

표면 질감에 관한 사용자의 촉각적 인식 특성

User's Characteristics on the Tactile Perception of Surface Texture

이 동 연 (Lee, Dong-Yeon)

한국기술교육대학교 디자인공학과

양 승 무 (Yang, Seung -Mu)

한국예술종합학교 미술원 디자인과

정 광 태 (Jung, Kwang-Tae)

한국기술교육대학교 디자인공학과

이 논문은 산업자원부에서 시행한 산업디자인기반기술개발사업의 일환으로 연구된 결과입니다

1. 서론

2. 표면질감에 대한 촉각적 인식 실험

- 2-1 실험의 개요
- 2-2 실험방법
- 2-3 실험내용

3. 실험결과분석

- 3-1 거칠기에 따른 샘플의 순서배열
- 3-2 표면 거칠기에 대한 그룹핑 실험 결과분석
- 3-3 표면 거칠기의 주관적 평가에 관한 결과분석
 - 3-3-1 평균깊이, 평균피치와 거칠기의 상관분석
 - 3-3-2 평균깊이와 평균피치의 변화에 따른 거칠기의 추정

5. 결론

참고문헌

(要約)

본 연구에서는 표면의 거칠기를 나타내는 척도인 요철의 깊이와 피치(pitch)의 변화에 따라 피실험자들이 느끼는 거칠기의 정도를 세 가지의 실험을 통하여 알아보았다.

첫번째 실험은 임의로 나열해 놓은 샘플들을 거칠기의 정도에 따라 순서대로 나열하도록 하는 실험이었는데, 작업을 수행하는데 소요된 시간을 척도로 하여 분석을 수행하였다. 두번째 실험은 임의로 나열해 놓은 샘플들을 표면 거칠기가 같다고 느끼는 샘플들끼리 그룹핑하는 실험이었다. 이 실험 결과의 분석에서는 그룹핑된 그룹의 개수에 의하여 분석을 수행하였다. 그리고 마지막 실험에서는 각각 독립적으로 제시되는 샘플들을 만져보고, 그 샘플들의 거칠기 정도가 어떠한지 형용사 척도를 토대로 평가하는 실험이었다. 이상의 실험적 연구를 통하여, 요철의 깊이와 피치 모두 사용자들이 느끼는 거칠기의 정도에 유의한 영향을 주는 것을 알 수 있었으며 특히, 요철의 깊이와 거칠기의 상관관계가 피치와 거칠기의 상관관계보다 훨씬 강한 것을 알 수 있었다. 즉, 사용자들은 요철의 깊이 변화에 대해 거칠기의 정도 차이를 더 많이 느낀다는 것을 알 수 있었다.

본 연구의 결과는 촉각을 이용한 사용자 인터페이스 디자인에서 촉각에 의한 식별력을 높이기 위하여 반드시 고려되어야 할 것이고, 그러한 사용자 특성이 반영될 때 제품의 사용 편의성은 더욱 증대될 수 있을 것이다

(Abstract)

In this study, we studied characteristics on human tactile perception according to the depth and the pitch of surface roughness. Three experiments were performed for this study. The first experiment was to arrange samples in the order of their roughness. The second experiment was to group samples according to their roughness. And, the third experiment was to subjectively evaluate the level of roughness for each sample using adjective scales. Through these experimental studies, we could verify that the depth and the pitch of surface roughness give a significant effect on tactile perception and the depth gives more significant effect than the pitch. So, the depth of surface roughness must be more importantly considered than the pitch in the tactile user interface design of product.

(Keyword)

surface roughness, tactile perception, user interface

1. 서론

제품의 사용자 인터페이스 디자인에 관한 최근의 활발한 연구 개발에도 불구하고, 촉각적 인터페이스에 관련된 연구는 시각이나 청각적 인터페이스에 비해 별로 관심을 끌지 못하였다.

하지만, 일상생활에서 인간은 우리들이 생각하는 것보다 더 많이 촉각에 의존하고 있고, 다른 어떠한 감각기관보다 본능적, 직관적이기 때문에 제품의 디자인에서 촉각적 특성을 활용할 수 있다면 제품의 사용성(usability)은 더욱 증대될 수 있을 것이다.

