

설계변수의 통계적 · 기술적 · 실질적 측면을 고려한 자동차 내장재질의 만족도 모형 개발

유희천^{1*} · 류태범¹ · 오경희² · 윤명환³ · 김광재¹

¹포항공과대학교 산업공학과 / ²삼성전자 개발혁신센터 / ³서울대학교 산업공학과

Development of Satisfaction Models for Passenger Car Interior Materials Considering Statistical, Technical, and Practical Aspects of Design Variables

Heecheon You¹ · Taebeum Ryu¹ · Kyunghee Oh² · Myung Hwan Yun³ · Kwang-Jae Kim¹

¹Department of Industrial Engineering, Pohang University of Science and Technology, Pohang, 790-784

²Development & Innovation Center, Samsung Electronics, Suwon, 442-742

³Department of Industrial Engineering, Seoul National University, Seoul, 151-742

As the functional characteristics of passenger cars have reached to a satisfactory level, customers place more concerns with the aesthetic aspects of interior designs. The present study developed satisfaction models of passenger car interior materials for six parts including crash pad, steering wheel, transmission gearshift knob, audio panel, metal grain, and wooden grain. Eight to fifteen material design variables such as color, embossing, and smoothness were defined for the six interior parts based on literature survey, customer reviews, and expert opinions. A satisfaction survey was conducted for 30 vehicles with 30 participants (mean \pm SD of age = 28.7 \pm 6.6) by using a modified magnitude estimation scale. Based on the survey results, the material design variables were screened from statistical, technical, and practical aspects. With the screened variables, satisfaction models were developed by using the quantification I method for the six interior parts, indicating the importance of material design variables and preferred material properties.

Keywords: passenger car, interior material, satisfaction model, quantification I method, variable selection

1. 서론

최대속도, 마력 그리고 연비와 같은 자동차의 기능적 성능이 만족할 만한 수준에 도달함에 따라, 소비자들은 내장 및 외장의 모양, 색상, 그리고 재질과 같은 감성적 측면을 보다 중시하고 있다. White(2001)과 Welch(2002)에 따르면, 소비자들은 내장의 고급 재질, 정교한 마무리, 색상의 조화, 그리고 세심한 편의사양을 엔진성능이나 연비보다 더 중요하게 생각하고 있다고 한다.

자동차 내장 재질의 특성은 소비자들의 감성에 영향을 미치는 중요한 요소이나, 이에 대한 심도 있는 연구가 미흡한 실정이다. 자동차 회사들은 가죽, 나무, 크롬, 무광택 금속과 같은 고급 재질을 내장에 사용하고 있으며, 고급스러워 보이면서도 경제성 있는 재질을 개발하기 위하여 지속적인 노력을 하고 있다(White, 2001). 자동차 내장의 감성에 대한 기존 연구들(Jindo and Hirasago, 1997; Nakada, 1997; Tanoue *et al.*, 1997)은 내장 부품의 크기, 형태, 색상, 재질 종류와 같은 전반적인 시각적 설계특성에 대해 소비자 만족도를 분석하였다. 그러나,

* 연락처자 : 유희천 교수, 790-784 경상북도 포항시 남구 효자동 산31 포항공과대학교 산업공학과, Fax : 054-279-2870,

E-mail : hcyoun@postech.ac.kr

2004년 2월 28일 접수, 2회 수정 후 2004년 11월 17일 게재 확정.

내장 재질에 대한 소비자의 만족도는 재질의 무늬 모양, 무늬 크기, 광택과 같은 시각적 설계특성뿐 아니라 표면의 거칠기, 매끄러움, 유연성과 같은 촉각적 설계 특성에 따라 유의하게 영향을 받을 수 있다. 따라서, 내장 재질의 시각적 특성과 촉각적 특성이 소비자 감성에 미치는 영향을 종합적으로 파악하는 연구가 필요하다.

본 연구는 자동차 내장 재질의 시각적·촉각적 설계 특성을 심층적으로 파악하고, 통계적·기술적·실질적 유의성이 있는 재질 설계변수들을 선별하여 재질 만족도 모형을 개발하며, 재질 만족도에 영향을 주는 주요 재질의 설계변수와 설계 특성을 파악하고자 하였다. 첫째, 문헌 조사, 시승기, 그리고 내장 설계 전문가 의견을 토대로 소비자의 선호도에 영향을 줄 수 있는 시각적, 촉각적 재질 설계변수를 내장 부품별로 정의하였다. 둘째, 차량들의 재질 설계 특성을 측정하고 차량들의 내장 부품에 대한 소비자의 재질 만족도를 조사하였다. 셋째, 재질 만족도 평가 결과를 사용하여 설계변수들의 통계적, 기술적, 그리고 실질적 유의성에 대한 단계적 평가를 수행하였으며, 수량화 일류 분석 기법(허명희, 1998)을 적용하여 내장 부품에 대한 재질 만족도 모형을 개발하였다. 마지막으로, 개발된 재질 만족도 모형을 토대로 재질 만족도에 상대적으로 중요한 영향을 미치는 설계변수들과 소비자가 선호하는 재질 특성을 파악하였다.

