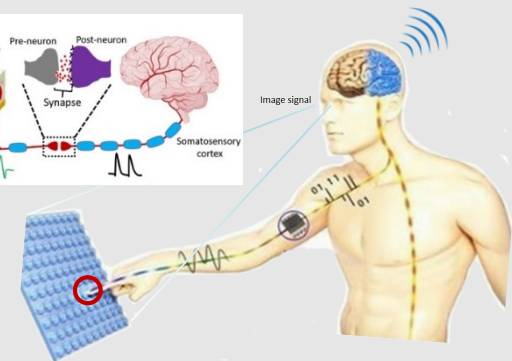
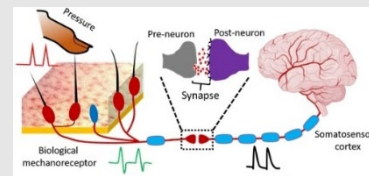


가전제품의 촉각 감성 제고를 위한 촉감 감성 모형 고도화 및 제품 설계 적용



김민재¹, 정영제¹, 김라연¹, 전은진¹,
김한솔², 김재웅², 정윤희², 도홍승², 유희천¹



¹ 포항공과대학교 산업경영공학과
² LG전자 홈어플라이언스&에어솔루션사업본부

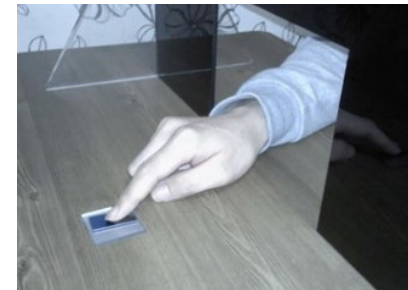


Contents

- **서론**
 - 연구 배경 및 필요성
 - 연구 목적
- **촉각 감성 평가 Protocol**
 - 촉각 감성 평가 문헌 조사
 - 문헌 조사 기반 촉각 감성 평가 protocol
- **촉각 감성 분석 protocol**
 - 촉감 감성 평가 결과 분석 protocol
 - 촉감 평가 결과 ($n = 30$)
- **토의**

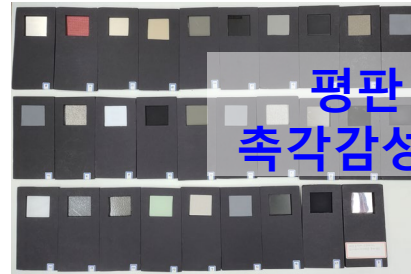
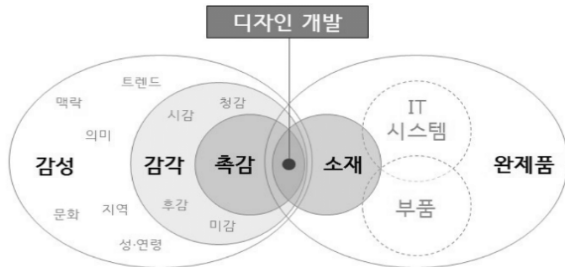
촉각 감성

- 제품 **재질의 표면**에 따라 느껴지는 **촉각 감성이 달라짐**
- 촉각 감성은 제품의 사용성과 만족도에 중요한 요인임
- ⇒ 제품에 사용되는 다양한 재질의 **촉각 감성을 평가**하고 **물성과의 상관관계를 분석**하여 **최적의 재질을 파악**할 수 있는 촉각 감성 평가 protocol이 필요함

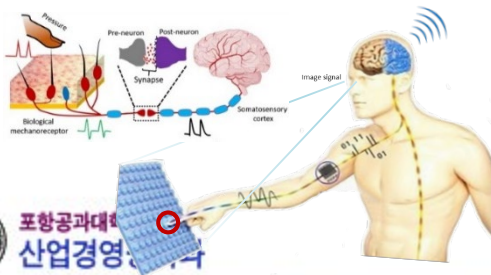
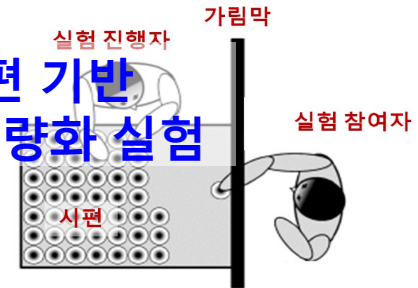


촉각 감성 평가

- 사용자의 감성을 만족시키는 제품을 디자인하기 위해 시각, 청각, 후각, 미각, 촉각 등에 대한 사용자의 감성을 정량화하며 선호 설계를 파악하는 연구 필요
- 선행 연구를 통해 가전제품의 촉각 감성 정량적 평가 및 분석 체계를 정립하여 촉각감성모형 및 촉각감성 추정 시스템 개발



