

Evaluation of Perceived Exertion and Satisfaction in Opening and Closing Tailgates of Sport Utility Vehicles

Byungchang Son* · Taebeum Ryu**†

*Department of Rehabilitation Technology, Korea Nazarene University

**Department of Industrial and Management Engineering, Hanbat National University

스포츠 유틸리티 차량의 테일게이트 개폐 불편도와 만족도 평가

손병창* · 류태범**†

*나사렛대학교 재활공학과

**한밭대학교 산업경영공학과

The difficulties in opening and closing a sport utility vehicle (SUV) tailgate is important aspect of JD (James David) power's Initial Quality Survey (IQS) assessment, and affective quality has a big impact on the the success of thesesdays products. The purpose of this study is to evaluate the perceived difficulty and satisfaction of customers by the opening and closing of the tailgate and to grasp the relationship between them and the opening and closing reaction force. The mechanical force required to open and close 42 domestic and overseas SUV tailgates was measured with the help of an auto company. In the experiment, 100 male drivers in their 20s to 50s evaluated perceived difficulty and satisfaction with opening and closing the tailgate. The results of the analysis showed that perceived difficulty and satisfaction were statistically different depending on the vehicle, but did not depend on the personal characteristics of the participants. The perceived difficulty and satisfaction regression model of tailgate opening and closing was developed by mechanical force variables and had a relatively high adjusted R^2 ranging from 0.62 to 0.73. The models showed that the the initial close and open force, the difference between initial and maximum close force and the difference between initial and auto-fall angle should be small for the low perceived exertion and high satisfaction. In addition, the correlation analysis between IQS score of tailages and perceived difficulty and satisfaction showed that the IQS scores were more related to the perceived difficulty and satisfaction of closing than those of opening. The results of the study will be helpful to design and test mechanical open and close structure of SUV tailgates.

Keywords : Affective Satisfaction, Tailgates, IQS, Borg's Scale, Force Graph

1. 서론

제품 개발에서 고객의 감성적 만족은 제품 성공에 필

수 요건이 되었다. 고객의 제품 선택은 인지적 그리고 감성적 요인들에 영향을 받는데, 인지/수행적 요인은 제품의 기능과 사용성 등을, 감성적 요인은 미감, 이미지 등을 포함한다[29]. 인지/수행적 요인은 제품 설계에 기본적으로 충족되어야 하는 것이나, 제품 성공은 이들 만으로 충분하지 않으며 정량화하기 힘든 감성적 요인의 고

Received 24 November 2016; Finally Revised 31 January 2017;
Accepted 1 February 2017

† Corresponding Author : tbryu75@gmail.com

려가 필요하다[20, 24, 26]. 특히, 제품이 성숙기에 이르러 경쟁이 심한 시장에서 기능성과 사용성은 고객에게 당연하게 여지지게 되므로[18], 제품 성공은 감성적 요인에 결정적 영향을 받는다[9, 17, 23].

이와 같은 맥락에서 자동차 시장에서 기능 및 성능뿐만 아니라 감성 측면에 대한 고객의 눈높이가 높아지고 있다. 자동차 구매에서 연비, 마력, 내구성과 같은 기본적인 성능이 여전히 중요하지만, 기능과 성능이 비슷한 차량들 중의 구매 선택에서 결국 외내장의 디자인, 재질 등에서 느껴지는 시각적 미감과, 청각적 그리고 촉각적 고급감이 결정적 역할을 하게 된다[32]. 이에 자동차 제조사들은 고객의 감성을 만족시키기 위해 점차 감성품질을 중요시 하고 있고 자동차의 다양한 부분에 대한 감성품질 향상에 노력하고 있다.

테일게이트 개폐에 따른 불편도는 자동차 품질 평가의 한 요소로 고객과 제조사에게 중요하게 인식되고 있다. 차소유자의 90일 간 사용 경험을 조사하여 차량 100대 당 문제점 수를 보고하는 JD Power의 초기 품질 조사(initial quality study, IQS)는 테일게이트 개폐를 8개의 카테고리 중 외장에 속한 평가 항목으로 포함하고 있다. 테일게이트는 개폐의 어려움, 범퍼와의 마찰, 소음 발생 등의 사용 문제를 종종 발생시키며, 이는 고객 차량의 품질 인식에 부정적인 영향을 초래한다[8]. 본 연구가 44명의 SUV 사용자에게 사전적으로 수행한 테일게이트 요구사항 조사에서도 가볍고 쉬운 개폐에 대한 요구가 전체의 약 43%로 가장 많은 비율을 나타내어 개폐의 불편도가 중요한 요소로 파악되었다. 이에 자동차 제조사들은 테일게이트 개폐 품질 관리에 노력하고 있고, 한 예로 테일게이트를 복합 소재로 하여 경량화하는 노력을 기울이고 있다[15]. 그러나 국내 제조사들은 현재 테일게이트 개폐 품질관리 측면에서 기계적 개폐 반력을 측정하고 관리하는 수준에 머물러 있다.

한편, 자동차의 고객 감성을 평가하고 이를 설계에 이용한 감성공학 연구들은 시각, 청각, 촉각 그리고 후각의 다양한 감각의 감성을 다루어 왔으나 테일게이트 개폐와 같이 제품 조작력에 대한 감성을 다루진 못하였다. 감각 기관별 감성공학 연구들의 예로 Jindo and Hirasago[16]와 Tanoue et al.[30]은 자동차 내장(interior)의 시각적 미감을, Parizet et al.[27]는 도어 닫힘 음감과 엔진음을, 그리고 You et al.[32]은 내장 재질의 촉감을 평가하였다. 또한 Nagamachi[25]는 새차의 내장 후감을 연구한 바 있다. 그러나, 테일게이트 개폐와 같이 고객의 힘 사용과 관련된 운동감각에 관심을 둔 연구는 거의 없는 형편이다.

