

인간-자동차 상호작용 연구를 위한 Object선정에 관한 연구 †

-The Study of Object Selection for Human-Vehicle Interaction-

유 승 동*
Seung Dong Yu
박 범*
Peom Park

Abstract

In this paper, driver's judgements for the priorities of vehicle devices were studied to establish the standard of design of inside devices. The differences within drivers who have different careers were also studied. For this study, two experiments were conducted. First experiment was performed in terms of total devices in the vehicle cockpit, and second was performed in terms of the visual devices that these were the source of visual information. These experiments were analyzed using AHP (Analytic Hierarchy Process) method. The result showed the priorities of devices and little relationship between the career and the judgement. Especially, it was shown that the novice tended to depend on the information from visual devices.

1. 서론

현재 우리나라의 자동차와 같은 인간-기계 시스템의 설계 요소들의 인터페이스 구축이 디자이너의 이상적 설계(ideal design)와 제품 개발자의 결정에 따르고 있는 실정이다. 그러므로 기계의 사용성이나 인간의 인지 능력, 그리고 시스템의 성능을 고려한 인간-기계-시스템 인지 모형 개발 및 사용자 중심의 인터페이스 구축이 시급하다.

우리나라 자동차 회사의 경우 인간-기계 인터페이스(Human-Machine Interface: HMI)에 있어서 아직 운전석(cockpit)에 대한 인간공학적인 평가를 하는 경우는 매우 드물고 대부분 실내 인테리어를 담당하는 디자이너의 차원에서 심미적(Aesthetic)인 디자인으로 설계를 하였고 이를 대상으로 한 개발자의 선택으로 자동차를 제작하였다.

* 아주대학교 기계 및 산업공학부

† 본 연구는 1997년 소프트과학 연구개발사업(SC-1)의 부분적인 지원으로 수행되었음.

그러나 이는 운전자의 시야 등의 신체 조건이나 정신적인 부하(Mental workload)를 고려하지 않은 단순히 기능적이고 규범적인 사항만을 고려 하는 디자인이라 할 수 있다. 일반적인 인간 공학적인 설계 지침조차 각 설계 요소별 해당 사항을 찾기 번거로움으로 인하여 무시되어 왔다. 이는 기본적인 인간의 기능적 치수(Functional dimension)도 고려되지 않아 Central panel, Power window switch 등 운전자의 시야 중심에서 벗어난 조정 장치는 운전 중 작동하기 어렵고 오작동의 우려도 높다. 특히 이들에 대한 설계는 운전자에게 시각 정보 없이 경험적으로 작동하는 경우가 많고 이러한 경우 한두 번의 오작동은 운전자의 주의를 흐트리는 잡음(Visual noise or Mental noise)이 되어 사고를 유발할 수 있다. 그러므로, 인간의 인지 능력과 시스템 환경을 고려한 인지 모형 개발과 그에 대한 인터페이스 구축이 요구되고 있다.

이에 본 연구에서는 이러한 인간-자동차 상호작용을 고려한 내부 설계시 인간공학적 장치 선택을 돕기 위해 실제 운전자들이 중요하게 여기는 객체(Object)들의 선정에 대해 연구하였다.

2. 본론

인간-자동차 상호작용은 기본적으로 자동차라는 기계와 인간의 상호작용으로서 이들간의 상호작용은 자동차의 내부 장치들에 의해 이루어지게 된다.