제품의 사용에 있어서 사용자들이 촉각을 활용하여 정보의 습득이 가능할 수 있도록 하기 위해서는 제품의 인터페이스 부분에 대하여 촉각적으로 식별할 수 있도록 디자인해야 할 것이다.

이를 위해서는 해당 제품의 조작부위를 촉각적으로 암호화(coding)하는 것이 필요한데, 암호화를 위하여 가장 일반적으로 사용할 수 있는 세가지 차원(dimension)으로는 표면질감, 형상, 크기가 있다¹⁾. 그 중에서도 표면질감은 가장 중요하게 사용될 수 있는 설계요소이므로 촉각적 측면에서 제품의 사용자 인터페이스를 개선하기 위해서는 표면질감에 대한 사용자의 인지특성을 알아보는 것이 필요하다. 특히, 표면질감은 표면 요철의 깊이와 피치(pitch)²⁾에 의하여 결정되기 때문에, 본 연구에서는 표면요철의 깊이 변화와 피치 변화에 따른 거칠기(surface roughness)의 촉각적 인지 특성을 알아보고, 이를 제품의 촉각적 인터페이스 디자인을 위한 결과로 활용하는 방안을 제시하고자 한다.

2. 표면 질감에 대한 촉각적 인식 실험

인간은 물체의 표면질감을 촉각을 통하여 감지할 때, 물체의 표면을 손으로 훑으면서 그 질감을 느끼게 되는데 다시 말해서, 대상물에 대한 상대적 운동을 통해 물체의 표면 정보를 획득하는 것이다. 본 실험은 인간의 표면질감에 대한 촉각적 인지 특성을 알아보기 위하여 수행되었다.

2.1 실험의 개요

본 연구의 목적이 물체의 표면질감에 대한 인간의 인지특성을 알아봄으로써, 그 결과를 가전제품의 디자인에 반영하고자 하는 것이기 때문에 실험에 사용되는 재료도 가급적 가전제품에서 사용되는 샘플을 사용하도록 하였다. 하지만, 가전제품의 재질과 표면 처리방법은 매우 다양하기 때문에 모든 종류의 표면 질감의 샘플을 구하는 것은 거의 불가능하고, 모두 구한다고 하더라도 실험 횟수와 비용, 그리고 시간 상의 문제점으로 인하여 모든 샘플에 대한 실험을 수행한다는 것은 어려운 문제이다.

(1) 박경수 : 인간공학, 영진문화사, 256-263, (1992)

(2) 피치(pitch) : 사전적 의미로는 'the highest point' 이며, 다른 말로 peak로 표현하기도 한다. 표면 텍스처의凸부위의 가장 높은 지점을 말한다. 또한 평균 피치는, 돌출된 부위가 가장 고르게 형성되어 있는 일정 구간의 피치를 말하며, 본 실험에서는 그 구간을 7.5mm로 하여 그 구간 안에서의 피치의 수, 즉 Peak Count를 측정하였다(표1).

(3) 실험에 사용된 부식칩(textured sample)은 한성금형부식(Hansung Metal Etching co.)으로부터 제공받았음.(Chip: 가로x세로x두께=65x65x2(mm)).

또한, 본 연구의 목적이 물체의 표면질감에 대한 인간의 인지특성을 알아보고, 그 결과를 제품의 촉각적 인터페이스 디자인에 어떻게 반영할 수 있는지에 대한 문제를 다루는 것이므로 모든 가능한 경우에 대해 실험보다는 일반적으로 가장 많이 쓰여지는 대상을 샘플링 하였다.

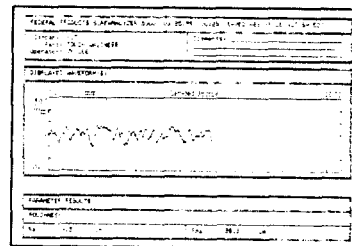
따라서, 본 연구에서는 같은 재질이면서 표면 질감(texture)이 다른 것으로 일반 가전제품에 가장 많이 쓰이는 금형 부식 플라스틱 칩(chip)을 실험에 사용하였다³⁾. 실험에 사용된 플라스틱 칩의 수는 모두 24 개로, 해당 플라스틱 금형부식 칩은 일반적으로 가장 많이 쓰이는 샌딩(sanding)형태이며, 1 번의 평균깊이 10.5 μ m, 평균피치가 7.5 m/m 구간에서 73PC(Peak Count)²⁾의 샘플을, 24 번의 평균깊이 100 μ m, 평균피치가 7.5 m/m 구간에서 16PC의 샘플로 이루어져있다. 각 부식 칩의 규격은 표 1 과 같다.