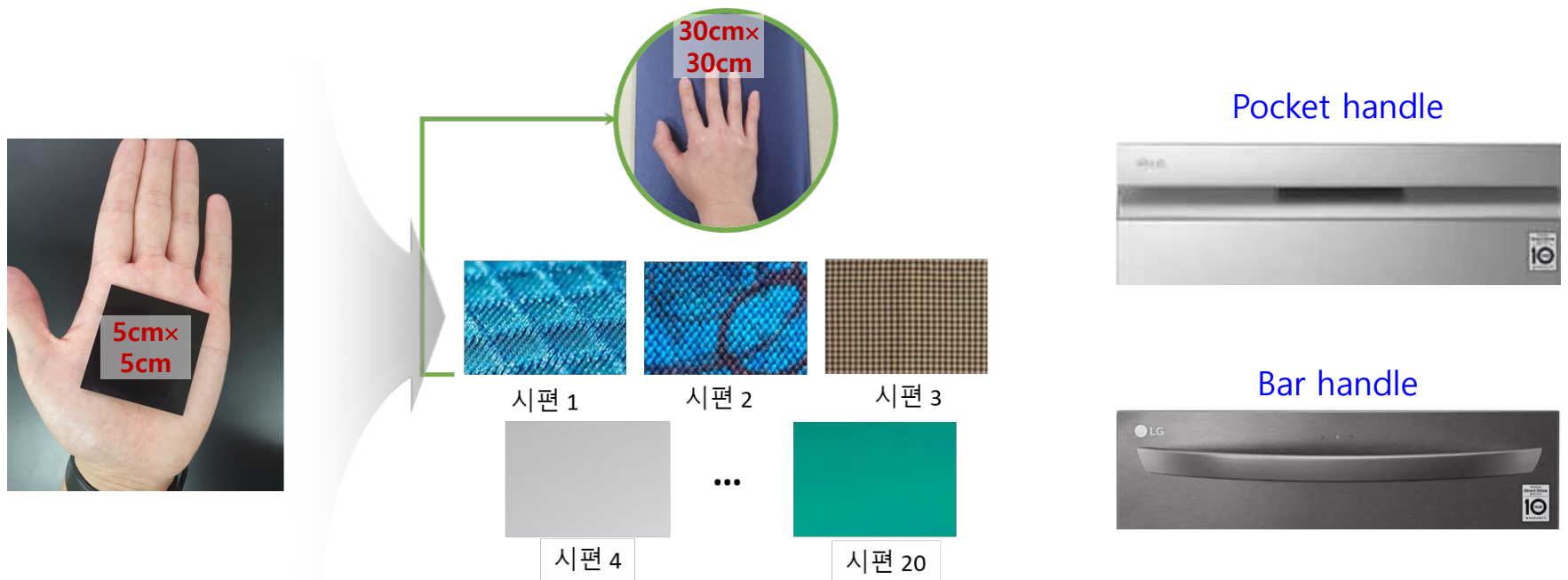
평판 시편 기반
촉각감성 정량화 실험



촉각 분석		추정식 수정																																																					
원수 기준	평균	기준	통계																																																				
촉각감성 추정 시스템																																																							
<table border="1"> <thead> <tr> <th>물성/표면특성 인자</th> <th>평균</th> <th>기준</th> <th>통계</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>표면도 Ra</td> <td>11.32</td> <td>11.70</td> <td></td> </tr> <tr> <td>형상불계수</td> <td>0.05</td> <td>0.00</td> <td></td> </tr> <tr> <td>밀도</td> <td>2.70</td> <td>2.70</td> <td></td> </tr> <tr> <td>표면도 Rmax</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td></td> </tr> <tr> <td>표면도 Rz</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td></td> </tr> <tr> <td>용이불계수</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td></td> </tr> <tr> <td>역상 n</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td></td> </tr> <tr> <td>역상 s</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td></td> </tr> <tr> <td>역상 r</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td></td> </tr> <tr> <td>용이도 30°</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td></td> </tr> <tr> <td>용이도 40°</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>				물성/표면특성 인자	평균	기준	통계	표면도 Ra	11.32	11.70		형상불계수	0.05	0.00		밀도	2.70	2.70		표면도 Rmax	0.00	0.00		표면도 Rz	0.00	0.00		용이불계수	0.00	0.00		역상 n	0.00	0.00		역상 s	0.00	0.00		역상 r	0.00	0.00		용이도 30°	0.00	0.00		용이도 40°	0.00	0.00					
물성/표면특성 인자	평균	기준	통계																																																				
표면도 Ra	11.32	11.70																																																					
형상불계수	0.05	0.00																																																					
밀도	2.70	2.70																																																					
표면도 Rmax	0.00	0.00																																																					
표면도 Rz	0.00	0.00																																																					
용이불계수	0.00	0.00																																																					
역상 n	0.00	0.00																																																					
역상 s	0.00	0.00																																																					
역상 r	0.00	0.00																																																					
용이도 30°	0.00	0.00																																																					
용이도 40°	0.00	0.00																																																					
<table border="1"> <thead> <tr> <th>물성/표면특성 인자</th> <th>평균</th> <th>기준</th> <th>통계</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>가시/투과율</td> <td>-2.12</td> <td>0.04</td> <td>95% CI (0.85%)</td> </tr> <tr> <td>2.558 - 0.401*표면도Ra - 0.21*형상불계수</td> <td></td> <td></td> <td>adj.R² = 74.1</td> </tr> <tr> <td>질 밀리지 않는/미끄러운</td> <td>-0.76</td> <td>1.86</td> <td>95% CI (0.85%)</td> </tr> <tr> <td>1.984 - 0.210*표면도Ra - 7.1*형상불계수</td> <td></td> <td></td> <td>adj.R² = 57.1</td> </tr> <tr> <td>탄성이 없는/탄력적인</td> <td>-2.59</td> <td>-0.65</td> <td>95% CI (0.25%)</td> </tr> <tr> <td>-1.009 - 8.4*형상불계수</td> <td></td> <td></td> <td>adj.R² = 58.6</td> </tr> <tr> <td>복합한/복합한</td> <td>-2.65</td> <td>-0.78</td> <td>95% CI (0.25%)</td> </tr> <tr> <td>-3.1 - 9.0*형상불계수</td> <td></td> <td></td> <td>adj.R² = 64</td> </tr> <tr> <td>연약한/경고한</td> <td>2.61</td> <td>1.22</td> <td>95% CI (0.25%)</td> </tr> <tr> <td>1.349 - 4.977*형상불계수 + 0.553*밀도</td> <td></td> <td></td> <td>adj.R² = 59.7</td> </tr> <tr> <td>용이 없는/용이 있는</td> <td>-1.06</td> <td>1.98</td> <td>95% CI (0.45%)</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td>adj.R² = 41.1</td> </tr> </tbody> </table>				물성/표면특성 인자	평균	기준	통계	가시/투과율	-2.12	0.04	95% CI (0.85%)	2.558 - 0.401*표면도Ra - 0.21*형상불계수			adj.R² = 74.1	질 밀리지 않는/미끄러운	-0.76	1.86	95% CI (0.85%)	1.984 - 0.210*표면도Ra - 7.1*형상불계수			adj.R² = 57.1	탄성이 없는/탄력적인	-2.59	-0.65	95% CI (0.25%)	-1.009 - 8.4*형상불계수			adj.R² = 58.6	복합한/복합한	-2.65	-0.78	95% CI (0.25%)	-3.1 - 9.0*형상불계수			adj.R² = 64	연약한/경고한	2.61	1.22	95% CI (0.25%)	1.349 - 4.977*형상불계수 + 0.553*밀도			adj.R² = 59.7	용이 없는/용이 있는	-1.06	1.98	95% CI (0.45%)				adj.R² = 41.1