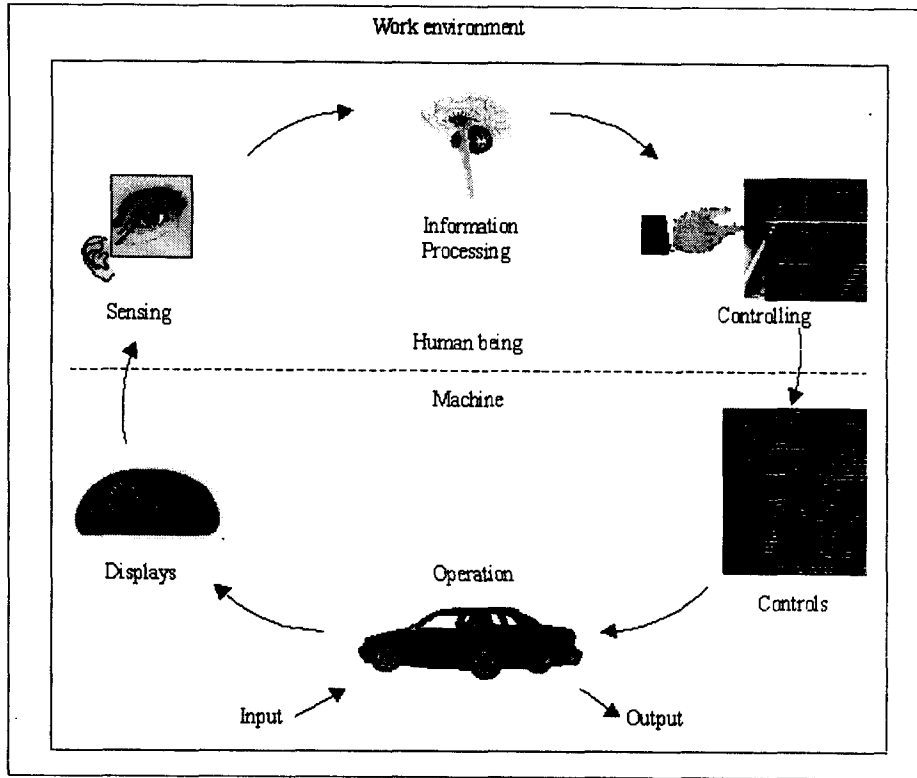
인간-기계 시스템 (Human-Machine System)이란 한 사람이나 그 이상이 하나나 그 이상의 물리적 성분과 상호 작용하여, 주어진 입력에 대하여 목적하는 출력을 얻는 것이라 할 수 있다[Sanders, 1993]. 일반적으로 기계라는 개념은 매우 한정적으로 쓰이지만 여기에서는 어떤 목적 달성이나 기능 실현을 위한 활동에서 사람들이 사용하는 모든 유형의 물체, 기구, 장치, 설비, 사물 등으로 구성된 것이다. 예를 들면, 간단하게는 망치나 드라이버에서 아주 복잡한 비행기나 우주선도 모두 기계라고 지칭할 수 있다. 그리고 어떤 시스템에서나 사람은 활성적으로 관여하여, 시스템과 상호작용하고, 시스템의 설계 기능을 충족시킨다.

운전 환경하에서 인간-자동차 시스템간의 인터페이스는 다음 [그림 1]과 같다. 자동차의 표시 장치가 운전자에게 자극을 주면 이 자극을 감각 기관에서 포착하여 이것을 정보 처리 장소 즉 인간의 뇌로 이것이 전달된다. 그러면 인간의 뇌는 이것을 처리(의사 결정 포함)하여 자동차의 운전을 조절하는 행동(제어 장치 조작)을 취하는 전체적인 과정을 나타낸다.

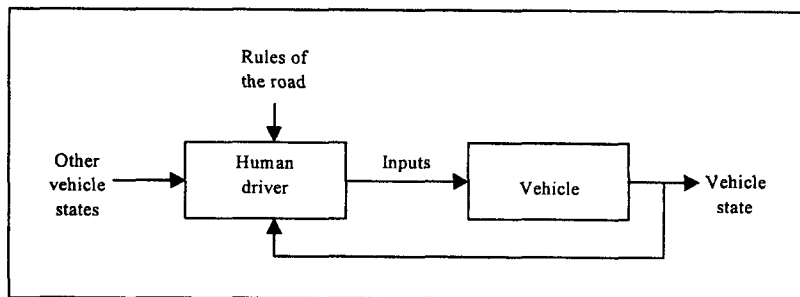
2.1 운전자 직무 분석 (Driver Task Analysis)

안전한 운전을 위해 운전자는 자기 차량의 차선 유지, 장애물의 회피, 교통 법규의 준수, Road sign의 판독 등을 위해 도로의 상황에 매우 많은 주의를 기울이게 된다. 이에 상응하는 자동차 내부의 Display와 장치들이 만일 인간공학적으로 정의되고 설계되어 있지 않게 되면 이들 Device들은 Driving requirements와 충돌을 일으키게 되어 아주 많은 문제들을 야기하게 된다[Hans, 1993]. 또한 자동차를 제어하는 목적에서 보면 자동차-운전자 시스템은 [그림 2]에서 보는 바와 같이 Closed-loop control system으로 모델링 되어진다[Sheridan, 1992; Forbes, 1972 ; Salvendy, 1987].

따라서 운전자-자동차 상호 작용 시스템 내에서 자동차의 상태에 반응 하는 것은 운전자 단독으로 수행하기 때문에 이 상호 작용 시스템 내에서 가장 중요한 부분은 운전자라고 볼 수 있는 것이다.



