

자동차 외판 강성의 고객 감성 영향 분석 : 승용차의 후드 및 도어를 중심으로

류태범^{1*} · 김원준² · 진병기² · 윤명환²

¹한밭대학교 산업경영공학과 / ²서울대학교 산업공학과

Effect of Automobile Exterior Panel Stiffness on Customers' Affect : Focused on Hood and Door of Mid-Size Passenger Cars

Taebeum Ryu¹ · Wonjun Kim² · Byungki Jin² · Myung Hwan Yun²

¹Department of Industrial and Management Engineering, Hanbat National University

²Department of Industrial Engineering, Seoul National University

This study attempted to identify the effect of the panel stiffness on the customers' affect, which was not addressed in the research field of affective engineering. For this, this study derived four affects related to the panel stiffness from literature and pre-experiment : hardness, deform consistency, thickness and satisfaction and prepared a questionnaire to evaluate the affects of the panel. In the experiment, 54 adults in the age of 20~50 participated and evaluated the affects of hood, front and rear door for nine full size and luxury sedans by pressing the panels with their hands. As results, participants' affect for the panels were significantly different depending on the force-deflection curves of them, and the subjects' satisfaction of the panels increased as the slope of the curve (stiffness) increases. In addition, it was found that the subjects evaluated the panel with the pressing force up to 14kgf. The findings of the study can be used to increase and control the affective quality of exterior panels on passenger cars.

Keywords: Affective Quality, Exterior Panels, Passenger Cars, Force-Deflection Curve

1. 서 론

제품 개발에서 고객 감성의 고려는 제품 성공에 매우 중요하다고 알려져 있다. 고객은 제품을 선택할 때 인지적, 감성적 요인들에 영향을 받는데, 인지/수행적 요인은 제품의 기능과 사용성 등을 감성적 요인은 미감, 이미지 등을 포함한다(Seva and Helander, 2009). 인지/수행적 요인은 제품 설계에 기본적으로 충족되어야 하나, 제품 성공은 이들만으로 충분하지 않으며 정량화하기 힘든 감성적 요인이 필요하다(Mondragón *et al.*, 2005; Norman, 2004). 특히, 제품이 성숙기에 이른 경쟁이 심한 시장에서 기능성과 사용성은 고객에게 당연하게 여지지게 되고(Kano *et al.*, 1984), 제품 성공은 감성적 요인에 결정적 영향을 받는다

(McDonagh *et al.*, 2002; Jung and Lee, 2012).

이와 같은 맥락에서 자동차 시장에서 기능 및 성능뿐만 아니라 감성 측면에 대한 고객의 요구가 높아지고 있다. 자동차 구매에서 연비, 마력, 내구성과 같은 기본적 성능이 여전히 중요하지만, 기능과 성능이 비슷한 차량들 중의 선택은 결국 외관 디자인, 재질 등에서 느껴지는 시각적, 촉각적 느낌이 결정적 역할을 하게 된다(You *et al.*, 2006). 이에 자동차 제조회사들은 고객의 감성을 만족시키기 위해 전통적 기술 품질 검사와 더불어 점차 감성적 품질을 중요시 하고 있고 자동차의 다양한 부분에 대한 감성적 품질 관리를 하고 있다.

자동차의 외판은 자동차 제조사들의 품질 관리 대상의 하나로 제조사와 고객에서 중요하게 인식되고 있다. 고객과의 접촉

* 연락처 : 류태범 교수, 34158 대전광역시 유성구 한밭대로 125 한밭대학교 산업경영공학과, Tel : 042-821-1757, Fax : 042-821-1591,
E-mail : tbryu75@gmail.com

2016년 5월 10일 접수; 2016년 6월 30일 수정본 접수; 2016년 7월 5일 게재 확정.

시에 발생하는 예기치 않거나 과도한 외관의 변형은 저급감을 유발하여, 외관의 견고성은 미국 JD Power의 IQS(initial quality study)의 품질 평가 목록 중 하나이다. 그리고 Park *et al.*(2007)은 자동차 외관 디자인이 점차 중요해지는 상황에서 외관 변형은 외관 디자인에 큰 영향을 미칠 수 있어 대표적 결점이 된다고 하였다. 본 연구의 사전 조사에서도 자동차 구매시 외관 견고함을 고려한다는 의견은 114명으로 그렇지 않다는 의견 50명 보다 두배 이상 많았다.

자동차 외관은 후드(hood), 트렁크(trunk), 지붕(roof), 펜더(fender), 사이드 아우터(side outer)의 여섯 가지로 나뉜다. 그리고 외관은 외부 충격을 견디도록 강해야 하고, 성형하기 쉬워야 하며, 미적으로 아름다워야 한다. 외관 강성의 평가로 충분한 강성 및 외부 충격에 대한 저항은 필수적 품질시험 항목이다(Ekstrand and Asnfi, 1998). 외부 충격을 견디는 강성을 높이기 위해 두꺼운 외관이 요구되지만, 이는 외관의 성형성을 저하시키고 높은 차량 무게로 연비를 떨어뜨리게 된다. 자동차의 외관은 어떤 재질을 선택하는가에 따라 제조원가를 절감할 수 있는 부품으로 자동차 제조사들은 높은 강성과 외부 충격에 견딜 수 있으나 저렴하고 가벼운 페널 개발에 노력하고 있다.

한편, 자동차의 고객 감성을 평가하고 이를 설계에 이용한 감성공학 연구들은 시각/청각/촉각/후각의 다양한 감각의 감성을 다루어 왔으나 외관의 강성과 같이 운동감각에 대한 감성을 다루진 못하였다. 감각기관별 감성공학 연구들의 예로 Jindo and Hirasago(1997)와 Tanoue(1997)은 자동차 내장의 시각적 미감을, Parizet(2008), Poirson(2010) 그리고 Kim *et al.*(2016)은 도어 닫힘 음감과 엔진음을, 그리고 You *et al.*(2006)은 내장재질의 촉감을 평가하였다. 또한 Nagamachi(2001)는 새롭게 출고된 차 내장의 후감을 연구한 바 있다. 자동차 외관의 감성에 대한 연구는 미감 측정 스케일 개발(Chang *et al.*, 2007), 외관 설계의 객관화(Lai *et al.*, 2005), 외관과 다른 부위의 조화(Luo *et al.*, 2012)와 같이 주로 외관 디자인에 초점이 맞추어 졌다.

자동차 외관 강성에 대한 감성과 같이 사용자의 힘과 감성간의 관계는 버튼, 키, 스위치와 같은 콘트롤러를 대상으로 주로 연구되었다. Schutte and Eklund(2005)는 rocker switch의 미는 힘을 포함한 기계적 특성과 촉각적 감성간의 관계를 파악하였다. 그러나 이 연구에서 미는 힘 변수는 정교, 강건과 같은 촉각적 감성에 영향을 주지 못하는 것으로 파악되었다. 반면, 비슷한 스위치로 powered hand tool의 trigger를 연구한 Ayas *et al.*(2011)은 스위치 조작 힘 크기가 감성에 영향을 준다는 결과를 제시하였다. 또한, Cholewiak *et al.*(2008)은 인간이 0.2~3.0 N/mm의 강성도 구간에서 둘 또는 세 개의 수준을 구분하고, 0.1~5.0N 힘 구간에서도 둘 또는 세 개의 수준을 구분한다고 보고하였다. 키보드 관련 연구들은 키보드의 종류(Weir *et al.*, 2004), 반작용 힘 및 누르는 깊이(Kosaka *et al.*, 2005; Lepore *et al.*, 2006)와 타이핑 감성간의 관계를 분석하였다. 그러나 이러한 연구 결과는 자동차 외관에 적용되기 어렵다.

