

# 플라스틱 표면 조도의 변화에 따른 빈도분포에 대한 감성공학적 군집분석

전 창 립<sup>†</sup>

홍익대학교 과학기술대학 화학시스템공학과  
(2007년 6월 5일 접수, 2007년 6월 28일 채택)

## Clustering Kansei Factors for the Roughness of Plastic Surface Based on Frequency Distribution

Chang Lim Jun<sup>†</sup>

Department of Chemical System Engineering, Hong Ik University, Jochiwon, Chungnam, 339-701, Korea  
(Received June 5, 2007; accepted June 28, 2007)

신제품을 개발할 때 인간의 감성 즉 시각, 청각, 후각, 미각, 촉각에 대한 소비자의 반응에 대한 정보는 대단히 중요하다. 이제까지 촉각에 대한 연구는 다른 감성에 비하여 상대적으로 취약하였던 바, 본 연구에서는 각기 다른 표면 조도를 갖는 플라스틱 시료들에 대하여 체계적인 연구를 시도하였다. 37쌍의 긍정적과 부정적 형용사로 감성적 반응을 조사하여 통계적으로 분석하고 표면 조도와 인간 감성과의 관계를 분석하였다. 일반적으로 사용되는 평균선호도가 아닌 최선빈도를 사용하여 요인분석, 다변량척도분석, 군집분석들을 수행하였다.

New product development requires information on customers' emotions such as vision, auditory, olfactory, gustatory, or tactile perceptions. In this study, tactile sense which has not been well studied compared to other senses, was measured and statistically analysed for different surface roughnesses of plastic samples. The emotional responses of 37 pairs of positive and negative adjectives describing tactile senses were collected and analysed through the questionnaire to find the correlation between adjectives and surface roughness. Frequency of the first preference for each adjective on four different roughness is obtained, and used for the statistical studies such as factor analysis, multidimensional scaling, or clustering.

**Keywords:** plastic, roughness, tactile, kansei engineering, factor analysis, multidimensional scaling, clustering

### 1. 서 론

현대와 같은 무한 경쟁 시장에서 성공하기 위하여는 신제품 개발이나 마케팅 정책 수립단계에서 제품의 물성과 소비자가 제품에 대하여 갖는 감성간의 관계를 과학적으로 파악하는 것은 대단히 중요하다. 소비자가 제품에 대하여 갖는 감성을 제품 개발에 공학적으로 응용하려는 감성공학은 1974년 Nagamachi[1]에 의하여 첫 논문이 발표된 후로, 1988년 시드니에서 열린 International Ergonomic Conference에서 Kansei Engineering[2]이라는 이름의 독립된 공학분야로 공인 받게 되면서 이에 대한 연구가 본격화되었다. 소비자의 감성 즉 시각, 청각, 후각, 미각, 촉각 등에 영향을 주는 요소는 여러 가지가 있는데, 지금까지는 색, 형태, 무늬 등 시각적인 요소가 주로 연구되어 왔다[3]. 그러나 구매의 마지막 단계에서는 손으로 직접 만져보는 촉각 감성이 매우 중요하며 신체에 직접 접촉하면서 사용하는 제품의 경우에는 촉감 감성의 연구가 무엇보다 큰 의미를 갖는다. 본 논문에서는 촉감 데이터에 대한 요인분석, 다변량분석과 군집분석을 실시하였다.

각 형용사 별로 표면조도가 다른 네 가지 플라스틱 시료를 준비하고, 암상자에 그 시료들을 부착하여 촉각 이외의 시각적 감성이 관여

할 위험을 차단하였다. 암상자에 손을 넣어 표면의 조도가 단계적으로 차이가 나는 4개의 시료를 손가락으로 접촉한 후, 촉각을 표현하는 긍정과 부정의 짝으로 구성된 74가지 형용사에 대한 감성 정도를 기입하게 하여 데이터를 구하였다. 이 데이터로부터 각 형용사별 조도의 평균선호도를 구하고, 이를 이용하여 다차원척도분석을 한 통계적 결과는 이미 발표된 바 있다[4]. 또한 본 연구진에 의하여 촉각에 대한 평균순위에 의한 분석연구도 발표된 바 있다[5]. 그런데 평균에는 각 시료의 2위, 3위, 4위의 모든 값이 다 영향을 미치게 된다. 그러나 신제품 개발시 디자인을 결정할 때 가장 중요한 요소는 최고선호도를 갖는 물성이며 2위, 3위, 4위의 물성은 그다지 중요하지 않다. 따라서 본 연구에서는 네 시료들에 대한 최고선호도의 빈도를 사용하여 37 × 4의 데이터를 구성하였으며, 이 데이터를 사용하여 요인분석, 다차원척도분석과 군집분석을 실시하였다.

