

■ 論 文 ■

**HUD의 인간공학적 설계 요구 분석**  
**-제시아이템과 제시아이콘 형태 및 색채에 대하여-**

Analysis of Ergonomic Design Requirement for Head-Up Display  
- On the Presented Item and Icon Type & Color -

**문 형 돈**

(아주대학교 산업공학과 대학원)

**박 범**

(아주대학교 산업공학과 조교수)

목 차

- I. 서론
    - 1. 연구의 목적 및 배경
  - II. 본론
    - 1. 자동차용 HUD와 비행기용 HUD의 비교
    - 2 HUD의 정보제시 형태의 특징
    - 3. HUD 제시아이템의 중요도 및 제시 아이콘 형태와 색채 분석
  - III. 결론 및 향후 연구과제
- 참고문헌

요 약

복잡해져가고 있는 현재의 교통상황에서 최근 개발되고 있는 HUD(Head-up Display)의 경우는 기능이 다양하므로 운전중 많은 정보가 운전자에게 제시되어야한다. 이러한 많은 정보를 제공하고 디스플레이하기에는 HUD의 크기에 한계가 있으며, 운전중 운전자에게 부하를 가중시켜 안전에 큰 영향을 미칠 수 있다. 따라서 HUD에 제공될 정보에 대하여 인간공학적 접근과 사용자들의 선호에 맞추는 HMI(Human Machine Interface)연구를 통하여 제시아이템에 대한 중요도 및 우선순위를 파악하고 제시아이템의 아이콘의 형태 및 색채를 결정하는 것은 운전중 안전사고에 대한 발생확률을 감소시킬 수 있을 것이다. 그러므로 본 연구에서는 제시아이템과 제시아이콘에 대한 중요도를 파악하였다. 그리고 제시아이콘의 형태와 색채에 대한 주관적 평가를 통해 그에 대한 아이콘의 형태 및 색채에 대한 새로운 평가 방법에 의한 가이드라인을 제시하고자 한다. 또한 이러한 연구를 통하여 ITS내의 인간요소적인 측면을 고려하여 인간친화적인 ITS구축이 가능할 것이다.

# I. 서론

## 1. 연구의 목적 및 배경

HUD(Head Up Display)란 현재 항공기에서 많이 응용되고 있는 광학시스템으로 조종사가 시야(Field of View)에 들어오는 외부 물체 또는 바깥 세상을 관찰하면서 조종석의 아래 부분에 위치한 계기판과 사격 조준판으로 주어지는 정보에 대해 머리를 숙이지 않고 볼 수 있도록 조종사의 정면에 떠올려 외부세계와 함께 볼 수 있도록 해 주는 장치이다. 이러한 HUD는 1940년대에 공군기에 최초로 장착되었으며, 현재에 와서는 일반 민항기에도 광범위하게 사용되고 있으며 안전성과 수행도 측면에서 우수성을 인정받아 ITS에 있어서 차량/운전자/도로의 요소들 간에 차내 운전자 인터페이스 도구로서 항법장치와 함께 크게 중요성이 강조되고있다. 그러나, 운전자의 편의성 및 안전을 지향하는 자동차 기술의 발전과 더불어 편안함과 고급화를 추구하면서 HUD에 관심이 모아지고 이러한 홀로그래픽 HUD에 대한 연구를 시작하였는데 자동차 항법장치 이후의 차내 정보시스템으로 개발되고 있으며, 이미 1970년대에 문헌에 등장하기 시작하였고, 최근에 상용화되어 현재 미국 및 유럽, 일본에서는 상용화가 되어 있는 시스템이다<sup>1)</sup>. 이러한 개발은 현재 독일의 Volkswagen 연구 개발팀, 미국의 Hughes 항공사의 Radar System 연구그룹에서 최근에 각각 자동차용 HUD를 개발하기 시작하였으며 이탈리아의 Fiat 자동차회사에서는 자회사인 Velgia Borletti의 연구팀과 공동으로 개발하고 있는 상태이다<sup>2)</sup>.