자동차 감성적 품질의 중요성이 높아지는 상황에서 기존 기

계적 측면에서만 평가된 외관 강성은 감성적 품질 향상을 위해 고객 측면에서 평가될 필요가 있다. 국내 자동차 제조사들은 외관의 품질관리를 위해 물리적 강성을 측정하고 사용하여 왔을 뿐, 외관 강성에 대해 고객이 느끼는 감성적 품질을 평가하지 못하였다. 외관의 감성평가는 고객이 외관 강성 평가에 어떤 특성을 보이는지 그리고 감성에 영향을 주는 외관 강성의 특성들은 무엇인지에 대한 정보를 제공하고, 이들은 외관 강성의 설계 및 감성적 품질관리에 유용하게 활용될 수 있을 것이다.

따라서 본 연구는 자동차 외관의 강성과 고객 감성간의 관계를 파악하고자 하였다. 세부적으로 본 연구는 외관 강성이 고객 감성에 영향을 주는지, 고객 감성에 영향을 주는 외관 강성의 특성은 무엇이고 어떤 강성을 선호하는지 파악하고자 하였다. 본 연구의 첫 번째 가설은 외관 강성에 따라 고객의 감성이 다르다는 것으로, 즉, 고객은 외관 강성의 수준 차이를 지각할 수 있고 이에 따라 감성을 평가함을 의미한다. 두 번째 가설은 고객이 약한 강성의 외관에 불만을 갖는다는 본 연구의 조사에 근거하여 고객은 높은 강성의 외관을 선호한다는 것이다. 이를 위해 본 연구는 다양한 강성의 자동차 외관을 대상으로 고객 감성 평가 실험을 수행하고, 실험 데이터를 기반으로 고객 감성과 외관 강성간 관계를 분석하였다.

2. 연구방법

2.1 실험참가자

본 자동차 외관의 감성 평가 실험에 20대부터 50대까지 54명의 남성이 참가하였다. 연령 구간은 Horberry *et al.*(2008)의 운전자 나이 권고를 따라 설정되었다. 주관적 감성 평가는 평가자간 큰 차이를 보이므로 평가자 집단을 가급적 동질화하기 위해 승용차를 6개월 이상 운행하고 있는 남성 운전자만을 모집하였다. 이들은 20대 25명, 30대 17명 그리고 40대 이상 12명

Table 1. Demographics of participant sample

	Category	Count	% of Total ^a
Age	21~30	25	46
	31~40	17	31
	41~60	12	22
	Total	54	100
Job	Student	20	37
	Employee	34	63
DE ^b	0.5 ≤ DE < 1 year	18	33
	1 ≤ DE < 5	27	50
	5 ≤ DE	9	17

^a % rounded to nearest whole number.

^b Drive experience.

의 연령분포를 보이고, 대학생 20명, 직장인 34명의 직업분포를 보이며, 운전경력 6개월 이상 1년미만 18명, 1년 이상 5년미만 27명, 5년 이상 9명의 운전경험 분포를 갖았다(<Table 1> 참조). Barnes *et al.*(2008)는 40명 이상의 인원 수는 안정적인 감성 결과를 도출하는데 충분하다고 하였다.

2.2 평가대상 차종 및 부위

본 실험에서 평가자는 9개 중형 세단의 후드 및 앞과 뒤 도어를 평가하였다. 평가 대상 차종은 실험의 시간과 비용 그리고 평가자의 피로도를 고려할 때 모든 차종을 평가할 수 없어 대중적인 중형 세단으로 한정되었고 평가 외판 부위도 세 곳으로 한정되었다. 평가 대상 차종은 국산차 2종(YF Sonata, K7), 일본차 5종(Camry, Lexus ES 350, Avalon, Maxima, Accord), 미국산 1종(Torus), 유럽산 1종(Insignia)이다. 본 실험의 평가 외판 부위 후드(hood), 앞 도어 그리고 뒷 도어(front and rear door)는 사용자의 접촉이 많다고 연구진에 의해 판단되어 선택되었다.

2.3 외판 강성의 측정 및 강성 변수

외판과 같은 고체의 강성은 일반적으로 인장(압축)강도 측정기기로 측정되는데, 본 실험의 외판 강성은 물체의 형태로 인해 굽힘 강도 측정기기로 측정되고 그 결과로 stress-strain curve와 비슷한 force-deflection graph(이후 외판선도)가 수집된다. 외판의 강성은 측정 위치에 따라 다른데, 중앙부위가 가장 약하고 패널 가장자리(edge)로 갈수록 강해진다. 본 실험은 Ekstrand and Asnafi(1998)와 같이 강성이 가장 낮은 외판의 중앙부위를 측정 위치로 선택하였다. 측정에서 외판에 부과되는 최대 힘은 외판이 원래 상태로 복원되도록 20kgf로 한정하였다.

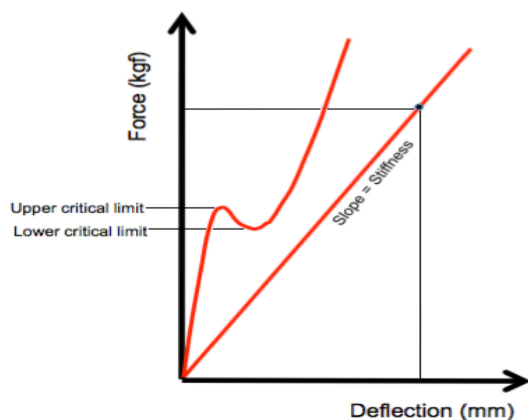


Figure 1. Illustrated force deflection graph of exterior panel

<Figure 1>과 같이 측정된 외판 선도에서 외판의 기계적 성질을 나타내는 두 개의 변수가 도출된다. 첫 변수로 외판의 강성도(stiffness)는 주어진 힘을 변형된 크기로 나눈 기울기(slope)로 정의되고, 이 기울기가 클수록 외판은 높은 강성을

갖게 된다(Ekstrand and Asnafi, 1998). 두 번째 변수와 관련하여 <Figure 1>에서 upper 그리고 lower critical limit은 외판의 변형이 급속히 이루어지는 구간을 나타낸다. 일반적으로 외판 변형이 커질수록 이에 필요한 힘도 증가하는데, upper critical limit이 지나면 이전 보다 적은 힘으로 변형이 이루어지게 된다. 외판을 눌렀을 때 이 구간을 경험한 고객은 외판이 풀렁인다고 표현하고, 자동차 제조사는 이 구간을 캐닝(canning)으로 표현한다. 따라서 둘째 변수는 upper and lower critical limit의 크기로 본 연구는 캐닝 크기라 정의하였다.