평균선호도를 사용하지 않고 최빈값을 쓰는 것은 마케팅의 특성상 불가피한 이유가 있다. 여러 개의 상품들 중에서 어느 것에 더 호감이 가는가를 설문조사하면 대개 순위 데이터가 얻어지는데, 이들 값을 통계처리하기 위하여 평균선호도를 사용하면 최고선호도를 얻은 상품에 대한 값뿐만 아니라 2, 3위의 값까지도 영향을 주게 된다. 그러나 실제로 고객이 상품을 구입할 때는 최고 선호도의 상품만 사는 것

<sup>†</sup> 저자(e-mail: cjun@hongik.ac.kr)

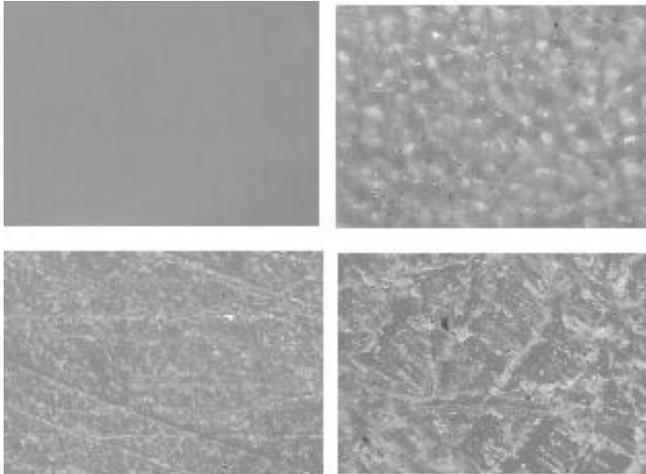


Figure 1. 1, 2, 3, 4의 현미경 사진.

이며 사실 2, 3위는 아무 의미가 없게 된다. 즉 2위, 3위를 많이 한다고 해서 2위, 3위로 잘 팔리는 것이 아니라 전혀 안 팔릴 수도 있다. 평균선호도 값이 적더라도 확실하게 1위의 최고선호도를 얻은 수만큼만 판매가 되는 것이므로 최고선호도의 빈도수가 실제적인 의미가 있게 된다. 그런데 최고 선호도의 빈도수는 순위 데이터도 아니고 한 차원이 적은 데이터이므로 요인점수(요인분석)나 다차원척도법은 별 의미가 없다. 즉 군집분석이 더 큰 의미를 갖는다.

## 2. 시료의 준비

다음 Figure 1은 실험에 사용된 네 시료 표면의 현미경 사진이다. 가장 매끄러운 시료부터 가장 거칠어지는 순서로 배열하였으며 조도가 점점 더 증가하는 순서이다. 배율은 60배이고, 한 화면의 가로 길이는 3 mm에 해당하는 스케일을 나타낸다. 1번 시료는 아주 매끈하여 아무 거친 흔적을 발견할 수 없으며, 시료 1에서 시료 4로 갈수록 광학적 음영에 의하여 나타나는 도메인의 크기가 점점 커지는 것을 확인 할 수 있다.

## 3. 다변량분석

### 3.1. 요인분석에 의한 감성 어휘의 분류

이 절에서는 시료들에 대한 최고선호도의 빈도 데이터를 이용하여 요인분석(Factor Analysis)을 행하였다. 추출방법은 주성분분석을 사용하였고, 배리맥스에 의한 회전방법을 사용하였다. 이 분석에 사용한 시료들의 조도는 순차적이므로, 여기서 얻어진 자료들 사이에는 깊은 상관관계가 있다. 따라서 본 요인분석의 목적은 4차원의 자료를 2차원으로 축소하여, Brunelli *et al.*[6]과 Duda *et al.*[7]에 의하여 제시된 방법으로 추출한 37개의 감성 어휘축에 대한 상대적인 위치를 산점도로 확인하고, 이들을 적절한 군집으로 분류하는 것이다. Diaconis [8]와 McCullagh[9]가 제시한 방법으로 순위자료를 분석한 결과를 보면 네 개 조도에 대한 공통성은 모두 0.79 이상이었고, 두 요인에 의해 설명되는 총변동량은 전체의 89% 이상이였다.