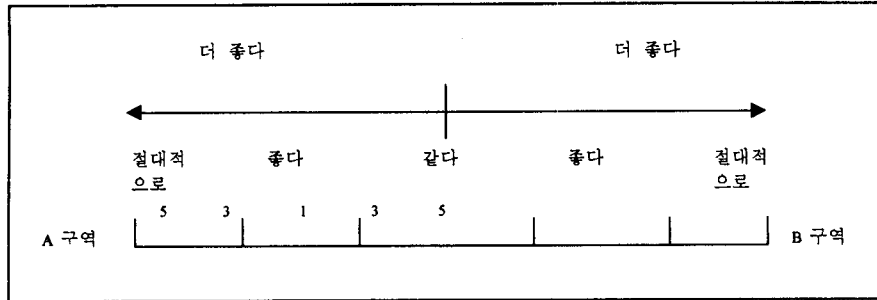
[그림 1] 인간-기계 시스템



[그림 2] Closed-Loop Driver-Vehicle System

3. Experiment

이상과 같은 견지에서 볼 때, 자동차 내부 장치들에 대한 인간공학적 정의와 실제 운전자들의 견지에서 대상 Object들을 평가하는 것이 상당히 중요하다고 할 수 있다. 본 연구에서는 실제 운전자들이 자신들이 운전하고 있는 차량의 Interface들 중에서 어떤 장치들을 중요하게 여기는가를 알아보기 위해서 실제 운전자들을 대상으로 차량의 Interface의 중요도에 대한 설문 실시하였다. 본 연구는 AHP기법[Saaty, 1980 ; Armacost, et al, 1994]을 사용하여 분석되었다. Pairwise comparison 은 Ratio scale을 사용하여 실시되어지는데 본 연구에서는 5점척도



[그림 3] 5점 척도 예

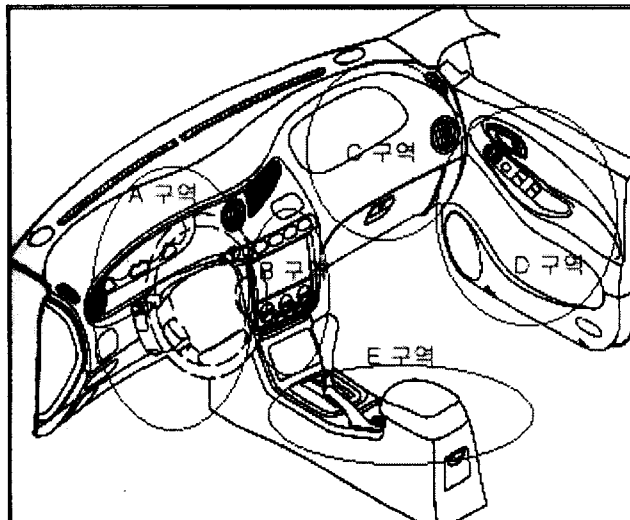
를 사용하여 중요도를 측정하였다. 5점 척도는 같다, 그렇다, 절대적으로 그렇다, 와 같이 표현 되는데, 이는 각각 1, 3, 5의 Weight에 할당된다. 이를 예로 들면 [그림 3]과 같다.

피 실험자들에게 제시된 설문지의 항목 중에서는 피 실험자들이 사용해보지 않았거나 이들이 소유하고 있는 차량에는 없는 항목들이 있었다. 이런 Object들은 피 실험자들에게 충분한 설명과 예를 들어 이해를 도왔다.

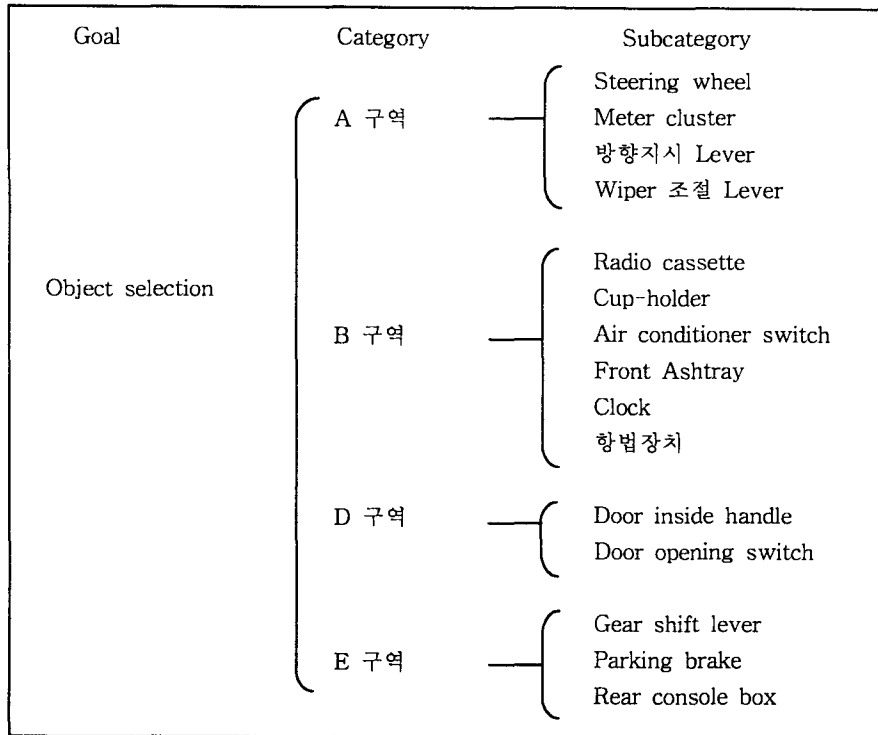
설문 대상자들은 운전 경력 1년에서 11년 사이의 남성 운전자로서 대학원 석,박사 과정에 재학중인 학생들을 대상으로 하였다.