2.4 외판 강성의 의미 공간 정의

본 실험의 감성 평가항목은 Jung and Nah(2007)의 한국어 감각어휘 중 촉각평가 어휘와 Han *et al.*(2001)의 감성 분류, 그리고 앞서 스위치 조작 감성 연구인 Schutte and Eklund(2005)와 Ayas *et al.*(2011)에서 외판 강성과 관련된 것으로 수집되었다. 수집된 감성 변수는 7개로 단단함(hardness), 부드러움, 탄력성, 안정감, 불안감, 고급감, 만족감이다. 이들 감성들은 상반되는 형용사 쌍(pair)과 함께 평가 문항으로 작성되었다.

최초 선정된 감성변수는 외판 감성 평가에 적합한지 사전 실험으로 평가되었고, 본 실험에 사용할 최종 감성변수가 선정되었다. 사전 실험에서 10명의 피실험자가 8차종의 후드 및 도어를 무작위 순서로 평가하였다. 평가에 7점 척도의 의미미분법이 사용되었고, 1시간 정도가 소요되었으며, 피실험자는 외판 누름에 따른 피로가 실험을 방해하지 않는다 보고하였다. 사전실험 분석결과, 만족감과 고급감은 서로간의 상관계수(0.94)가 매우 높아 둘 중 하나만 평가될 필요가 있었으므로, 평가 감성들을 종합할 수 있는 만족감(satisfaction)이 선정되었다. 단단함은 외판 강성의 한 특성 변수인 선도 기울기와 직접적 관련이 있어 평가 감성으로 선정되었다. 그러나, 안전성과 불안감은 서로간의 상관계수(0.95)가 매우 높았고, 외판의 안전성이 운전자 또는 보행자에 대한 것인지 의미가 복잡하고 모호하여 평가 감성으로 부적합하였다. 또한 부드러움과 탄력성은 단단한 외판에서 평가하기 힘들고 평가자간 차이가 커 유의수준 0.05에서 외판의 영향이 유의하지 않아 평가 감성으로 부적합하였다. 대신 본 연구는 외판 강성의 다른 특성 변수인 캐닝과 관련있는 변형의 일관성(deform consistency)을 평가 감성으로 선정하였고, 고객들은 외판의 강성을 외판 두께와 연관시켜 언급한다는 점에 착안하여 두께감(thickness)을 평가 감성으로 선정하였다. 따라서 본 실험에서 평가될 감성은 4개로 다음 <Table 2>과 같다.

2.5 외판 강성 평가지의 구성

외판 강성 평가지는 기본 인적사항, 평가 방법 및 시나리오, 평가부위 그리고 평가 문항으로 구성되었다. 기본 인적 사항은 실험참가자의 연령, 직업 그리고 운전경력을 묻는 질문을 포함하였다. 외판 강성 평가 방법으로 손바닥을 이용한 누르기

Table 2. Affects to evaluate exterior panel

Affect	Question	Adjective
Hardness	When you press the panel with your hand, how is it hard to resist external force?	weak-hard
Deform consistency	How is the panel consistently deformed in pressing the panel with your hand?	inconsistent-consistent
Thickness	How thick is the panel in pressing the panel with your hand?	thin-thick
Satisfaction	How satisfied are you in pressing the panel with your hand?	unsatisfied-satisfied

가 사전평가 실험결과 가장 적합하다고 연구진에 의해 판단되었고, 평가자가 주로 사용하는 손의 손바닥으로 3~5회 차에 표시된 부위를 힘껏 눌러 본 후 평가지 문항을 기입하도록 하였다. 평가 상황은 세차나 차에 기대다 차에 표시된 약한 부위를 발견하고 이를 이상하게 여겨 외판 강성을 평가하는 것으로 가정하였다. 평가 방법 및 시나리오의 이의 내용으로 구성되었다. 평가 외판 부위는 차량 그림을 이용하여 표시되었고 평가자가 실제로 눌러야 하는 곳은 차량에 직접 표시되었다. 외판 감성 평가 문항은 <Table 2>을 기반으로 7점 척도의 의미분법을 이용하여 기술되었다. 평가 문항 및 척도의 예는 <Figure 2>와 같다. 이때 Mondragón *et al.*(2005)와 같이 척도 값은 평가자가 편견을 갖지 않도록 모두 양으로 표기되었다.

When you press the panel with your hand, how is it hard to resist an external force?						
Very weak		Neutral			Very hard	
3	2	1	0	1	2	3

Figure 2. Example of evaluation question and scale

2.6 평가 실험 절차

본 외판 감성 평가 실험 절차는 다음과 같다. 먼저 실험참가자들은 실험 목적과 방법을 청취하였고, 평가지를 받은 후, 상세 평가 방법, 문항 그리고 평가 시나리오를 숙지하였다. 평가 차량에 숫자번호가 부착되어, 실험참가자들은 평가지의 숫자에 해당하는 차량을 평가하도록 하였다. 평가지마다 평가 차량 및 문항의 순서는 무작위로 하여 평가 순서에 따른 영향을 배제시키도록 하였다. 손바닥으로 누를 평가 차량 외판의 평가 부위는 스티커로 표시되었다. 또한 실험진행요원을 배치하여 평가시 문의사항을 해결하도록 하였다. 한 차량의 한 외판 부위 평가는 5분 정도 소요되도록, 총 실험 시간은 2시간 이내로 하였다. 모든 차량의 평가가 이루어진 후 실험진행자는 평가지를 확인하였고, 소정의 사례금이 평가자에게 지급되었다.

3. 연구 결과

3.1 외판감성의 주요 요인

먼저 본 연구에서 외판의 감성평가는 연령, 직업, 운전경력

의 기본 인적특성에 유의한 영향을 받지 않았다. 본 연구는 인적특성 요인들에 대해 완전요인설계(full factorial design)를 하지 못하여 차량들의 외판을 피험자 내 요인 그리고 각각의 인적특성을 피험자간 요인으로 설정한 이원 복합설계(two way mixed factor design)로 분산분석을 수행하였고, 그 결과는 <Table 3>와 같다. 후드의 경우, 연령에 따라 외판의 단단함 평가는 유의하게 다르지 않았고($F(3, 50) = 0.48, p = 0.69$), 변형일정함($F(3, 50) = 0.44, p = 0.72$), 두께감($F(3, 50) = 0.84, p = 0.48$), 그리고 만족감($F(3, 50) = 0.06, p = 0.98$)도 같은 결과를 보였다. 또한 연령과 외판의 교호작용은 단단함($F(24, 400) = 0.98, p = 0.49$)에 유의한 영향이 없었고, 변형일정함($F(24, 400) = 0.94, p = 0.54$), 두께감($F(24, 400) = 0.86, p = 0.66$), 만족감($F(24, 400) = 0.63, p = 0.91$)과 외판과의 교호작용도 같은 결과를 보였다. 나머지 인적특성의 영향도 마찬가지로 후드 평가에서 직업, 운전경력의 영향 및 외판과의 교호작용도 모두 유의하지 않았고 이는 앞과 뒤 도어 평가에서도 같았다.