인체의 육체적 노력에 대한 지각된 힘듦 또는 불편도는 인간공학, 스포츠 운동 심리학, 생리학의 오랜 관심대상이다. 이에 대한 대표적 측정 방법은 Borg's RPE(rating

of perceived exertion)와 CR10(category scale with ratio property)으로, 여러 분야의 많은 연구들이 이를 이용하여 다양한 육체적 활동에 대한 지각적 힘듦을 평가하였다. 한 예로 Chang et al.[6]은 정원 도구사용에 따른 일의 부하를 EMG(electromyography), 잡기 힘 그리고 심박수의 객관적 측정과 함께 Borg's CR10의 주관적 측정으로 인간공학적 평가를 하였다. 또한, Eston et al.[12]은 달리기 운동의 강도를 산소소비량, 심박수와 함께 Borg's RPE로 평가하여 이 척도가 운동강도를 평가하는 좋은 측정 수단임을 보고하였다.

그러나 육체적 노력의 다양한 측면을 지각적 힘듦으로만 평가하는 것은 한계가 있어 다면적 평가를 요구한다. Hutchinson et al.[14]은 지각적 힘듦을 근육의 통증, 피로에서 오는 감각적 분별 차원, 생리적 힘듦의 감각에 대한 주관적 해석인 인지적 평가 차원 그리고 이에 대한 감성적 반응인 감성 차원으로 보았다. 그리고 한 항목으로 이루어진 Borg's RPE는 지각적 힘듦의 다양한 측면을 파악하기 어렵다고 하였다. 기존 스포츠 운동 심리 분야의 여러 연구들은 지각적 힘듦과 함께 만족도와 같은 감성을 같이 이용하여 다양한 운동의 요인을 평가하였다. 한 예로 LaCaille et al.[21]은 지각적 힘듦과 만족도를 이용하여 달리기 환경 요인의 영향을 조사하였고, Blanchard et al.[3]도 지각적 힘듦과 운동관련 감성(exercise-induced feeling inventory)을 이용하여 운동시간 요인의 영향을 밝혔다.

인간공학설계 분야에서 지각적 불편도와 감성을 같이 평가한 연구는 많으나, 자동차 설계에서 이들을 같이 고려한 연구는 미흡하다. Carrasco et al.[5]는 상품 포장을 고려한 마트 계산대 설계안을 심박수, RPE 그리고 주관적 만족도로 평가하였고, Chihara and Seo[7]는 EMG를 이용한 근육 부하와 함께 만족도를 이용하여 제품 설계의 최적 조합을 찾는 수리적 방법을 제안한 바 있다. 또한, White and Kirby[31]은 지각적 불편도와 주관적 만족도를 이용하여 휠체어 접는 방법을 평가하였다. 그러나 인간공학설계 자동차 설계 연구로 Lu et al.[22]은 미니밴의 슬라이딩 설계안에 대한 승하차(ingress and egress)를 동작분석과 지각적 불편도만으로 평가하였다. Clamann et al.[11]도 유아 카시트 설계 평가에서 EMG 근육부하와 RPE를 이용하였으나, 만족도를 평가하지 않았다.

본 연구는 테일게이트 개폐에 따른 고객의 지각적 불편도 및 만족도를 평가하고 이들과 개폐 반력 간의 관계를 파악하고자 하였다. 또한, 본 연구는 테일게이트 개폐 평가에 영향을 주는 요인들은 무엇인지 그리고 평가항목들과 테일게이트 개폐관련 IQS 점수간의 관계를 파악하고자 하였다. 본 연구는 국내외 40여 종의 SUV 차량을 대상으로 테일게이트 개폐력을 측정하였고 100명의 사용자를 모집하여 테일게이트 개폐에 따른 지각적 불편도

와 만족도를 평가하였다. 그리고 본 연구는 수집된 데이터를 바탕으로 지각적 불편도 및 만족도를 개폐력 특성 선도의 변수들로 추정하는 모델을 개발하였다. 본 연구의 결과는 감성에 영향이 큰 개폐력 선도의 특성 및 최적 수준을 파악하여 테일게이트 개폐의 감성 품질을 향상하는데 사용될 수 있을 것이다.

2. 연구방법

2.1 개폐 평가지 개발

본 연구는 테일게이트 개폐의 주관적 느낌을 평가하기 위해 직접적 평가 항목인 지각적 불편도와 이와 관련된 감성적 반응차원에 해당하는 만족도를 평가 항목으로 설정하였다. 본 연구는 테일게이트 개폐를 열기와 닫기로 나누어 각각에 대해 지각적 불편도와 만족도를 측정하고자 하였고 평가의 원인도 조사 항목으로 포함하였다.

평가지는 평가의 목적과 방법을 설명하는 소개 부분, 평가자의 신체조건과 테일게이트 사용경험 파악 부분, 그리고 테일게이트 개폐 평가의 세부부분으로 구성되었다. 평가자의 신체 조건으로 나이, 신장, 체중이, 테일게이트 사용 경험으로 운전경력, SUV 소유 기간, 테일게이트 사용빈도, 개폐 불편 경험이 포함되었다. 테일게이트 개폐의 평가 부분은 열기와 닫기 각각에 대해 지각적 불편도와 만족도를 평가하고 평가의 원인을 직접 기입하도록 구성하였다. 지각적 불편도는 Borg[4]의 Borg's CR10을 이용하였고(0 전혀 힘들지 않음, 1 매우 쉬움, 2 쉬움, 3 적당, 4 약간 힘들, 5 힘들, 7 매우 힘들, 10 극도로 힘들), 만족도는 7점 척도의 의미비분법을 이용하여 작성되었다(1 매우 불만족, 4 보통, 7 매우 만족). 그리고 평가원인은 사전실험에서는 개방형 질문(open-ended question)으로 직접 기입하도록 잠정적으로 작성되었다.

