

Effects on the Tactile Affections of Touch Behaviors and Materials of Vehicle Interior

Jaekyu Park¹, Kunwoo Park¹, Jeongil Yu¹, Jaeho Choe², Eui S. Jung¹

¹Department of Industrial Management Engineering, Korea University, Seoul, 136-713

² Department of Industrial Management Engineering, Daejin University, Gyeonggi-do, 487-711

ABSTRACT

Objective: This study examines the degree of influence specific tactile properties have by investigating user behavior when the epidermal skin layer comes into contact with various tactile samples. **Background:** Although there have been various studies on user sensitivity for automobiles, there has not been an in-depth examination of tactile stimulus on users particularly in utilizing a measurement system to evaluate specific tactile properties and how this influences the user. **Method:** This study observed how the user perceived the concept of roughness and how this perception changed as tactile properties were altered. There was an analysis of variance for subjective roughness of 6 different types of tactile material contacted by 3 specific methods (press, rub and grasp). **Results and Conclusion:** There was significant difference between the subjective roughness according to different tactile material and touch behavior. However, there was no significant difference between the luxuriousness according to the type of tactile material and touch behavior. Post-hoc analysis results for the different tactile material indicated that subjective roughness was judged differently according to the increase of roughness properties. In addition, subjects could not accurately judge the difference when the size of the tactile material was small even if subjective roughness was high. Post-hoc analysis results of the touch behavior indicated that feeling friction allowed users to easily distinguish pressure, but pressing made users not feel roughness well. **Application:** This study suggests a tactile guideline for measuring roughness through certain design parameters.

Keywords: tactile, roughness, luxuriousness, touch behavior

1. Introduction

자동차의 보편화와 함께 고객들의 요구는 증가하고 있으며, 이와 함께 자동차 제조 회사들은 고객들의 감성에 대한 연구를 통해 경쟁력을 확보하고자 하는 노력이 계속되어 왔다(Jindo and Hirasago, 1997). 자동차의 내외장 부품들의 디자인적, 기능적, 기술적 발전이 많이 이루어져 제품의 경쟁력을 높이고 차별하기 위한 방법으로 감성을 적용하고 있다. 특히, 자동차 내에서 운전자가 가장 많은 시간을 보내는 공간이 실내이기 때문에 감성을 이용한 설계는 외장보다는 내장을 중심으로 한 연구로 점차 변화되고 있다(Kim and Lee, 2011). 하지만 내장 부품을 대상으로 한 감성 연구의 대부분이 시각적인 감성 평가에 중점을 두고 있어 촉각적인 연구는 미비한 실정이다(Oh et al., 2002; Bahn et al., 2009, Jung et al., 2010). 최근 촉각에 관련된 연구 중 실내 내장재의 고급감에 대한 연구가 시도되고 있지만 내장 부품의 촉각과 관련된

설계 변수들의 측정값을 단순화하여 세부적인 평가에는 한계가 있다. 또한 설계 변수들의 측정값을 단순 측정하여 직접 사용할 뿐 측정 방법에 대한 고찰은 부족한 실정이다.

촉감에 대한 다양한 변수들이 있지만 자동차 내장에 있어서는 측정 가능한 물성치는 경도, 거칠기, 유연도, 냉온감의 4가지로 이 중 모든 내장 부품에서 공통적으로 측정이 가능한 것은 경도, 거칠기라고 할 수 있다. 이 중 거칠기는 자동차 분야 이외에 의류 분야에서 사용되는 대표적인 촉감 평가 변수 중 하나로서 본 연구에서 다루고자 한다.

재료의 물성치는 제품이 가지고 있는 특성인데 반해 제품을 접촉하는 행위는 평가에 영향을 미치는 사람의 특성으로 볼 수 있다. 따라서 촉각적 감성 평가 시에 접촉 행위를 고려하는 것은 측정 신뢰성과 타당성을 높일 수 있는 기준이 될 수 있다.

이에 본 연구에서는 고급감에 관련된 촉각적 변수들 중 하나인 거칠기(표면 조도)에 영향을 미치는 재질과 접촉 방법에 조사하여 측정값이 어떻게 변화하는지 파악하고자 한

다. 또한 자동차의 촉각적 감성 평가 시에 고려한 요소들을 토대로 적합한 평가 방법을 제안하고자 한다.