Table 1은 회전 후 요인의 성분을 나타내며, 제 1 성분에서는 조도 1과 조도 3, 제 2 성분에서는 조도 2와 조도 4에 대한 뚜렷한 대비를 보여 준다. 이는 사용된 시료들의 조도가 순차적으로 변하는 재료들로 잘 구성되었음을 확인시켜준다. 각 감성어휘축에 대한 두 개의 요

Table 1. 최빈값 자료의 회전된 성분행렬

	성분	
	1	2
조도1	-0.935	.260
조도2	.235	.906
조도3	.869	.186
조도4	.473	-.856

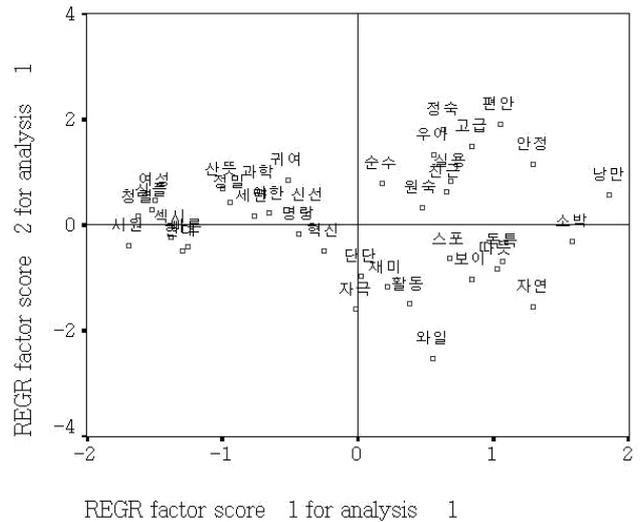


Figure 2. 37개의 감성 어휘에 대한 요인점수의 산점도

인점수는 아래의 식 (1)과 (2)를 통하여 얻을 수 있다.

$$\text{제 1 요인점수} = -0.479 \times \text{조도1} + 206 \times \text{조도2} + 0.483 \times \text{조도3} + 0.178 \times \text{조도4} \quad (1)$$

$$\text{제 2 요인점수} = 0.078 \times \text{조도1} + 0.581 \times \text{조도2} + 0.192 \times \text{조도3} - 0.488 \times \text{조도4} \quad (2)$$

이 요인점수들을 산점도를 통하여 살펴보면 Figure 2와 같다.

Figure 2를, 평균값 데이터에서 요인분석을 했을 때와 비교하여 보면, 감성 어휘들이 비교적 더 잘 군집되어 있음을 볼 수 있는데, 이는 평균 대신 최고선호도 빈도를 사용함에 따른 결과로 해석된다. 또한 서로 근접한 감성 어휘들끼리 유사한 개념을 내포함을 볼 수 있다. Table 4에서는 이들을 9개의 군집으로 분류하고, 제 1 요인의 양의 축에서 시작하여 반시계 방향으로 나열하였다.

Table 2의 두 번째 열은 제 1 요인과 제 2 요인의 부호를 나타내며, 가까운 군일수록 이 군들에 해당하는 감성 어휘를 표현하기 위한 물성이 비슷하다고 볼 수 있다. 요인에 대한 해석은 다소 주관적이지만, 제 1 요인은 온도감으로서 양의 축을 따라 따뜻한 정도를 나타내고, 음의 축을 따라 차가운 정도를 나타낸다. 또한 제 2 요인은 활동성으로서 양의 축을 따라 정적(비활동성)인 정도를, 음의 축을 따라 동적(활동성)인 정도를 나타낸다. 각 시료의 조도는 시료의 물성을 나타내며 이는 온도감과 활동성이라는 두개의 감성의 척도에 따라 구분될 수 있다.