2. 자동차 내장 재질 만족도 평가

2.1 평가 대상 내장 부품 및 차량

본 연구는 <그림 1>의 6가지 자동차 내장 부품(crash pad, steering wheel, transmission gearshift(TGS) knob, audio panel, wooden grain, metal grain)에 대해 재질 특성과 소비자의 재질 만족도가 조사되었다. 선정된 내장 부품은 운전석 전방에 위치하며, 운전자와 가장 빈번한 접촉이 이루어지는 부문이다.



그림 1. 선정된 자동차 내장 재질 평가 부품.

내장 재질 평가에는 총 30대의 차량들(소형차 23종과 sport utility vehicle(SUV) 7종)이 사용되었다. 이들 차량들은 국내차 6종과 국외차 24종이며, 다양한 재질 특성을 갖고 있고, 일부 차량은 audio panel, metal grain, 혹은 wooden grain을 포함하지 않았다(<표 1> 참조).

표 1. 내장 재질 부문별 평가 차량 수

내장 재질 부문	차량 수
Crash pad	30
Steering wheel	30
TGS knob	30
Audio panel	28
Metal grain	14
Wooden grain	5

2.2 재질 설계변수 정의 및 측정

평가 대상 내장 부품들에 대한 재질 설계변수들은 국내외 시승기 웹 사이트로부터 얻은 소비자 의견, 자동차 내장 설계 기술자 의견, 그리고 재질 관련 문헌 조사를 통하여 추출되었다. 예를 들어, 내장 부품이 과도하게 번들거린다는 시승기의 소비자 의견으로부터 ‘재질 광택’이, 자동차 회사의 내장 설계 기술자들로부터 ‘무늬 크기’가, Nishimatsu *et al.*(2001)의 연구로부터 ‘유연성(softness)’과 ‘매끄러움(slipperiness)’이 추출되었다. 이와 같은 방법으로 내장 부품별로 8~15 개의 설계변수들이 정의되었고, 각 설계변수의 수준들이 설정되었다. 예를 들어, <표 2>는 crash pad에 대한 13개 재질 설계변수들의 정의, 변수 유형(연속형과 범주형), 그리고 관련 설계 수준들을 나타내고 있다.

내장 부품의 재질 설계변수들은 변수 특성 및 측정 도구의 가용성에 따라 객관적 혹은 주관적 방법으로 측정되었다. 예를 들어, 재질의 색상, 명도, 채도는 한국 표준 색표집(Korea Color Research Institute, 1991)을 사용하였고, 무늬 크기는 버니어 캘리퍼스(vernier calipers)를 사용하여 객관적으로 측정되었다. 객관적 방법으로 측정할 수 없는 설계변수들(예: 표면 거칠기, 유연성, 매끄러움)은 4명의 실험자들에 의해 주관적으로 평가되었다. 실험자들의 평가가 서로 다른 경우 의견 수렴(brainstorming)을 통해 변수 수준이 결정되었으나, 실험자 간 의견 합의가 이루어지지 않은 경우 평가치들의 평균값을 적용하였다.

2.3 재질 만족도 평가자

본 재질 만족도 평가에는 30명의 성인 남자(평균 (SD) 나이 = 28.7 (6.6))가 참가하였다. 이들 30명 중 20대(20~29세)가 21명, 30대가 9명이었다.

2.4 재질 만족도 평가 척도

자동차 내장 부품 재질에 대한 감성 만족도는 <그림 2>와 같은 modified magnitude estimation 척도를 사용하여 평가되었다. 본 감성 평가에서는 평가자들에게 재질의 시각적, 촉각적 측면을

표 2. 자동차 내장 재질 설계변수 - crash pad 재질

설계변수	정 의	변수 수준	변수 유형
재질 종류 (x1)	사용된 재질 종류	1~4번 (1: plastic, 2: polyurethane (PU) 3: 가죽, 4: 기타)	범주형
색상 (x2)	반사된 빛의 주파장에 의해 결정되는 색의 특성	1~8번 (1: 노랑, 2: 무채색, 3: 감청, 4: 남보라, 5: 귤색, 6: 파랑, 7: 남색, 8: 주황)	범주형
명도 (x3)	색의 밝고 어두운 정도	2~9점 (한국 표준 색표집 이용)	연속형
채도 (x4)	색의 선명한 정도	0~16점 (한국 표준 색표집 이용)	연속형
광택 (x5)	표면 광택 정도	1~7점 (1: 무광이다, 7: 광택이 매우 높다)	연속형
무늬(embossing) 형태 (x6)	무늬 형태	1~6번 (1: 원형 음각, 2: 원형 양각, 3: pinhole형태, 4: 가죽 무늬 형태, 5: 돌 표면 형태, 6: 기타)	범주형
무늬 크기 (x7)	무늬 가로 크기 (cm)	1~7점 (1: < 0.1, 2: 0.1~0.3, 3: 0.3~0.5, 4: 0.5~0.7, 5: 0.7~0.9, 6: 0.9~1.1, 7: >1.1)	범주형
무늬 여백 크기 (x8)	무늬 여백 크기 (cm)	1~7점 (1: < 0.1, 2: 0.1~0.3, 3: 0.3~0.5, 4: 0.5~0.7, 5: 0.7~0.9, 6: 0.9~1.1, 7: >1.1)	범주형
무늬 배열 규칙성 (x9)	무늬 배열 방향의 규칙성 여부	0~1번 (0: 규칙성이 없다, 1: 규칙성이 있다)	범주형
무늬 선명도 (x10)	무늬 선명도	1~7점 (1: 전혀 선명하지 않다, 7: 매우 선명하다)	연속형
표면 거칠기 (x11)	표면을 만졌을 때 거친 정도	1~7점 (1: 매우 부드럽다, 7: 매우 거칠다)	연속형
유연성 (x12)	표면을 만졌을 때 유연한 정도	1~7점 (1: 매우 딱딱하다, 7: 매우 유연하다)	연속형
매끄러움 (x13)	표면을 만졌을 때 매끄러운 정도	1~7점 (1: 전혀 매끄럽지 못하다, 7: 매우 매끄럽다)	연속형