2. Method

2.1 Tactile affection

촉각이라는 용어의 사전적 의미는 피부 감각의 접촉 자극에 대한 감각으로 정의된다. 이전 연구에서 촉각이라는 용어에 대해 다양하게 정의하여 왔다(Choe, 2010). 대부분의 연구에서 정의하듯이 촉각은 피부 감각과의 접촉, 상호작용이라는 의미를 가지고 있다. 특히 최근에 많이 사용되고 있는 haptic이라는 용어 또한 이러한 맥락은 같지만 온도, 압력, 진동 등에 의한 접촉을 포괄적으로 표현하고 있다.

촉각을 느끼는 피부의 기계적 수용체는 여러 가지가 존재하며, 마이스너 소체는 진동, 파치니 소체와 바터 소체는 압력, 루피니 소체는 온각, 크라우체 소체는 냉각, 자유신경말단은 통각을 느끼는 것으로 알려져 있다. 즉, 촉각을 느끼는 방법은 진동, 압력, 냉온감, 통각의 4가지 자극에 의해 느껴진다는 것을 의미한다. 따라서 본 연구에서 다루고자 하는 거칠기는 진동과 압력에 의해 지각하게 된다.

2.2 Measurement of roughness

2.2.1 Subjects

피실험자는 촉각 장애 및 질환 병력이 없는 20~30대 남녀 10명이 실험에 참여하였다. 피실험자의 평균 연령은 만 27.90(±3.35)세였으며, 촉각적 자극에 대해 평가할 수 있는 능력이 있는지 파악하기 위해 calibration test을 예비 실험으로 수행하였다. 예비 실험에 통과한 피실험자는 본 연구와 관련된 실험의 목적, 내용, 위험성 등에 대해 설명을 들었으며, 실험 참여 전에 서면으로 동의하였다.

2.2.2 Experiment apparatus and environment

자동차 내장 부품의 촉각적 변수 중 하나인 거칠기를 측정하기 위해 미쓰도요사의 SJ-210 표면조도측정계를 사용하였다. 본 연구에 사용된 측정계는 내장재의 재질이 부드러운 재질부터 딱딱한 재질이 다양하게 존재하여 측정력이 4mN인 장비를 사용하였다. 측정계의 탐침기(드라이브 유니트)는 측정하고자 하는 샘플의 12.5mm*12.5mm의 영역을 둘러싸고 있는 표면 위를 반복적으로 이동하여 거칠기를 측정한다. 표면조도측정계는 거칠기의 기준인 Ra, Rz 값을 획득할 수 있다. Ra는 중심선 평균거칠기를 의미하며 거칠기 곡선에서 기준 길이 전체에 걸쳐 평균선으로부터 벗어나는 모든 산과 골의 편차 평균한 값이다. 또한 Rz는 10점 평균 거

칠기를 의미하며 거칠기 단면 곡선에서 기준 길이만큼 측정하여, 단면 곡선의 평균선과 평행한 기준선을 긋고 가장 높은 5개 산의 기준선으로부터 거리의 평균값과 가장 낮은 5개 골의 기준선으로부터의 거리의 평균값과의 차이이다. 본 실험에 사용된 재질은 국외 시판되는 차종 32대를 대상으로 측정된 결과, Ra는 1.677~21.660, Rz는 12.572~123.740으로 측정되어 이 값들 사이에 존재하는 국내 차종을 대상으로 선정하였다.

2.2.3 Experiment design

실험에 이용된 독립변수는 6수준의 재질의 종류와 3수준의 접촉 행위로 하여 18개(6×3) 조합수준에서 반복 측정하도록 하였다. 재질의 종류는 6가지로 구분하였으며 Ra, Rz 값은 Table 1과 같았다. 각 값은 3번 반복 측정된 값을 평균하여 사용하였다.

Table 1. Roughness properties of tactile material

NO	Tactile material	Ra	Rz
1	A	2.981	15.767
2	B	3.799	18.323
3	C	7.417	29.798
4	D	6.150	23.021
5	E	8.550	30.389
6	F	12.054	44.155

접촉 행위는 Lederman and Klatzky(1987)의 연구에서 제시한 사물 인식 행위를 근거로 자동차 내장에서 발생 가능한 접촉 행위를 누르기, 문지르기, 주무르기의 3가지 방식으로 도출하였다. 실험에 이용된 종속변수는 주관적 거칠기와 고급감에 대해 Likert 7점 척도를 이용하여 거친 정도와 고급스러운 정도를 측정하였다.