본 연구는 작성된 평가지 문항의 문제점을 파악하고 실험 설계에 필요한 데이터 수집을 위해 사전실험을 수행하였다. 사전실험은 SUV 차량 9종의 테일게이트 개폐를 10명의 평가자가 작성된 평가지로 평가하도록 하였다. 사전실험 결과, 평가지는 평가자의 의견을 바탕으로 이해가 쉽도록 수정되었고, 테일게이트 개폐 평가는 1시간 정도 소요됨이 파악되었다. 사전실험에서 평가원인은 크게 힘의 세기, 힘의 작용시간, 개폐의 속도, 개폐 자세 그리고 손잡이로 분류되었다. 따라서 평가지는 이들 5개 평가원인을 제공하고 각 평가원인의 정도를 보기에서 체크하도록 폐쇄형(close-ended) 문항으로 수정되었다. 예를 들어 힘의 세기의 느낌은 1 작다, 2 중립 3 크다고 평가되도록 작성되었다.

2.2 평가실험 참여자

본 테일게이트 개폐 평가 실험에 20대부터 50대까지 100명의 SUV 동호회 남성이 참가하였다(<Table 1> 참조). 주관적 평가는 평가자간 큰 차이를 보일 수 있으므로 평가자 집단을 가급적 동질화하기 위해 1년 이상 운전경력의 남성 운전자만을 모집하였다. Barnes et al.[2]은 40명 이상의 인원수는 안정적인 감성 결과를 도출하는데 충분하다고 하였다. 연령 구간은 Horberry et al.[13]의 운전자 나이 권고를 따라 설정되었다.

2.3 평가 대상 차량

평가 대상 SUV는 총 42대로 대형 7, 중대형 13, 중형 16, 소형 6대로 구성되어 있다. 평가자의 테일게이트 개폐에 따른 피로를 고려하여 한 평가자가 1시간 정도를 평가하도록 하기 위해 42차량을 3개의 차 그룹으로 분류하였다(<Table 2> 참조). 각 차 그룹에 대형(luxury), 중대형(large), 중형(mid) 그리고 소형(small)이 고루 분포되도록 하였고, 제조사도 고루 분포되도록 배치하였다.

<Table 1> Demographics of Participant Sample

Variable	Category	Count
Age	21~30	16
	31~40	45
	41~50	28
	51~60	11
DE ^a	1 < DE < 2	1
	2 ≤ DE < 6	15
	6 ≤ DE	84

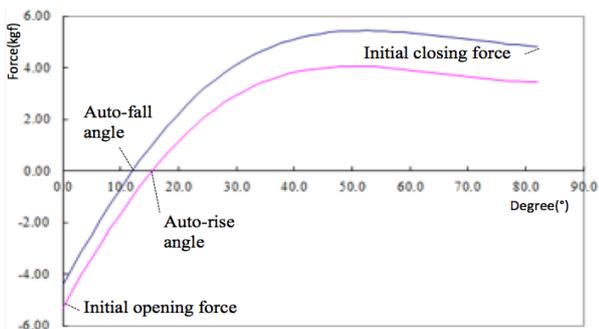
^aDrive experience.

2.4 테일게이트 반력 측정

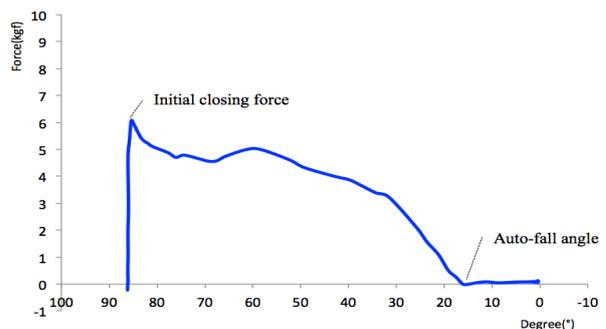
테일게이트 개폐에 필요한 기계적 힘은 개폐특성선도(characteristic curve of opening and closing)로 <Figure 1>과 같이 표현되고, Cho and Han[8]에 따라 개폐의 특성을 나타내는 변수가 정의된다. <Figure 1>의 테일게이트 열기는 닫힌 상태(<Figure 1>의 X축 0도)에서 초기개력(initial opening force)으로 시작되고 자동열림 각도(auto-rise angle, Y축 0)까지 힘을 가한 후 사용자 힘없이 열리게 됨을 나타낸다. 테일게이트 닫기는 열린 각도(X축 80도 정도)에서 초기폐력(initial closing force)을 주어 자동닫힘 각도(auto-fall angle, Y축 0)까지 힘을 가한 후 사용자 힘없이 닫히게 됨을 나타낸다. 이의 선도는 역학 수식으로 부터 도출된 것으로 실제 측정치는 이와 다를 수 있다. 평가

<Table 2> Distribution of SUVs for Experiment

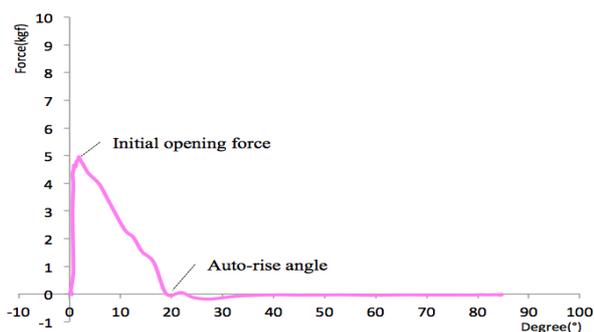
	Group 1		Group 2		Group 3	
	Maker	Model	Maker	Model	Maker	Model
Luxury	FORD V.W KIA	EXPLORER TOUAREG MOHAVE	TOYOTA HYUNDAI	SIENNA VERACRUZ	TOYOTA KIA	4-RUNNER CARNIVAL
Large	BMW VOLVO AUDI HYUNDAI	X-5 XC-90 Q5 SANTAFE	NISSAN TOYOTA HONDA PEUGEOT KIA	ROGUE HIGHLANDER CR-V 4007 SORENTO R	FORD NISSAN HONDA CHEVROLET	FREESTYLE MURANO PILOT EQUINOX
Mid	CHRYSLER TOYOTA OPEL NISSAN KIA	COMPASS COROLLA VERSO ZAFIRA QASHQAI SPORTAGE R	V.W FORD CITROEN RENAULT HYUNDAI	TIGUAN KUGA PICASSO C4 QM5 TUSAN ix	BUICK RENAULT MAZDA VW KIA HYUNDAI	ORLANDO GRAND SCENIC MAZDA 5 TOURAN SPORTAGE TUSAN
Small	DAIHATSU SUZUKI	TANTO PALETTE	SUZUKI CITROEN	SX-4 C3	TOYOTA HYUNDAI	URBAN CRUISER SOUL