함께 고려하여 각 부품의 재질 만족도를 평가하도록 하였다. Modified magnitude estimation 척도는 민감도가 높은 감성 평가를 수행할 수 있고, 다양한 통계적 분석 기법을 적용할 수 있어, Han et al.(2000)과 Yun et al.(2001)의 전자 제품들과 가구 제품들에 대해 감성 연구에서 사용되었다.

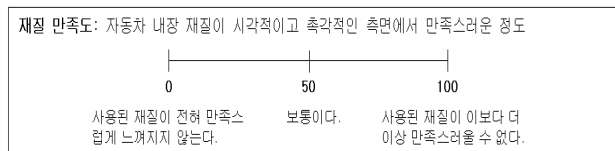


그림 2. 재질 만족도 평가 척도.

2.5 평가 과정

본 연구의 평가 과정은 평가에 대한 소개, 재질 만족도 평가, 평가 후 소감 조사의 3단계로 구성되었다. 소개 단계에서는 평가 배경, 평가 내용, 평가항목, 주의 사항을 평가자에게 설명

하였다. 재질 만족도 평가는 평가자들이 30대 차량들의 6가지 내장 부품 재질들을 정해진 순서에 따라 순회하며 수행되었다. 차량과 내장 부품들의 평가 순서는 시간에 따른 학습 효과와 피로도의 영향을 체계적으로 상쇄시키기 위해 balanced Latin-square design을 따라 진행되었다. 마지막으로, 평가 후 평가시 힘들었던 점에 대해 조사하였다. 본 평가는 평가 대상 차량들이 전시된 국내 자동차 회사의 야외에서 전체 3시간 정도 소요되어 진행되었다.

3. 자동차 내장 재질 만족도 모형 개발

조사된 재질 설계 특성 측정 자료와 재질 만족도 평가 자료를 사용하여 재질 만족도 모형을 개발하였다. 내장 부품들의 설계변수들에 대해 통계적, 기술적, 실질적 유의성을 단계적으로 평가하여 설계변수들을 선별한 후, 수량화 일류 분석 방법 (quantification method I)을 적용하여 내장 부품별 재질 만족도

모형을 개발하였다. 변수들에 대한 기술적, 실질적 유의성 평가는 통계적 유의성만을 고려하여 모형을 개발할 경우 기술적으로 해석이 부적합하거나 실질적 측면에서 중요성이 유의하지 않은 변수들이 모형에 포함될 수 있는 것을 방지하기 위해 (Montgomery *et al.*, 2001) 수행되었다.

3.1 설계변수 선별

통계적 유의성

설계변수의 통계적 유의성은 재질 만족도에 통계적으로 유의한 영향을 주는 설계변수만을 각 내장 부품에 대한 재질 만족도 모형 개발에 포함시키기 위해 평가되었다. 각 설계변수의 통계적 유의성은 실험에서 평가된 재질 만족도를 종속변수로 하고 해당 설계변수, 연령, 그리고 설계변수와 연령의 상호작용을 독립변수로 설정한 분산분석을 이용하여 평가되었다. ANOVA 분석시 연령은 평가자들 간의 나이 차이로 인한 재질 만족도 분산을 오차 사승합(error sum of square)으로부터 분리하여 재질변수의 효과를 보다 정확하게 평가하기 위해 포함되었다. <표 3>은 crash pad의 13개 재질 설계변수들의 분산분석 결과를 예시하고 있는데, 채도를 제외한 모든 설계변수들이 연령의 효과를 보정 후에도 통계적으로 유의하게($\alpha = 0.05$) 재질 만족도에 영향을 주고 있음을 보여 준다.