반면, 실험 데이터에서 외판이 감성평가에 주는 영향은 통계적으로 유의하였다. 기본 인적사항 변수들의 영향이 유의하지 않아 외판을 통제 요인으로 한 일원 반복설계(repeated measure) 또는 피험자내 요인 설계의 분산분석 결과, 외판은 모든 감성변수에 유의한 영향을 주었다(<Table 4> 참조). 후드의 경우, 외판의 영향은 단단함($F(8, 423) = 19.61, p < 0.0001$), 변형일정함($F(8, 423) = 19.00, p < 0.0001$), 두께감($F(8, 423) = 10.46, p < 0.0001$) 그리고 만족감($F(8, 423) = 19.68, p < 0.0001$)에서 모두 유의하였고, 앞과 뒤 도어의 경우도 그 결과는 같았다. 따라서 외판에 따라 감성이 다르다는 본 연구의 첫 번째 가설은 수용된다 하겠다.

3.2 외판 강성 변수와 감성간의 관계

외판의 감성 수준을 외판 선도와 같이 분석한 결과, 외판 강성 변수와 감성 간의 관계가 파악되었다. 네 가지 감성 변수 중 만족감이 가장 종합적 감성이어서 강성 변수와의 관계 파악에 이용되었다(Choe, 2013). 후드에서 외판에 따른 감성 평가결과의 차이를 SNK(Student Newman Keuls) 분석으로 비교한 결과는 <Figure 3>과 같다. 외판 1번이 유의한 정도로 가장 높게 평가되었고, 다음으로 2, 3, 4, 5번 외판들은 통계적으로 같았고, 그 다음으로 4, 5, 6, 7번도 통계적으로 같았다. 외판 8과 9번은 유의하게 가장 낮게 평가되었다.

<Figure 4>는 외판선도에 <Figure 3>의 만족도 순서를 기입

Table 3. Summary of demographic factor effect on hood affects

Factor	Statistics	Hardness	Consistency	Thickness	Satisfaction
Age	$F(3, 50)$	0.48	0.44	0.84	0.06
	p	0.69	0.72	0.48	0.98
Age×Panel	$F(24, 400)$	0.98	0.94	0.86	0.63
	p	0.49	0.54	0.66	0.91
Job	$F(2, 51)$	1.10	0.05	1.36	0.56
	p	0.34	0.95	0.27	0.57
Job×Panel	$F(16, 408)$	1.30	1.35	0.70	1.10
	p	0.18	0.17	0.79	0.35
DE ^a	$F(3, 50)$	2.80	0.91	2.01	0.78
	p	0.50	0.44	0.12	0.51
DE×Panel	$F(24, 400)$	0.72	1.04	1.67	0.73
	p	0.84	0.42	0.05	0.82

^a DE is driving experience.

Table 4. Summary of panel factor effect

Panel	Statistics	Hardness	Consistency	Thickness	Satisfaction
Hood	$F(8, 423)$	19.61	19.00	10.46	19.68
	p	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001
Front Door	$F(8, 423)$	8.48	6.88	7.51	6.44
	p	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001
Rear Door	$F(8, 423)$	8.47	10.05	10.80	8.87
	p	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001

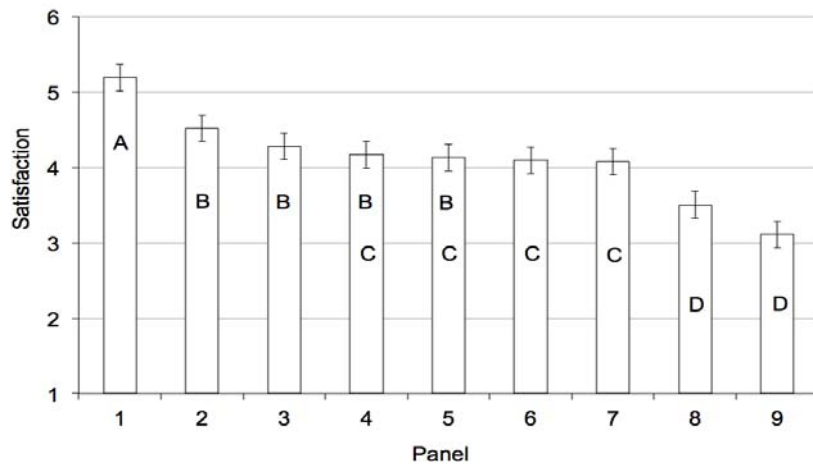


Figure 3. Panel comparison on hood satisfaction(SNK group is denoted by alphabet letter)

한 것이다. 만족도가 가장 큰 외판 1의 선도는 가장 높은 기울기(강성)를 보였고, 가장 낮은 만족도의 외판 9의 선도는 가장 낮은 기울기(강성)와 큰 캐닝을 보였다. 한 그룹으로 묶인 2, 3, 4, 5와 4, 5, 6, 7 외판들은 초반 선도 기울기는 낮으나 중반 이후 선도 기울기는 높은 2, 3번 외판, 초반 기울기는 높으나 중반 이후 기울기가 낮아지는 4, 5번 외판, 그리고 중반까지 기울기

는 낮지만 후반 기울기가 비교적 높은 6, 7번으로 나뉘어 진다. 또한 전체 기울기가 비슷한 7과 8 외판 중 7번은 중반 전과 후의 선도 기울기는 큰 차이를 보인다. 이와 같은 분석에서 후드 만족도는 선도 기울기가 높을수록 높아지나, 캐닝은 만족도에 부정적인 영향을 보였고, 초반 선도 기울기와 중반 이후 기울기의 만족도에 대한 영향이 다른 결과를 보였다. 따라서 후드

에서 고객은 강성이 높은 외판을 선호한다는 본 연구의 두 번째 가설은 수용된다 하겠다. 또한 본 연구는 초반 기울기와 중반 이후 기울기가 만족도에 주는 영향은 다르다는 가설 3을 설정하였다.

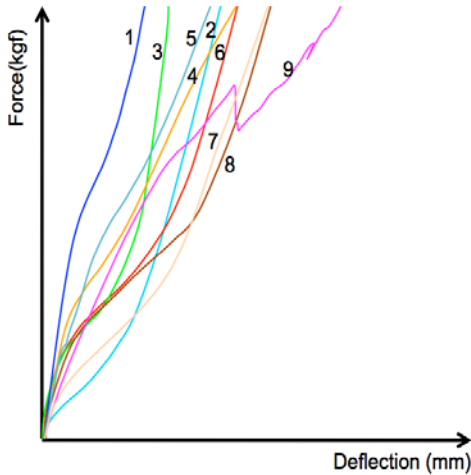


Figure 4. Force-deflection graph of hood panels with panel number in <Figure 3>

앞 도어에서 외판에 따른 감성 평가결과의 차이를 SNK (Student Newman Keuls) 분석으로 비교한 결과는 <Figure 5>와 같다. 외판 1번이 유의한 정도로 가장 높게 평가되었고, 다음으로 2, 3, 4, 5, 6 그리고 7번이 통계적으로 같은 그룹이었으며, 외판 3, 4, 5, 6, 7 그리고 8은 같은 그룹, 5, 6, 7, 8 그리고 9도 같은 그룹이었다.