물성/표면특성 인자	평균	기준	통계																																																				
가시/투과율	-2.12	0.04	95% CI (0.85%)																																																				
2.558 - 0.401*표면도Ra - 0.21*형상불계수			adj.R² = 74.1																																																				
질 밀리지 않는/미끄러운	-0.76	1.86	95% CI (0.85%)																																																				
1.984 - 0.210*표면도Ra - 7.1*형상불계수			adj.R² = 57.1																																																				
탄성이 없는/탄력적인	-2.59	-0.65	95% CI (0.25%)																																																				
-1.009 - 8.4*형상불계수			adj.R² = 58.6																																																				
복합한/복합한	-2.65	-0.78	95% CI (0.25%)																																																				
-3.1 - 9.0*형상불계수			adj.R² = 64																																																				
연약한/경고한	2.61	1.22	95% CI (0.25%)																																																				
1.349 - 4.977*형상불계수 + 0.553*밀도			adj.R² = 59.7																																																				
용이 없는/용이 있는	-1.06	1.98	95% CI (0.45%)																																																				
			adj.R² = 41.1																																																				
<table border="1"> <thead> <tr> <th>형이상학</th> <th>평균</th> <th>기준</th> <th>통계</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>압입/외출스러움</td> <td>0.69</td> <td>1.61</td> <td>95% CI (0.25%)</td> </tr> <tr> <td>-0.22 - 0.4926*거친(세그리움) + 0.199*질 밀리지 않는(미끄러운) + 1.017*조질한(굴푼한)</td> <td></td> <td></td> <td>adj.R² = 82.7</td> </tr> <tr> <td>복잡한/평온</td> <td>0.91</td> <td>1.83</td> <td>95% CI (0.15%)</td> </tr> <tr> <td>0.121 - 0.3969*거친(세그리움) + 0.2537*질 밀리지 않는(미끄러운) + 0.992*조질한(굴푼한)</td> <td></td> <td></td> <td>adj.R² = 90.6</td> </tr> <tr> <td>명암있는/명암없는</td> <td>0.45</td> <td>1.18</td> <td>95% CI (0.45%)</td> </tr> <tr> <td>-0.568 - 0.2281*거친(세그리움) + 0.1559*연약한/경고한 + 1.101*조질한(굴푼한)</td> <td></td> <td></td> <td>adj.R² = 91.9</td> </tr> </tbody> </table>				형이상학	평균	기준	통계	압입/외출스러움	0.69	1.61	95% CI (0.25%)	-0.22 - 0.4926*거친(세그리움) + 0.199*질 밀리지 않는(미끄러운) + 1.017*조질한(굴푼한)			adj.R² = 82.7	복잡한/평온	0.91	1.83	95% CI (0.15%)	0.121 - 0.3969*거친(세그리움) + 0.2537*질 밀리지 않는(미끄러운) + 0.992*조질한(굴푼한)			adj.R² = 90.6	명암있는/명암없는	0.45	1.18	95% CI (0.45%)	-0.568 - 0.2281*거친(세그리움) + 0.1559*연약한/경고한 + 1.101*조질한(굴푼한)			adj.R² = 91.9																								
형이상학	평균	기준	통계																																																				
압입/외출스러움	0.69	1.61	95% CI (0.25%)																																																				
-0.22 - 0.4926*거친(세그리움) + 0.199*질 밀리지 않는(미끄러운) + 1.017*조질한(굴푼한)			adj.R² = 82.7																																																				
복잡한/평온	0.91	1.83	95% CI (0.15%)																																																				
0.121 - 0.3969*거친(세그리움) + 0.2537*질 밀리지 않는(미끄러운) + 0.992*조질한(굴푼한)			adj.R² = 90.6																																																				
명암있는/명암없는	0.45	1.18	95% CI (0.45%)																																																				
-0.568 - 0.2281*거친(세그리움) + 0.1559*연약한/경고한 + 1.101*조질한(굴푼한)			adj.R² = 91.9																																																				

기존 연구 한계 및 필요성

- 시편 크기(5cm×5cm)가 작아 손바닥으로의 온열감 평가 시 한계
⇒ 평면 시편 크기를 30cm×30cm로 크게하여 non-grip 촉감 평가
- 정사각형 평면 시편으로 인해 handle 형태 제품의 grip 촉감 평가 시 한계
⇒ 시편 형태를 pocket handle 및 bar handle 형태로 제작하여 grip 촉감 평가



가전제품의 촉각 감성 제고를 위한 촉각 감성 평가 Protocol 및 촉각감성모형 고도화

- **Desk research**: 문헌조사 및 VOC 조사를 통한 물성 정보 및 감성 어휘 확인
- **문헌 조사 기반 촉각 감성 평가 protocol 고도화**
- **촉각감성모형 고도화**: 평판/pocket handle/bar handle 시편 적용