3.1 Experiment I

대상 Object들은 자동차의 내부 장치들을 크게 5구역으로 설정하였다. A구역은 Steering wheel, Meter cluster, 방향 지시 lever, Wiper 조절 lever, Nozzle이고 B구역은 Radio cassette, Cup-holder, Air conditioner switch, Front ashtray, Clock, Nozzle, 항법 장치이고 C구역은 Glove box, Nozzle, D구역은 Door inside handle, Speaker grille, Door opening switch, E 구역은 Gear shift lever, Parking brake, Rear console box, Rear ashtray 등이다. 이는 [그림 4]에 표시되어 있다.



[그림 4] 대상 Object



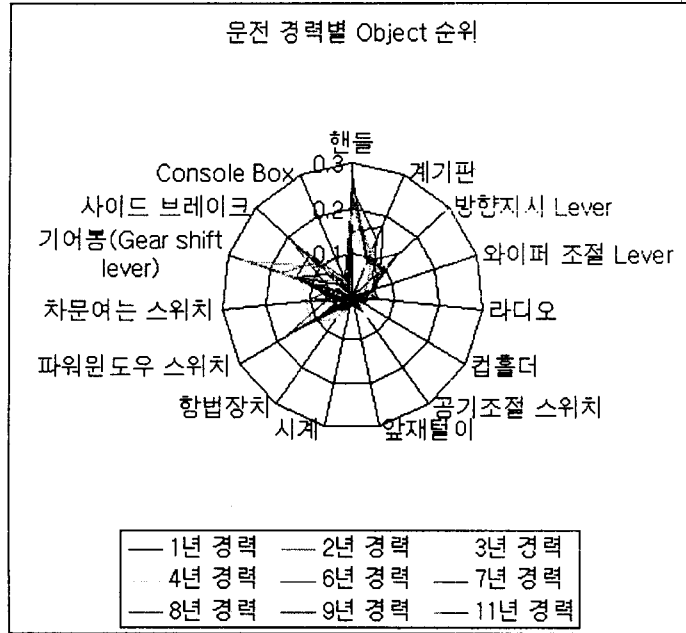
[그림 5] Object들에 대한 Decision Hierarchy

이들 Object들에 대한 평가를 통해 중점적인 Object를 추출해 내기 위해 우선 이들 Object들에 대한 HMI(Human Machine Interaction)전문가들의 의견에 의해 우선 1차로 운전자와 상호작용을 하는데 있어서 중요하지 않거나 쓰이지 않는 Object들을 추출해 내었다. 기존의 C구역은 사용자와 상호작용을 하는데 있어서 별반 중요하지 않다는 HMI 전문가들의 의견에 의해 제외되었고, Nozzle과 Glove box, Speaker grille, Rear ashtray등 또한 이상과 같은 이유로 제외되었다. 설문은 피 실험자들에게 자동차를 운전하는 상황을 연상하게 한 후 예제적인 모델을 제시하여 실시하였다. AHP기법을 사용하기 위해 Object들에 대하여 [그림 5]와 같이 4개의 Category 와 15개의 Subcategory로 구성된 Decision hierarchy를 작성하였다.

이와 같은 Decision hierarchy에 의해 작성 되어진 설문지를 사용하여 설문 조사를 실시하였는데 피실험 대상은 운전경력이 각각 1년, 2년, 3년, 4년, 6년, 7년, 8년, 9년, 11년이 되는 9개의 피 실험 집단에 대하여 조사를 실시하였다. 각 집단에 대해 조사를 실시한 후 Microsoft(R) Excel 97™을 사용하여 AHP분석을 실시하였다. 분석한 결과는 [표 1][그림 6]과 같다.

이와 같이 집단별로 분석되어진 순위들을 기반으로 각 집단별 순위의 유사성을 알아보기 위해 유의수준 $\alpha = 0.05$ 에서, Spearman의 순위상관계수법(Spearman rank correlation coefficient)[유지성 등, 1995]을 사용하여 분석을 실시 하였다. 이의 분석 결과는 [표 2]와 같다. 본 실험에서는 $n = 15$ 이므로, 이에 따른 Spearman의 순위 상관계수 $r_s = 0.441$ 이 된다. [표 2]의 분석되어진 결과치와 Spearman의 순위 상관계수를 비교하여 볼 때, 각각의 경우에 대하여 모든 결과치가 r_s 값보다 큼을 볼 수 있다. 따라서 H_0 는 기각된다. 즉, 각 집단별 순위들과 다른 집단들의 순위들은 특정한 관계를 가진다고 볼 수 있는것이다.