<Figure 6>는 외판선도에 <Figure 5>의 만족도 순서를 기입한 것이다. 만족도가 유의하게 가장 큰 외판 1의 선도는 14kgf 힘 이전에 가장 높은 기울기를 보이나, 그 이후 기울기가 급격히 낮아져, 전체적 기울기는 가장 낮다. 이의 특징으로 평가자들이 외판을 0~14kgf 힘으로 평가한다는 가설 4가 설정되었다. 통계적 같은 만족도 그룹의 외판 2~7은 비슷한 선도 기울기를

보였고, 그룹 8과 9는 이전 그룹보다 낮은 중반 기울기를 갖는 특징이 있었다. 다만, 외판 7의 선도에 캐닝이 발생하였지만 그 크기가 0.5kgf 이하로 작았다. 이의 특징으로 평가자들은 작은 캐닝을 지각하지 못한다는 가설 5가 설정되었다. 앞 도어에서도 고객은 강성이 높은 외판을 선호한다는 본 연구의 두 번째 가설은 수용된다.

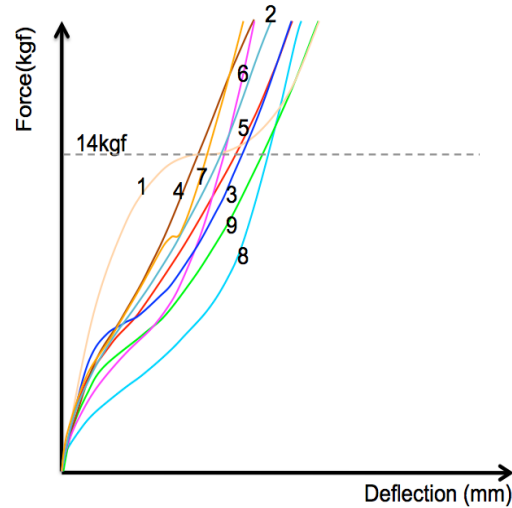


Figure 6. Force-deflection graph of front door panels with panel number in <Figure 5>

뒤 도어에서 외판에 따른 감성 평가결과의 차이를 SNK(Student Newman Keuls) 분석으로 비교한 결과는 <Figure 7>과 같다. 외판 1~6이 통계적으로 같은 만족도를 보이고, 통계적으로 같게 묶인 외판 7~9보다 높게 평가되었다. <Figure 8>는 외판 선도에 <Figure 7> 만족도 순서를 기입한 것이다. 같은 그룹인 외판 1~6 중 3과 6은 14kgf 힘 이후 큰 캐닝을 갖으나 만족도에서 높게 평가되었다. 이의 특징은 평가자들이 외판을 0~14kgf 힘으로 평가한다는 가설 4을 지원한다. 또한 외판 7~9의 그룹은 14kgf까지의 기울기가 외판 1~6보다 구분되게 작은 특징을

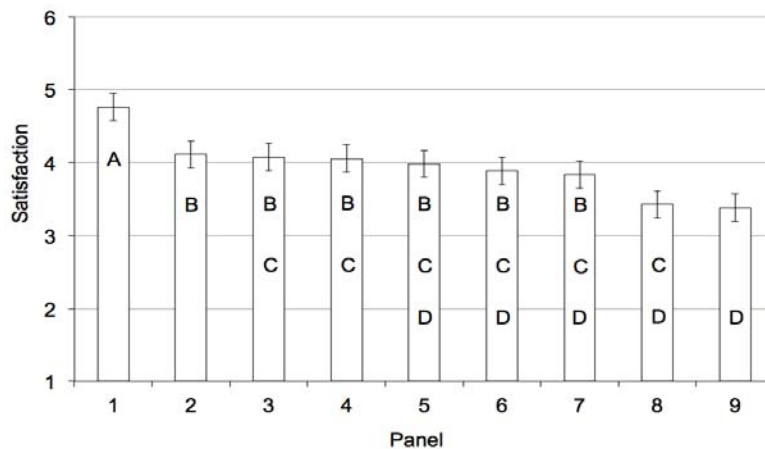


Figure 5. Panel comparison on front door satisfaction(SNK group is denoted by alphabet letter)

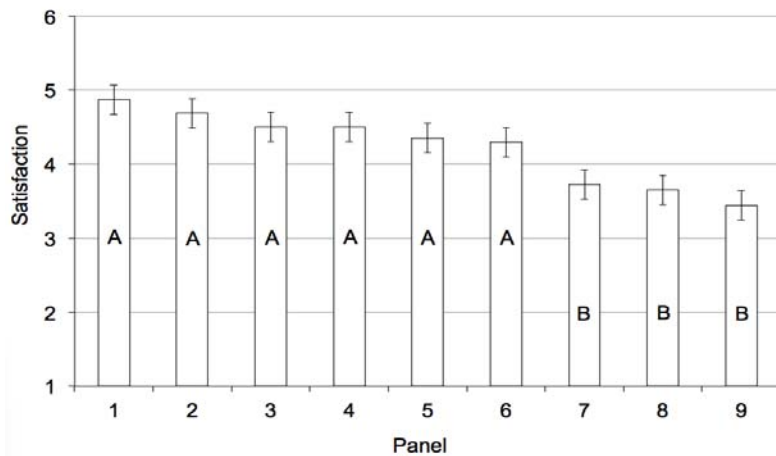


Figure 7. Panel comparison on rear door satisfaction(SNK group is denoted by alphabet letter)

보였다. 뒤 도어에서도 고객은 강성이 높은 외판을 선호한다는 본 연구의 두 번째 가설은 수용된다.

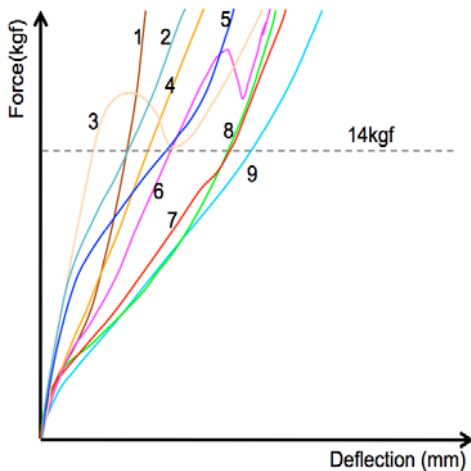


Figure 8. Force-deflection graph of front door panels with panel number in <Figure 7>

외판 강성과 감성변수간 관계 파악에서 도출된 가설 3~5를 검증하고, 가설의 관련 변수의 영향을 파악하기 위해 회귀 모델이 개발되었다. 후드, 앞 도어 그리고 뒤 도어의 만족도와 감성변수간 관계에서 도출된 가설 3은 전반 기울기와 후반의 기울기의 만족도에 대한 영향이 다르다는 것이다. 가설 4는 고객은 외판을 0~14kgf 힘으로 평가하여 14kgf의 기울기가 높을 수록 만족도는 높아진다 이고, 가설 5는 캐닝은 부정적 영향이 있으나 작은 캐닝은 고객이 지각하지 못한다는 것이다. 이들 가설들을 검증하고 가설에서 도출된 변수의 영향을 정량적으로 파악하기 위해 회귀 분석이 이용되었다. 이때 전반과 후반 기울기는 14kgf의 이분점인 7kgf를 기준으로 0~7kgf과 7~14kgf의 구간 기울기로 정의되었다. 다만, 캐닝은 평가자가 외판을 평가하는 힘 구간 0~14kgf에서 발생하는 경우가 하나로 데이터가 부족하여 가설 5는 검증에서 제외되었다.