<Figure 1> Characteristic Curve of Opening and Closing Tailgate



<Figure 2> Measured Characteristic Curve Example of Closing Tailgate



<Figure 3> Measured Characteristic Curve Example of Opening Tailgate

대상 차량에 대한 개폐특성선도는 한 자동차 회사의 도움을 받아 측정되었다. 본 연구에서 측정된 테일게이트 폐력 특성선도의 예는 <Figure 1> 폐력선도 부분을 Y축으로 반사한(reflection) 것과 측정되었고(<Figure 2> 참조), 개력 특성선도의 예는 <Figure 1> 개력선도 부분을 X축으로 반사한 것과 같이 측정되었다(<Figure 3> 참조).

2.5 실험절차

본 테일게이트 개폐 평가실험 절차는 다음과 같다. 먼저 실험참가자들은 실험 목적과 방법을 청취하였고, 실험 참여에 동의한 후 평가지를 받았으며, 평가지의 상세 평가 방법을 숙지하였다. 평가 차량에 숫자번호가 부착되어, 실험 참가자들은 평가지의 숫자에 해당하는 차량을 평가하도록 하였다. 평가 순서에 따른 전이 효과(carryover effect)를 상쇄하기 위해 평가지의 평가 차량 순서는 Latin square를 이용하여 무작위화 하였다. 또한 실험진행요원을 배치하여 평가시 문의사항을 해결하도록 하였다. 한 사람의 평가는 1시간 정도 소요되었다. 모든 차량의 평가가 이루어진 후 실험진행자는 평가지를 확인하였고 소정의 사례금을 평가자에게 지급하였다.

평차차량 그룹별 평가자는 연령, 키, 몸무게, 운전경력, 사용빈도 그리고 불편경험의 각 인적 정보 측면에서 통계적을 다르지 않게 배치되었다(<Table 3> 참조). 예를 들어 Chi-square 분석 결과, 차 그룹에 따른 연령의 분포는 통

계적으로 다르지 않았다($\chi^2 = 7.42, p = 0.28$). 또한 차량 그룹에 따른 키($\chi^2 = 3.24, p = 0.92$), 몸무게($\chi^2 = 6.38, p = 0.78$), 운전경력($\chi^2 = 3.77, p = 0.71$), 사용빈도($\chi^2 = 8.78, p = 0.18$) 그리고 불편경험($\chi^2 = 5.32, p = 0.26$)의 분포도 통계적으로 다르지 않았다.

<Table 3> Number of Participants by Evaluation Group and Age

			Age				Total
			20's	30's	40's	50's	
Group	1	Observed	9	13	14	3	39
		Expected	6.2	17.6	10.9	4.3	39
	2	Observed	2	14	6	2	24
		Expected	3.8	10.8	6.7	2.6	24
	3	Observed	5	18	8	6	37
		Expected	5.9	16.7	10.4	4.1	37
Total	Observed	16	45	28	11	100	
	Expected	16	45	28	11	100	

3. 실험 결과

3.1 인적특성의 지각적 불편도 및 만족도에 대한 영향

실험참가자, 각 인적특성, 차 그룹을 개체 간 요인, 평가 차량을 개체 내 요인으로 설정한 복합설계(mixed factor design)의 분산분석 결과의 요약은 <Table 4>와 같다.

테일게이트 열기의 경우, 연령에 따라 지각적 불편도 평가는 유의하게 다르지 않았고($F = 1.76, p = 0.25$), 연령과 차량의 교호작용도 유의한 영향이 없었다($F = 0.78, p = 0.96$). 또한 연령에 따른 열기 만족도는 유의하게 다르지 않았고($F = 0.88, p = 0.50$), 연령과 차량의 교호작용도 유의한 영향이 없었다($F = 0.84, p = 0.88$). 나머지 인적특성의 테일게이트 열기의 지각적 불편도와 만족도에 대한 영향도 이와 같이 유의하지 않았고, 이는 테일게이트 닫기의 경우도 마찬가지였다. 따라서 테일게이트 개폐의 지각적 불편도와 만족도는 연령, 운전경력, 테일게이트 개폐경험, 키와 몸무게의 평가자 인적특성에 유의한 영향을 받지 않았다.

3.2 평가 차량의 지각적 불편도 및 만족도에 대한 영향

지각적 불편도와 만족도는 평가 차량에 따라 통계적으로 다르게 나타났다(<Table 5> 참조). 기본 인적사항 변수들의 영향이 유의하지 않아 평가 차량과 실험참여자 차 그룹에 내재된 요인(nested factor)으로 한 분산분석 결과, 평가 차량은 열기와 닫기의 지각적 불편도와 만족도에 유의한 영향을 주었다. 평가 차량의 영향은 열기 지각적 불편도($F = 11.41, p < 0.0001$), 열기 만족도($F = 11.41, p < 0.0001$), 닫기 지각적 불편도($F = 14.07, p < 0.0001$) 그리고 닫기 만족도($F = 12.11, p < 0.0001$)에서 모두 유의하였다. 그러나 차 그룹의 지각적 불편도와 만족도에 대한 영향은 열기의 경우 0.05의 유의 수준에 거의 도달하였을 뿐 유의하지는 않았다.