제 1 요인과 제 2 요인의 상대적 위치에 따라 감성 어휘를 Table 2와 같이 분류한 후 군별로 적합한 물성을 살펴보았다. 제 1 군의 “색



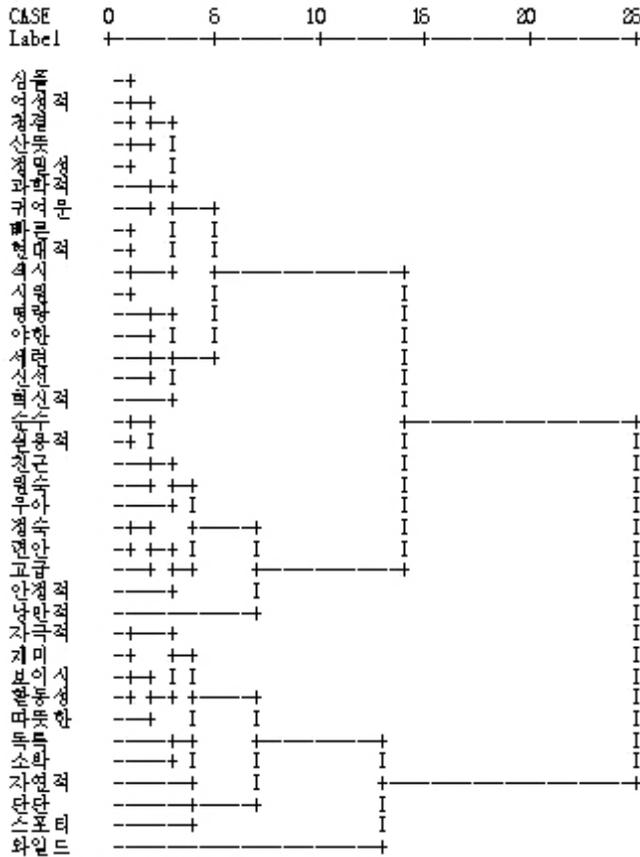


Figure 4. 감성 어휘들의 군집분석(Hierachical Clustering).

Table 4. 군집분석에 의한 감성 어휘들의 군집표

군	군집분류된 감성 어휘	대표 어휘
1	심플 여성 청결 산뜻 정밀 과학 귀여운 빠른 현대	여성적
2	섹시 시원	섹시
3	명량 야한 세련 신선 혁신	세련
4	순수 실용 친근 원숙 우아	실용적
5	정숙 편안 고급 안정	고급
6	낭만적	낭만적
7	자극적 재미 보이시 활동 따뜻	재미
8	독특 소박	소박한
9	자연적	자연적
10	단단	단단한
11	스포티	스포티
12	와일드	와일드

하는 것이 더욱 잘 군집분류되었다. 넷째, 이런 통계적 결과를 실제적인 신체제품개발에서 표면의 조도를 디자인 요소로 사용하기 위하여는 약 11개의 감성 어휘로 감성 응답을 나타낼 수 있음을 알게 되었다.

#### 4. 결 론

소비자의 감성을 만족시키지 못하는 제품이나 기업은 지금의 무한 경쟁 시장에서 도태되고 만다. 소비자의 감성에 영향을 주는 디자인

Table 5. 통계분석법에 따른 37개 감성어휘들의 군집화 비교표

연번	표시 형용사	상대 형용사	요인분석	다차원척도	군집분석
1	심플한	복잡한	1	1	1
2	여성적	남성적	1	1	1
3	청결한	더러운	1	1	1
4	빠른	느린	1	1	1
5	현대적	클래식한	1	1	1
6	섹시한	암전한	1	1	1
7	시원한	답답한	1	1	1
8	산뜻한	너절한	2	2	1
9	정밀한	조잡한	2	2	1
10	과학적	원시적	2	2	1
11	귀여운	투박한	2	2	1
12	명량한	음침한	2	2	2
13	야한	조용한	2	2	2
14	세련된	촌스러운	2	2	2
15	신선한	진부한	2	2	2
16	혁신적	보수적	2	2	2
17	순수한	지저분한	3	3	3
18	실용적	예술적	3	3	3
19	친근한	생소한	3	3	3
20	원숙한	미숙한	3	3	3
21	우아한	경박한	3	3	3
22	정숙한	천박한	3	4	4
23	편안한	불편한	3	4	4
24	고급스러운	싸구려인	3	4	4
25	안정적	불안한	4	4	4
26	낭만적	현실적	5	6	5
27	자극적	덤덤한	9	7	6
28	재미있는	지루한	9	7	6
30	활동적	정적인	9	7	6
29	보이시한	훤미닌한	6	7	6
31	따뜻한	차가운	6	7	6
32	독특한	평범한	6	7	7
33	소박한	화려한	5	7	7
34	자연적	인위적	7	8	8
35	단단한	약한	9	9	9
36	스포티한	드레시한	6	9	10
37	와일드한	점잖은	8	10	11