후드, 앞 그리고 뒤 도어의 만족도 회귀 모델 개발 결과 (<Table 5> 참조), 가설 3과 4가 일부 수용됨이 확인되었다. 후드에서 가설 3은 이와 관련된 전반과 후반 기울기를 입력변수로 한 만족도 모델이 가장 높은 설명력(70%)을 보여 수용될 수 있었다. 그러나 가설 4는 이와 관련된 14kgf 기울기 모델이 전체기울기(20kgf 기울기) 모델(67%) 보다 낮은 설명력(53%)을 보여 성립되지 않았다. 후드에서 가설 3의 전반과 후반 기울기가 만족도에 주는 영향을 표준 계수(standardized coefficient)로 계산하면 45%와 55%, 비표준화 계수의 경우 약 25%과 75%으로 후반 기울기의 영향이 컸다. 반면, 앞 도어에서 가설 4는 14kgf 기울기 모델의 설명력이 73%으로 높아 수용되었고, 가설 3의 전반과 후반 기울기 모델도 전 모델과 비슷한 설명력(70%)을 보여 수용될 수 있었다. 뒤 도어에서 14kgf 기울기 모델은 가장 높은 설명력(55%)을 보였고, 전반과 후반 기울기 모델은 전체기울기 모델(46%)과 비슷한 설명력(48%)을 보여, 가설 4만 수용되었다. 세 부위 데이터를 모두합한 경우, 가설 4의 14kgf 모델과 가설 3의 전반과 후반 기울기 모델이 전체 기울기 모델(41%)보다 높은 설명력(55%, 57%)을 보여 가설 3과 4는 수용되었고, 후반 기울기의 비표준화 계수(0.17)가 전반 기울기(0.15)보다 높아 후반 기울기의 영향이 크을 볼 수 있었다.

4. 토의 및 결론

본 연구에서 고객은 외판의 강성 정도를 분별하고 이에 따라 외판의 감성 수준을 평가할 수 있음이 파악되었다. 분석결과 외판은 고객의 감성에 유의한 영향을 주는 것으로 파악되었고, 또한 외판 강성을 나타내는 외판선도 기울기는 고객감성과 매우 높은 양의 관계를 갖고 있었다. 이는 평가자들은 외판을 손바닥으로 눌러 외판의 강성의 정도를 충분히 지각하고 이를 근거로 감성을 평가하였다는 것을 나타낸다. 따라서 외판 강성이 고객 감성에 영향을 준다는 가설 1은 본 실험 결과 수용된다 하겠다. 스위치류에서 조작힘에 대한 감성공학적 접근이

Table 5. Satisfaction regression model

Panel	Predict variable	Adj-R ²	Standardized Coefficient	t	p
Hood	Slope in 0~20kgf	0.67	0.84	4.13	0.004
	Slope in 0~14kgf	0.53	0.77	3.16	0.02
	Slope in 0~7kgf	0.70	0.52	2.64	0.04
	Slope in 7~14kgf		0.65	3.29	0.02
Front Door	Slope in 0~20kgf	0.05	-0.05	-0.14	0.89
	Slope in 0~14kgf	0.73	0.87	4.71	0.002
	Slope in 0~7kgf	0.70	0.88	4.49	0.004
	Slope in 7~14kgf		-0.42	-2.17	0.84
Rear Door	Slope in 0~20kgf	0.46	0.73	2.84	0.03
	Slope in 0~14kgf	0.52	0.76	3.10	0.02
	Slope in 0~7kgf	0.48	0.43	1.41	0.21
	Slope in 7~14kgf		0.46	1.52	0.18
Total	Slope in 0~20kgf	0.41	0.66	4.42	<0.001
	Slope in 0~14kgf	0.55	0.76	5.80	<0.001
	Slope in 0~7kgf	0.57	0.59	4.38	<0.001
	Slope in 7~14kgf		0.36	2.66	0.01

이루어진 바 있으나(Schutte and Eklund, 2005; Ayas *et al.*, 2011), 본 연구는 제품의 외형적 단단함을 평가하는 힘에 대해 감성공학적 시도를 하였고 이의 접근이 가능함을 밝혔다는 점에서 의의를 갖는다.

본 연구에서 고객의 감성은 연령, 직업, 운전경력에 따라 다르지 않았는데, 이는 평가 대상이 물체 강성으로 단순하고 감각적이어서 개인적 경험에 따른 차이가 없었던 것으로 사료된다. Norman(2004)은 감성을 그 수준에 따라 감각에 의해 빠르게 발생하는 본능적, 인지에 의해 나타나는 행동적 그리고 복잡한 사고에 따라 발생하는 회고적 감성으로 분류하였다. 외판 강성의 고객 감성은 물체의 단단함과 변형의 느낌으로 감각적 수준에서 평가 가능하다(Choe, 2013). 따라서 본 연구는 외판 강성만을 평가 대상으로 하여 단순하고 감각적 수준에서 평가 가능하여 행동적 그리고 회고적 감성과 달리 개인 경험의 차이가 감성 평가에 큰 영향을 주었다고 보기 힘들다. 하지만 감성 분류별 개인적 경험이 어떠한 영향을 미치는지에 대한 보다 많은 연구가 필요할 것이다.

본 연구에서 외판 강성변수와 감성간의 관계 분석은 만족도에서만 이루어졌으나, 본 평가의 다른 감성과 강성변수간의 관계도 만족도에서의 결과와 같을 것으로 사료된다. 본 감성 평가는 단단함, 변형 일정함, 두께감 그리고 만족도를 평가하였는데, 평가의 내적일관성을 나타내는 Cronbach's alpha는 후드, 앞 도어문 그리고 뒤 도어의 경우 각각 0.92, 0.94, 0.94로 매우 높았다. 이는 네 개의 감성이 서로 비슷한 경향으로 평가됨을 의미하는 것으로, 만족도와 다른 감성간 높은 상관관계가 있음을 알 수 있다. 따라서 외판의 강성변수와 만족도 간의 관계는 다른 감성에서도 같을 것으로 예상할 수 있다. 다른 감성과 외판 강성변수와 실제 분석한 결과, 일반적으로 감성 수준

은 외판 선도 기울기와 양의 관계에, 캐닝과는 음의 관계에 있음이 확인되었으나, 상세결과는 지면 관계상 생략되었다.