연구 절차

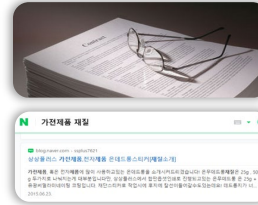
S1. Desk Research

S2. 촉각감성모형 고도화 준비

S3. 촉각감성평가 실험

S4. 촉각감성모형 고도화

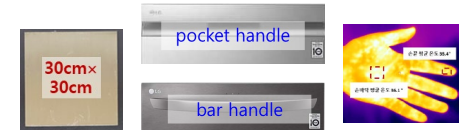
- 문헌 조사
- VOC 조사
- 물성 정보 확인
- 감성 어휘 확인



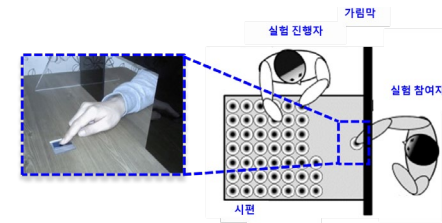
문헌 조사



- 평판/pocket handle/bar handle 시편 준비 및 adapter 제작
- 시편 물성 측정



- 감성 평가 환경 조성
- 감성 평가 실험 ($n = 30$, 20~40대, 여성:남성 = 2:1)



- 물성/감성 간의 연관성 분석
- Non-grip/grip 촉감 모형
- 감성 모형 개발 및 시스템화

촉감 분석		주요 기준치	
가시화도	3.74	가시화도	3.74
촉각감각도	1.95	촉각감각도	1.95
촉각감각도	1.42	촉각감각도	1.42
촉각감각도	2.44	촉각감각도	2.44
촉각감각도	1.96	촉각감각도	1.96
촉각감각도	1.98	촉각감각도	1.98
촉각감각도	2.79	촉각감각도	2.79
촉각감각도	2.54	촉각감각도	2.54
촉각감각도	1.82	촉각감각도	1.82
촉각감각도	1.92	촉각감각도	1.92



촉각 감성 평가 문헌 조사

문헌 조사 결과 재검토

□ 문헌 조사 site:

- 국내: <https://www.dbpia.co.kr/>, <http://www.riss.kr/index.do>
- 국외: <https://www.scopus.com>, www.sciencedirect.com

□ 검색 조건: keyword, title, abstract

□ 검색 결과:

- 국내: **218건 검색**, 중요도 분석을 통해 선정된 **최종 13건 분석**
- 국외: **321건 검색**, 중요도 분석을 통해 선정된 **최종 9건 분석**

□ 검색 keywords

➤ 국내

- ✓ **촉감** 관련: 촉감, 감각
- ✓ **재료(물성)** 관련: 표면, 재질

➤ 국외

- ✓ **촉감** 관련: touch, feel, haptic
- ✓ **재료(물성)** 관련: material, surface, texture
- ✓ **감성** 관련: affectiveness, emotion, sensibility
- ✓ **평가** 관련: evaluation, experiment, analysis

문헌 조사 절차

S1. Keywords 조합을 통한 journal paper 검색



S2. Title screening을 통한 1차 선별



S3. Abstract screening을 통한 2차 선별



S4. 입수된 full paper에 대한 관련도 평가



S5. 관련도에 따라 최종 review 대상 논문 선별

국내/국외

218/321 건

- 국내: ("촉감" OR "감각") AND ("표면" OR "재질")
- 국외: ("touch" OR "feel" OR "haptic") AND ("material" OR "surface" OR "texture") AND ("affectiveness" OR "emotion" OR "sensitivity") AND ("evaluation" OR "experiment" OR "analysis")