이렇듯이 나날이 복잡해져가고 있는 현재의 운전환경을 고려할 때 운전중 많은 정보가 운전자에게 제시

되어지며, 현재 개발되는 자동차용 HUD의 경우 기능이 더욱 확대되어 가고 있으므로 이러한 정보에 대하여 제시정보아이템에 대한 중요도 및 우선 순위를 파악하고 선택된 아이템의 아이콘 형태 및 색채를 파악하는 것은 운전자의 부하를 줄여 교통안전사고를 감소시킬 수 있을 것이다. 또한 이러한 연구를 통하여 ITS내의 인간 요소 측면을 고려함으로써 좀더 인간친화적인 ITS 구축을 가능하게 할 수 있다. 이런 이유로 항법장치와 동시에, 혹은 차세대의 정보제공장치로 사용될 HUD는 비교적 초기단계인 현재부터 HMI에 대한 연구가 진행된다면, 기술 및 노하우의 축적이 가능할 것이다. 따라서, 본 연구에서는 HUD 디스플레이 설계에 인간공학적 개념을 반영함으로써, HUD의 취약적인 부분을 보강하여 한국인의 특성에 맞는 디스플레이 설계를 통해 제품의 사용성 향상, 운전자의 안전 및 도로의 안전 획득, 결국엔 소비자의 만족을 통한 사용성 높은 제품 개발이 가능할 것이다.

## II. 본론

### 1. 자동차용 HUD와 비행기용 HUD의 비교

기존의 비행기용 HUD와 현재 개발중인 자동차용 HUD는 많은 다른 특징을 가지고 있는데 <표 1>은 항공기용 HUD와 자동차용 HUD의 특징을 비교한 표이다<sup>3)</sup>.

### 2. HUD의 정보제시 형태의 특징

일반적으로 정보의 약 90%를 시각에 의존하는 운전자에게 있어서 운전자는 끊임없이 운전 외부환경과

<표 1> 항공기용 HUD와 자동차용 HUD의 비교

	자 동 차 용	비 행 기 용
시야의 거리 디스플레이의 주된 객체	주변시야 자동차의 교통신호(속도, 자동차 상태 등)	장거리시야 하늘, 구름, 활주로
운전자 자세 유지	특별한 기술을 요하지 않는 일반운전자 얼굴의 움직임이 자유로운 넓은 공간 쉽다	고도로 훈련된 운전자 얼굴의 움직임이 제한된 좁은 공간 어렵다
비용 및 설치	저가형 대량생산가능 작은 공간 차지	고가형 소량생산 넓은 공간 차지

Dashboard 및 IP(Instrument Panel)의 정보를 수집하여 적절한 정보에 대응한 행위를 취하게 된다. 이러한 시간 분할적 작업(Time-sharing Task)에 있어서 운전자는 높은 정신적, 시각적, 신체적 부하를 부가받음으로써, 운전자의 안전에 커다란 영향을 받게 된다. 특히, 고속도로 사고의 약 90%가 운전자의 과실에 의해 일어나는 현실에서, 홀로그래피에 의한 가상 이미지를 이용한 HUD는 운전자의 전방에 운전 및 도로정보를 제시함으로써, 운전자의 시각을 전방에서 이동시킬 필요를 삭감시켜 운전자 과오에 의한 사고를 줄일 수 있을 뿐만 아니라, 정보를 보다 빠르고 정확하게 운전자에게 전달하는 장점을 지니고 있다. 그러나, 실제적으로 HUD가 자동차에 설치되기 위해서는 실질적으로 운전의 안전에 기여할 수 있는지와 운전자가 쉽게 디스플레이된 이미지를 인식하는데 도움을 주는지가 가장 커다란 문제이며, 이러한 문제는 운전자의 수행도와 안전에 특히 중대한 연관성을 갖게 된다. 따라서, HUD를 이용한 운전자는 동시에 같은 시야내에서 발생하는 복잡한 형태의 정보를 인지해야 하며, 이러한 경우 운전자는 병렬적인 정보인식 프로세스의 형태 (Parallel Information Processing)를 지니게 된다. 그러나, 운전자의 제한된 정보의 정보인식 능력의 범위(16bits/sec, 7±2 객체/sec)에서 이루어져야 하며, 이러한 형태의 정보인지는 운전자에게 많은 부하를 부가시키게 된다. 특히, 이러한 형태의 인터페이스의 경우 운전자는 운전환경보다는 HUD의 정보를 응시하는 Cognitive Capture 상태에 이르게 되며, 이 경우 운전자의 안전에 치명적인 손상을 입힐 가능성과 함께 HUD의 가장 커다란 문제점으로 지적되고 있다<sup>12)</sup>. 그러나 이러한 HUD는 기존의 연구에 의하면 Road Sign, HUD, In-Vehicle Navigation System의 세 가지 차내 정보제시 형태에 대한 선호도 및 사용성에 대한 인터페이스 형태의 평가에 의하면 HUD가 운전상의 안전 및 사용성에서 우수한 형태로 나타나고 있다<sup>4)</sup>. 또한 HUD의 사용성에 대한 평가에 대하여 전체 기능상의 만족도, 정보제공의 방법으로 HUD에 대한 의견, 교통안전에 대한 효과등에 있어서 전반적인 만족도를 보이고 운전중 안전향상을 보일 수 있으며, HUD 사용후 주의력 분산(Distraction)에 대한 의견도 향상되었다고 나타나고 있다<sup>6)</sup>.