이와 같은 결과로 볼때, 운전자들이 중요하게 여기는 Object의 순위가 운전 경력에 관계없이 모두 유사한 양상을 보이고 있다는 것이 증명이 되었다.



[그림 6] 각 집단별 분석 결과

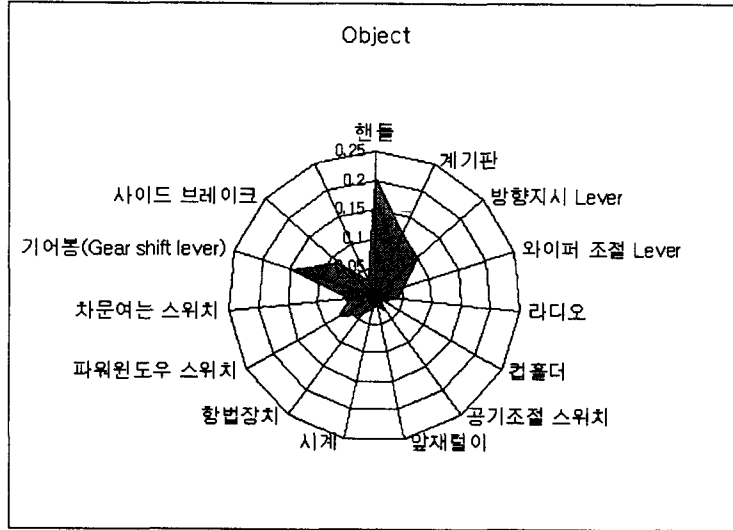
[표 1] Object들에 대한 운전 경력별 집단에 대한 AHP분석 결과(Rank)

	1년	2년	3년	4년	6년	7년	8년	9년	11년
핸들	2	1	1	1	1	1	1	1	2
계기판	1	4	5	3	4	5	3	2	3
방향지시Lever	4	5	3	6	3	3	5	5	6
와이퍼조절Lever	8	7	9	8	7	7	6	6	10
라디오	7	10	10	10	10	6	11	15	11
컵홀더	15	14	15	15	15	15	14	12	15
공기조절스위치	9	9	7	11	11	9	13	10	8
앞재털이	14	15	13	14	14	14	10	13	14
시계	13	13	14	12	13	11	15	14	12
항법장치	10	8	8	7	9	13	9	8	7
파워윈도우스위치	6	6	6	4	2	4	12	11	5
차문여는스위치	11	12	11	5	6	12	4	7	13
기어봉	3	2	2	2	5	2	7	3	1
사이드브레이크	5	3	4	9	8	8	2	4	4
Console Box	12	11	12	13	12	10	8	9	9

[표 2] Spearman 순위 상관계수 분석 결과

($n = 15, \alpha = 0.05(\text{single}), r_s = 0.441, H_0: \rho_s = 0, H_1: \rho_s > 0$)

	1년	2년	3년	4년	6년	7년	8년	9년	11년
1년	1								
2년	0.939	1							
3년	0.929	0.961	1						
4년	0.840	0.815	0.818	1					
6년	0.857	0.825	0.840	0.943	1				
7년	0.907	0.854	0.850	0.768	0.832	1			
8년	0.661	0.672	0.651	0.636	0.658	0.480	1		
9년	0.754	0.829	0.793	0.747	0.718	0.586	0.872	1	
11년	0.897	0.954	0.932	0.783	0.761	0.811	0.565	0.768	1



[그림 7] 종합 분석 결과

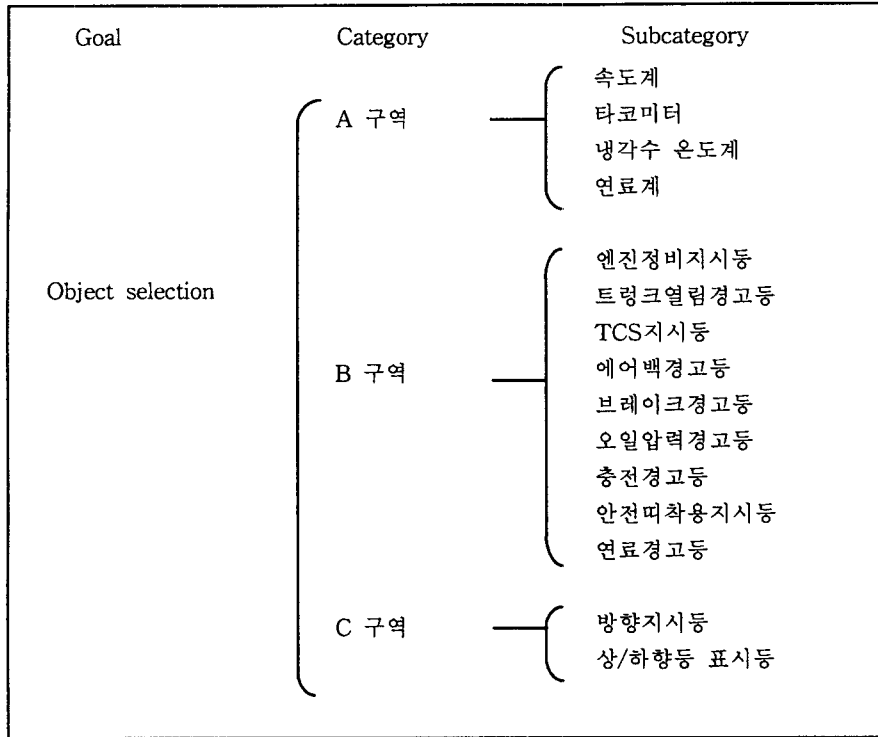
특히 이들 집단 중, 1년 경력의 초보 운전자들의 분석 결과는 이들이 운전 상황중에서 계기판을 상당히 많이 주시하며, 이것이 운전 활동에 매우 중요하다고 여기고 있는 것이 나타났다. 또한 다른 경력의 집단들에 있어서도 계기판에 대한 중요도 정도가 상당히 높은 것으로 나타났다. 이는 차량자체의 정보를 제시해 주는 Visual Object들이 계기판내에 집중되어 있으므로 차량의 상태에 익숙하지 못한 초보 운전자들이 보다 많은 정보를 획득하기 위해 계기판을 자주 보는 것으로 여겨진다. 이들 피 실험 집단들의 데이터를 종합하여 분석한 결과는 [표 3][그림 7]과 같다.

