

자동차 Cockpit 설계를 위한 감성공학 프로세스 모델을 적용한 사용성 평가

Usability Test of the process model to which human sensibility ergonomics is applied for designing vehicle cockpit

홍성만*, 유승동*, 박 범*

S.M.Hong, S.D.Yu, P.Park

요 약 감성공학을 적용한 자동차 개발 연구의 최근 동향은 감성공학을 부분적이고 편중적으로 적용하여 소비자의 감성을 수집하고 평가하여 자동차 개발에 필요한 데이터로 변환한 후 이를 설계에 적용하고 있는 추세로 자동차 설계에서의 구체적인 감성공학 적용 상세 가이드라인에 대한 사용성 평가 사례가 매우 부족한 실정이다. 이에 본 연구에서는 감성공학 적용 자동차 Cockpit 설계를 위한 가이드라인 구축의 일환으로 동급 해외 차량과 국내 차량을 각각 1 대씩을 선정하여 두 차량에서의 자동차 Cockpit 형상에 대한 비교, 분석을 통한 사용 편의성 평가 실험을 시행하였다. 그 결과 벤치마킹 대상 차량의 Cockpit 물리적 형상간의 서로 다른 감성 요소를 추출해 내어 감성공학 적용 자동차 설계 시 Cockpit Object의 위치 선정을 고려하여 설계할 수 있는 일부 가이드라인을 제시할 수 있었다.

1. 서론

감성공학을 적용한 자동차 개발 연구의 최근 동향은 감성공학을 부분적이고 편중적으로 적용하여 소비자의 감성을 수집하고 평가하여 자동차 개발에 필요한 데이터로 변환한 후 이를 설계에 적용하고 있는 추세로 자동차 설계에서의 구체적인 감성공학 적용 상세 가이드

라인에 대한 사용성 평가 사례가 매우 부족한 실정이다[4][5]. 이에 본 연구에서는 감성공학 적용 자동차 Cockpit 설계를 위한 가이드라인 구축의 일환으로 감성공학 적용 자동차 Cockpit 설계 모델을 선정하고 동급 해외 중형급 차량과 국내 차량 1대씩을 이용해 두 차량에서의 자동차 Cockpit 형상에 대한 비교, 분석한 사용 편의성 평가를 시행하여 선정한 감성공학 적용 자동차 Cockpit 설계 모델에 대한 실효성을 검증하고자 한다.

* 아주대학교 산업공학과

Tel: (031) 219-2428

E-mail : h07180@hanmail.net

2. 본론

2. 1 연구배경

감성공학 적용 자동차는 일본의 마쓰다 자동차에서 80년대 말 대미 수출용으로 스포츠카 '미아타' 개발 이후 자동차 설계에 감성공학을 도입하는 것이 국내의 추세로 전개되고 있다. 외국의 경우 미국의 UMTRI, 유럽의 DRIVER I/II, PROMETHEUS 등 ITS 관련 연구와 연관된 운전자 안전도 및 사용성을 고려한 자동차 cockpit 및 Driver-Vehicle Interface의 설계가 이루어지고 있으며, Delphi Automotive Systems사의 cockpit 인간/감성공학적 설계에서는 Total Interior Systems 개발/시판을 통한 인간공학적 cockpit의 연구개발과 Structural Instrument Panel의 개발 평가, Driving Simulator를 통한 개발제품의 인간공학적 평가, 그리고 Smart Receiver, Infotainment PC Smart Receiver 등의 인간공학적 평가를 통한 시판이 이루어지고 있다. 한편, 국내에서는 1996년 초부터 2001년까지 총 800억원을 들여 감성공학 기술을 정부 주도 선도 기술 개발 사업인 G7프로젝트의 하나로 감성 요소 기술 개발, 감성 측정 및 측정 시뮬레이터 개발, 감성 제품 및 환경 응용 기술 구축을 3대 과제로 정하여 이를 통해 쾌적함과 제품 설계의 미학, 인간 존중의 새로운 기술 문화를 창출함과 동시에 제품의 경쟁력을 높인다는 전략으로 현재 인간공학 적용 Driving Simulator의 개발 중에 있으나 아직 초기 정착 단계로 관련 연구가 매우 미비한 실정이다. 더구나, 감성공학 자동차 설계에 매우 중요한 부분의 하나인 자동차 Cockpit의 감성공학적 설계는 ITS 관련 연구와 연관된 부분적인 연구에 그치고 있어 보다 체계적인 한국 운전자 감성 기반의 자동차 Cockpit 설계 모델 개발과 사용성 평가를 통한 실효성의 검증이 시급히 요구된다.