56/63 건



23/28 건

- 상, 중, 하 분류

13/16 건

13/9 건

Literature Review Summary Table

□ 문헌 review 및 분석을 통해 적용 가능한 평가 및 분석 protocol 확인

Experiment														Analysis		Key findings				
Participants				평가 대상(시편)				Task						objective measure	analysis method					
n	나이	성별	모집 조건	종류	크기	물성치 변수	평가 방법	감성 어휘	평가장비	실험환경	실험조건	실험절차	물체 탐사 신체 부위				물체 탐사 시간	휴식 시간		
No.	Authors	Year	Title	Participants				Experiment						Analysis		Key findings				
n	나이	성별	모집 조건	종류	크기	물성치 변수	평가 방법	감성 어휘	평가장비	실험환경	실험조건	실험절차	물체 탐사 신체 부위	물체 탐사 시간	휴식 시간		objective measure	analysis method		
1	Jafar F.A. et al.	2018	Towards the development of kansel haptic sensing technology for robot application - exploring human haptic emotion	20	20~25	male: 7 female: 13	-	10개의 표면 거칠기 가 다른 물체	-	거칠기 (21, 21~47, 11μm)	-	-	-	-	-	-	-	-	보이지 않는 상태로 촉각을 표현 가능하게 하는 촉각 평가 및 분석 프로토콜	
2	Drewing K. et al.	2018	Systematic Relations between Affective and Sensory Material Dimension in Touch	15	18~28 (Mean=22)	male: 5 female: 10	피부, 감각 운동에 영향을 주는 인공 두 점 판차 판차 확인	9가지 카테고리 47종	-	2점 scale 설문 (1: 강하게 부정한다, 4: 완전히 동의한다)	23종의 감각형용사 (행상과 연상)	17개의 kansel word (감정 어휘 5, 부정어휘 5)	-	-	-	-	-	-	Two-point discrimination 측정 보지 않는 상태로 촉각을 표현 가능하게 하는 촉각 평가 및 분석 프로토콜 (이머시브) 분석 방법 제시	
3	Jung J. et al.	2016	Tactile emotional factors for in-vehicle surface materials	17	Avg:26.2 (SD=4.43)	male: 9 female: 8	정상적 촉각	10개의 ABS resin 기반 물체 샘플	-	5점 scale 설문 (1: Undecided, 3: Moderately agree, 5: Strongly agree)	23종의 감각형용사	-	-	-	-	-	-	-	보이지 않는 상태로 촉각을 표현 가능하게 하는 촉각 평가 및 분석 프로토콜 (이머시브) 분석 방법 제시	
4	Ramachandran V.S. - Briang D.	2008	Tactile-emotion synesthesia	20 (평균 나이: 25.7, 범위: 18-41)	Mean=26 (SD=4.4)	male: 12 female: 8	정상 시력과 정서적 행태에 미치는 영향	스케치 (다른 10개의 물체 (비금강석) 설명)	-	정상 시력과 정서적 행태에 미치는 영향	-	-	-	-	-	-	-	-	공감각과 비공감각 실험 시 중요 역할 필요 다양한 평가 방법 사용	
5	Iosifivan M., Krcol kova O.	2019	Emotions associated with different textures during touch	108	18~47 (Mean=31.37)	male: 22 female: 86	강직, 정신적 장애 없음	6가지 감정 유형 (Pleasure, fear, disgust, anger, smooth neutral)에 따른 21가지	9*(9cm)	4점 scale 설문 (0: 감정에 영향 없음, 6: 감정에 매우 영향 있음)	6종의 감정형용사	-	-	-	-	-	-	-	재질 탐색 시 속도, 압력, 온도 고려 촉각에 대한 제어 실험 방법 제시 필요	
6	Bertheu x C. et al.	2020	Emotion Measurements Through the Touch of Materials Surfaces	25	18~27	male: 12 female: 13	정상적 촉각 감정 상태에 문제가 없음	스케치에 따른 6가지 지점 감정에 따른 6가지 지점	-	valence scale (4*4점) intensity scale (9*5점) 설문 항목 크기	valence intensity	ISCAN-ETL-100H(BOH)	촉각기: 140*350mm	물체가 보이는 상태와 보이지 않는 상태	-	-	-	-	-	Edenburg 감사를 통한 위생은 검사 von Frey 검사를 통해 정서적 촉각을 가지고 있는 지 측정 HAD(Hospital Anxiety and Depression Scale)를 통해 정상적인 감정 상태인지 평가 재료 사용 시 중요 역할 필요 Surprise 효과에 대해 탐구하기 위한 측정 및 분석 방법
7	Park J.S. et al.	2018	Sensory channel effects with VR stimuli on perceived emotions of materials	33	20~29 (mean=24.74)	male: 25 female: 8	세명이나 촉각 장애가 없는 사람	5종	-	7점 scale 설문 (1:2점: 매우 기분 좋음, 3:2점: 기분 좋음, 4:2점: 기분 나쁨, 5:2점: 기분 나쁨)	12종의 감정형용사	타 연구 논문	정상 온도 와 습도 등 환경	-	-	-	-	-	평균적인 온도 와 습도에서 재료 표면 질 수 있도록 환경 조성	
8	Choi K., J un.C.	2007	A systematic approach to the Kansel factors of tactile sense regarding the surface roughness	94	18~36	-	-	거칠기 가 다른 4종의 plastic sample	-	평가가 순의 데이터가 제작된 물체인지 평가하지 않음	7점 scale 설문-감각형용사 분류용	4가지 분류의 감각형용사	27종의 감정형용사	감각형용사: Nagamachi's system 분석	-	-	-	-	clustering 방법을 통해 형상 분석 및 분할	
9	Chen Y.-T., Chuan g M.-C.	2014	The study of tactile feeling and its expressing vocabulary	11	blindness: 6 binfield ed: 5	-	맹인과 맹인이 아닌 사람(맹인이 아닌 사람의 경우에는 촉각에 의한 직감은 구분 기안 사용)	51종	A4 size(21x29.7cm)	-	Krippendorff's five use hoon experiences(5점 평가) 표현된 어휘를 분류	4가지 분류의 감각형용사	27종의 감정형용사	피험자가 시편을 만지고 자유롭게 표현	-	-	-	-	시편을 자유롭게 만지고 감정을 표현하도록 유도 Krippendorff's five sensory experiences: objective measurability interface quality 카테고리 등 5가지의 평가 항목 설정 (대학교 이상의 고학력 지 포함)	

Participants

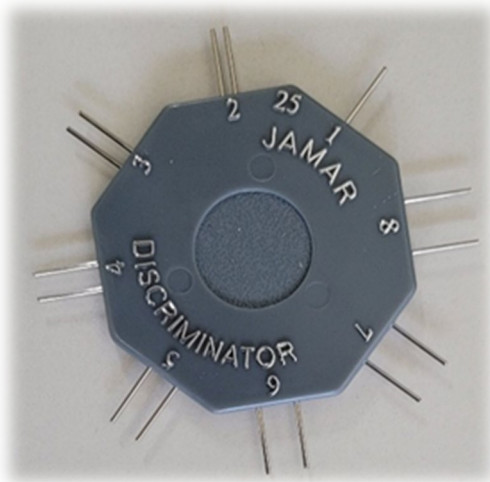
- 인원: 11~108명($m = 38$, $SD = 34.2$, age = 20~40대)
- 성별: 성비에 따른 **모집 기준의 경향이 없음**
- 모집 조건: 피부, 감각, 운동, 시력에 대한 장애나 병력이 없는 자

No.	Author(s)	Participants			
		모집 인원	나이	성별	모집 조건
1	Jafar et al.	20	20~25	male: 7 female: 13	-
2	Drewing et al.	15	18~28 (<i>mean</i> = 22)	male: 5 female: 10	- 피부, 감각, 운동에 병력이 없는 인원 - Two-point discrimination 기법으로 정상 감각 확인
3	Jung et al.	17	(<i>mean</i> = 26.2)	male: 9 female: 8	- 정상적 촉각
4	Ramachandran & Brang	20	18~26 (<i>mean</i> = 20.4)	male: 12 female: 8	- 정상 시력과 정신과 병력이 없는 자
5	Iosifyan & Korolkova	108	18~47 (<i>mean</i> = 21.37)	male: 22 female: 86	- 감각, 정신적 장애 없는자
6	Bertheaux et al.	25	18~27	male: 12 female: 13	- 정상적 촉각 - 감정상태에 문제가 없는자
7	Park et al.	33	20~29 (<i>mean</i> = 24.76)	male: 25 female: 8	- 색맹이나 촉각 장애가 없는 사람
8	Choi & Jun	94	18~36	-	-
9	Chen & Chuang	11	-	-	- 맹인(6명)과 맹인이 아닌 사람(5명)