[표 1] 금형 부식 칩의 평균깊이 및 평균피치 측정표

NO..	부식칩 번호	평균깊이(μ m)	평균피치(PC) 7.5 m/m 구간
1	8025	10.58	73
2	803	13	80
3	8035	12	61
4	804	15	97
5	8045	17	93
6	805	14	69
7	6025	17	76
8	603	18	82
9	6035	17	79
10	604	21	53
11	6045	26	63
12	605	26	67
13	HS-1013	14	41
14	HS-1014	20	42
15	HS-1015	25	34
16	HS-1016	30	31
17	HS-1017	35	30
18	HS-1018	40	28
19	HS-1019	50	25
20	HS-1020	60	24
21	HS-1021	70	20
22	HS-1022	85	20
23	HS-1023	95	17
24	HS-1024	100	16

• 표면질감의 표시 단위

표면질감의 표시 단위는 돌출부의 평균깊이와 돌출부 간의 간격을 나타내는 평균피치(pitch 또는 PC : Peak Count)로 표시한다. 실험에 쓰인 부식 칩은 한국기술교육대학교 정밀공작기계연구소에서 측정하였다(그림 1).



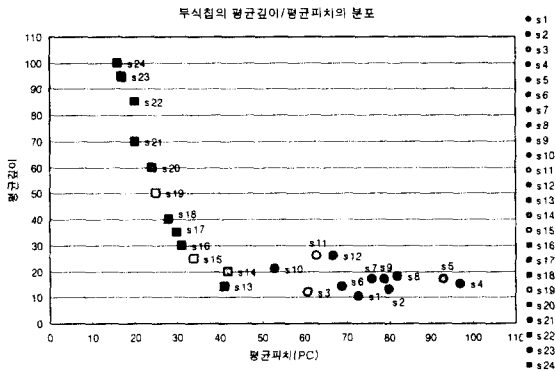
• 측정장소 :
한국기술교육대학교
정밀공작기계연구소

• 측정기구: Federal Product
Surfalyzer 5000

[그림 1] 표면질감의 표시단위

본 연구에서는 표면질감에 대한 사용자들의 인식 특성을 알아보기 위하여, 표면 거칠기에 따른 샘플의 순서배열 실험, 표면의 질감이 같게 느껴지는 것끼리의 그룹핑 실험, 제시하는 샘플을 만져보고 그 거칠기에 대해 형용사 척도를 이용하여 판단하는 실험을 수행하였다.

피실험자는 평상시 제품에 대한 관심이 높고 비교적 감각에 민감한 디자인을 전공한 학생들로 한국기술교육대학교 산업디자인공학과 3,4학년 재학생의 25명이 참가하였다.



[그림 2] 금형 부식 샘플의 평균높이 및 평균피치의 분포

2-2 실험방법

• 실험 1: 거칠기에 따른 샘플의 순서배열

순서없이 나열해 놓은 샘플들을 표면이 거친 순서대로 나열하도록 한다. 응답자는 준비된 실험대에 손만을 넣고 24 개의 샘플을 거친 순서대로 왼쪽에서 오른쪽으로 나열한다.

부식 칩의 1번~6번, 7번~12번, 13번~18번, 19번~24번의 4가지 경우의 실험을 실시한다. 순서대로 나열하는 동안의 그 소요시간을 측정한다. 여기에서 실험을 위한 샘플의 그룹핑 특성은 다음과 같다.