표 3. 통계적 유의성 분석 결과* - crash pad

설계변수	설계변수	연령	연령 × 설계변수
재질 종류 (x1)	○	○	×
색상 (x2)	○	○	×
명도 (x3)	○	○	×
채도 (x4)	×	○	×
광택 (x5)	○	○	×
무늬(embossing) 형태 (x6)	○	○	×
무늬 크기 (x7)	○	○	×
무늬 여백 크기 (x8)	○	○	×
무늬 배열 규칙성 (x9)	○	○	×
무늬 선명도 (x10)	○	○	×
표면 거칠기 (x11)	○	○	×
유연성 (x12)	○	○	×
매끄러움 (x13)	○	○	×

* ○: $P \leq 0.05$; ×: $P > 0.05$

기술적 유의성

통계적 유의성을 가진 설계변수들이 재질 만족도에 대해 특정한 경향을 가지며 영향을 주는지 파악하기 위해 기술적 유의성이 평가되었다. 설계변수 수준에 따라 소비자 만족도가 통계적으로 유의하게 차이를 보이더라도 그 변화가 임의적이거나 혹은 변화의 경향이 기술적으로 해석될 수 없다면 그 설

계변수를 재질 만족도 모형에서 제외시키는 것이 모형의 해석성 측면에서 바람직할 것이다.

각 변수의 기술적 유의성은 변수 수준에 따른 재질 만족도 변화의 경향성을 분석함으로써 파악되었다. 예를 들면, <그림 3>에서 crash pad의 매끄러움은 설계 수준에 따라 재질 만족도가 임의적으로 변화하여 기술적 유의성이 낮음을 보여 주며, 명도는 재질 만족도의 변화가 2차적 비선형 관계를 가져 기술적 유의성이 있음을 보여 준다. Crash pad의 재질 설계변수들의 기술적 유의성 분석 결과와 재질 만족도와 연관 관계 유형 차수는 <표 5>에 정리되었다.

실질적 유의성

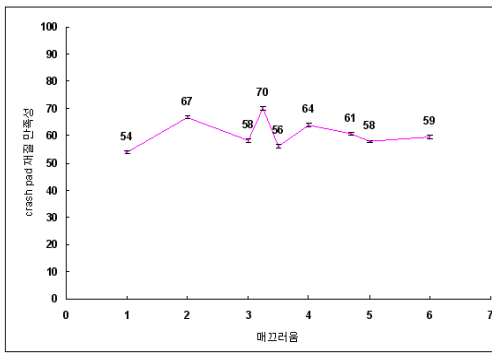
설계변수의 실질적 유의성은 통계적·기술적 유의성을 가진 변수가 재질 만족도에 대해 주는 영향이 실질적 측면에서 의미가 있는지를 파악하기 위해 평가되었다. 통계적·기술적으로 유의한 설계변수가 실질적 측면에서 재질 만족도에 유의한 영향을 주지 못한다면 모형의 단순성을 위해 모형개발에서 제외시키는 것이 바람직할 것이다(Montgomery *et al.*, 2001).

실질적 유의성은 (1) 다중 비교 검정(multiple comparison test)을 이용한 변수 수준들의 그룹화, (2) 변수 수준 그룹들 간의 재질 만족도 평균 차이 산출, (3) 재질 만족도 평균 차이와 설정된 기준치와의 비교의 세 단계를 거쳐 평가되었다. 예를 들어, <표 4>와 같이 crash pad의 광택 수준들은 Duncan's multiple range test를 이용하여 통계적으로 유의한($\alpha = 0.05$) 두 그룹(그룹 1: 수준 1, 3, 2.5, 2; 그룹 2: 4, 6, 5)으로 나누어졌다. 이들 두 그룹의 재질 만족도 평균의 차이는 7점으로 산출되었고, 이는 본 연구에서 설정한 기준치(5점) 보다 높아 실질적 유의성을 지닌 변수로 평가되었다. Crash pad의 재질 설계변수들에 대한 실질적 유의성 분석 결과는 <표 5>에 요약되었다.

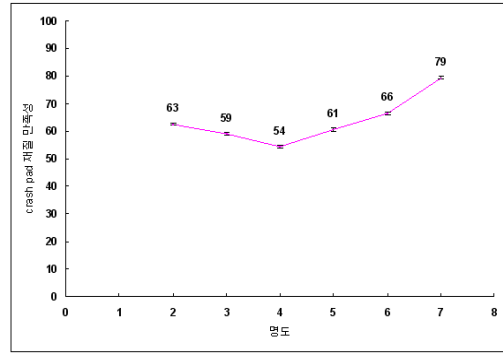
본 연구에서 선정된 내장 부품들에 대한 통계적, 기술적, 그리고 실질적 유의성 평가 결과는 <표 5>와 <표 6>과 같이 정리되었다. <표 5>는 crash pad의 13개 재질 설계변수들 중 통계적 유의성에서 1개, 기술적 유의성에서 1개, 실질적 유의성에서 2개가 제외되어 총 9개 변수가 선별됨을 보여 준다. 다른 5가지 내장 부품에 대해서는 <표 6>과 같이 steering wheel에서 11개, TGS knob에서 11개, audio panel에서 3개, metal grain에서 7개, 그리고 wooden grain에서 4개의 설계변수들이 선별되었다.