<Table 4> Effect of Participant Characteristic on RPE and Satisfaction

Factor	Open				Close			
	RPE		Satisfaction		RPE		Satisfaction	
	F	p	F	p	F	p	F	p
Age	1.76	0.25	0.88	0.50	2.79	0.13	2.35	0.17
Age×Vehicle	0.78	0.96	0.84	0.88	1.11	0.21	1.12	0.18
DE ^a	1.63	0.27	0.31	0.75	4.02	0.08	2.65	0.15
DE×Vehicle	0.85	0.83	0.64	0.99	0.8	0.91	0.78	0.94
FU ^b	0.50	0.69	1.32	0.34	1.06	0.42	0.79	0.54
FU×Vehicle	0.96	0.59	1.06	0.31	0.89	0.77	1.25	0.06
DI ^c	0.54	0.51	0.41	0.57	1.21	0.35	0.79	0.43
DI×Vehicle	0.75	0.92	1.24	0.72	0.88	0.74	1.36	0.07
Height	0.59	0.67	0.80	0.56	0.29	0.87	0.51	0.72
Height×Vehicle	0.52	0.99	0.74	0.99	0.82	0.93	0.87	0.85
Weight	0.08	0.97	0.28	0.84	0.67	0.59	0.72	0.56
Weight×Vehicle	0.51	0.99	0.75	0.99	0.81	0.96	0.77	0.98

^aDE : Driving xperience, ^bFU : Frequency of tailgate use, ^cDI : Discomfort experience.

〈Table 5〉 Effect of Vehicle on RPE and Satisfaction

Factor	Open				Close			
	RPE		Satisfaction		RPE		Satisfaction	
	F	p	F	p	F	p	F	p
Vehicle	11.40	< 0.0001	11.41	< 0.0001	14.07	< 0.0001	12.11	< 0.0001
Group	14.22	0.052	12.22	0.064	0.93	0.51	0.47	0.68

3.3 지각적 불편도 및 만족도와 개폐 반력 간의 관계

본 연구는 Cho and Han[8]의 개폐특성 정의 변수를 이용하여 개폐에 따른 지각적 불편도와 만족도 회귀모형의 독립변수를 도출하였다. 테일게이트 열기의 독립변수는 초기 개력과 개력 구간으로 설정되었다. 테일게이트를 열기 위한 초기 힘에 따라 열기의 지각적 불편도와 만족도가 다를 것으로 예상되어 초기개력이 독립변수로 선택되었고, 초기개력부터 자동열림 각도까지 힘을 주는 구간(개력구간)도 이들에 영향을 줄 것으로 예상되어 독립변수로 선택되었다. 테일게이트 닫기의 독립변수는 초기 폐력, 초기폐력과 최대폐력 차이 그리고 폐력구간으로 설정되었다. 초기폐력에 따라 닫기의 지각적 불편도와 만족도가 다를 것으로, 그리고 초기폐력이 최대폐력이 아닐 경우 즉, 초기폐력 이후 더 큰 힘이 요구될 경우 닫기에 부정적 영향이 있을 것으로 예상되어 이를 독립변수로 선택되었다. 또한 초기폐력부터 자동닫힘 각도까지 힘을 주는 구간(폐력구간)도 닫기에 영향을 줄 것으로 예상되어 독립변수로 선택되었다.

본 연구에서 도출된 개폐 특성 선도의 변수들을 이용한 결과, 설명력이 높은 지각적 불편도와 만족도의 회귀모형이 개발되었다(〈Table 6〉 참조). 회귀 모형개발에서 Durbin-Watson 검증으로 오차의 독립성과 VIF (Variance inflation factor) 값으로 변수들의 다중공선성의 문제가 없음이 확인되었고, 잔차 그래프로 잔차의 정규성과 등분산성이 확인되었다. 초기개력과 개력구간을 이용한 테일게이트 열기의 지각적 불편도의 회귀분석 결과 개력

구간의 회귀계수는 통계적으로 유의하지 않았다($t = -0.10$, $p = 0.92$). 초기개력만을 이용한 열기의 지각적 불편도의 회귀모형은 73%의 설명력을 보였고, 초기개력이 높을수록 지각적 불편도도 증가함을 나타내었다. 초기개력과 개력구간을 이용한 테일게이트 열기 만족도의 회귀분석 결과도 마찬가지로 개력구간의 회귀계수는 통계적으로 유의하지 않았다($t = -1.07$, $p = 0.29$). 초기개력만을 이용한 열기의 만족도 회귀모형은 71%의 설명력을 보였고, 초기개력이 높을수록 만족도가 감소함을 나타내었다.

초기폐력, 초기와 최대폐력 간 차이 그리고 폐력구간을 이용한 테일게이트 닫기의 지각적 불편도와 만족도의 회귀분석 결과, 모든 독립변수가 통계적으로 유의하였다. 닫기 지각적 불편도의 회귀모형은 71%의 설명력을 보였고, 초기폐력, 초기와 최대폐력간 차이 그리고 폐력 구간이 클수록 지각적 불편도가 증가하는 경향을 보였다. 반면, 닫기 만족도의 회귀모형은 62%의 설명력을 보였고, 초기폐력, 초기와 최대폐력간 차이 그리고 폐력구간이 클수록 만족도가 낮아지는 것으로 나타났다.

3.4 테일게이트 IQS 점수와 지각적 불편도 및 만족도간 관계

테일게이트 개폐의 평가항목과 테일게이트 IQS 점수 간의 상관관계 분석결과, 열기보다는 닫기시의 만족도와 지각적 불편도가 IQS 점수와 높은 관련성을 갖고 있었다. 본 연구의 테일게이트 개폐의 지각적 불편도 그리고 만족도 데이터와 본 연구의 평가대상 차량의 2010년 테

〈Table 6〉 RPE and Satisfaction Regression Model

Dependent variable	Predict variable	Adj-R ²	Standardized Coefficient	t	p	Durbin-Watson	VIF
Open RPE	Initial open force	0.73	0.86	8.96	< 0.001	1.44	-
Open satisfaction	Initial open force	0.71	-0.85	-8.68	< 0.001	1.70	-
Close RPE	Initial close force	0.71	0.56	5.70	< 0.001	1.64	1.01
	Max-initial force		0.55	5.33	< 0.001		1.11
	Initial-auto drop angle		0.31	3.07	0.005		1.11
Close satisfaction	Initial close force	0.62	-0.57	-5.08	< 0.001	1.76	1.01
	Max-initial force		-0.35	-3.03	0.005		1.11
	Initial-auto drop angle		-0.43	-3.72	0.001		1.11

일게이트 IQS 점수는 구간 및 비율 척도로 이들 간 상관계수는 Pearson 상관분석을 이용하여 분석되었고, 그 결과는 <Table 7>과 같다. 닫기 만족도의 상관계수가 0.82 이고, 닫기의 지각적 불편도가 0.77로 높았으나, 열기의 지각적 불편도와 만족도의 상관계수는 닫기보다 낮았다. 따라서 테일게이트 IQS 점수는 열기보다 닫기의 지각적 불편도 및 만족도와 관련성이 높았다.