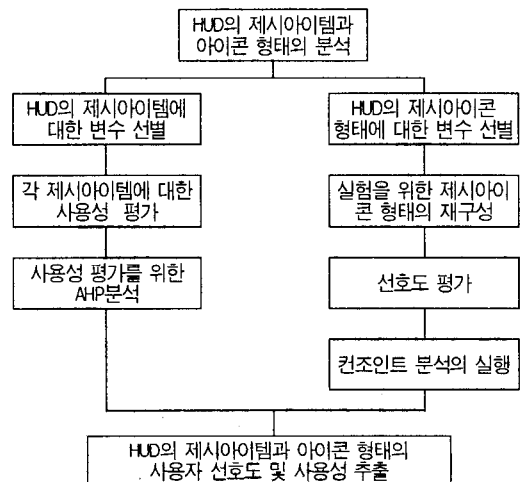
### 3. HUD 제시아이템의 중요도 및 제시 아이콘 형태와 색채 분석

#### 1) 실험의 개요

현재 국외에 실용화되고 있는 HUD의 경우 대부분 녹색의 문자 형태로 제공되고 있으며, 일본의 경우 항법장치와 함께 사용되어 운전자의 편의성을 높이고 있는 실정이다. 그러나, 미국 및 일본에서 개발된 평가 및 가이드라인의 국내 제품의 직접적인 적용은 실질적으로 신체적 특징, 문화적 배경, 심리적 특징, 운전습관의 차이 등으로 인하여 직접적인 적용은 불가능한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 HUD의 HMI (Human Machine Interface)요소적 접근을 위해 우선 HUD에 제시될 정보의 아이템에 대하여 사용자들의 선호에 맞춘 중요도를 파악하고 이에 우선 순위를 결정한다. 그리고 분석된 중요도에 따라서 각 제시정보에 대한 아이콘의 형태 및 색채에 대한 사용성 평가를 실시하여 이에 대한 표준을 제시하여 국내 HUD 사용자들에게 알맞은 형태의 디스플레이 설계를 위한 가이드라인을 제시하고자 한다.

#### 2) 실험의 방법 및 프로세스

전체 실험의 프로세스는 다음의 <그림 1>과 같다.



<그림 1> HUD의 HMI 실험 Model

3) HUD 제시아이템의 중요도 분석

(1) 실험의 개요

본 실험에서는 HUD에서 제시되는 아이টে을 선정하고 그에 대한 사용성평가를 실시하여 HUD에서 사용되어야할 아이টে에 대한 중요도를 파악한다. 이에 대한 결과의 분석 방법으로는 양극척도를 이용하여 주관적 평가에 의한 쌍대비교 자료를 이용한 AHP(Analytic Hierarchy Process)를 사용하여 피실험자 각각의 제시아이টে에 대한 선호도를 평가한다. 이를 위해서 HUD에 필요한 아이টে 9가지를 제시하고 이에 대한 쌍대 비교를 실시하였는데, 제시되고 있는 아이টে들은 자동차의 계기판(Dashboard)과 IP(Instrument Panel)에서 추출하여 예비실험(Pilot Test)를 통해 선정된 아이টে만을 선정하여 실험을 실시하였다.