3.2 재질 만족도 모형

자동차 내장의 6가지 부품들에 대한 재질 만족도 모형들은 선별된 설계변수들에 대해 수량화 일류 분석 기법을 적용하여 개발되었다. 수량화 일류분석은 Jindo and Hirasago(1997), Nakada(1997), 그리고 Tanoue *et al.*(2001)과 같은 기존 감성공학 연구들에서 범주형 및 연속형 설계변수들이 감성에 미치는 영향 정도를 수치화하기 위해 사용된 기법이다. 수량화 일류분석은 분석 방법 측면에서 일반선형모형(generalized linear



(a) 매끄러움



(b) 명도

그림 3. 기술적 유의성 분석 예 - crash pad.

표 4. 실질적 유의성 분석 예 - crash pad 광택

광택*	N	Mean	Duncan Grouping	Group 평균	Group 평균차
1	90	65	A		
3	269	63	A	63	
2.5	60	63	A		
2	210	61	A		7
4	90	57	B		
6	29	55	B	56	
5	148	55	B		

* 1~7점(1: 무광이다, 7: 광택이 매우 높다)

표 5. 재질 설계변수의 통계적, 기술적, 실질적 유의성 평가 결과* - crash pad

설계변수	통계적 유의성	기술적 유의성	실질적 유의성
재질 종류 (x1)	○	○ (선형)	○
색상 (x2)	○	○ (선형)	○
명도 (x3)	○	○ (2차 곡선)	○
채도 (x4)	×	N/A	N/A
광택 (x5)	○	○ (선형)	○
무늬(embossing) 형태 (x6)	○	○ (선형)	○
무늬 크기 (x7)	○	○ (2차곡선)	○
무늬 여백 크기 (x8)	○	○ (선형)	×
무늬 배열 규칙성 (x9)	○	○ (선형)	×
무늬 선명도 (x10)	○	○ (선형)	○
표면 거칠기 (x11)	○	○ (선형)	○
유연성 (x12)	○	○ (선형)	○
매끄러움 (x13)	○	×	N/A

* ○: 적합; ×: 부적합; N/A: 해당 없음

표 6. 내장 부품별 선별된 재질 설계변수

내장 부품	선별된 재질 설계변수 (변수 수)
Crash pad	재질 종류, 색상, 명도, 광택, 무늬 형태, 무늬 크기, 무늬 선명도, 표면 거칠기, 유연성 (9)
Steering wheel	재질 종류, 색상, 명도, 채도, 광택, 무늬 형태, 무늬 크기, 무늬 배열 규칙성, 무늬 선명도, 표면 거칠기, 유연성 (11)
TGS knob	재질 종류, 색상, 색상 균일성, 채도, 무늬 형태, 무늬 크기, 무늬 배열 규칙성, 무늬 선명도, 표면 거칠기, 유연성, 매끄러움 (11)
Audio panel	재질 유사성, 색상, 색상 균일성 (3)
Metal grain	색상, 채도, 광택, 무늬 형태, 무늬 선명도, 무늬 밀도, 표면 거칠기 (7)
Wooden grain	명도, 무늬 선명도, 무늬 밀도, 매끄러움 (4)

model) 기법과 유사하나, 일반선형모형이 오차의 확률 분포를 정규분포로 가정하는 반면 수량화 일류분석은 오차의 확률 분포에 대한 가정을 하지 않는다(허명희, 1998). 따라서, 수량화 일류 분석은 일반선형모형 기법처럼 설계변수 수준들의 감성에 대한 선호 정도와 설계변수의 상대적 중요도에 대한 정보를 제공할 수 있지만, 통계적 유의성을 검증할 수 없다.

또한, 재질 만족도의 수량화 분석 결과를 통하여 설계변수들의 재질 만족도에 대한 상대적 중요도와 선호 재질 특성을 파악하였다. 설계변수들의 재질 만족도에 대한 상대적 중요도는 각 설계변수의 편상관계수(partial correlation coefficient, R)의 크기에 의해 파악된다. 예를 들어, <표 7>의 crash pad 재질에 대한 수량화 분석 결과는 무늬 형태($R = 0.194$), 색상($R = 0.174$), 무늬 크기($R = 0.146$), 유연성($R = 0.140$)이 상대적으로 재질 만족도에 높은 영향을 주는 설계변수임을 나타낸다. 또한, 선호되는 재질 특성은 수량화 분석 결과의 편회귀계수(partial regression coefficient)에 의해 파악된다. 범주형 설계변수의 경우, 변수의 수준들 중 가장 큰 편회귀계수를 갖는 수준

이 선호 재질 특성임을 나타낸다. 반면, 연속형 설계변수의 경우, 변수의 편회귀계수가 양의 값이면 최대 수준이, 음의 값이면 최소 수준이 선호되는 재질 특성임을 나타낸다. 예를 들어, <표 7>은 crash pad의 선호 재질 특성은 범주형 설계변수인 무늬 형태의 경우 원형 양각이며, 연속형 설계변수인 명도와 광택의 경우 매우 밝음과 무광임을 보여준다.