2.2.4 Experiment procedure

실험에 앞서 피실험자에게 실험의 목적과 주의사항을 설명해주고 신체 상태에 대한 설문을 수행한 후 실험에 참여하도록 하였다. Calibration test을 통과한 피실험자를 대상으로 본 실험에 참여하도록 하였으며, 참여한 피실험자 중 부적합한 사람은 없었다. 거칠기가 다른 6가지 재질에 대해 각각 3가지 접촉 행위인 누르기, 문지르기, 주무르기로 접촉을 하도록 교육하였다. 피실험자가 재질의 시각적인 영향이 없도록 시각이 차단이 된 상자를 제작하여 반대편에서 실험자가 자극을 제시하였다. 다음의 Figure 1은 본 실험에 적용된 실험 환경 및 실험 자극을 제시하는 방법을 보여주고 있다.

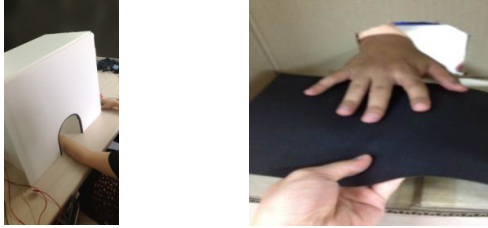


Figure 1. Experiment environment

촉각적 자극을 충분히 제시할 수 있도록 하기 위해 피실험자에게 제시되는 모든 샘플은 100mm*100mm 크기 이상이 되도록 하였다. 또한 자극 제시 간 모서리 부분을 접촉하지 않도록 함으로써 통각에 의한 영향이 없도록 하였다.

촉각을 느끼게 하는 자극 중 냉온감을 배제하기 위해 온도는 24도로 설정하여 유지하도록 하였으며, 30초 이상 문지르는 행위를 하는 피실험자의 경우에는 피부 온도 변화에 따른 감각이 무뎠어지는 것을 방지하기 위해 30초 간의 휴식 시간을 제공하였다.

제시되는 자극에 대한 학습효과를 방지하기 위해 모든 순서는 무작위로(random) 제시하였다.

3. Results

주관적 거칠기에 대한 분산분석 결과, 재질의 종류, 접촉 행위가 모두 유의수준 5%에서 유의한 것으로 나타났다(각각 $p < 0.0001$, $p = 0.0004$). 재질의 종류와 접촉 행위의 2인자 교호작용에 있어서는 유의하지 않은 것으로 나타났다($p = 0.3276$). Table 2는 주관적 거칠기에 대한 분산분석 결과를 보여주고 있다.

Table 2. ANOVA table for subjective roughness

Source	DF	SS	MS	F-Value	Pr>F
Tactile material	5	126.733	25.347	13.500	<0.0001*
Touch behavior	2	16.533	8.267	12.730	0.0004*
Tactile material×Touch behavior	10	6.933	0.693	1.098	<.3276

*: significant at $\alpha = 0.01$

유의한 차이가 있는 재질의 종류와 접촉 행위에 대해 사후 분석을 수행한 결과, 재질의 종류에 있어서는 Ra값의 차이에 따라 유의한 차이가 있었으며 재질의 종류의 수준 간 평균 주관적 거칠기는 A, D, B, C, E, F 순으로 나타났다. 다음의 Figure 2는 재질 종류의 수준 간 평균 주관적 거칠기를 보여주고 있다. 이는 D를 제외하고는 Ra 값과 유사하게 주관적으로도 거칠게 느끼는 것을 의미한다. D의 경우에는 거칠기의 물리적 특성치인 Ra, Rz의 값이 거칠기 중간 수준임에도 불구하고 주관적으로 거칠기가 낮게 즉, 거칠지 않은

것으로 나타났다.

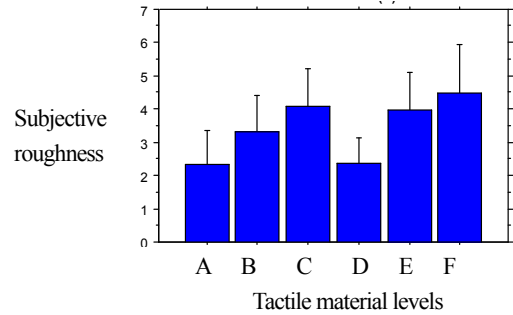


Figure 2. The means of subjective roughness for six tactile materials (Unit: score)

실험에 앞서 측정된 거칠기와 관련된 물리적 특성치인 Ra 값과 주관적 거칠기와의 비교해 본 결과, Figure 3과 같이 재질 D를 제외하고는 유사한 패턴을 보이고 있다. 또한 Ra 값의 변화에 비해 주관적 거칠기는 그 변화폭이 상대적으로 크지 않음을 알 수 있다.