2. 2 감성공학 접근 방법론

감성공학의 접근 방법을 나카마찌 교수는 다음과 같이 3가지로서 나누어 설명하고 있다 [6]. 그 첫 번째는 감성공학 I류로서, 인간의 감성은 대부분의 경우 형용사로 표현 할 수 있다고 보고, 형용사를 가지고 인간의 감성 공간을 측정하는 방법이다. 그 구체적인 방법으로는 Osgood의 의미분별 척도법(Semantic Differential Method)을 이용하여 감성 조사를 하고, 이것으로 데이터를 분석하여 감성을 구성하는 디자인 요소를 찾아내는 방법이다.

그러나, 감성어로서 감성을 표현한 것이라 해도 성별이나 연령, 직업별 등에 따라서 서로 차이가 있는 경우가 있다. 사회적인 환경이나 성장 과정, 특히 삶의 방식이 다르면, 표현되는 감성에도 큰 차이가 존재할 수 있다. 이와 같이 연령, 직업별, 성별 등의 인구학적인 특성들과 성장 과정이나 삶의 방식 등의 사회적 특성들을 고려하여 이들의 실마리로부터 그 사람이 갖고 있는 감성을 구체적으로 결정하는 방법이 감성공학 II류이다.

감성공학 III류는 감성어 대신에 전문 평가자들이 특정의 시작품을 사용하여 자기의 감각 척도로 감성을 표출하고, 그에 대해서 번역 시스템을 완성하거나, 혹은 제품개발을 수행하는 방법이다. 이 방법의 특징은 전문 평가자들의 감성을 목적 함수로 그것을 실현해가기 위한 수학적 모델을 구축하며, 그 계수를 특정화하려고 하는 점에 있다.