[표 2]. 실험 1을 위한 샘플의 그룹핑 특성

	피치	깊이
1번~6번 그룹	피치 크고 샘플간의 피치 차이가 큼	평균깊이 작고 샘플간의 깊이 차이도 작음
7번~12번 그룹	샘플간의 피치 차이는 크지만! 평균피치는 1~6번 그룹보다 작음	평균깊이 작고 샘플간의 깊이 차이도 작음
13번~18번 그룹	피치는 작고 샘플간의 피치 차이도 작음	평균깊이 작지만, 샘플간의 깊이 차이는 큼
19번~24번 그룹	샘플간의 피치 차이 작지만, 13~18번 그룹보다 평균피치는 작음	평균깊이 크고 샘플간의 깊이 차이도 큼

• 실험 2: 거칠기에 따른 샘플의 그룹핑

실험 2는 제시된 샘플들을 질감이 같게 느껴지는 것끼리 그룹핑하는 실험으로, 그룹핑된 결과를 통하여 샘플의 거칠기를 나타내는 속성인 깊이와 피치의 변화에 따라 사용자들이 거칠게

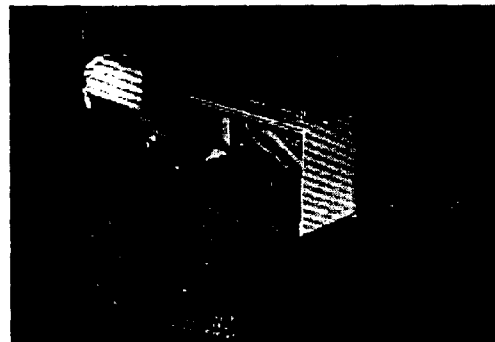
느끼는 정도를 파악하기 위한 것이다. 즉, 그룹핑된 결과를 통하여 사용자들은 깊이 변화와 피치 변화의 어떠한 속성에 대해 더 많은 거칠기 차이를 느끼는지 알아보기 위한 것이다. 이 실험은 순서없이 나열해 놓은 24 개의 샘플들을 표면이 같다고 느껴지는 것(거칠기)끼리 그룹핑하도록 함으로써 수행되었다. 물론, 이때 그룹의 개수는 상관없다.

• 실험 3: 샘플의 거칠기에 대한 주관적 평가

실험 3에서는 인간이 주관적으로 느끼는 표면 거칠기에 대한 특성을 알아보기 위한 것으로, 깊이와 피치의 변화에 따라 주관적으로 느끼는 거칠기의 정도를 알아보려고 수행되었다. 피실험자는 제시되는 샘플을 만져보고 주관적으로 느끼는 거칠기의 정도를 7점 척도로 판단하도록 하였다⁴⁾.

2-3 실험방법

본 연구에서의 실험은 사람의 주된 촉각 수용기인 손가락만을 이용하는 실험이므로 실험에 쓰이는 샘플이 보이지 않도록 그림 3 과 같은 실험 부스(booth)를 준비하였다. 실험에 들어가기 전에 각 실험의 방법을 숙지하고 실험자의 지시에 따라 진행하도록 하였다. 손가락으로 물체를 만져보고 느끼는 것이니 만큼, 시간이 지남에 따라 계속적으로 같은 샘플을 만질 경우, 감각이 둔해져 판단 오류가 생길 것을 방지하기 위하여 시간제한⁵⁾을 두었다. 또한 손가락에서 나오는 땀과 같은 분비물로 인한 영향을 감안하여 수시로 손가락을 세척할 수 있도록 물티슈를 준비하였다.



[그림 3] 실험 장면

3. 실험 결과 분석

3-1 거칠기에 따른 샘플의 순서배열

일반적으로 거칠기에 따라 샘플을 순서대로 배열하는 작업에 대해서 샘플의 거칠기에 대해 주관적으로 느끼는 차이가 별로

(4) 표면질감에 대한 가장 기본적인 촉각여휘인 '거칠다'에 대해서 "그렇지 않다—매우그렇다"의 대(對)가 되는 의미를 7점 척도로 평가하도록 하였다.

(5) 여러 명의 피실험자를 대상으로 한 예비실험조사를 통해 알아본 결과, 한 그룹의 샘플들을 만져보고 직관적으로 의사결정을 하는데 5분이 넘지않도록 하는 것이 적당하다고 판단되었다.

없으면 사용자는 그만큼 고민하게 된다. 따라서, 샘플을 배열하는데 그만큼 오랜 시간이 걸리게 된다. 역설적으로 말하면, 샘플을 거칠기에 따라 순서대로 배열하는데 있어 특정 그룹에 대해 시간이 오래 걸린다면 그 그룹에 속한 샘플들은 그만큼 식별이 용이하지 않다고 이야기할 수 있다.