<표 2> HUD 제시아이টে에 대한 평가 대상

제시아이টে	
1	속도계
2	비상표시등
3	방향표시등
4	배터리표시등
5	브레이크표시등
6	안전벨트표시등
7	도어열림표시등
8	엔진과열표시등
9	연료부족표시등

분석을 위하여 사용된 AHP는 펜실베니아 대학의 Saaty가 창안한 의사결정방법으로 원인-결과 모형이나 계량적 접근이 어려운 분야의 의사결정을 하는 경우 경험을 조직화, 구조화 및 체계화하여 평가요소의 가중치를 설정하는 계층화 의사결정법이다. AHP는 피실험자의 응답에 대한 일관성을 검사할 수 있는데 이는 일관성 검정시 일관성 지수를 경험적 자료로 얻어진 비율인 우연지수(RI:Random Index)로 나눈 일관성 비율(CI:Consistency Ratio)로써 검정한다. 일반적으로 일관성 비율(CI/RI)이 0.1이하이면 서수적 순위에 무리가 없는 기준별 중요도로 인정한다<sup>13)</sup>.

(2) 실험방법 및 프로세스

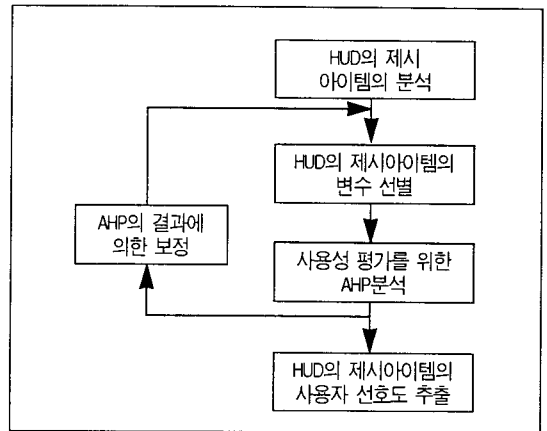
실험은 면허를 소지한 25세에서 32세까지의 성인남자 30명에 대하여 실시하였으며 평균연령은 28.4세이

고 표준편차는 2.14세이다.

실험방법은 다음과 같다.

- ① 기존의 HUD의 제시대상에 대한 조사
- ② 실험의 실시
- ③ 실험에 대한 AHP실시
- ④ AHP 후 결과의 분석

위의 실험방법을 도식화한 실험 프로세스를 보면 다음의 <그림 2>와 같다.



<그림 2> 제시아이টে 선정에 대한 프로세스

(3) 실험의 결과

각 피실험자의 데이터를 분석하여 일관성 비율(CR:Consistency Ratio)의 값을 구하고 그들의 값이 0.1이하의 데이터는 일관성을 갖고 있다고 판단하고 그 데이터를 추출한다. 일관성 비율(CR)에 의한 결과는 <표 3>과 같다. 위의 결과에 의하면 11명의 결과가 일관성 비율이 0.1이하로 일관성을 갖고 있는 것으로 나타났으며 일관성을 갖고 있는 피실험자들에 대하여

<표 3> 일관성 비율의 결과

피실험자	일관성 비율	피실험자	일관성 비율	피실험자	일관성 비율
1	0.2759	11	0.0876	21	0.1730
2	0.0981	12	0.5790	22	0.1182
3	0.0703	13	0.1614	23	0.0773
4	0.0991	14	0.1464	24	0.1847
5	0.1913	15	0.1125	25	0.0704
6	0.2204	16	0.1964	26	0.2542
7	0.2430	17	0.1193	27	0.0517
8	0.0567	18	0.1509	28	0.3034
9	0.1382	19	0.0981	29	0.0805
10	0.1903	20	0.1343	30	0.3250