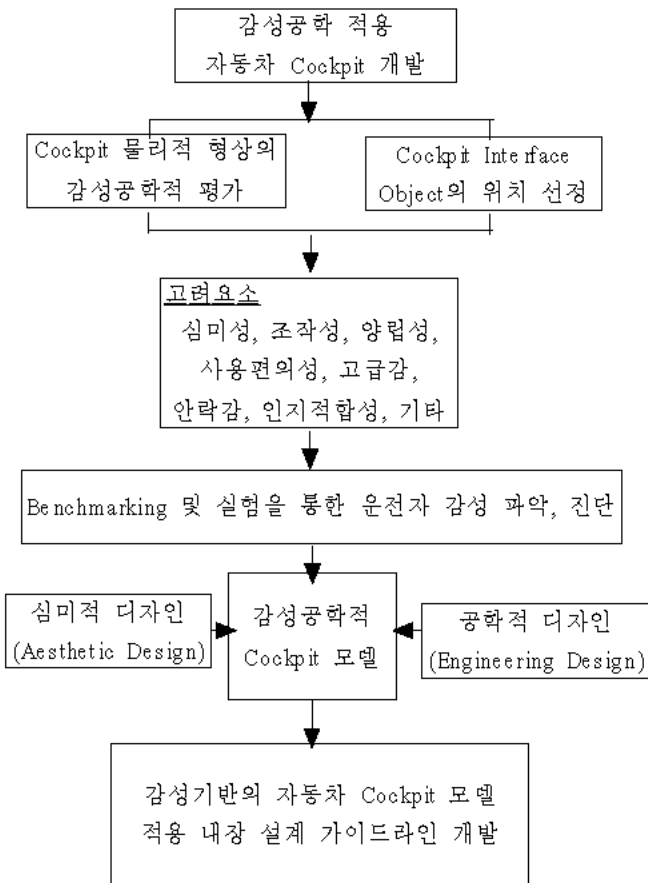
2. 3 자동차에 대한 감성 모형 구축

자동차의 감성공학적 개발 방법론을 구축하기 위해서는 우선적으로 감성공학 적용 모형을 구축해야 한다. 이 모형에는 제품 개발을 위한 소비자 감성의 수집과 분석의 순서와 안전을 고려한 설계를 병행하여 심미적으로 치

우치가 쉬운 감성공학 적용 프로세스를 보완하여야 한다. 즉, 감성적 설계와 안전적 설계를 상호 절충할 수 있는 기준의 설정을 할 수 있는 방법론을 구축하여야 하는 것이다.

본 연구에서는 자동차의 감성공학적 개발에 대한 범위를 운전자 감성 기반의 자동차 Cockpit 설계를 위한 사용성 평가로 한정하였고, 문헌 조사 및 토의과정을 거쳐 자동차의 Cockpit 설계를 위한 감성공학적 모형을 다음(그림 1)과 같이 선정하였다.

(그림 1) 자동차 내장 설계 적용을 위한 감성공학 구조 및 적용 프로세스



3. 실험

3.1 실험 설계

(그림 1)에서 제시된 cockpit 물리적 형상의 감성공학적 평가를 하기 위해 피험자를 대상으로 SD 척도를 사용한 설문을 실시하여 두 차량에서 느끼는 감성을 비교하고, Cockpit interface object 위치 선정 문제를 고려하기 위해 핸들에서 각 조작 object에 대한 도달 시간/거리 측정을 시행하였다.

실험에서는 두 대의 자동차를 대상으로 실험을 실시하였는데, 두 대의 자동차는 동급으로써 한 대는 국내의 2001년식 S 모델로 한국인의 체형에 맞는 Cockpit 설계가 이루어졌다는 평을 받고 있는 중형차종이며, 다른 한 대는 1999년식 B모델로 해외 차량이다. 이들 차량의 Cockpit 형상은 (그림 2),(그림 3)과 같다.

(그림 2) 국내 S 차량의 Cockpit 형상



(그림 3) 해외 B차량의 Cockpit 형상



이 두 대의 차량에서의 IP를 대상으로 파악 수행 시간을 측정하여 운전자의 오른손의 시작점(Source point)에서 IP 구성요소의 중심까지의 거리(cm)와 IP 구성요소까지의 도달 시

간(sec)의 영향을 비교하여 실험한 후 각각의 결과치에 대한 분산분석을 통해 IP 구성요소의 위치상의 차를 측정하였다.

실험에 앞서서 보다 좋은 실험 결과와 분석의 용이함을 위하여 다음과 같은 실험상의 가정을 두었다[2].

▶ 실험 환경에 대한 가정 : 돌발적인 상황, 위급 상황, 주변 차량의 상태, 소음 등과 같은 환경적인 변수에 의해 과업 수행 시간은 영향을 받지 않는다

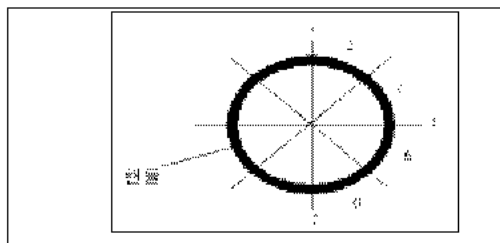
▶ 피실험자에 대한 가정 : 운전 습관, 실험을 실시할 당시의 운전자 심리 상태 등과 같은 개인적인 변수에 의해 과업 수행 시간은 영향을 받지 않는다.

▶ 운전자의 응답에 관한 가정 : 각 구성요소의 과업 수행에 있어서 각 피실험자에 대한 응답은 동일하다.