3.2 Experiment II

Experiment I의 결과에서 보인 바와 같이 Visual Object들을 대부분 포함하고 있는 계기판이 상당히 중요하다고 나타났으므로, 이러한 결과에 의해 계기판 내의 Visual Object들의 중요도를 판별하기 위해 이들에 대해 설문 조사를 실시하였다.

[표 3] Object들에 대한 종합 AHP분석 결과

Category		Subcategory		Weight	Rank
A 구역	0.470	핸들	0.434	0.204	1
		계기판	0.252	0.118	3
		방향지시 Lever	0.207	0.097	4
		와이퍼조절 Lever	0.107	0.050	7
B 구역	0.161	라디오	0.246	0.039	10
		컵홀더	0.078	0.013	15
		공기조절스위치	0.208	0.033	11
		앞재털이	0.096	0.015	14
		시계	0.123	0.020	13
D 구역	0.112	항법장치	0.249	0.040	9
		파워윈도우스위치	0.627	0.070	6
		차문여는스위치	0.373	0.042	8
E 구역	0.257	기어봉	0.574	0.148	2
		사이드브레이크	0.320	0.082	5
		Console Box	0.106	0.027	12

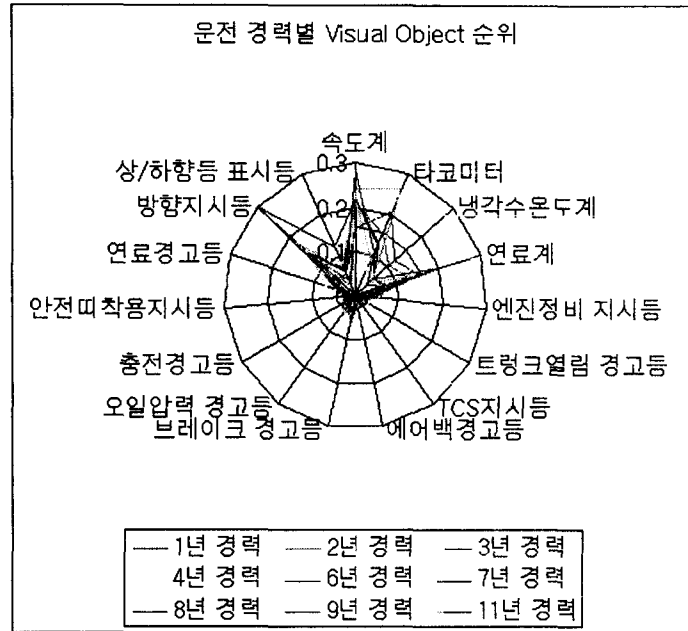


[그림 8] Visual Object들에 대한 Decision Hierarchy

설문 방법 및 분석 방법은 앞의 Object 선별 방법과 동일한 방법으로 하였으며 피 실험자들도 동일한 사람들에 대하여 설문을 실시하였다. Experiment I과 마찬가지로 AHP분석을 하기 위해 Visual Object들에 대해서도 위의 전반적 Object들과 같은 Decision hierarchy를 구성하였다. 동적 정보를 제시해 주는 Object들인 속도계, 타코미터, 냉각수 온도계, 연료계를 A 그룹으로 묶고, 정적 정보를 제시해 주는 경고등류 (엔진 정비 지시등, 트렁크 열림 경고등, TCS지시등, 에어백 경고등(SRS), 브레이크 경고등, 오일 압력 경고등, 충전 경고등, 안전띠 착용 지시등, 연료 경고등)를 B 그룹으로, 그리고 방향 지시등과 상향/하향등 표시등을 C 그룹으로 분류를 하였다. 이들의 Decision hierarchy는 [그림 8]에 나타내었다