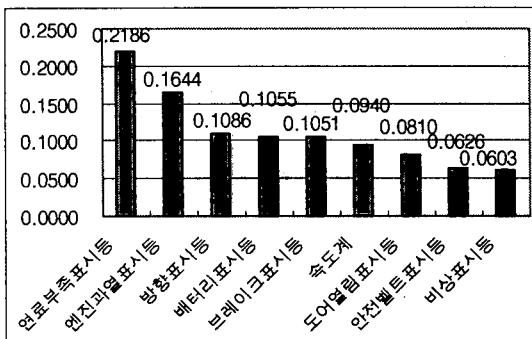
〈표 4〉 실험에 따른 쌍대비교 행렬 및 가중치

	속도계	비상 표시등	방향 표시등	배터리 표시등	브레이크 표시등	안전벨트 표시등	도어열림 표시등	엔진과열 표시등	연료부족 표시등	가중치
속도계	1	3.2667	1.8000	1.1333	1.5067	2.4667	2.0400	0.4400	0.2553	0.0940
비상 표시등	0.8133	1	0.6000	0.8400	1.1067	1.2400	1.5067	0.4133	0.3600	0.0603
방향 표시등	0.7333	2.2000	1	1.3733	1.9067	2.4400	2.4400	0.6800	0.9467	0.1086
배터리 표시등	1.6667	2.8667	2.3333	1	1.9333	2.8667	1.6667	0.5733	0.3067	0.1055
브레이크 표시등	1.9333	2.0667	1.9067	1.4000	1	2.6000	2.2000	0.8133	0.4133	0.1051
안전벨트 표시등	1.0800	1.6667	1.3733	0.8400	0.5733	1	0.4667	0.5467	0.4133	0.0626
도어열림 표시등	1.5067	1.9333	1.3733	1.1333	0.6000	2.6000	1	0.5467	0.4133	0.0810
엔진과열 표시등	3.0000	3.4000	2.6000	2.6000	3.2667	3.0000	3.0000	1	0.6000	0.1644
연료부족 표시등	4.2000	4.2000	2.8667	3.4000	3.4000	3.4000	3.4000	2.2000	1	0.2186
- Eigenvalue : 12.6222										1

〈표 4〉는 실험의 결과에 의한 쌍대비교 행렬과 그에 따른 가중치를 보여주고 있다. 또한 이렇게 일관성 있는 데이터를 추출하여 분석을 실시한 결과는 〈그림 3〉과 〈표 5〉와 같다.

〈표 5〉 제시아이템에 대한 평가 결과

선호도 순위	제시아이템	가중치
1	연료부족표시등	0.2186
2	엔진과열표시등	0.1644
3	방향표시등	0.1086
4	배터리표시등	0.1055
5	브레이크표시등	0.1051
6	속도계	0.0940
7	도어열림표시등	0.0810
8	안전벨트표시등	0.0626
9	비상표시등	0.0603



〈그림 3〉 가중치 결과에 대한 그래프

위의 〈그림 3〉과 〈표 5〉에서 보는 바와 같이 실험의 결과로 피실험자들이 가장 중요하게 판단하고 있

는 정보 제시아이템은 연료부족표시등이었다. 이는 다른 어떤 제시아이템보다도 운전상황하에서 운전자에게 경고 신호라는 자극이 제시되면 주행 중이던 자동차의 운행에 직접적인 어려움을 줄 수 있는 상황이 발생할 수 있기 때문이다. 마찬가지로 엔진과열표시등, 방향표시등, 배터리표시등이 순차적으로 중요하게 나타났는데 이것은 운전상황하에서 갑작스럽게 자동차의 진행을 멈출 수 있는 상황을 제공할 수 있는 아이템에 대한 중요도가 높은 것을 알 수 있다.

4) 제시 아이콘 형태 및 색채 분석

(1) 실험의 개요

제한된 크기의 HUD에 계기판(Dashboard) 및 IP(Instrument Panel) 등 운전환경의 모든 정보를 운전자에게 제시할 수는 없으며, 운전자가 꼭 필요로 하고 원하는 정보를 선정하여 제시하여야 한다. 이는 운전자에게 운전중 안전과 수행도에 큰 영향을 미칠 수 있으므로 운전자의 선호에 맞는 정보 제시 대상에 대한 아이콘의 형태 및 정확하고 안전하게 정보를 인지할 수 있도록 색채를 결정하여야 한다. 본 실험에서는 제시 아이콘 형태 및 색채에 대하여 아이콘 형태 및 색채를 속성(Attribute)별로 분류하고 그에 대한 수준(Level)의 조합에 대하여 AHP를 통하여 일관성 있는 피실험자에 대한 설문결과를 추출하고, 추출된 결과에

따라 컨조인트 분석을 통하여 각각의 제시아이콘의 형태 및 색채를 평가한다<sup>3)</sup>. 여기서 선정된 색채는 RGB 컬러를 기본으로 하였으며, 색채에 대한 기존의 연구에 의하면 3차원 공간에서 색의 깊이(depth)는 빨간색, 녹색, 파란색의 순으로 깊게 느끼는 것으로 나타났는데 이는 HUD의 광학적 특성을 반영하기 위한 것이다<sup>2)</sup>. 먼저 실험을 실시하기에 앞서 HUD의 제시아이콘 형태 및 색채에 대한 평가 요소를 속성과 수준으로 분류하여 보면 다음의 <표 6>과 같다. 평가요소중 형태에 대한 속성과 수준은 2가지 형태와 색채로 나누어져 있으며 이는 시판되고 있는 자동차의 dashboard와 IP의 형태를 그 기준으로 하였다.