표 7. Crash pad 재질에 대한 수량화 분석 결과 및 선호 재질 특성

변수	측정 수준	수준설명	편회귀계수 (partial regression coefficient)	선호 재질 특성	편상관계수 (partial correlation coefficient; R)
재질종류 (x1)	1	Plastic	- 0.24		0.012
	2	Polyurethane	0.32	○	
색상 (x2)	1	노랑	- 5.54		0.174
	2	무채색	- 0.92		
	3	감청	- 0.95		
	4	남보라	- 1.18		
	5	꿀색	14.84	○	
	6	파랑	5.81		
	7	남색	- 1.32		
	8	주황	10.83	○	
명도 (x3)	2~7	7: 매우 높음	- 3.89	7: 매우 높음	0.038
광택 (x5)	1~6	6: 높음	- 1.15	1: 매우 낮음	0.074
무늬 형태 (x6)	1	원형 음각	- 0.02		0.194
	2	원형 양각	13.07	○	
	3	Pinhole	8.38	○	
	4	가죽무늬 형태	- 1.51		
	5	돌 표면 형태	- 2.63		
	6	기타	8.38		
무늬 크기 (x7)	1	< 0.1 cm	0.80		0.146
	2	0.1~0.3 cm	- 2.43		
	3	0.3~0.5 cm	2.55	○	
	4	0.5~0.7 cm	- 1.88		
	5	0.7~0.9 cm	- 1.88		
무늬 선명도 (x10)	2~7	7: 매우 높음	- 1.20	2: 낮음	0.075
표면 거칠기 (x11)	2~7	7: 매우 높음	0.32	7: 매우 높음	0.019
유연성 (x12)	1~7	7: 매우 높음	1.66	7: 매우 높음	0.140

각 내장 부품들에 대한 재질 만족도에 중요한 영향을 미치는 상위 4 개의 설계변수들과 관련 선호 재질 특성은 <표 8>과

같이 요약되었다. Crash pad에서는 무늬 형태가 가장 중요한 설계변수이며 원형 양각이 관련 선호 재질 특성으로 파악되었다. Steering wheel과 TGS knob에서는 재질 종류가 가장 중요한 설계변수이며 가죽 재질이 관련 선호 재질 특성으로 파악되었다. Audio panel에서는 색상 균일성이 가장 중요한 설계변수이며 색상이 불균일한 재질이 선호되었으며, metal grain에서는 광택이 가장 중요한 설계변수이며 매우 낮은 광택이 선호되는 것으로 파악되었다. 마지막으로, wooden grain에서는 매끄러움이 가장 중요한 설계변수이며 매끄러운 정도가 높은 것이 선호되는 것으로 나타났다.

표 8. 내장 부품별 주요 재질 설계변수 및 선호 재질 특성 (편상관계수 크기 순에 따라 주요 변수 배열)

내장 부품	주요 변수	편상관계수	선호 재질 특성
Crash pad	무늬 형태	0.194	원형 양각, pinhole
	색상	0.174	꿀색, 주황
	무늬 크기	0.146	0.3-0.5cm
	유연성	-0.140	매우 높음
Steering wheel	재질 종류	0.122	가죽 재질
	명도	0.103	매우 높거나 낮음
	무늬 크기	0.080	0.5cm 이상
TGS knob	무늬 선명도	0.089	매우 높거나 낮음
	재질 종류	0.214	가죽 재질
	무늬 형태	0.132	pinhole, 무늬 없음
Audio panel	유연성	-0.053	매우 낮음
	색상 균일성	0.043	불균일
	색상 균일성	0.156	불균일
Metal grain	재질 유사성	0.117	매우 유사
	색상	0.095	질은 남색
	광택	0.101	매우 낮음
Wooden grain	채도	0.090	매우 낮음
	무늬 형태	0.033	무늬 없음, 원점
	색상	0.021	크롬색
Crash pad	매끄러움	0.128	매우 매끄러움
	명도	0.080	매우 높음
	무늬 밀도	0.049	매우 낮음
Wooden grain	무늬 선명도	0.047	매우 선명

4. 토 의

본 연구는 시승기, 자동차 내장 설계 기술자, 그리고 재질 관련 문헌 조사를 통하여 자동차 내장 부품들에 따라 8 ~ 15개의 재질 설계변수를 정의하였다. 이들 세 가지 종류의 출처로부터 획득한 자료들은 자동차 재질감 만족도에 영향을 줄 수 있는 설계변수들을 사용자와 전문가의 견해를 토대로 포괄적으로

파악하는 데 효과적이었다.

내장 부품의 15가지 재질 설계변수들 중, 5가지(광택, 무늬 선명도, 표면 거칠기, 유연성, 매끄러움) 설계변수들은 설계변수의 정의와 수준을 숙지하고 있는 실험자 4명의 주관적 판단에 의해 측정되었다. 주관적 측정 방법은 해당 설계 요소를 측정할 수 있는 객관적 측정 방법이 정립되어 있지 않거나, 실험의 여건상 적용이 어려운 경우 활용된다(Ulrich and Eppinger, 2000). 본 연구에서는 설계변수들의 설계치에 대해 실험자들의 의견 수렴이 이루어지지 않은 경우 평균치를 적용하였으나, 최빈치(mode) 혹은 중간치(median)를 사용할 수도 있다.