이와 같은 Decision hierarchy에 의해 설문 조사를 실시하였는데 Experiment I에서와 같은 9개의 피 실험 집단에 대하여 조사를 실시하였다. 각 집단에 대해 조사를 실시한 후 Microsoft(R) Excel 97™을 사용하여 AHP 분석을 실시하였다. 분석한 결과는 [표 4][그림 9]와 같다. 이와 같이 집단별로 분석되어진 순위들을 기반으로 각 집단별 순위의 유사성을 알아보기 위해 Experiment I 과 마찬가지로 유의수준 $\alpha = 0.05$ 에서, Spearman의 순위상관계수법 (Spearman rank correlation coefficient)[유지성 등, 1995]을 사용하여 분석을 실시 하였다. 이의 분석 결과는 [표 5]와 같다. 본 실험에서도 $n = 15$ 이므로, 이에 따른 Spearman의 순위 상관계수 $r_s = 0.441$ 이 된다. [표 5]의 분석되어진 결과치와 Spearman의 순위 상관계수를 비교하여 볼 때, 본 실험에서도 각각의 경우에 대하여 모든 결과치가 r_s 값보다 큼을 볼 수 있다. 따라서 H_0 는 기각된다. 즉, 각 집단별 순위들과 다른 집단들의 순위들은 특정한 관계를 가진다고 볼 수 있는것이다.

이와 같은 결과로 볼때, Visual Object들에 있어서도 운전자들이 중요하게 여기는 Object의 순위가 운전 경력에 관계없이 모두 유사한 양상을 보이고 있다는 것이 증명이 되었다.



[그림 9] 각 집단별 분석 결과

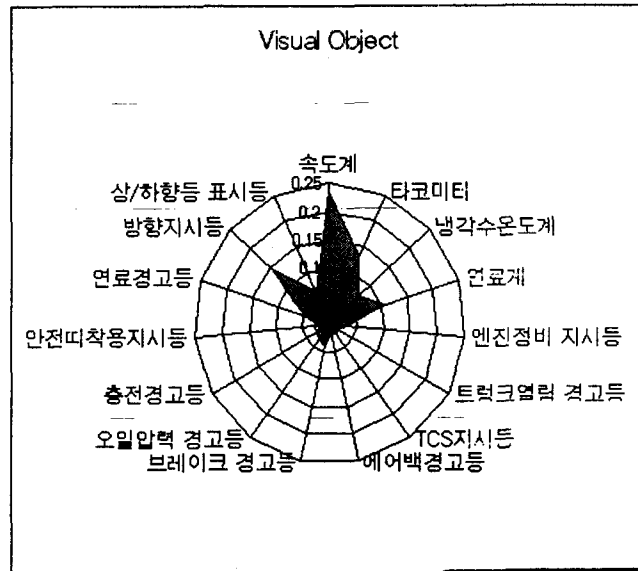
[표 4] Visual Object들에 대한 운전 경력별 집단에 대한 AHP분석 결과(Rank)

	1년	2년	3년	4년	6년	7년	8년	9년	11년
속도계	1	1	1	1	1	2	2	1	2
타코미터	3	2	6	4	4	3	1	2	1
냉각수온도계	6	5	7	8	6	6	4	4	6
연료계	5	3	5	3	2	5	3	3	4
엔진정비 지시등	9	9	12	9	9	12	9	9	5
트렁크열림 경고등	15	15	11	15	14	14	14	14	13
TCS지시등	12	12	15	11	13	13	13	13	10
에어백경고등	14	13	13	12	12	15	12	12	14
브레이크 경고등	8	6	8	6	11	9	5	8	7
오일압력 경고등	10	10	9	13	10	10	10	10	8
충전경고등	11	11	10	10	8	11	11	11	11
안전띠착용지시등	13	14	14	14	15	8	15	15	15
연료경고등	7	7	4	7	7	7	8	7	12
방향지시등	2	4	2	2	3	1	6	5	3
상/하향등 표시등	4	8	3	5	5	4	7	6	9

[표 5] Spearman 순위 상관계수 분석 결과

($n = 15, \alpha = 0.05(\text{single}), r_s = 0.441, H_0: \rho_s = 0, H_1: \rho_s > 0$)

	1년	2년	3년	4년	6년	7년	8년	9년	11년
1년	1								
2년	0.943	1							
3년	0.897	0.818	1						
4년	0.947	0.932	0.850	1					
6년	0.929	0.904	0.882	0.911	1				
7년	0.929	0.836	0.861	0.840	0.829	1			
8년	0.897	0.975	0.783	0.886	0.868	0.768	1		
9년	0.943	0.975	0.854	0.911	0.943	0.825	0.975	1	
11년	0.840	0.889	0.622	0.804	0.797	0.686	0.872	0.857	1



[그림 10] 종합 분석 결과

이와 같은 결과로 볼때, 각 집단의 결과치들은 Experiment I 의 결과와 마찬가지로 운전 경력에 관계없이 모두 유사한 양상을 보이고 있음이 나타났다.