<표 6> HUD제시아이콘의 속성과 수준

속성	형태 A	형태 B	색채
수준	텍스트형태 디지털형태	그래픽형태 아날로그형태	빨간색 녹색 파란색

(2) 실험 방법 및 프로세스

실험은 제시아이템 선정을 위한 실험과 마찬가지로 면허를 소지한 25세에서 32세까지의 성인남자 30명에 대하여 실시하였으며 평균연령은 28.4세이고 표준편차는 2.14세이다. 실험을 위해 실제 운전상황하의 HUD의 사용 환경과 유사한 실험 환경을 구축하고 실험을 실시하였으며 그 과정은 다음과 같다

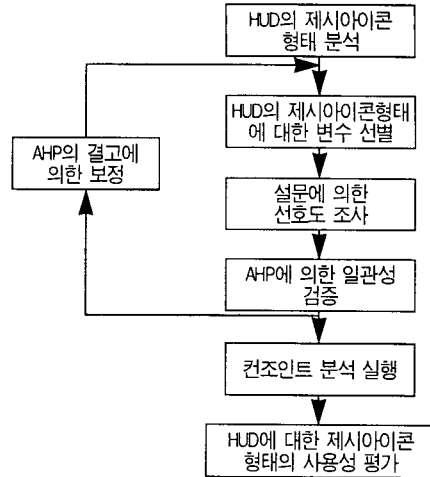
- ① 제시아이콘에 대한 범주화
- ② 각 범주에 대한 수준의 추출
- ③ 피실험자에 대한 AHP에 따른 일관성 검사
- ④ 각 조합에 대한 컨조인트 분석 실시
- ⑤ 컨조인트 분석후에 결과에 대한 분석

실험 방법에 따른 실험 프로세스를 보면 다음의 <그림 4>와 같다.

(3) 실험의 결과

① AHP에 의한 일관성 검증

추출된 제시아이콘의 속성과 수준에 대하여 실험을 위해 재구성하고 이를 피실험자들에게 제시하여 쌍대 비교를 실시한 결과에 따라 일관성 비율을 계산한 결과는 <표 7>과 같으며 그 결과 일관성을 갖고 있는 피실험자의 수는 13명이었으며 이에 대하여 일관성 있



<그림 4> 제시아이콘 선정 실험 프로세스

는 피실험자들의 각 개인의 중요도는 선호순서를 의미하며 이를 통하여 컨조인트 분석을 실시한다.

<표 7> 일관성 비율의 결과

피실험자	일관성 비율	피실험자	일관성 비율	피실험자	일관성 비율
1	0.0955	11	0.1563	21	0.0827
2	0.1247	12	0.0721	22	0.2937
3	0.0943	13	0.3544	23	0.0934
4	0.1353	14	0.0651	24	0.1994
5	0.0555	15	0.2800	25	0.0982
6	0.2631	16	0.0757	26	0.1652
7	0.1954	17	0.1725	27	0.0842
8	0.0804	18	0.1230	28	0.1880
9	0.3555	19	0.0892	29	0.1699
10	0.3810	20	0.4008	30	0.0838

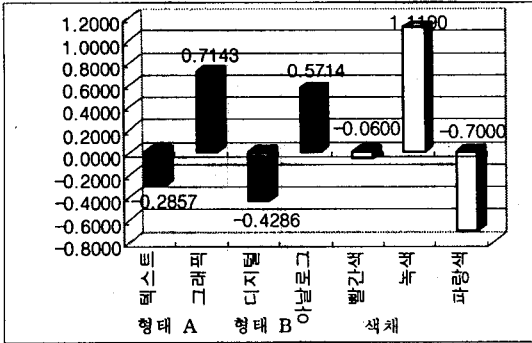
컨조인트 분석에 의한 결과는 부분효용의 결과와 속성의 상관적 중요도 및 기여율로 나타나며 그에 대한 결과는 다음과 같다.

② 부분효용의 결과

계산된 부분효용이 높을수록 사용자들에게 선호되는 형태를 의미한다. 각 속성들에 대한 부분효용을 살펴보면 다음의 <표 8>, <그림 5>와 같다.