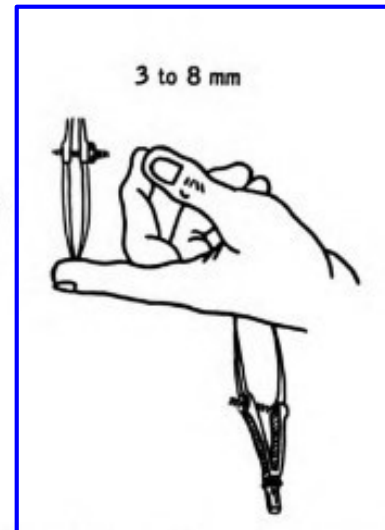
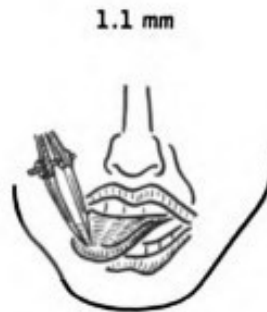
Participants 조건: 감각 인지

- 두 점을 인식할 수 있는 범위를 알아보는 **two-point discrimination test** 수행
- 표준 인지 감각 범위: **손가락 3~8mm 이내** (Drewing et al., 2018)

Two-point discrimination 측정기



표준 인지 감각 범위



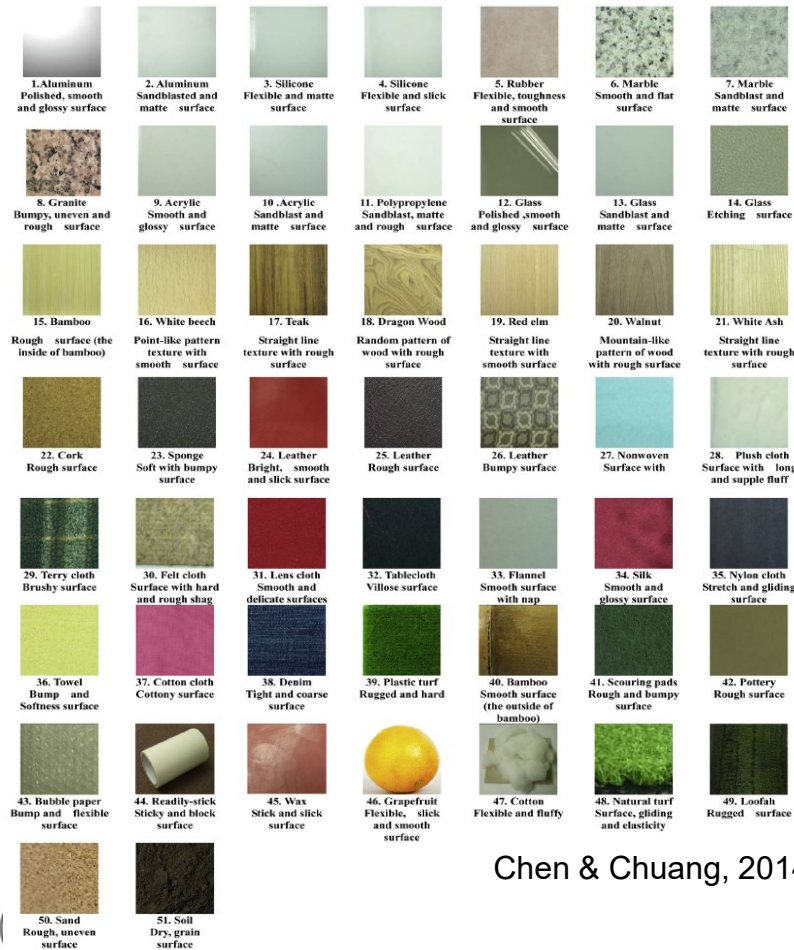
평가 대상(시편)

- 종류: 각기 다른 재질의 물체(6 ~ 51종)
- 크기: 9 × 9cm, A4(21 × 29.7cm)
- 물성치 변수: 거칠기(21.21 ~ 47.12 μ m)

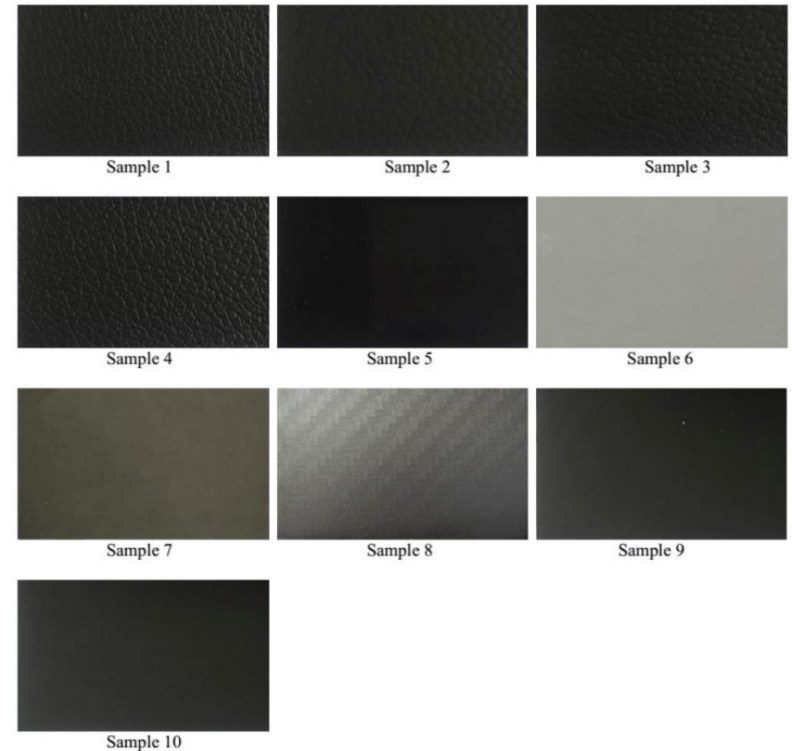
No.	Author(s)	평가대상(시편)			
		종류	크기	물성치 변수	비고
1	Jafar et al.	10	-	거칠기(21.21 ~ 47.12 μ m)	표면 거칠기가 다른 물체
2	Drewing et al.	47	-	-	9가지 카테고리
3	Jung et al.	10	-	-	ABS resin 기반 물질
4	Ramachandran & Brang	34	-	-	소재가 다른 물질(비공감각 실험자) 다양한 항목의 물질(공감각 실험자)
5	Iosifyan & Korolkova	21	9 × 9(cm)	-	6가지 감정 유형 재질
6	Bertheaux et al.	12	-	-	소재와 감정에 따른 재질
7	Park et al.	5	-	-	
8	Choi & Jun	4	-	-	거칠기가 다른 재질
9	Chen & Chuang	51	A4 size(21 × 29.7cm)	-	