▶ Fitt's Law의 부분 적용에 있어서 과업 수행 시간은 거리와 구성요소의 폭에 의해서만 영향을 받고, 운전자의 운전 숙련도(운전 경력)도 개인적 변수에 포함시켜 이를 고려하지 않는다.

유효한 실험 데이터를 추출하기 위해 반복 3회 측정하여 그 평균값을 사용하였다. 운전자의 핸들 위치는 운전 상황에 따라 달라지므로 시작점에 대한 명확한 정의가 요구되는데, 본 실험에서는 운전자의 오른손에 대한 위치를 다음 (그림 4)와 같이 모두 7가지로 보고, 각각의 위치에서 대상 Object까지의 거리를 사전에 측정해 두었다.

(그림 4) 운전자의 오른손에 대한 source point



반복 3회의 실험으로 IP 구성요소에 행하는 운전자의 과업은 피실험자에 대해 랜덤하게 실시되었고, 실험 장소는 아주대학교 내 편도 1차선 도로에서 진행되었으며 실험 중 안전성을 확보하기 위하여 운전 중 속도는 시속 20~30Km를 유지하게 하였다.

모든 실험은 실험자의 구두 지시에 의해 피실험자가 IP 구성요소에 대해 과업을 수행하게 되면 이를 캠코더로 촬영하여 초당 30frame녹화 재생 가능한 매체 재생기를 사용하여 운전자의 과업 수행 시간을 Frame(1/30sec)단위로 파악하여 msec(1sec = 1000msec)로 환산하였고 모든 데이터는 소수점 4자리에서 반올림하였다. (그림 5)는 실험의 상황을 녹화한 장면이다.

(그림 5) 실험 상황 Video 분석



과업의 제시 방법은 우선 Verbal protocol에 대한 숙련도를 높이기 위해 교육을 실시하였다. 여기서 제시된 protocol은 각 Object들의 이름 중 그것을 대표할 수 있는 한 마디의 단어로 된 것을 사용하였는데, 예를 들어 오디오 전원 스위치는 '전원'으로 라디오 채널은 '채널'로 의미를 함축시킴으로써 과업을 제시하는 시간을 최소화하였다. 다음으로 실제실험을 실시하였는데, 우선 정지된 상태에서 각 Object들에 대하여 각각 3~4회 정도 반복 실험을 실시하였다. 이는 실험 도중 외부의 잡음들이나 피험자의 부주의로 인해 발생하는 유

의한 오동작 데이터들을 추출하고 보다 신뢰성 있는 데이터들을 획득해 내기 위해서 이와 같은 반복 실험을 실시한 것이다.

이러한 실험의 모든 상황은 Camcorder를 사용하여 기록되었다. 정지 상황에 대한 실험이 끝난 후 곧 바로 운전 상황에 대한 실험을 실시하였다. 운전 상황의 실험 장소는 실제도로(비교적 교통 혼잡이 덜하거나 실험 수행 시 물의 발생하지 않는 장소)를 선택하였고 제시하는 어휘는 가급적 직진 도로상에서만 시행하였는데 이는 안전에 대한 우려 때문이다. 이 때에도 정지 상황과 마찬가지로 3~4회 반복 실험을 하였고 이와 동시에 Video 촬영을 실시하였다.

주행 중의 실험을 마친 후엔 실험 중 제시된 IP Object를 대상으로 사용 편의성 설문을 작성하게 하여 두 차량의 IP 구성요소에서 느끼는 편안함의 정도를 비교하였다.

피실험자는 앞에서 가정하였듯이 운전자의 운전 숙련도(운전경력)는 고려하지 않지만, 측정된 과업 시간이 한 부분에 편중되는 것을 막기 위하여 초보자, 중급자, 고급자를 대상으로 15명을 랜덤하게 선정하여 실험을 실시하였다.