<표 8> 부분효용의 결과

속성	부분효용의 결과	
형태 A	텍스트형태	-0.2857
	그래픽형태	0.7143
	디지털형태	-0.4286
형태 B	아날로그형태	0.5714
	빨간색	-0.0600
색채	녹색	1.1190
	파란색	-0.7000



〈그림 5〉 부분효용의 결과

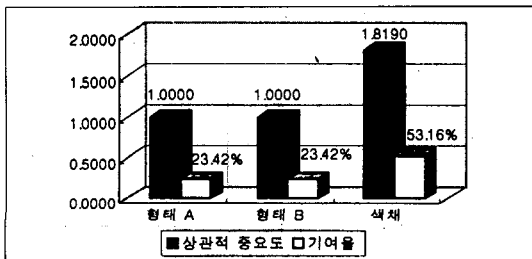
위의 〈표 8〉과 〈그림 5〉는 피실험자들의 각 수준들에 대한 선호도를 나타내며 형태 A에서는 그래픽 형태를 선호하였다. 형태 B에서는 디지털형태의 아이콘 형태보다는 아날로그 형태의 아이콘 형태를 선호하였으며, 색채에 있어서는 자극적인 색채인 빨간색, 파란색 보다는 눈에 피곤함이 덜하고 편안하며 인지도가 높은 색채인 녹색을 선호하는 것으로 나타났다.

③ 속성의 상관적 중요도 및 기여율

속성의 상관적 중요도는 피실험자에게서 측정된 부분효용의 범위(가장 높은 부분효용과 가장 낮은 부분효용의 차이)이며, 이는 각 속성에 대해 설계 요소의 상대적인 중요도를 나타낸다. 또한 기여율은 속성에 대해 피실험자에게서 측정된 각각의 부분효용의 분산비를 나타낸다. 속성의 상관적 중요도와 기여율은 다음의 〈표 9〉와 〈그림 6〉과 같다.

〈표 9〉 속성의 상관적 중요도와 기여율

속성	상관적 중요도	기여율
형태 A	1.0000	23.42%
형태 B	1.0000	23.42%
색채	1.8190	53.16%



〈그림 6〉 속성의 상관적 중요도와 기여율

위의 〈표 9〉와 〈그림 6〉은 속성들의 상관적 중요도와 기여율을 나타내고 그 결과를 보여주고 있으며 이러한 상관적 중요도와 기여율에서 볼 때 형태 A나 형태 B보다는 색채가 상관적 중요도 및 기여율이 높은 것으로 나타나고 있다. 또한 형태 A보다는 형태 B가 피실험자들이 아이콘의 형태를 선택할 때 더욱 중요한 요소였음을 알 수 있다. 이는 HUD의 사용에 있어서 다른 제시 아이콘의 형태보다 색채가 사용성 판단에 있어서 가장 중요한 판단의 근거임을 알 수 있다.

III. 결론 및 향후 연구과제

본 연구는 HUD 제시아이템의 중요도 파악을 위한 실험과 제시 아이콘 형태와 색채에 대한 분석을 위한 실험으로 나뉘어 실시되었다. 우선 HUD 제시아이템의 중요도 파악을 위한 실험에서는 HUD에서 제시되어야 할 정보를 파악하기 위하여 실시된 실험으로 실험에 제시된 9개의 항목에 대하여 쌍대 비교(Paired Comparison)를 통한 AHP를 실시하여 제시 정보의 중요도를 알아보았으며 제시된 9개 항목 중 연료부족 표시등이 제시되어야 할 가장 중요한 정보로 나타났다. 이 실험의 결과를 분석해 보면 운전자가 운전상황하에서 갑작스럽게 차량의 운행이 불가능한 상황을 발생시킬 수 있는 정보에 대한 우선 순위가 높은 것으로 나타났다. 또한 HUD 제시 아이콘 형태와 색채에 대한 분석에서는 앞서 실시된 제시아이템의 중요도 분석에서 중요하게 나타난 아이터들에 대해 기존의 아이콘과 현재 일반 차종의 계기판 및 IP에서 사용되고 있는 아이콘의 형태와 색채를 분석하여 각각의 속성과 수준을 구분하고 HUD사용 환경으로 재구성하여 실험을 실시하였다. 그 결과로 아이콘의 형태는 그래픽 형태와 아날로그 형태가 피실험자들에 의해 선호되는 것으로 나타났고, 색채에 있어서는 빨간색과 파란색보다는 녹색이 사용자들에게 안전감과 편안함을 주는 것으로 나타났다. 본 연구에서는 HUD에서 제시되어야 할 정보에 대하여 제시아이템과 제시 아이콘의 형태 및 색채에 대하여 주관적 평가에 의한 분석을 실시하였다. 이는 객관적 평가와 주관적 평가