평가 대상(시편): 예시

- 색상, 형상을 고려하지 않고 모두 평가한 연구가 확인됨 (Chen & Chuang, 2014)
- 색상의 영향을 고려하여 일치시킨 연구가 확인됨 (Jung et al., 2016)



Chen & Chuang, 2014

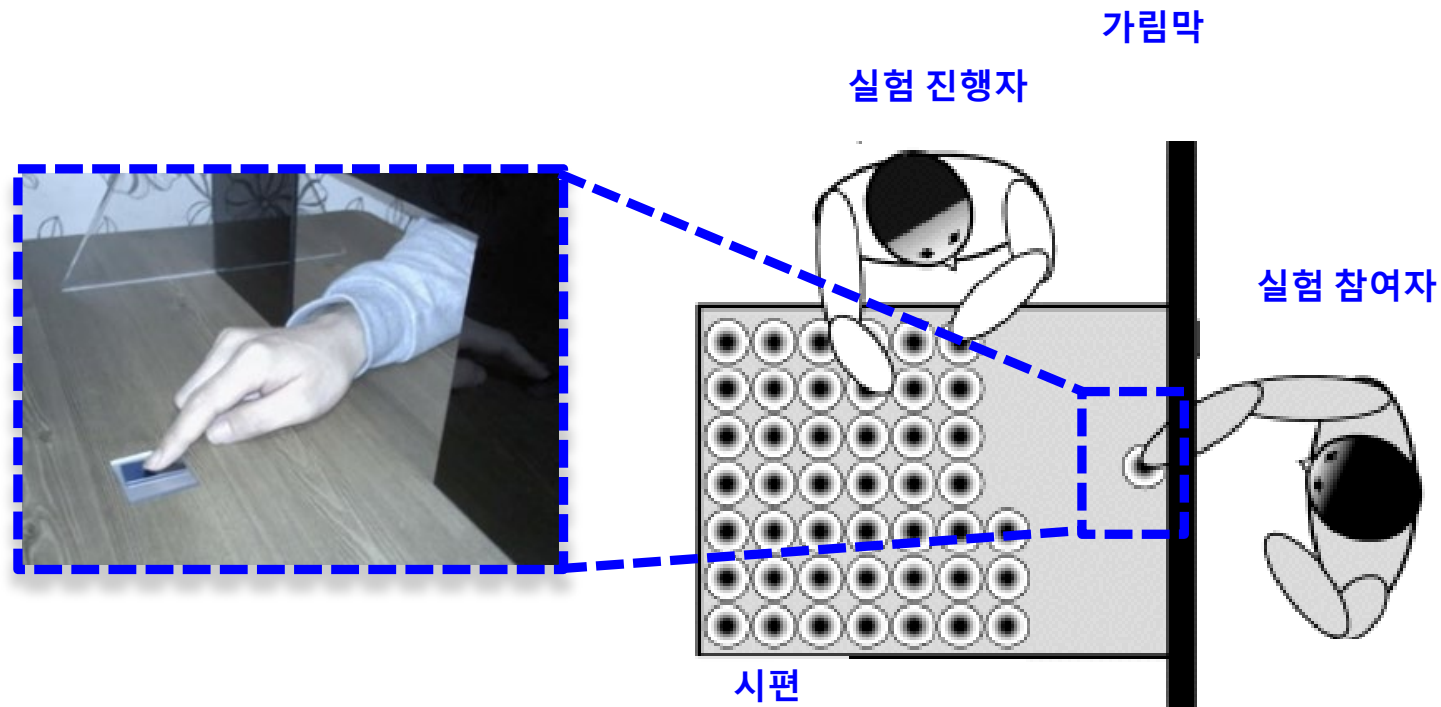


Jung et al., 2016

실험 환경 및 조건

□ **촉감 평가 이외에 영향을 줄 수 있는 외부 요인을 통제**하기 위한 실험 환경 조성

- 촉감에 직접적으로 영향을 줄 수 있는 **환경 요인(온도, 습도) 통제** (Park et al., 2018)
- 정서적으로 영향을 줄 수 있는 **외부 자극(시각, 청각) 통제** (Drewing et al., 2018)



시편 탐사 조건

- 시편 탐사 신체 부위: 손가락 또는 손바닥
- 시편 탐사 시간: 10 ~ 15초 또는 제한 없음
- 시편 탐사 간 휴식 시간: 30 ~ 120초