그러한 개념 하에서 거칠기의 두 가지 척도인 깊이와 피치에 대해 각각 다른 특성을 갖는 4개 그룹의 샘플들을 거칠기 순서대로 배열하는데 있어 걸린 시간을 가지고 샘플의 표면 요철의 깊이와 피치 중 어떠한 요인이 표면 거칠기에 더 많은 영향을 주는지 알아보았다.

[표 3] 샘플 순서배열 소요시간에 대한 분산분석

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	29489.470	3	9829.823	3.444	.020**
Within Groups	274033.040	96	2854.511		
Total	303522.510	99			

** sig. at 0.05

샘플의 그룹별로 측정된 거칠기 순서배열의 소요시간을 기준으로 분석된 결과를 보면, 순서배열에 대한 소요시간은 그룹별로 유의한 차이가 있음을 알 수 있다. 이것은 거칠기를 나타내는 척도인 요철의 깊이와 피치가 표면 거칠기를 판별하는데 영향을 주는 정도가 다르다는 것을 의미한다.

[표 4] 각 샘플그룹의 소요시간 평균과 표준편차

샘플그룹	Mean	N	Std. Deviation
1번 ~ 6번	128.96	25	60.35
7번~12번	96.20	25	56.83
13번~18번	86.08	25	46.83
19번~24번	88.48	25	48.50

표 4를 보면 샘플 1 ~ 6번 그룹이 거칠기에 따라 샘플들의 순서를 배열하는데 가장 많은 시간이 걸렸음을 알 수 있다. 이것은 그만큼 피실험자들이 거칠기를 판별하는데 고민하였다는 뜻으로, 거칠기의 차이를 다른 그룹보다 명확하게 느끼지 못하였다는 뜻이다. 그런데, 1 ~ 6번 그룹에 포함된 샘플들이 갖는 특성은 표2에서 설명된 것 처럼 평균피치는 크고 각 샘플간의 피치 차이도 크지만, 평균깊이는 작고 각 샘플간의 깊이 차이도 작은 그룹이다. 하지만, 표 4를 보면 샘플들의 깊이 차이가 커질수록 거칠기 대로 순서를 배열하는데 더 적은 시간이 걸린 것을 알 수 있다. 이 결과들을 토대로 피치의 차이보다는 깊이의 차이에 대해 피실험자들은 더 명확하게 거칠기의 차이를 인식하는 것을 알 수 있다.

3-2 표면거칠기에 대한 그룹핑 실험 결과분석

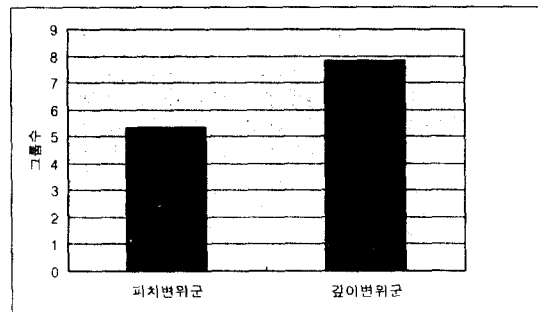
다음의 표 5를 보면, 깊이 변화군(13번 칩에서부터 24번 칩까지)과 피치 변화군(1번 칩에서부터 12번 칩까지) 사이에 그룹핑된 그룹의 수에 유의한 차이가 있음을 알 수 있고, 그림 4를 보면 깊이 변화군의 지정된 그룹의 수가 피치변화군보다 훨씬 크다는 것을 알 수 있다. 즉, 표면 거칠기에 대해 요철의 피치보다 깊이에 의해 더 많은 차이를 느낀다는 것을 알 수 있다.

이러한 결과는 군집분석(cluster analysis) 결과에서도 나타나는데, 다음 그림 5는 표면 거칠기에 대한 그룹핑 실험에서 얻어진 데이터로부터 군집분석을 한 결과를 덴드로그램으로 나타낸 것이다. 이 그림을 보면 거칠기의 인식차이는 평균피치보다 평균깊이의 차수의 차이에 의해 더 크게 느낀다는 것을 알 수 있다(평균깊이가 커질수록 그룹핑된 수가 많아진다).