간에 강한 양의 상관 관계에 있다는 Nielsen의 연구에 기인한다<sup>10)</sup>. 그러나 앞으로 제시아이템과 제시 아이콘의 형태 및 색채에 대한 가이드라인을 제시하기 위하여 이에 대한 정신부하 측정과 인지실험등을 통한 객관적 평가를 실시하여야 한다. 또한 급변하는 운전 환경 하에서 HUD의 정보는 지속적으로 소멸/제시되어야 하며, 이는 운전자의 특징 및 정보인지력에 대하여 직접하게 이루어져야 한다. 즉, HUD에 의하여 운전자가 외부정보의 획득에 영향을 미치지 말아야 하며, 외부정보의 인지에 HUD 디스플레이도 영향을 미치지 말아야 한다. 이를 위해 HUD 디스플레이의 점멸 시간 및 제시 방법은 운전자의 특징에 따라 적절하게 이루어져야 하며, 실질적인 인지실험을 통한 평가가 필요하고 또한 그에 대한 결과로서 제시 시간의 표준을 제시하여야 할 것이다.

## 참고문헌

1. 홀로그래픽 Head Up display 시스템의 개발 및 응용(제 1차년도), 과학기술처, 1993.
2. 감성측정 및 평가기술 개발, 과학기술처, 1995, pp.173~188.
3. 문형돈, 박범, "AHP와 Conjoint Analysis간의 통합에 의한 인터페이스 사용성 평가 방법 개발". 98 대한 인간공학회 춘계 학술 대회, 1998.
4. Akamatsu, N, T., Daimon, A Proposal For Route Guidance User Interface Without In-Vehicle Display-A Road Sign Tells You Where To Go-, ITS 97 proceeding.
5. Ashok B. Ramaswamy, Randall T. Brunts, Michael B. Thoeny, TELEPATH : An IVHS Concept System, IEEE-IEE Vehicle Navigation & Information Systems Conference, Ottawa-VNIS '93.
6. Eliasson, A., Utilizing Head-Up Display Technology In An RTI Application, Proceedings of the First World Congress on Applications of Transport Telematics and Intelligent Vehicle-Highway Systems.
7. Eliasson, A. and Groves, D., A Prometheus Head-Up display Demons- trator Vehicle, VNIS conference record of papers, Oslo, 1992, pp.233~239.
8. Kashihara, T., O. Shimizu, R. Yonemura, M. Morii, Y. Anzai, Y. Isoyama, K. Kagawa and T. Iwashita : Development of a Head-Up Display for Car Navigation System, Sumitomo Electric TECHNICAL REVIEW No. 42 pp.40~44(1996).
9. Michon, J. A., Generic Interlligent Driver Support, Taylor & Francis.
10. Nielsen, J. and Levy, J., Measuring Usability: Preference vs. Performance, Communications of ACM, Vol. 37, No. 4, 1994, pp.66~77.
11. Oikawa, M., & Masami, KATO, A street guide three dimensional computer graphics, The 38th National Conference of Information Processing Society of Japan, 2V-3(1989-03).
12. Russell J. Sojourner and Jonathan F. Antin, The Effects of a Simulated Head-Up Display Speedometer on Perceptual Task Performance, Human Factors, 1990, 32(3), pp.329~339.
13. Satty, T. L., The Analytic Hierarchy process, McGraw-Hill, New York, 1980.
14. Srinivasan, P. E. G., Conjoint Analysis in Consumer Research: Issues and Outlook, Journal of Consumer Research, Vol.5 September, 1978, p.105.
15. Todoroki, T., J. Fukano, S. Okaba-yashi, M. Sakata, and H. Tsuda, Application of head-up displays for in-vehicle navigation/route guidance, Proc. of 5th Vehicle Navigation and Information System Conference (VNIS 94), Yokohama, pp.479~484, 1994.
16. Ulrish, K. T., S. D. Eppinper, Product Design and Development, McGRAW- HILL, pp.156~158.