<Table 7> Correlation of RPE and Satisfaction with IQS

	Open RPE	Open Satisfaction	Close RPE	Close satisfaction
Pearson's r	0.47	-0.44	0.77	-0.82
p	0.02	0.03	0.001	0.0003

3.5 지각적 불편도 및 만족도의 평가원인

테일게이트 개폐 불편도 및 만족도와 평가원인들 간의 상관관계 분석결과(<Table 8> 참조), 지각적 불편도는 열기와 닫기 모두 힘의 크기 그리고 힘의 지속시간과 가장 큰 관련성을 보였고, 만족도는 열기와 닫기 모두 여러 평가의 원인과 균형된 관련성을 보였다. 평가원인들은 순서척도이고 지각적 불편도와 만족도는 구간척도로 이들간의 상관관계는 Spearman 상관분석을 이용하여 분석되었다. 열기의 지각적 불편도는 다른 원인보다 힘의 크기(0.72) 및 힘 지속시간(0.62)과, 닫기의 지각적 불편도도 힘의 크기(0.70) 및 힘 지속시간(0.61)과 높은 관련성을 보였다. 반면, 닫기와 열기의 만족도는 힘의 크기, 지속시간, 자세, 핸들과 균형된 관련성을 보였다. 또한, 지각적 불편도는 열기보다 닫기에서 속도(-0.47) 그리고 자세(-0.56)와 높은 관련성을 갖는 특징이 보였고, 만족도도 같은 특징을 보였다(속도 0.45, 자세 0.63).

4. 토의 및 결론

4.1 감성품질을 위한 테일게이트 개폐 설계

본 연구는 개폐특성선도에서 개폐의 기계적 변수를 도

출하여 테일게이트 개폐력 설계 및 품질관리에 유용한 설명력 높은 지각적 불편도와 만족도 모형을 제시하였다. 테일게이트 열기에서 지각적 불편도와 만족도 모델은 초기개력(initial opening force)을 유일한 독립변수로 포함하고, 작은 초기개력을 갖는 테일게이트의 설계가 필요함을 보여준다. 테일게이트 열기에서 자동열림 각도(auto-rise angle)는 대부분의 테일게이트에서 20도 내외로 큰 차이가 없고 지각적 불편도와 만족도에 유의한 영향을 주지 않아 회귀모델에 포함될 수 없었다. 테일게이트 닫기에서 지각적 불편도와 만족도 모델은 초기폐력(initial closing force), 최대-초기 힘차이(max-initial force) 그리고 자동단힘 각도(auto-drop angle)를 유의한 설명변수로 포함하였다. 이들 모형은 닫기에서 작은 초기폐력과 최대-초기 폐력 차이가 없는, 즉 초기폐력이 최대폐력이 되는, 테일게이트 설계가 요구됨을 의미한다. 최대-초기 폐력의 차이는 테일게이트 닫기에 초기폐력 이후 더 큰 힘을 요구하는 것을 의미하는 것으로 이는 지각적 불편도와 만족도에 부정적인 역할을 한다. 또한 닫기의 회귀 모형들은 초기-자동단힘 각도의 차이가 적어 힘을 주는 각도 구간이 작은 테일게이트의 설계가 고객에 긍정적 영향을 줄을 나타내고 있다. 본 연구 대상인 테일게이트들은 자동열림 각도와 같이 10도 내외로 비슷한 자동단힘 각도를 갖고 있어 결국 초기-자동단힘 각도의 차이는 초기폐력 각도에 의해 결정되었다. 일반적으로 테일게이트의 개폐구조는 초기폐력이 작을수록 초기폐력의 각도는 커지는 상충관계를 갖는데, 본 연구 결과는 닫기에서 초기 폐력과 초기 각도를 같이 작게 설계하는 것이 중요함을 의미한다.

본 연구는 IQS의 테일게이트 불만 점수가 열기보다 닫기의 지각적 불편도 그리고 만족도와 높은 상관이 있음을 밝혔다. IQS 불만 점수는 닫기의 지각적 불편도와 0.77 그리고 만족도와 -0.82의 높은 상관계수를 보였다. 이는 IQS 점수를 낮게 관리하기 위해서는 열기보다 닫기에 보다 높은 비중을 두어야 함을 의미한다. 그러나 실제로 IQS 점수가 닫기와 관련된 불만 내용이 열기보다 많은지에 대한 조사가 필요하다. 또한 IQS가 지각적 불편도보다 만족도와 높은 상관이 있음은 테일게이트 개폐의 불편도뿐만 아니라 손잡이 등 다양한 측면의 관리가 필요함을 의미한다.

<Table 8> Correlation of Evaluation Factor with RPE and Satisfaction

Spearman's ρ	Force	Duration	Velocity	Posture	Handle
Open RPE	0.72	0.62	-0.30	-0.44	-0.44
Open satisfaction	-0.62	-0.55	0.35	0.50	0.50
Close RPE	0.70	0.61	-0.47	-0.56	-0.43
Close satisfaction	-0.66	-0.58	0.45	0.63	0.52

All correlation coefficient is significant at $\alpha = 0.01$

본 연구는 테일게이트 개폐의 지각적 불편도와 만족도 평가에 따른 원인을 파악하여 이들 간의 관련성을 제시하였다. 당연한 결과이나, 지각적 불편도는 다섯 평가원인 중 사용한 힘 그리고 힘을 가한 기간과 높은 상관관계를 보였고, 만족도는 모든 평가원인들과 비슷한 정도의 상관관계를 보였다. 이는 평가자가 지각적 불편도와 만족도 평가에 적합한 측면들을 고려하였음을 의미한다. 흥미롭게도 단기 만족도와 속도 및 자세 간 상관관계는 열기보다 높았는데, 이는 테일게이트의 단기 속도와 자세에 보다 많은 관심을 두어야 함을 의미한다. 또한 손잡이는 열기와 단기 만족도와 비슷한 상관관계를 보여 평가원인으로 자주 언급되고 있어 이에 대한 고려도 중요하다.