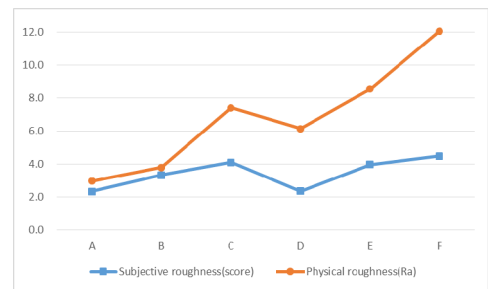


Figure 3. The means of subjective roughness for six tactile materials (Unit: score)

재질 D의 표면은 다음 아래의 Figure 4와 같이 엠보싱은 많이 있으나 그 크기가 작은 것이 특징이었다.

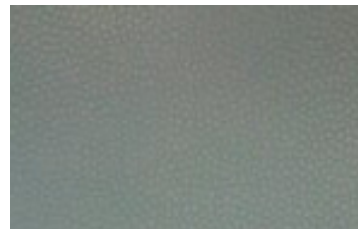


Figure 4. Surface of the material 'D'

접촉 행위에 있어서는 누르기와 주무르기는 유의한 차이가 없었으며, 문지르기는 각각 누르기와 주무르기에 유의한 차이가 있어 주관적 거칠기를 느끼는 정도가 차이가 있는 것으로 나타났다. 특히 문지르기 행위를 할 경우 다른 행위

에 비해 거칠기는 느끼는 정도가 높은 것으로 나타났다. Figure 5는 접촉 행위의 수준 간 평균 주관적 거칠기를 보여 주고 있다.

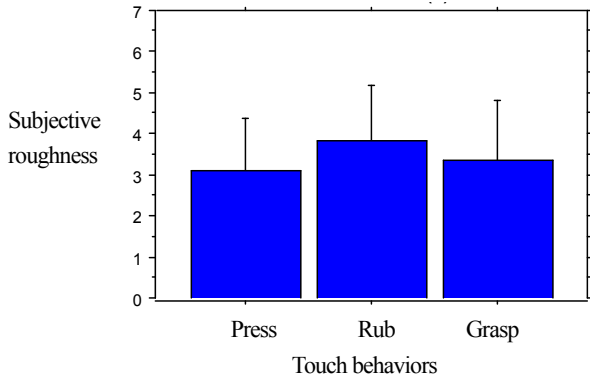


Figure 5. The means of subjective roughness for three touch behaviors (Unit: score)

또한 고급감에 대한 분산분석 결과, 재질의 종류, 접촉 행위가 모두 유의하지 않은 것으로 나타났다(각각 $p=0.6517$, $p=0.7456$). 재질의 종류와 접촉 행위의 2인자 교호작용에 있어서는 유의하지 않은 것으로 나타났다($p=0.7655$). Table 3은 고급감에 대한 분산분석 결과를 보여주고 있다.

Table 3. ANOVA table for luxuriousness

Source	DF	SS	MS	F-Value	Pr>F
Tactile material	5	10.428	2.086	0.665	0.6517
Touch behavior	2	0.578	0.289	0.298	0.7456
Tactile material× Touch behavior	10	5.222	0.522	0.652	0.7655

*: significant at $\alpha=0.01$

4. Conclusion and Discussion

본 연구는 자동차 내장재에 사용되는 재질을 대상으로 재질의 종류와 접촉 행위가 주관적 거칠기와 고급감에 미치는 영향에 대해 알아보았다. 재질의 구분을 위해 촉각적 물성치 중 하나인 거칠기의 정도를 Ra, Rz 값을 이용하여 측정하였다. 재질의 종류와 접촉 행위에 대한 분산분석 결과, 주관적 거칠기에 대해서는 재질의 종류와 접촉 행위에 영향을 미치는 것을 알 수 있었으며 고급감에 대해서는 영향을 미치지 않았다. 이는 촉각적 변수 중 하나인 거칠기에 있어 물성치와 주관적 거칠기와 관련성이 있어 평가 변수로 적용이 가능하다는 것을 의미한다. 하지만 감성 평가에서 중요한 감성 중 하나인 고급감과는 관련성이 떨어져 촉각만을 이용한 평가 시에는 판단에 어려움을 겪는 것으로 보인다.

