083 sec 이며, HVAC에 대한 정확도는 0.674 ± 0.078 이고 인지시간은 1.486 ± 0.037 sec 이며, Audio unit에 대한 정확도는 0.720 ± 0.053 이고 인지시간은 1.499 ± 0.031 sec 이다.

4. 결론 및 향후 연구과제

본 연구에서는 운전자의 IP에 대한 인지시간과 정확도에 대하여 측정하고, 이를 자차 보유 운전자 집단과 자차 미보유 운전자 집단으로 분류하여 이들간의 관계에 대한 분석을 수행하였다. 분석 결과, 집단별 device 내의 object들의 위치 변화에 따른 인지시간과 정확도는 차이가 없다는 것이 입증되었으며, 집단간 비교에서도 별 차이가 없다는 것이 입증되었다. 그 이유는 본 연구가 IP에 대한 운전자의 인지도 측정 연구의 결과들에 근거하여 device 배치 및 object들을 선정하였기 때문이라고 사료된다. 이러한 결과는 평균적 glance 시간의 길이는 초보 운전자와 숙련된 운전자간에 차이가 없다는 Nieminen 등의 연구 결과[5]와 더불어 인지시간과 정확도도 자차 보유의 여부에 관련이 없다는 사실을 입증한 결과라고 할 수 있다.

그리고 본 연구의 결과를 고려해 볼 때, 피험자 집단들간의 IP object 들에 대한 인지시간과 정확도가 별 차이가 없음은 운전석에 대한 설계 시, 자차 보유 집단과 미보유 집단들에 대한 공통 사항들, 예를 들어 자차 보유여부에 의해 영향을 받지 않는 운전자 인지도형태의 추출과 motor-skill processor의 performance를 고려한 장치들의 기능적 배치 형태 등을 추출해내어 설계에 반영한다면 운전자의 performance를 향상시킬 수 있다는 가능성을 확인해 보았다고 할 수 있다.

본 연구는 정적인 상황에서 IP 이미지를 사용하여 실험을 수행하였지만, 향후 본 연구를 기반으로 하여 실제 차량을 사용한 실제 운전 상황에서의 운전자의 IP object 들의 인지 속도 및 정확도 측정에 관한 연구가 수행되어야 할 것이며, 보다 다양한 object들의 종류와 많은 수의 피험자들을 대상으로 한 실험으로 확장되어야 할 것이다. 또한 이러한 연구들을 바탕으로 보다 구체적인 운전자의 IP object에 대한 인지속도와 정확도에 대한 가이드라인이 구축되어야 할 것이다.

참 고 문 헌

- [1] 도로교통안전협회, “1996년 교통사고 통계분석”, 1996.
- [2] 유승동, 박 범, “BPM을 사용한 운전자의 IP에 대한 인지지도 형태 추출”, 1999년 대한산업 공학회 인지공학연구회 춘계 Workshop : 인지적인 사용자 인터페이스의 설계 문제, pp.145-152, 1999년 3월.
- [3] Evans, L., Traffic Safety and the Driver, NY: Van Nostrand Reinhold, 1991.
- [4] Godthelp, H., Färber, B., Groeger, J., and Labiale, G., “Chapter 2. Driving: task and environment”, Generic Intelligent Driver Support, Taylot & Francis, London: Washington, DC., p.26, 1993.
- [5] Nieminen, T., and Summala, H., “Novice and experienced drivers’ looking behaviour and primary task control while doing a secondary task”, Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society 38th Annual Meeting, pp.852-856, 1994.
- [6] Rasmussen, J., and Vicente, K., “Coping with human errors through system design: Implications for ecological interface design”, International Journal of Man-Machine Studies, 31, pp.517-534, 1989.
- [7] Rockwell, T.H., “Spare visual capacity in driving revisited”, in A.G. Gale, M.H. Freeman, C.M. Haslegrave, P. Smith, and S.P. Taylor(Eds.), Vision in Vehicles II, Amsterdam: Elsevier, pp.317-324, 1988.
- [8] Vicente, K.J., and Rasmussen, J., “The ecology of human-machine systems. II: Mediating “direct perception” in complex work domains”, Ecological Psychology, 2(3), pp.207-249, 1990.
- [9] Wickens, C.D., and Andre, A.D., “Proximity compatibility and information display: Effects of color, space and objectness on information integration”, Human Factors, 32(1), pp.61-78, 1990.
- [10] Wierwille, W.W., Hulse, M.C., Fischer, T.J., and Dingus, T.A., “Visual adaptation of the driver to high demand driving situations while navigating with an in-car navigation system”, in A.G. Gale, C.M. Haslegrave, I. Moorhead, and S.P. Taylor(Eds.), Vision in Vehicles III, Amsterdam: Elsevier, pp.79-89, 1991.
- [11] Woods, D.D., “The cognitive engineering of problem representations”, In G.R.S. Weir and J.L. Alty(Eds.), Human-Computer Interaction and Complex Systems, London:Academic, pp.169-188, 1991.
- [12] Yu, S.D., Park, P., “The Study of Object Selection for Human-Vehicle Interaction”, Journal of the Society of Korea Industrial and Systems Engineering, 20(44), pp.463-473, 1997.
- [13] Yu, S.D., Park, P., “A Study of the Time Prediction with Hand Control in Vehicle”, Journal of the Korean Institute of Industrial Engineers, 24(2), pp.199-209, 1998.
- [14] Yu, S.D., Park, P., “A Study of the Measurement of Driver’s Cognitive Map on Instrument Panel”, Journal of the Ergonomics Society of Korea, 18(2), pp.35-45, 1999.