본 연구는 평가자가 외판을 평균적으로 최대 14kgf 정도의 힘으로 평가하는 것으로 추정하였다. 평가자 만족도 수준과 외판 선도의 비교에서 평가자는 14kgf 이후에 발생하는 큰 캐닝을 감성평가에 고려하지 않는 것으로 분석되었고 이로 미루어 14kgf 이상의 캐닝을 느끼지 못한 것으로 사료된다. 또한 외판 선도의 전체 기울기와 14kgf의 기울기로 만족도 회귀모형을 개발한 결과 후자 모델의 설명력이 전자 보다 4~7% 더 높았다. Snook(Sanders and McCormick(1992)에서 인용)은 인간의 밀기 중량 한계를 제시하였는데, 여기서 본 실험과 비슷한 밀기 주기(5분)에서 수용할 수 있는 남성 최대 중량은 15kg이었다. 또한 Tanaka *et al.*(2011)의 연구에서 인간의 최대 미는 힘은 20kgf 정도이나, 여러 번 외판을 밀어야 하는 본 실험의 특성상 평가자는 최대 힘을 사용했으리라 보기 힘들다. 본 연구의 외판 평가 힘의 한계에 대한 추가 연구가 필요하나, 이것이 수용된다면 외판 평가의 하중 구간이 줄어들어 외판 강성의 설계 및 품질관리가 보다 용이해질 것이다.

본 연구는 고객이 높은 강성의 외판을 선호한다는 일반적 생각을 실험적으로 확인하였고, 특히 초기 하중에 대한 강성보다 후반 강성이 높은 외판을 선호한다고 생각한다. 평가자 만족도 수준과 외판 선도 비교에서 외판 강성을 나타내는 선도의 기울기가 높을수록 외판 만족도는 높아짐이 확인되었고, 선도 기울기는 만족도 모델을 설명하는 유의한 변수였다. 외판의 높은 강성은 평가자에게 단단한 느낌을 주고 이는 외판이 두껍다는 인상을 유도하여 높은 만족감을 갖게 하는 것으로 판단된다. 특히, 외판 평가 초반의 적은 하중에 대한 강성보다 중반 이후의 하중에 대한 강성이 감성에 큰 영향을 미침은

후드 만족감 모델에서 확인되었다. 이는 고객은 초기의 적은 힘으로 변형이 되어도 중반이후 큰 힘으로는 더이상 변형이 되지 않는 외판을 선호함을 의미한다. 그러나 이의 경향은 앞도어에서는 나타나지 않아 보다 많은 사례를 이용한 검증이 필요하다.

본 연구는 외판 선도의 캐닝이 고객 감성에 부정적 영향을 줄 것으로 가정하였으나, 이를 검증하지 못하였다. 외판의 캐닝 발생은 외부힘에 의해 어느 순간 외판이 급격히 변형됨을 의미하므로 이는 고객감성에 부정적 영향을 줄 것이다. 본 연구는 후드에서 캐닝이 발생한 경우 외판의 만족도가 낮음을 일부 확인하였으나, 14kgf 이하에서 발생하는 외판 캐닝 사례의 부족으로 캐닝의 영향에 대한 정량적 분석을 하지 못하였다. 캐닝만 다른 비슷한 선도가 있을 경우 이를 분석할 수 있으나, 본 연구는 실험계획에서 요구하는 외판을 제작하기는 어려웠다. 따라서 본 연구는 캐닝의 영향을 다른 외판 부위 및 차종에서 해당 사례를 수집하여 분석할 계획이다.

본 실험은 실차 대상의 외판 평가로 차량 브랜드의 외부 요인을 배제하지 못한 한계를 갖는다. 평가 차량들은 대중에게 널리 알려져 평가자들은 차량의 외형으로 쉽게 브랜드와 차종을 알 수 있었고, 심볼의 가림으로 이를 숨길 수 없었다. 또한 실차를 대상으로 한 평가가 보다 본 연구의 상황에 보다 적합하였다. 다만, 본 연구는 평가자에게 외판의 강성에 집중하여 감성을 평가하도록 지시하여 차량 브랜드의 영향을 줄이려 하였다. 실험 데이터의 분석 결과, 본 연구의 가정과 같이 외판 선도 기술기와 캐닝이 감성의 차이를 설명하는데 충분하여, 브랜드의 영향이 크지 않았음을 유추할 수 있다.

본 연구의 분석은 의미 미분 평가 척도를 구간 척도 이상으로 가정하여 이루어졌다. 평가 척도를 순서 척도로 볼 것인지 또는 구간 척도 이상으로 볼 것인지에 대한 오랜 논의가 있었다(Warnock *et al.*, 2006). 하지만 본 연구는 평가 척도를 순서척도로 가정하였을 경우의 정보 손실과 분석 제약이 크다는 Rea and Parker(2005)에 근거하여 평가 척도를 구간척도 이상으로 가정하여 모수 통계 분석을 이용하였다.

본 연구는 중형 세단의 후드, 앞 도어 그리고 뒤 도어 만을 평가하였으나, 추후 다른 차종 및 부위 외판에서도 감성과 외판 선도간에 같은 결과가 나타나는지 확인할 필요가 있다. 본 연구에서 확인된 관계가 차종에 따라 또는 웬더, 트렁크, 쿼터 패널 그리고 지붕의 부위에 따라 다르게 나타나는지 검증할 추후 연구가 필요하다. 또한 다양한 차종 및 부위의 외판에서 보다 많은 캐닝의 사례를 발견한다면 캐닝의 영향도 밝힐 수 있을 것이다. 그리고 본 연구는 외판 감성을 문헌조사와 사전 연구를 통해 단단함, 변형일정함, 두께감 그리고 만족감으로 평가하였는데, 보다 많은 어휘 수집과 이에 대한 탐험적 및 확증적 요인 분석으로 외판의 감성 구조에 대한 추후 연구도 필요하다.

결론적으로, 본 연구는 기존 자동차 감성공학이 아직 다루지 않았던 외판 강성이 고객 감성에 미치는 영향을 알아보고자 하였다. 연구결과, 평가자가 외판을 약 14kgf까지의 힘으로

평가한다는 것이 발견되었고, 외판의 감성은 외판 선도에 유의한 영향을 받았으며, 외판의 강성, 즉 외판 선도의 기울기가 커질수록 고객이 만족하였다. 본 연구는 고객의 제품 사용에 따른 시각, 청각 등의 오감 평가뿐만 아니라 힘의 감각 평가에도 감성공학이 활용될 수 있음을 보였다는 점에서 의의를 갖는다. 또한 이는 감성공학이 오감에서 운동감감으로 확장될 수 있는 가능성을 보여준다.