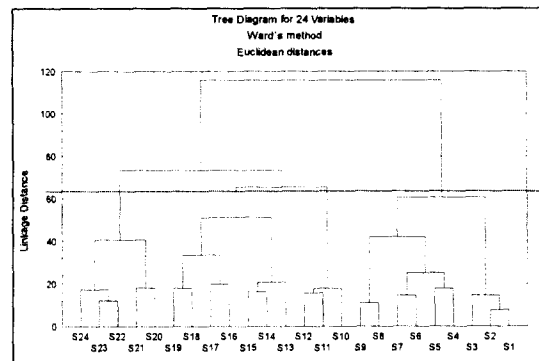
[표 5] 샘플군에 따른 그룹수에 대한 분산분석⁶⁾

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	77.349	1	77.349	13.328	.001**
Within Groups	272.773	47	5.804		
Total	350.122	48			

** sig. at 0.05



[그림 4] 피치 변화군과 깊이 변화군의 평균 지정 그룹수



[그림 5] 표면 거칠기에 대한 샘플의 그룹핑 결과

(6) 표5에서 Within Groups의 자유도가 47인 것은 1개의 데이터가 누락되었기 때문이다.

3-3 표면 거칠기의 주관적 평가에 관한 결과분석

표면 거칠기(surface roughness)에 대하여 평가된 주관적 평가결과를 토대로, 표면 거칠기의 인식에 있어 샘플 요철의 깊이와 피치가 어떠한 영향을 미치는지를 상관분석과 회귀분석을 수행하였다. 상관분석(correlation analysis)을 통하여 표면의 깊이와 피실험자들이 느끼는 표면 거칠기와의 상관관계, 그리고 표면의 피치와 피실험자들이 느끼는 표면 거칠기와의 상관관계를 알아보았다. 또한, 회귀분석(regression analysis)을 통하여 표면 깊이와 피치에 따른 피실험자들이 느끼는 표면 거칠기에 대한 선형 함수식을 추정하였다.

3-3-1 평균 깊이, 평균피치와 거칠기의 상관분석

상관분석은 두 변수간의 상호 선형관계의 정도를 분석하기 위한 방법으로, 데이터가 등간 척도 이상인 경우에는 주로 피어슨(Pearson) 상관계수를 구하여 분석한다.

확률변수 X와 Y의 분산을 각각 $Var(X)$, $Var(Y)$ 라 하고, X와 Y의 공분산(covariance)을 $Cov(X,Y)$ 라 하는 경우 피어슨 상관계수는 다음과 같이 정의된다.

$$\text{피어슨상관계수} = \frac{Cov(X,Y)}{\sqrt{Var(X) \cdot Var(Y)}}$$

[표 6] 단순통계량표

Variable	N	Mean	StdDev	Sum	Minimum	Maximum
DEPTH	350	33.541	26.390	11740	10.580	100.000
PITCH	350	50.571	24.069	17700	16.000	93.000
ROUGH	350	4.285	1.870	1500	1.000	9.000

[표 7] 상관분석표

	깊이	피치	거칠기
깊이	1	-0.739**	-0.739**
피치	-0.739**	1	0.539**
거칠기	-0.739**	0.539**	1

** sig. at 0.05

(1) 샘플 요철의 깊이와 피실험자가 느끼는 거칠기와의 상관분석 실험에 사용된 샘플의 요철 깊이 변화에 따라 피실험자들이 주관적으로 느끼는 거칠기 정도의 상관분석 결과를 보면, 상관계수가 -0.73911로 음의 상관관계, 즉 요철의 깊이가 증가할수록 피실험자들은 더 거칠다고 느끼는 경향을 보이고 있고, 그 값은 유의수준 0.01에서 의미있는 상관계수로 볼 수 있다.