4.2 연구의 한계 및 추후연구

본 실험은 실차를 대상으로 한 테일게이트 개폐 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 본 연구의 상황에 보다 적합하였다. 다만, 본 연구는 평가자에게 테일게이트 개폐에 집중해 지각적 불편도와 만족도를 평가하도록 지시하여 차량 브랜드의 영향을 줄이려 하였다. 실험 데이터의 분석 결과, 개폐특성선도에서 도출된 변수들이 지각적 불편도와 만족도를 설명하는데 충분하여, 브랜드의 영향이 크지 않았음을 유추할 수 있다.

본 연구에서 고객의 지각적 불편도와 만족도는 평가자의 신체적 특성 및 테일게이트 경험에 유의한 영향을 받지 않았는데, 이는 평가 대상이 개폐반력으로 단순하고 감각적이어서 인적 특성에 따른 차이가 없었던 것으로 사료된다. Norman[26]은 감성을 그 수준에 따라 감각에 의해 빠르게 발생하는 본능적(visceral), 인지에 의해 나타나는 행동적(behavioral) 그리고 복잡한 사고에 따라 발생하는 회고적(reflective) 감성으로 분류하였다. 테일게이트 개폐의 지각적 불편도와 만족도 평가는 개폐조작을 위한 힘의 크기에 대한 것으로 감각적 수준에서 평가 가능하다[10]. 본 연구의 테일게이트 개폐 조작의 힘에 따른 지각적 불편도와 만족도는 감각적 수준에서 평가 가능한 일차적 감성으로[19], 행동적 그리고 회고적 감성과 달리 개인의 신체적 그리고 경험적 차이의 영향을 크게 받았다고 보기 힘들다. 하지만 감성 단계에 따라 개인적 경험이 어떠한 영향을 미치는지에 대한 보다 많은 연구가 필요할 것이다.

4.3 연구의 기여 및 결론

본 연구에서 사용자는 테일게이트 개폐에 사용되는 힘의 크기 정도를 분별하고 이에 따라 지각적 불편도와 만족도 수준을 평가할 수 있음이 파악되었다. 분산분석 결과, 평가 차이는 지각적 불편도와 만족도 수준에 유의한 영향을 주는 것으로 나타났고, 회귀분석 결과 개폐특성선도의 힘은 지각적 불편도와 높은 양의 관계를 그리고 만족도와는 높은 음의 관계를 갖고 있었다. 이는 평가자들은 테일게이트 개폐에 따른 힘 크기를 충분히 지각하고 이를 근거로 지각적 불편도와 만족도를 평가하였다는 것을 나타낸다. 스위치류에서 조작력에 대한 감성공학 접근이 이루어진 바 있으나[1, 28], 본 연구는 테일게이트 개폐와 같이 보다 큰 힘의 사용에 대한 주관적 평가를 시도하였고, 이의 접근이 가능함을 밝혔다 점에서 의의를 갖는다.

본 연구는 자동차 품질평가의 중요 항목인 테일게이트 개폐의 불편도를 지각적 불편도와 만족도로 측정하고 이들과 기계적 개폐력 특성 간의 관계를 파악하였다. 본 연구는 지각적 불편도가 적고 만족도가 높은 테일게이트의 개폐 설계를 위해 초기 개폐력이 작고, 단기에서 힘 사용 기간을 결정하는 초기각도가 작아야 함을 실험적으로 입증하였으며, 테일게이트 단기에서 초기개폐력 이후 더 큰 힘의 요구는 부정적인 영향을 미침을 밝혔다. 또한 테일게이트 IQS 점수는 열기보다는 단기의 지각적 불편도 그리고 만족도와 상관성이 높아, 본 연구는 IQS 테일게이트 개폐 불만사항이 단기에 관련하여 많을 것으로 예상된다. 테일게이트 개폐의 만족도는 사용 힘의 크기와 기간 뿐만 아니라, 자세 그리고 손잡이 등의 평가원인과의 상관성이 높아 이의 향상 위해서 다양한 측면에 대한 노력이 필요할 것이다. 마지막으로 본 연구는 평가자들이 테일게이트 개폐에 사용된 힘을 분별하여 평가항목을 평가할 수 있음이 확인하였는데, 이는 감성의 평가와 활용이 기존 시각, 청각 그리고 촉각뿐만 아니라 힘의 감각과 같은 운동감각 평가에도 충분히 적용될 수 있는 가능성을 보여준다.

Acknowledgement

This research was supported by the research fund of Hanbat National University in 2016.

References

- [1] Ayas, E., Eklund, J., and Ishihara, S., Kansei/Affective engineering applied to triggers in powered hand tools,