본 연구는 안정적이고 실질적인 재질 만족도 모형 개발을 위해 설계변수의 통계적, 기술적, 실질적 유의성 평가로 설계변수들을 단계적으로 선별하였다. 기존의 여러 감성공학 연구들은 감성 모형 개발에 사용되는 설계변수를 일원배치 분산분석과 단계별 회귀방법(stepwise regression)과 같은 통계적 방법을 사용하여 선택하였을 뿐, 설계변수의 기술적·실질적 유의성을 변수 선별 과정에 체계적으로 고려하지 않았다. 반면, 본 연구는 변수의 통계적 유의성뿐만 아니라 기술적·실질적 유의성을 만족도 모형 개발을 위한 변수 선별 과정에 함께 고려하였다. 먼저, 통계적 유의성 평가에서 설계변수의 재질 만족도에 대한 영향이 통계적으로 유의한지를 조사하여 변수들을 선별하였다. 그리고, 기술적 유의성 평가에서 설계변수의 재질 만족도에 대한 영향이 특정 경향을 보이는지를 판단하여 변수들을 선별하였다. 마지막으로, 실질적 유의성 평가에서 설계변수의 재질 만족도에 대한 영향이 실질적 측면에서 유의한지를 조사하여 변수들을 선별하였다. 이러한 변수 선별과정은 통계적으로 유의하지 않은 변수들은 물론, 영향이 임의적이거나 실질적 기여 정도가 낮은 설계변수들을 사전에 제외함으로써 보다 안정적이고 실질적인 측면에서 의미있는 모형 개발을 도와 줄 수 있다.

본 연구의 수량화 분석 결과는 재질 만족도에 대한 재질 설계변수들의 편상관계수가 전반적으로 낮음(0.2 이하)을 보여 준다. 이러한 낮은 편상관계수는 주요 재질 설계변수를 연구 대상에 포함하지 않았거나, 재질 설계변수에 비해 개인적 선호도에 따라 재질 만족도가 상대적으로 높게 변동함에 기인될 수 있다. 그런데, 본 연구에서 재질 설계변수가 시승기, 문헌 조사, 설계기술자로부터 얻은 광범위한 정보를 바탕으로 선정되었으므로, 주요 설계변수 누락으로 인해 모형의 설명력이 낮다고 추론하기는 어렵다. 따라서, 주요 설계변수 누락보다는 주관적 만족도가 개인의 선호도에 따라 크게 변동함으로 인해 재질 설계변수의 편상관계수가 낮았다고 추론된다.

또한, 본 연구의 재질 만족도 모형들은 내장 재질 설계 시 중요하게 고려되어야 하는 설계변수와 선호 재질 특성은 내장 부품에 따라 상이함을 보여 준다. 예를 들어, 재질 종류는 전체 6가지 내장 부품 중 steering wheel과 TGS knob에서만 중요한 설계변수로 파악되었다. 또한, 무늬 형태의 선호 특성은 crash pad의 경우 원형 양각으로 파악된 반면 TGS knob의 경우

pinhole 형태로 파악되었다. 따라서, 자동차 내장 부품의 재질 설계 시, 같은 재질 특성을 내장 전반에 사용하기보다는 설계변수의 중요도와 해당 선호 재질 특성을 반영하여 상이한 재질을 사용하는 것이 재질 만족도 측면에서 권고된다. 하지만, 내장 부품별로 상이한 재질 사용으로 인해 소비자에게 부조화감을 주지 않도록 유의할 필요가 있다.

마지막으로, 본 연구의 재질 만족도 모형의 일반화를 위한 추가 연구가 필요하다. 본 연구는 연구 여건의 제약으로 인해 30명의 평가자가 참여되었다. 이처럼 평가자의 수가 작은 관계로, 본 연구는 평가자의 성별과 연령을 제한해 개인특성의 차이에 의한 재질 만족도 변동을 줄여 연구의 주요 대상인 재질 설계변수의 재질 만족도에 대한 영향을 최대한 변별하고자 하였다. 하지만, 이러한 편향된 평가자 특성으로 인해 본 연구에서 개발된 모형은 20~30대 한국인 남성들에만 적용되는 한계를 가지고 있다. 따라서, 추후 성별, 연령, 더 나아가 문화적 측면에서 다양한 평가자를 참여시켜 다양한 사용자들의 특성에 따른 재질 만족도 모형의 민감성을 파악하는 연구가 필요하다.