요소들 중에서 시각에 비하여 촉감에 대한 연구는 매우 미진하다. 그러나 구매 결정시 가장 마지막 단계가 만져보는 촉감이므로 최종 구매 결정 단계에서 촉감은 지대한 영향을 미친다. 특히 어떤 형태로든 인체에 접촉되는 제품의 경우, 촉감은 매우 중요한 디자인 요소라고 할 수 있다. 촉감은 측정이 가능하고 정량화가 가능한 세 가지 물성 요소로 나타낼 수 있으며 그것은 온도촉감, 경도촉감, 조도촉감이다. 이 감성요소들을 합성하여 제품의 용도별로 다양한 종합적 감성을 나타낼 수 있다. 본 연구에서는 특히 조도촉감을 다변량 통계분석 방법

**Table 6. 축소된 감성어휘 군집표**

군	대표 어휘	포함된 감성 어휘
1	여성적	심플 청결 빠른 현대적 색시 시원
2	과학적	산뜻 정밀 귀여운
3	세련된	명랑 야한 신선한 혁신적
4	실용적	순수 친근 원숙 우아
5	고급감	정숙 편안 안정
6	재미있는	자극적 보이시 활동적 따뜻
7	낭만적	
8	자연적	
9	단단한	
10	스포티	
11	와일드	

을 이용하여 연구하였다.

조도가 다른 네 개의 시료에 대한 74개의 감성을 나타내는 감성척도를 추출하였다. 그리고 74개 감성 형용사들의 평균조도를 요인분석과 다차원척도분석, 군집분석을 한 결과 통계적 유사성을 근거로 약 10개 정도의 감성 어휘군으로 묶을 수 있었다. 특히 요인분석에 의해 추출된 두 요인을 각각 “따뜻하거나 차거운 온도감”과 “동적이거나 정적인 활동성”을 나타내는 것으로 해석하여, 반시계방향을 따라 형성된 9개 감성 어휘군으로 분류하고, 각 군에 해당하는 물성을 살펴 보았다. 다차원척도분석 결과 나온 감성 어휘의 자극 위치를 근거로 하여, 반시계 방향을 따라 형성된 감성 어휘군은 요인분석에 의해 형성된 것과 큰 차이가 없었지만, 절대적인 좌표는 다소 회전되어 있었다. 다차원척도에서의 회전된 축 1과 회전된 축 2를 요인분석에서의 요인 1과 요인 2와 거의 동일하게 해석을 내릴 수 있었다. 마지막으로 유클리디안 거리와 평균연결법을 써서 계보적인 군집분석을 실시하

여 37개 감성 어휘측들을 11개 군으로 분류하였다. 그 결과 앞서 두 방법에서 근접한 거리에 있던 감성 어휘측들이 유사하게 분류되는 것을 볼 수 있었다.

## 감 사

이 논문은 2004년도 홍익대학교 학술연구조성비에 의하여 연구되었음.

## 참 고 문 헌

1. M. Nagamachi, *Kansei Engineering, A Study of Emotion Technology, Japanese J. Ergonomics*, **10**(10), 121 (1974).
2. M. Nagamachi, *Ergonomics International*, **88**, 72 (1988).
3. M. Nagamachi, *Kansei Engineering*, Kaibundo Publisher, Tokyo (1993).
4. J. I. Marden, *Introduction to Analyzing and Modeling Rank Data*, Chapman and Hall, London (1995).
5. C. L. Jun and K. Choi, *J. Korean Statistics Society*, **10**(1), 49 (2002).
6. R. Brunelli and O. Mich, *An Image Retrieval Sytem*, IEEE Transactions on Multimedia (2000).
7. R. O. Duda, P. E. Hart, and D. G. Stock, *Pattern Classification*, Wiley (2001).
8. P. Diaconis, *A Generalization of Spectral Analysis with Application to Ranked Data, Annuals of Statistics*, **17**, 949 (1989).
9. P. McCullagh, *Permutation and Regression Models, Probability Models and Statistical Analysis for Ranking Data*, M. A. Fligner, and J. S. Verducci, Eds., Springer-Verlag, New York (1993).
10. J. B. Kruscal and M. Wish, *Multidimensional Scaling*, Sage, C.A. (1978).