3.2 실험 결과

cockpit 물리적 형상의 감성공학적 평가를 하기 위해 피험자를 대상으로 SD 척도를 사용한 설문에서 두 차량의 전체 Cockpit Module에 대한 VARIMAX 회전 후 요인 분석에서 도출된 감성 요인 변수들에 대해서 각각 관련된 감성 어휘들을 살펴보면 다음 <표 1>, <표 2>와 같고 <표 1>, <표 2>를 통해 얻은 두 자동차의 전체 Cockpit Module에 대한 감성 요인 변수 중요도 순위의 비교는 <표 3>과 같이 얻어졌다.

<표 1> 국내 S 차량의 전체 Cockpit Module에 대한 각 요인과 관련된 감성 어휘

구분	감성어휘	요인명칭
요인 1	유연하다 지적이다 도시적이다 현대적이다 쾌적하다 시원스럽다 단단하다 기능적이다 아늑하다 활동적이다	쾌적감
요인 2	간결하다 튼튼하다 깨끗하다 편안하다 친근하다 실용적이다	실용감
요인 3	스포티하다 아름답다 예쁘다 세련되다 샤프하다 안락하다 귀엽다	형태감
요인 4	깔끔하다 크다 편리하다 균형적이다 넓다 여유롭다	공간감
요인 5	아기자기하다 문탁하다 점잖다	형태감
요인 6	문하다 묵직하다 단순하다	단순감
요인 7	포근하다 지저분하다 매력적이다 좁다	매력감
요인 8	감직하다 거칠다 품위있다	품위감
요인 9	강렬하다 복잡하다 화려하다	형태감

<표 2> 해외 B 차량의 전체 Cockpit Module에 대한 각 요인과 관련된 감성 어휘

구분	감성어휘	요인명칭
요인 1	넓다 크다 깔끔하다 매끄럽다 안락하다 묵직하다 튼튼하다 아늑하다 균형적이다 중후하다	공간감
요인 2	개성적이다 강렬하다 매력적이다 멋지다 새롭다 쾌적하다 문탁하다 세밀하다	매력감
요인 3	실용적이다 고급스럽다 품위있다 현대적이다 깨끗하다	사용감
요인 4	지적이다 친근하다 단단하다 편리하다 점잖다 유연하다 샤프하다 복잡하다	형태감
요인 5	꼭선적이다 아름답다 도시적이다 활동적이다 예쁘다 간결하다 편안하다 귀엽다	차별감
요인 6	여유롭다	공간감
요인 7	아기자기하다 기능적이다 스포티하다	기능감, 활동감
요인 8	거칠다 촌스럽다	재질감
요인 9	포근하다 산뜻하다 신선하다	매력감
요인 10	단순하다 문하다 좁다	단순감, 공간감
요인 11	세련되다 시원스럽다	매력감

<표 3> 두 자동차의 전체 Cockpit Module에 대한 감성 요인 변수 중요도 순위의 비교

구분	해외 B 차량		국내 S 차량	
	요인	요인명칭	요인	요인명칭
1순위	1	공간감	1	쾌적감
2순위	2	매력감	2	실용감
3순위	3	사용감	3	형태감

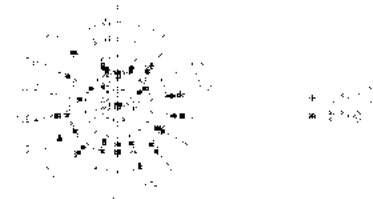
<표 3>에서 보여지는 바에 의하면 피험자들이 느끼는 국내 S차량 Cockpit 부위의 감성은 쾌적감, 안정감, 실용감, 형태감인데 반해 해외의 B차량은 공간감, 안정감, 매력감, 사용감, 으로 다소 다른 양상의 감성을 지니고 있었다.