(3) 샘플 요철의 피치와 피실험자가 느끼는 거칠기와의 상관분석 실험에 사용된 샘플의 요철 피치 변화에 따라 피실험자들이 주관적으로 느끼는 거칠기 정도의 상관분석 결과를 보면, 상관계수가 0.53904로 양의 상관관계, 즉 요철의 피치가 증가할수록 피실험자들은 덜 거칠다고 느끼는 경향을 보이고 있고, 그 값은 유의수준 0.01에서 의미있는 상관계수로 볼 수 있다. 하지만, 그 상관계수는 0.53904로 그렇게 높은 편이라고 볼 수는 없다. 즉, 피치의 변화에 따라 피실험자들이 느끼는 거칠기의 변화는 그렇게 크지 않음을 알 수 있다. 이 결과는 요철의 깊이와 거칠기와의 관계와 비교할 때, 상관계수의 절대값이 작기 때문에 요철의 깊이보다는 피실험자들이 느끼는 거칠기에 더 적은 영향을 준다는 것을 알 수 있다.

3-3-2 평균깊이와 평균피치의 변화에 따른 거칠기의 추정

회귀분석은 독립변수와 종속변수 간의 함수관계를 추정하고, 그 함수관계의 타당성을 알아보기 위한 분석방법으로, 이전의 상관분석결과 표면깊이와 거칠기의 평가 정도, 피치와 거칠기의 평가 정도에 대해 선형의 상관관계가 있다는 것을 확인하였기 때문에, 회귀 분석을 통하여 실험재료의 요철 깊이와 피치의 변화에 대한 거칠기 평가결과의 함수관계를 추정하였고, 그 함수의 타당성을 분석하였다.

[표 8] 거칠기 추정함수의 모수추정표

Variable	DF	Parameter Estimate	STD Error	T for H0: Parameter=0	Prob > T
INTERCEP	1	6.135	0.3243	18.914	0.0001*
DEPTH	1	-0.053	0.0038	-13.990	0.0001*
PITCH	1	-0.001	0.0041	-0.301	0.7635

** sig. at 0.05

회귀분석의 결과 얻어진 함수의 추정치는 다음과 같다. 하지만, 표 8의 모수 추정치에 대한 유의도를 보면 함수의 절편(intercept)과 표면깊이(depth)의 모수는 유의수준 0.01에서 의미가 있다고 할 수 있지만, 피치에 대한 모수는 유의수준 0.01에서 의미가 있다고 할 수 없다. 이것은 거칠기의 정도에 대해 피치의 영향은 무시해도 된다는 것을 의미하는 것으로, 이것은 상관분석의 결과와도 일치하는 사실이다. 따라서, 추정된 함수식에서 피치에 대한 항은 0이라고 보더라도 지장이 없다고 할 수 있다. 따라서, 요철의 깊이와 피치에 따른 피실험자들이 느끼는 거칠기 정도의 추정함수는 다음과 같다.

• 함수추정 (회귀식)

$$\text{거칠기} = 6.1350 - 0.0532 \times \text{depth}$$

추정된 함수 모형 대한 분산분석결과 p-value=0.0001 로 유의수준 0.01 에서 모델이 의미가 있는 것으로 나타났다. 주어진 자료에 대한 회귀식의 설명정도를 나타내는 R² 값은 0.5464 로서 현재의 회귀식이 전체 변동의 55%정도를 설명하고 있는데, 모델의 설명력은 그렇게 높다고는 할 수 없을 것 같다. 회귀식에 대한 평균표준편차는 1.26 이고, 거칠기의 주관적 평가에 대한 평균은 4.29 이다.

[표 9] 추정된 회귀식에 대한 분산분석표

Source	DF	Squares	Square	F Value	Prob>F
Model	2	667.39078	333.69539	208.997	0.0001**
Error	347	554.03779	1.59665		
C Total	349	1221.42857			
Root MSE		1.26359	R-square	0.5464	

** sig. at 0.05

4. 결론

본 연구에서는 표면의 거칠기를 나타내는 척도인 요철의 깊이와 피치의 변화에 따라 피실험자들이 느끼는 거칠기의 정도를 몇 가지의 실험을 통하여 알아보았다.