참고문헌

- Ayas, E., Eklund, J., and Ishihara, S. (2001), Kansei/Affective engineering applied to triggers in powered hand tools, In Nagamachi M. (Ed.), *Kansei/affective engineering*, CRC, Boca Raton, FL.
- Barnes C. J., Childs T. H. C., Henson B., and Lillford, S. P. (2008), Kansei engineering tool kit for the packaging industry, *The TQM Journal*, **20**, 372-388.
- Chang, H. C., Lai, H. H., and Chang, Y. M. (2007), A measurement scale for evaluating the attractiveness of a passenger car form aimed at young consumers, *International Journal of Industrial Ergonomics*, **37**(1), 21-30.
- Choe, J. (2013), How can we approach the affective quality? : A study on the affective response and structural approach to the affective quality, *Journal of Korean Institute of Industrial Engineers*, **39**(1), 73-77.
- Cholewiak, S. A., Tan, H. Z., and Ebert, D. S. (2008), Haptic identification of stiffness and force magnitude, *Symposium on Haptic Interface for Virtual Environment and Teleoperator Systems*, 87-91.
- Demirbelek, O. and Sener, B. (2003), Product design, semantics and emotional response, *Ergonomics*, **46**, 1346-1360.
- Desmet, P. M. A. (2003), A multilayered model of product emotions, *The Design Journal*, **6**, 4-13.
- Ekstrand, G. and Asnafi, N. (1998), On testing of the stiffness and the dent resistance of autobody panels, *Materials and Design*, **19**(4), 145-156.
- Han, S. H., Yun, M. H., Kwahk, J., and Hong, S. W. (2001), Usability of consumer electronic products, *International Journal of Industrial Ergonomics*, **28**(3), 143-151.
- Horberry, T., Stevens, A., Burnett, G., Cotter, S., and Robbins, R. (2008), Assessing the visual demand from in-vehicle information systems by means of the occlusion technique : the effects of participant age, *IET Intelligent Transport System*, 170-177.
- Jordan, P. W. (1998), Human factors for pleasure in product use, *Applied Ergonomics*, **29**, 25-33.
- Jindo, T. and Hirasago, K. (1997), Application studies to car interior of Kansei engineering, *International Journal of Industrial Ergonomics*, **19**(2), 105-114.
- Jordan P. W. (2000), *Designing pleasurable products*, Taylor and Francis, London.
- Jung, H. and Nah, K. (2007), A Study on the Meaning of Sensibility and Vocabulary System for Sensibility Evaluation, *Journal of the Ergonomics Society of Korea*, **26**(3), 17-25.
- Jung, K. and Lee, S. (2012), Development of a Multiple Response Surface Method Considering Bias and Variance of Desirability Functions, *Journal of the Korean Institute of Industrial Engineers*, **38**(1), 25-30.
- Kano N., Seraku N., Takahashi F., and Tsuji S. (1984), Attractive quality and must-be quality, *Journal of Japanese Society Quality Control*, **14**, 39-44.
- Kim, J. (2004), Optimization Design of Outer Panel, *Proceeding of the Korean Society of Automotive Engineers*, 754-758.

- Kim, T. H., Cho, J. H., Cho, W. H., Lee, M. S., and Choi, H. K. (2016), An Investigation into the measured values of driver's subjective and objective sensibility response stimulated by different car noises, *Journal of the Korean Institute of Industrial Engineers*, **42**(1), 73-79.
- Kosaka, H., Serizawa, K., and Watanabe, K. A. (1993), Universal keyboard switch for a felling test, *IEEE Workshop on Robot and Human Communication*, 225-230.
- Lai, H. H., Chang, Y. M., and Chang, H. C. (2005), A robust design approach for enhancing the feeling quality of a product : a car profile case study, *International Journal of Industrial Ergonomics*, **35**(5), 445-460.
- Lepore, D. W. and Williamson, R. A. (2006), Switches. Pushbuttons, Keyboards, In Lipták, B. G.(Ed.), *Instrument engineers' handbook : Process control and optimization*, CRC, Boca Raton, FL.
- Liu, L., Sawada, T., and Sakamoto, M. (2000), Evaluation of the surface deflections in pressed automobile panels by an optical refraction method, *Journal of Material Processing Technology*, **103**(2), 280-287.
- Luo, S. J., Fu, Y. T., and Zhou, Y. X. (2012), Perceptual matching of shape design style between wheel hub and car type, *International Journal of Industrial Ergonomics*, **42**(1), 90-102.
- McDonagh, D., Bruseberg, A., and Haslam, C. (2002), Visual product evaluation : exploring users' emotional relationships with products, *Applied Ergonomics*, **33**, 231-240.
- Mondragón, S., Company, P., and Vergara, M. (2005), Semantic Differential applied to the evaluation of machine tool design, *International Journal of Industrial Ergonomics*, **35**(11), 1021-1029.
- Nagamachi, M. (2001), Thinking way of Kansei engineering and its application to a cosmetic product development, *Fragrance Journal*, **4**, 19-28.
- Norman, D. A. (2004), *Emotional design*, Basic Books, New York.
- Osaka, H., Nishitani, H., and Watanabe, K. (2005), Estimation of reaction force of a keyboard switch based on Kansei information using neural networks, *Proceedings of IEEE Networking, Sensing and Control*, 225-230.
- Parizet, E., Guyader, E., and Nosulenko, V. (2008), Analysis of car door closing sound quality, *Applied Acoustics*, **69**(1), 12-22.
- Park, C. D., Chung, W. J., and Kim, B. M. (2007), A numerical and experimental study of surface deflections in automobile exterior panels, *Journal of Materials Processing Technology*, **187**, 99-102.
- Poirson, E., Petiot, J. F., and Richard, F. (2010), A method for perceptual evaluation of products by naive subjects : Application to car engine sounds, *International Journal of Industrial Ergonomics*, **40**(5), 504-516.
- Qian, W., Hsieh, L., and Seliger, G. (1996), On the Optimization of Automobile Panel Fitting, *Proceeding of the IEEE International Conference on Robotics and Automation*, 1268-1274.
- Rea, L. M. and Parker, R. A. (2005), *Designing and conducting survey research : a comprehensive guide*, Josses-Bass, San Francisco, CA.
- Sanders, M. S. and McCormick, E. J. (1992), *Human factors in engineering and design*, McGraw-Hills, Singapore.
- Schütte, S. and Eklund, J. (2005), Design of rocker switches for work-vehicles-an application of Kansei Engineering, *Applied Ergonomics*, **36**(5), 557-567.
- Seva, R. R. and Helander, M. G. (2009), The influence of cellular phone attributes on users' affective experiences : A cultural comparison, *International Journal of Industrial Ergonomics*, **39**(2), 341-346.
- Tanaka, H., Higuchi, M., and Hisamoto, S. (2011), Comfortable pushing/pulling force exertion for the design of consumer products, *International Conference on Biometrics and Kansei Engineering*, 87-90.
- Tanoue, C., Ishizaka, K., and Nagamachi, M. (1997), Kansei Engineering : A study on perception of vehicle interior image, *International Journal of Industrial Ergonomics*, **19**(2), 115-128.
- Warnock, A., Shumaker, A., and Delwiche, J. (2006), Consideration of Thurstonian scaling of ratings data, *Food Quality and Preference*, **17**, 556-561.
- Weir, D., Buttolo, P., Peshkin, M. J., Colgate, E., Rankin, J., and Johnston, M. (2004), Switch characterization and the haptic profile, *12th Haptic Symposium on Haptic Interfaces for Virtual Environment and Teleoperator System*, 354-358.
- You, H., Ryu, T., Oh, K., Yun, M., and Kim, K. (2006), Development of satisfaction models for passenger car interior materials, *International Journal of Industrial Ergonomics*, **36**(4), 323-330.