또한, IP Object의 시간/거리 측정 실험에서는 유의한 결과를 도출해내기 위해 오른 손의 시작점의 위치를 파악하여 피험자의 손이 반응하기 시작한 위치에서 Verbal protocol로 제시한 Object 까지의 거리를 cm 단위로 환산하여 거리 데이터를 추출하였고, 매체 재생기를 이용해 Object 까지 도달하는 시간을 프레임단위로 파악한 후 sec 로 환산해 두었는데, 이러한 선행과정을 거쳐 매체 재생기를 이용한 분석 결과 15명이 3~4회 반복 실험한 데이터 중 각각의 유효한 3개의 데이터만을 취합해 45개의 관측 수를 얻을 수 있었고, 이를 유의 수준 5%로 분산 분석하여 어떤 Object에서 유의한 차가 있는지를 발견하고자 하였다. 총 17개의 Object별 시간/거리 측정 결과를 분산분석 결과 검정 통계량 $F_0 = VA / VB$ 의 값이 유의 수준 = 0.05에서의 F기각치 보다 커서 귀무가설에 기각되어 유의 수준 5% 수준간의 차가 있고 영향을 미치는 것은 오디오 전원 스위치, FM/AM 전환스위치, 풍향 조절 스위치, 풍량 조절 스위치, 온도조절 스위치, 공기 내부 순환장치, 에어컨 on/off 버튼, 뒷 열선 스위치로 나타났다. 이는 제시된 8개

의 Object들이 두 차량간의 Cockpit interface object 위치 선정 문제에 영향을 미치는 주요 변수로 작용할 수 있음을 시사하고 있다.

마지막으로, 주행 실험 후 인지한 IP Object에 대한 설문으로 얻어진 사용 편의성 조사결과에서는 각각의 IP Object에 대하여 SD척도를 이용한 7점 척도에서 얻어진 데이터를 바탕으로 평균값을 산출해내어 두 차량 간의 IP Object에 대한 사용 편의성을 알아내어 해외 B차량 대비 국내 S차량에서 불편한 IP Object를 도출해내고자 하였는데, 조사 대상 인원이 소수이기 때문에 절대적인 데이터를 얻을 수는 없었으나, 전반적인 자동차 Cockpit Object의 단순 비교는 가능하였으며, 향후 샘플 수를 크게 책정하여 조사하면 더 신뢰할 수 있는 데이터를 얻을 수 있으리라 기대된다. (그림 6)은 설문에서 얻어진 두 차량의 IP Object에 대한 각각의 사용 편의성을 비교한 것이다.

(그림 6) 사용 편의성 결과



- 1 오디오 전원 스위치 2 액정화면 3 라디오 채널 4 라디오 볼륨 스위치 5 FM/AM 전환 스위치 6 이퀄라이저 7 테이프 꺼냄 버튼 8 주파수 탐색 버튼 9 풍향 조절 스위치 10 풍량 조절 스위치 11 온도조절 스위치 12 공기내부 순환 장치 13 에어컨 on/off 버튼 14 뒷 열선 스위치 15 시가잭 16 재떨이 17 비상등 스위치 18 송풍구

(그림 6)에서 보여지는 바에 의하면 국내의 S차량은 주파수 탐색 버튼, 풍향조절 스위치, 온도 조절 스위치에서 해외의 B 차량에 비해 사용 편의성이 상대적으로 낮게 평가되었음을 알 수 있다.