5. 결론

본 연구는 자동차 내장 부품의 재질 만족도 모형을 개발하기 위하여 자동차 내장 부품 재질에 대한 감성 만족도를 조사하였다. 여섯 가지 내장 부품들(crash pad, steering wheel, TGS knob, audio panel, metal grain, wooden grain)의 다양한 재질 특성에 대한 만족도를 조사하기 위해 국내외 30대 차종이 평가되었다. 또한, 시승기, 내장 설계 기술자 의견, 그리고 재질감 관련 문헌 조사를 통하여 내장 부품에 따라 8~15개의 재질 설계변수가 정의되었으며, 객관적/주관적인 방법을 통해 측정되었다. 실험 참가자들은 재질에 대한 만족도를 시각적, 촉각적 측면을 고려하여 modified magnitude estimation 척도로 평가하였다.

재질 만족도 모형 개발에 사용될 자동차 내장 재질의 설계변수들은 통계적, 기술적, 그리고 실질적 유의성 평가를 통해 체계적으로 선별되었다. 먼저 통계적으로 유의한 설계변수들은 분산분석을 이용하여 선별되었고, 기술적으로 유의한 변수들은 재질 수준에 따른 재질 만족도 변화의 경향을 파악하여 선별되었다. 마지막으로, 설계변수의 실질적 유의성은 변수 수준에 따른 재질 만족도 차이의 실질적 유의성을 평가하여 파악되었다. 변수 선별 결과 부품들에 따라 3~13개의 설계변수들이 통계적·기술적·실질적으로 유의한 변수로 선별되었다.

자동차 내장 부품들의 재질 만족도 모형은 평가된 재질 만족도와 선별된 설계변수들을 이용한 수량화 일류 분석으로 개발되었다. 수량화 분석 결과의 편상관계수를 이용하여 재질 만족도에 중요한 영향을 주는 설계변수들이 파악되었고, 편회계수를 이용하여 선호되는 재질 특성들이 파악되었다. 주요 설계변수와 선호 재질특성은 내장 부품에 따라 상이한 것으로 나타났다.

참고문헌

Ulrich, K. T., and Eppinger, S. D.(2000), *Product Design and Development*, The McGraw-Hill Companies, Inc.

Han, S. H., Yun, M. H., Kim, K., and Kwahk, J.(2000), Evaluation of Product Usability: Development and Validation of Usability Dimensions and Design Elements Based on Empirical Models, *International Journal of Industrial Ergonomics*, **26**, 477-488.

Heo, M. H.(1998), *Quantification Method FI-III-IV*, Jahyoo Academy, Seoul, Korea.

Jindo, T., and Hirasago, K.(1997), Application Studies to Car Interior of Kansei Engineering, *International Journal of Industrial Ergonomics*, **19**, 105-114.

Korea Color Research Institute(1991), *Korean Standard Color: Glossary*, KBS, Seoul, Korea.

Montgomery, D. C., Runger, G. C., and Hubele, N. F.(2001), *Engineering Statistics*, John Wiley and Sons, New York.

Nakada, K.(1997), Kansei Engineering Research on the Design of Construction Machinery, *International Journal of Industrial Ergonomics*, **19**, 129-146.

Nishimatsu, T., Kamijoh, M., Toba, E., and Ishizawa, H.(2001), Influence of Covering Fabric for Hand Feel of Automotive Seat. *JSAE Review*, **22**, 372-374.

Tanoue, C., Ishizaka, K., and Nagamachi, M.(1997), Kansei Engineering: A Study on Perception of Vehicle Interior Image, *International Journal of Industrial Ergonomics*, **19**, 115-128.

Yun, M. H., Han, S. H., Ryu, T., and Yoo, K.(2001), Determination of Critical Design Variables Based on the Characteristic of Products Image/Impression: Case Study of Office Chair Design. *Proceedings of the 45th Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting*, 712-716.

Welch, D.(2002), Luxury Gets More Affordable. *Business Week*, April 22, 60-61.

White, G. L.(2001), Car Makers Battle Inferior Interiors in Hopes of Earning Buyers' Respect. *The Wall Street Journal*, December 3, Retrieved from <http://online.wsj.com>.



유희천

서울대학교 산업공학 학사
 서울대학교 산업공학 석사
 Penn. State University 산업공학 박사
 현재: 포항공과대학교 산업공학과 조교수
 관심분야: 인간공학적 제품설계, 가상환경상 제품설계 및 평가, 근골격계질환 위험 평가



윤명환

서울대학교 산업공학 학사
 서울대학교 산업공학 석사
 Penn. State University 산업공학 박사
 현재: 서울대학교 산업공학과 부교수
 관심분야: 인간공학, 감성공학, 신제품개발



류대범

포항공과대학교 산업공학 학사
 포항공과대학교 산업공학 석사
 현재: 포항공과대학교 산업공학 박사과정
 관심분야: 인체역학, 인체측정학, 인간공학적 제품설계



김광재

서울대학교 산업공학 학사
 KAIST 산업공학 석사
 Purdue University 경영과학 박사
 현재: 포항공과대학교 산업공학과 부교수
 관심분야: 품질설계, 서비스 품질의 개선 및 관리



오경희

경희대학교 경영학과 학사
 포항공과대학교 산업공학 석사
 현재: 삼성전자 개발혁신센터 연구원
 관심분야: 감성공학, User interface 설계