이들 피 실험 집단들의 데이터를 종합하여 분석한 결과는 [표 6][그림 10]과 같다.

4. Discussion

결과적으로 자동차와 운전자의 상호작용의 대상이 되는 Object들은 운전 경력에 관계없이 운전자가 느끼는 중요도가 상당히 유사하다는 것이 밝혀졌다. 핸들, 기어봉, 계기판에 중요성 정도가 치중되어 있으며, 운전 경력 1년 이하의 운전자들에게는 계기판에 대한 중요성이 특히 부각이 됨이 증명 되었다. 이는 계기판이 내포하고 있는 시각적 속성이 초보 운전자들에게 상당한 영향을 미치고 있다는 것을 나타낸다. 따라서 자동차의 운전석을 설계함에 있어서 계기판에 포함되어있는 Visual Object들에 대한 고려가 중요하다고 할 수 있다.

[표 6] Visual Object들에 대한 종합 AHP분석 결과

Category		Subcategory		Weight	Rank
A 구역	0.539	속도계	0.435	0.234	1
		타코미터	0.241	0.130	3
		냉각수온도계	0.129	0.070	5
		연료계	0.195	0.105	4
B 구역	0.258	엔진정비 지시등	0.129	0.033	9
		트럭크렘릭 경고등	0.062	0.016	15
		TCS 지시등	0.090	0.023	12
		에어백 경고등	0.069	0.018	13
		브레이크 경고등	0.159	0.041	8
		오일압력 경고등	0.122	0.031	10
		충전 경고등	0.121	0.031	11
		안전띠착용지시등	0.067	0.017	14
C 구역	0.203	연료 경고등	0.181	0.047	7
		방향지시등	0.710	0.144	2
		상/하향등지시등	0.290	0.059	6

이들에 대한 고려를 통한 운전석의 설계에 의해 운전자의 자동차에 대한 친화력을 향상시킬 수 있으며, 조작 미숙 및 정보 인지의 결핍에 의한 사고를 예방할 수 있을 것이다.

본 논문에서 실시된 실험의 대상 Object는 일반적인 승용차량의 Object들에 대한 것이다. 그리고, 본 연구에서는 Automatic 차량에 대해서는 고려를 하지 않고, Manual 차량과 Manual 차량 운전자들에 대해서만 실험 대상으로 삼았다. 현재 Automatic 차량의 증가 추세를 볼 때, 향후 연구에서는 Automatic 차량과 이의 운전자에 대해서도 많은 비중을 두고 연구를 수행해야 될 것이다.

참 고 문 헌

- [1] 박범, 김영진, 유승동, "자동차 Human-Machine Interface 상호작용 Model 설계", 1997년 춘계 인지과학회 학술 논문집, pp.312-321, 1997.
- [2] 유승동, 백승렬, 박범, "자동차 수동 조작기에 대한 운전자 행동 모델에 관한 연구", 1997년 추계 인간공학회 학술 논문집, pp.267-276, 1997.
- [3] 유승동, 박범, "인간-자동차 상호 작용 연구를 위한 Object선정에 관한 연구", 1997년 한국 공업경영학회 추계국제학술대회 논문집, pp.311-320, 1997.
- [4] 유지성, 오창수, 현대 통계학, 전영사, 1995.
- [5] Armacost, R.D., Componation, P.J., Mullens, M.A., Swart, W.W., "An AHP framework for prioritizing customer requirements in QFD: An industrialized housing application", *IIE Transactions*, VOL. 26, Number 4, pp.72-79, July 1994.
- [6] Forbes, T.W.(ed.), *Human Factors in Highway Traffic Safety Research*, Wiley-Interscience, 1972.
- [7] Hans Godthelp, Bertold Färber, John Groeger, Guy Labiale, *Chapter 2. Driving: task and environment, Generic Intelligent Driver Support*, Taylor&Francis, London:Washington, DC., p 26, 1993.
- [8] Saaty, T.L., *The Analytic Hierarchy Process*, McGraw-Hill, New York, 1980.
- [9] Salvendy, Gavriel (ed.), *Handbook of Human Factors*, Wiley-Interscience, 1987.
- [10] Sanders, M. and E. McCormick, *HUMAN FACTORS IN ENGINEERING AND DESIGN(7 th ed.)*, McGraw-Hill, Inc., New York, 1993.
- [11] Sheridan, Thomas, *Telerobotics, Automation, and Supervisory Control*, MIT Press, 1992.