3. 3 실험결과의 분석

cockpit 물리적 형상의 감성공학적 평가를 위한 감성 설문에서 두 차량간 다소 다른 양상의 감성을 지니고 있는 결과를 얻을 수 있었으며, IP Object의 시간/거리 측정 실험에서 이렇게 다른 감성을 가지게 하는 주된 Cockpit Object가 오디오 전원 스위치, FM/AM 전환스위치, 풍향 조절 스위치, 풍량 조절 스위치, 온도조절 스위치, 공기 내부 순환장치, 에어컨 on/off 버튼, 뒷 열선 스위치임을 추출해 내었다. 또한 이중 주파수 탐색 버튼, 온도조절 스위치, 풍향 조절 스위치를 해외의 B 차량에 비해 다소 불편하다고 느꼈는데, 앞선 (그림2)와 (그림 3)의 Cockpit에서 보여지듯이 국내 S 차량 대비 해외 동급 차량인 B 기종의 이 세 조작 Object의 위치와 형상에서 다른 Object와 비교해 특히 다른 차이가 나타남을 알 수 있다. 도출된 공통 IP Object에 대해 중점 토의를 해본 결과 국내의 S차량과 벤치마킹 대상인 해외의 B차량 IP Object 간의 유의한 차이는 주로 Object의 위치에서 나타나고 있다는 의견이 제시되었다. 이는 S 차량의 IP Object는 전체적으로 B 차량의 IP Object에 비해 크기에는 별 다른 차이를 보이지 않았으나 사용빈도가 높은 IP Object와 그렇지 않은 IP Object, 인지도가 비슷한 IP 구성요소와 그렇지 않은 IP 구성요소의 그룹핑이 해외의 B차량에 비해 떨어진다는 해석이 나왔다. 예를 들어 해외 B차량에서는 일반적으로 조작 횟수가 적은 열선 스위치, 에어컨 on/off 버튼, 공기 내부 순환장치를 핸들을 기준으로 바깥쪽에 그룹핑하여 배열하였고, 오디오 작동에 있어서도 액정화면을 기준으로 하단에 일렬로 배열하여 산만함을 줄임으로써 조작자가 쉽게 인지할 수 있도록 하였다. 따라서, 상대적으로 다소 산만하게 배열되어 있는

S차량의 IP Object를 B차량과 같이 기능별, 목적별로 그룹핑하여 재배치함으로써 운전자의 조작 시 오동작 오류를 최소화하는 방향으로 개선되어야 할 것으로 보인다.

4. 결론

본 연구에서는 자동차 내장 설계 적용을 위한 감성공학 구조 및 적용 프로세스를 기반으로 감성적용 자동차 설계에 벤치마킹 기법을 도입한 모델을 선정하고, 그 모델을 주축으로 한 사용성 평가를 실시하였다. 그 결과 벤치마킹 대상 차량의 Cockpit 물리적 형상간의 서로 다른 감성 요소를 추출해 내어 Cockpit Object의 위치 선정을 고려하여 설계할 수 있는 일부 가이드라인을 제시할 수 있었다. 추후 감성공학 적용 자동차 연구에서는 제시한 설계 적용 프로세스를 응용, 보완하여 감성공학 적용 자동차 설계 가이드라인에 활용할 수 있는 감성공학 적용 자동차 Cockpit에 대한 보다 활발한 개선 연구 및 설계가 이루어져야 할 것이다.

참 고 문 헌

- [1] 유승동, 박범(1999), “ BPM을 사용한 운전자의 IP에 대한 인지도 형태 추출”, 1999년 대한산업공학회 인지공학연구회 춘계 Workshop : 인지적인 사용자 인터페이스의 설계 문제, p145- 152
- [2] 유승동, 박범(1999), “ 피험자 집단간 IP객체 인지 시간 및 정확도에 관한 연구”, 1999년 한국공업경영학회 춘계학술대회, p111- 120
- [3] 기도형, 김형수, 이승주, 장상원, 신승헌, 정의승(1997), “ 자동차 display panel의 시인성 향상을 위한 설계 방안”, 대한인간공학회

'97추계학술대회 논문집, p109- 113

[4] 박범, 유승동, 김선영(1997)., “ 인간-기계-시스템 상호작용 모형 개발 및 시범 인터페이스 구축” , 아주대 인간공학실험실, p56-59

[5] 박범, 백승렬, 강선모, 차두원, 박영기, 유승동, 문형돈(1997)., “ 자동차 내장 설계 개발을 위한 감성 공학 모델 개발 및 설계 지침 구축에 관한 연구(제안서)” , 아주대 인간공학실험실, p3- 10

[6] M. Nagamachi(1989)., “ Kansei Engineering” Kaibundo Publisher, Tokyo

[7] McGrath, J., J(1974)., “ SAE Study of Vehicle Controls Location” , Santa Barbara, CA, Anacapa Sciences, Inc., p182- 11

[8] McGrath, J., J(1976)., “ Driver Expectancy and Performance in Locating Automotive Controls” , SAE SP-407, Warrendale, PA, SAE