첫번째 실험은 임의로 나열해 놓은 샘플들을 거칠기의 정도에 따라 순서대로 나열하도록 하는 실험이었는데, 작업을 수행하는데 소요된 시간을 척도로 하여 분석을 수행하였다. 일반적으로 거칠기에 따라 샘플을 순서대로 배열하는 작업에 있어, 샘플의 거칠기에 대해 주관적으로 느끼는 차이가 별로 없으면 사용자는 그만큼 고민하게 되고, 결국 작업을 완수하는데 더 많은 시간을 소요할 것이기 때문이다. 분석된 결과를 보면, 사용자들은 요철의 깊이가 변화된 샘플군에 대해서보다 요철의 피치가 변화된 샘플군에 대해 훨씬 더 많은 시간을 소요하고 있는 것으로 나타났다. 이것은 요철의 깊이가 변화할 때 사용자들은 더 쉽게 거칠기의 차이를 감지하는 것을 의미한다.

두번째 실험은 임의로 나열해 놓은 샘플들을 표면 거칠기가 같다고 느끼는 샘플들끼리 그룹핑하는 실험이었다. 이 실험 결과의 분석에서는 그룹핑된 그룹의 개수에 의하여 분석을 수행하였다. 즉, 요철의 깊이가 변화된 샘플군과 피치가 변화된 샘플군에 대해 그룹핑된 그룹의 개수를 토대로 분석을 수행함으로써 어떠한 요인이 거칠기에 더 많은 영향을 주는지를 파악하였다. 분석결과, 깊이가 변화된 샘플군에 대해 그룹핑된 그룹의 수가 피치가 변화된 샘플군에 대해서보다 훨씬 크다는 것을 알 수 있었다. 이 결과로부터 요철의 깊이 변화가 피치 변화보다 사용자가 느끼는 거칠기에 더 많은 영향을 준다는 것을 알 수 있다.

그리고 마지막 실험은 각각 독립적으로 제시되는 샘플들을 만

저보고, 그 샘플들의 거칠기 정도가 어떠한지 형용사 척도를 토대로 평가하는 실험이었다.

분석결과를 보면, 요철의 깊이와 피치 모두 사용자가 느끼는 거칠기의 정도에 유의한 영향을 주는 것을 알 수 있었지만, 요철의 깊이와 거칠기의 상관관계가 피치와 거칠기의 상관관계보다 훨씬 강한 것을 알 수 있었다. 즉, 사용자들은 요철의 깊이 변화에 대해 거칠기의 정도차이를 더 많이 느낀다는 것을 알 수 있었다. 그리고, 이 결과를 토대로 요철의 깊이와 피치 변화에 따라 피실험자들이 느끼는 주관적인 거칠기 정도를 추정할 수 있는 모형을 제시하였다.

결론적으로, 표면의 거칠기를 나타내는 척도인 요철의 깊이와 피치는 표면 촉감에 있어 인간에게 많은 영향을 주는 것을 알 수 있었다. 즉, 표면 요철의 깊이가 깊어질 수록 사람들은 더 거칠다고 느끼는 측면이 있고, 표면 요철의 피치가 커질수록 사람들은 덜 거칠다고 느끼는 측면이 있었다. 그리고, 피치보다는 깊이에 의하여 사람들이 느끼는 거칠기의 정도는 더 많은 영향을 받는 것을 여러 방향에서의 실험을 통하여 알 수 있었다. 즉, 표면의 거칠기에 대한 정도는 깊이에 의하여 더 많이 좌우된다는 것을 알 수 있었다.

따라서, 본 연구의 결과는 촉각을 이용한 사용자 인터페이스 디자인에서 촉각에 의한 식별력을 높이기 위하여 반드시 고려되어야 할 것이고, 그러한 사용자 특성이 반영될 때 제품의 사용 편의성은 더욱 증대될 수 있을 것이다.

참고문헌

- 清水 豊, 觸覺 とインタフェース, Industrial DESIGN 157, 52-57, 1992
- 박연규, 강대임, 송후근, 촉각 질감의 물리적 성질 측정 시스템 개발, 감성공학회 학회지, 1996,
- 김현택, 조선영, 박순권, 생리심리학의 기초, 시그마프레스, 1997
- 박경수, 인간공학, 영지문화사, 1992
- 이순요, 감성인간공학, 양영각, 1996
- Sensitivity of Human Tactile Inspection, Human Factors, Vol. 29, No. 1, 1-7, 1987.
- 김종원, 이건우, 조선휘, 컴퓨터를 이용한 기계공학제도, 문운당, 1999