- In Nagamachi M. (Ed.), *Kansei/affective engineering*, 2001, Boca Raton, FL : CRC press.
- [2] Barnes, C.J., Childs, T.H.C., Henson, B., and Lillford, S.P., Kansei engineering tool kit for the packaging industry, *The TQM Journal*, 2008, Vol. 20, No. 4, pp. 372-388.
- [3] Blanchard, C.M., Rodgers, W.M., and Gauvin, L., The influence of exercise duration and cognitions during running on feeling states in an indoor running track environment, *Psychology of Sport and Exercise*, 2004, Vol. 5, No. 2, pp. 119-133.
- [4] Borg, G.V., Psychophysical bases of perceived exertion, *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 1982, Vol. 14, No. 5, pp. 377-381.
- [5] Carrasco, C., Coleman, N., Healey, S., and Lusted, M., Packing products for customers : an ergonomics evaluation of three supermarket checkouts, *Applied Ergonomics*, 1995, Vol. 26, No. 2, pp. 101-108.
- [6] Chang, S.R., Park, S., and Freivalds, A., Ergonomic evaluation of the effect of handle types on garden tools, *International Journal of Industrial Ergonomics*, 1999, Vol. 24, No. 1, pp. 99-105.
- [7] Chihara, T. and Seo, A., Evaluation of multiple muscle loads through multi-objective optimization with prediction of subjective satisfaction level : Illustration by an application to handrail position for standing, *Applied Ergonomics*, 2014, Vol. 45, No. 2, pp. 261-269.
- [8] Cho, Y.H. and Han, B.K., Study of an optimized gas strut layout to improve opening and closing quality, *International Journal of Automotive Technology*, 2012, Vol. 13, No. 6, pp. 999-1004.
- [9] Choe, J., 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*, 2013, Vol. 39, No. 1, pp. 73-77.
- [10] Choe, J. and Park, S., Affective quality improving method for service fields by analysing customers' affective sensory responses, *Journal of the Korean Society for Quality Management*, 2016, Vol. 44, No. 4, pp. 897-906.
- [11] Clamann, M., Zhu, B., Beaver, L., Taylor, K., and Kaber, D., Comparison of infant car seat grip orientations and lift strategies, *Applied Ergonomics*, Vol. 43, No. 4, pp. 650-657.
- [12] Eston, R.G.E., Davies, B.L., and Williams, J.G., Use of perceived effort ratings to control exercise intensity in young healthy adults, *European Journal of Applied Physiology*, 1987, Vol. 56, No. 2, pp. 222-224.
- [13] Horberry, T., Stevens, A., Burnett, G., Cotter, S., and Robbins, R., Assessing the visual demand from invehicle information systems by means of the occlusion technique : the effects of participant age, *IET Intelligent Transport System*, 2008, Vol. 2, No. 2, pp. 170-177.
- [14] Hutchinson, J.C. and Tenenbaum, G., Perceived effort can it be considered gestalt?, *Psychology of Sport and Exercise*, 2006, Vol. 7, No. 5, pp. 463-476.
- [15] Jacob, A., Car makers increase their use of composites, *Reinforced Plastics*, 2004, Vol. 48, No. 2, pp. 26-32.
- [16] Jindo, T. and Hirasago, K., Application studies to car interior of Kansei engineering, *International Journal of Industrial Ergonomics*, 1997, Vol. 19, No. 2, pp. 105-114.
- [17] Jordan, P.W., Human factors for pleasure in product use, *Applied Ergonomics*, 1998, Vol. 29, No. 1, pp. 25-33.
- [18] Kano, N., Seraku, N., Takahashi, F., and Tsuji, S., Attractive quality and must-be quality, *Journal of Japanese Society Quality Control*, 1984, Vol. 14, No. 2, pp. 39-44.
- [19] Kim, H.K., Han, S.H., Park, J., and Park, J., Identifying affect elements based on a conceptual model of affect: A case study on a smartphone, *International Journal of Industrial Ergonomics*, 2016, Vol. 53, pp. 193-204.
- [20] Kim, J.M. and Kim, B.K., The correlation analysis of physical characteristics on human sensibility space, *Journal of Society of Korea Industrial and Systems Engineering*, 1999, Vol. 22, No. 2, pp. 231-246.
- [21] LaCaille, R.A., Masters, K.S., and Heath, E.M., Effects of cognitive strategy and exercise setting on running performance, perceived exertion, affect, and satisfaction, *Psychology of Sport and Exercise*, 2004, Vol. 5, No. 4, pp. 461-476.
- [22] Lu, J.M., Tada, M., Endo, Y., and Mochimaru, M., Ingress and egress motion strategies of elderly and young passengers for the rear seat of minivans with sliding doors, *Applied Ergonomics*, 2016, Vol. 53, pp. 228-240.
- [23] McDonagh, D., Bruseberg, A., and Haslam, C., Visual product evaluation : exploring users' emotional relationships with products, *Applied Ergonomics*, 2002, Vol. 33, No. 3, pp. 231-240.
- [24] Mondragon, S., Company, P., and Vergara, M., Semantic Differential applied to the evaluation of machine tool design, *International Journal of Industrial Ergonomics*,

- 2005, Vol. 35, No. 11, pp. 1021-1029.
- [25] Nagamachi, M., Thinking way of Kansei engineering and its application to a cosmetic product development, *Fragrance Journal*, 2001, Vol. 4, pp. 19-28.
- [26] Norman, D.A., *Emotional design*, New York : Basic Books, 2004, pp. 34-56.
- [27] Parizet, E., Guyader, E., and Nosulenko, V., Analysis of car door closing sound quality, *Applied Acoustics*, 2008, Vol. 69, No. 1, pp. 12-22.
- [28] Schutte, S. and Eklund, J., Design of rocker switches for work-vehicles-an application of Kansei Engineering, *Applied Ergonomics*, 2005, Vol. 36, No. 5, pp. 557-567.
- [29] Seva, R.R. and Helander, M.G., The influence of cellular phone attributes on users' affective experiences : A cultural comparison, *International Journal of Industrial Ergonomics*, 2009, Vol. 39, No. 2, pp. 341-346.
- [30] Tanoue, C., Ishizaka, K., and Nagamachi, M., Kansei Engineering : A study on perception of vehicle interior image, *International Journal of Industrial Ergonomics*, 1997, Vol. 19, No. 2, pp. 115-128.
- [31] White, H.A. and Kirby, R.L., Folding and unfolding manual wheelchairs : an ergonomic evaluation of health-care workers, *Applied Ergonomics*, 2003, Vol. 34, No. 6, pp. 571-579.
- [32] You, H., Ryu, T., Oh, K., Yun, M., and Kim, K., Development of satisfaction models for passenger car interior materials, *International Journal of Industrial Ergonomics*, 2006, Vol. 36, No. 4, pp. 323-330.

ORCIDByungchang Son | <http://orcid.org/0000-0001-9501-6395>Taebeum Ryu | <http://orcid.org/0000-0002-2642-6750>