따라서 고급감을 평가하기 위해서는 시각과 촉각을 병행한 평가가 이루어져야 할 것으로 보인다.

또한 주관적 거칠기에 대한 사후분석 결과에서 나타난 D 재질이 Ra, Rz 값은 중간 수준임에도 낮은 수준으로 평가된 것은 사람의 지문이 구별하지 못하는 정도로 작은 엠보를 줄 경우 부드럽게 인식하도록 하는 نيسان 자동차의 사례(Ban et al., 2009)와 같이 엠보를 일정 수준 이하로 작게 설계하여 주관적으로는 부드러운 촉감으로 느낀 것으로 보인다. 이는 내장재 설계 시 시각적인 감성과 촉각적인 감성을 차별적으로 적용하고자 할 경우에 유용할 것으로 판단된다.

접촉 행위에 있어서는 누르기와 주무르기에 비해 마찰을 이용한 문지르기가 거칠기의 느낌을 명확하게 전달해 주므로 촉감 평가 시 일관된 접촉 행위를 유지하는 것이 중요하다.

본 연구는 촉각에 대한 물성치 중 하나인 거칠기가 주관적 감성을 평가 시에 적용 가능함을 보여주었으며, 접촉 행위에 따라 촉감을 느끼는 차이가 있어 평가 시 고려할 요소임을 알 수 있었다.

References

- Bahn, S., Lee, C., Nam, C.S and Yun. M.H., Incorporating affective customer needs for luxuriousness into product design attributes, *Human Factors and Ergonomics in Manufacturing & Service Industries*, 19(2), 105-127, 2009.
- Ban, A., Tamuraya, M., Takeuchi, T., Kang, Y. Y., Fujimoto, H., Sano, A. Mochiyama, H., Takesue, N., and Tanaka, Y., Surface structure of article, *U.S. Patent Application 13/129,217*, 2009.
- Choe, D.M., *A study on sensory and emotional responses according to tactile attributes of surface texture – With emphasis on the application of surface texture on mobile devices*, Master thesis, KAIST, 2010.
- Jindo, T. and Hirasago, K., Application studies to car interior of Kansei engineering, *International Journal of Industrial Ergonomics*, 19(2), 105-114, 1997.
- Jung, G., Kim, S.M., Kim, S.Y., Jung, E.S. and Park, S., “Effects of design factors of the instrument cluster panel on consumers’ affection”, *Proceedings of the International MultiConference of Engineers and Computer Scientists 2010 Vol 3*, Hong Kong, 2010.
- Kim, K.S. and Lee, E.J., A Study on the Materials of Automotive Interior Design, *Bulletin of Korean Society of Basic Design & Art*, 12(6), 27-35, 2011.
- Lederman S. J. and Klatzky R.L., Hand movements: A window into haptic object recognition, *Cognitive Psychology*, 19 (3), 342–368, 1987.
- Oh, K., Ryu, T., You, H., and Yun, M.H., “A Kansei evaluation for passenger car interior materials”, *Proceeding of the 2002 Fall Conference of the Ergonomics Society of Korea*, (pp. 179-182), Kangwon. Korea, 2002).

Author listings

Jaekyu Park: ergopark@gmail.com

Highest degree: MS, Department of Industrial System and Information Engineering, Korea University

Position title: PhD. Candidate, Department of Industrial Management Engineering, Korea University

Areas of interest: Product Development, Workload, UI

Kunwoo Park: parkgunu@korea.ac.kr

Highest degree: MS, Department of Industrial Engineering, Hongik University

Position title: MS. Candidate, Department of Industrial Management Engineering, Korea University

Areas of interest: Affective design, UX

Jeongil Yu: chavez@korea.ac.kr

Highest degree: MS, Department of Industrial Engineering, Daejin University

Position title: MS. Candidate, Department of Industrial Management Engineering, Korea University

Areas of interest: Product Design, UX, UI

Jaeho Choe: jhchoe@daejin.ac.kr

Highest degree: PhD, Department of Industrial Engineering, POSTECH

Position title: Professor, Department of Industrial & Management Engineering, Daejin University

Areas of interest: Product Design, UX, Affective engineering

Eui S. Jung: ejung@korea.ac.kr

Highest degree: PhD, Department of Industrial Engineering, Pennsylvania State University

Position title: Professor, Department of Industrial Management Engineering, Korea University

Areas of interest: Product Development, Technology Management