No.	Author(s)	Task		
		시편 탐사 신체 부위	시편 탐사 시간	휴식 시간
1	Jafar et al.	- 손가락 1개	- 수 초간	-
2	Drewing et al.	- 제한 없음	- 제한 없음	-
3	Jung et al.	- 손가락	- 제한 없음	-
4	Ramachandran & Brang	- 오른손	- 10초 (each trial)	- 2분 (between trials)
5	Iosifyan & Korolkova	- 손가락과 손바닥	-	-
6	Bertheaux et al.	-	- 15초	- 30초
7	Park et al.	-	-	-
8	Choi & Jun	-	-	-
9	Chen & Chuang	- 손가락과 손	-	-

평가 척도 및 분석 Data

- 분석 방법: 주관적 설문 평가, 얼굴 표정 반응, 피부전도반응, 동공 크기
- 주관적 설문 평가 척도: 3 ~ 7점 scale

No.	Author(s)	Task		
		평가 방법	scale	주관적 평가 항목
1	Jafar et al.	주관적 설문 평가	3점	1: agree, 2: disagree, 3: nether
2	Drewing et al.	주관적 설문 평가	7점	1: 강하게 부정한다, 4: 별다르지 않다, 7점이 강하게 긍정한다
3	Jung et al.	주관적 설문 평가	5점	1: Undesided, 3: Moderately agree, 5: Strongly agree
4	Ramachandran & Brang	주관적 설문 평가	3점	1: pleasant, 2: neutral, 3: unpleasant)
		얼굴 표정 반응 (1-10)		
		피부전도반응 (SCR)		
5	Iosifyan & Korolkova	주관적 설문 평가	6점	0: 감정에 영향 없음, 5: 감정과 매우 연관 있음
6	Bertheaux et al.	주관적 설문 평가	9점	-4: 매우 그렇지 않다, 4점: 매우 그렇다
			6점	0: 그렇지 않다, 5점: 매우 그렇다
		동공 크기		
7	Park et al.	주관적 설문 평가	7점	1: 강하게 동의하지 않음, 4: 중립, 7: 강하게 동의
8	Choi & Jun	주관적 설문 평가	7점	
9	Chen & Chuang	- Krippendorffis five sensory experiences으로 피험자가 표현한 어휘를 분류		

감성 어휘

□ 국내/외 논문과 가전제품 VOC 내용을 일부 반영한 **감성 어휘 14쌍**

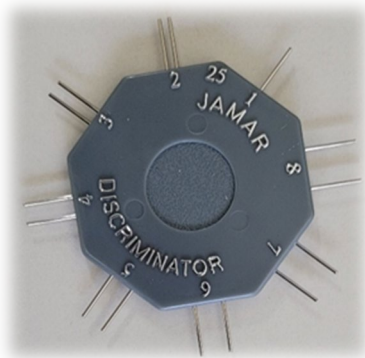
➢ 형이하학 11쌍, 형이상학 3쌍

분류	No	구분	관련 물성	촉감어휘 쌍	
형이하학	1	표면 거칠기	조도	거친	매끄러운
	2	표면 광택	광택도	윤기 없는	광택 있는
	3	표면 마찰력	마찰계수	잘 밀리지 않는	잘 밀리는
	4	표면 탄성	탄성	탄성이 없는	탄력적인
	5	표면 점탄성	점탄성	딱딱한	폭신한
	6	표면 강도	경도	연약한	견고한
	7	표면 청결	조도	얼룩이 잘 생기는	얼룩이 잘 생기지 않는
	8	패턴감	조도, 마찰계수	조잡한	깔끔한
	9	표면 습도	조도, 마찰계수	촉촉한	건조한
	10	표면 굴곡	조도, 마찰계수	울퉁불퉁한	매끈한
	11	표면 온도	열전도도	시원한	따뜻한
형이상학	1	고급감	색상	값싼	고급스러운
	2	선호감	-	불쾌한	좋은
	3	품격	색상	멋없는	멋있는

촉각 감성 평가 Protocol

실험 참여자

- 인원: 30명(여성:남성 = 2:1)
- 국적: 한국인
- 연령대: 20~40대
- 모집 조건: 촉각/시각/인지 능력에 장애나 병력이 없는 자
 - 촉각능력: 검지 이점 식별 검사(two-point discrimination test) ≤ 5 mm
 - 시각능력: 교정시력 1.0 이상, 색맹을 포함한 시각 장애 없는 자
 - 인지능력: 정상 인지 능력

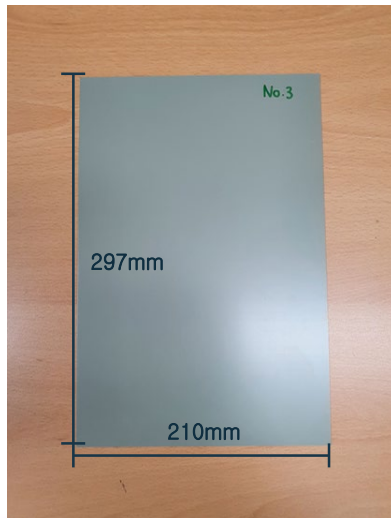


Measurement	Interpretation
2 mm to 5 mm	Normal
6 mm to 10 mm	Fair
11 mm to 15 mm	Poor
One point of perception	Protective
No point perceived	Anesthesia

시편 및 물성변수

- 소재 종류: **가전제품에 사용되는 고무, 플라스틱, 글라스, 금속 등 총 7종**
- 시편 종류 및 개수
 - 평판 시편: 22개
 - Bar handle: 14개
 - Pocket handle: 14개

평판 시편 예시



Bar handle 시편 예시



Pocket handle 시편 예시



실험 환경

- 조도: 300 ~ 600 lx (일반 사무실)
- 소음: 50 dB (조용한 사무실)
- 온도: 19 ~ 23 °C
- 습도: 40% ~ 60%

+ 계절에 따른 실내 적정 온·습도

계절	적정온도	적정습도
봄·가을	19~23 °C	50 %
여름	24~27 °C	60 %
겨울	18~21 °C	40 %

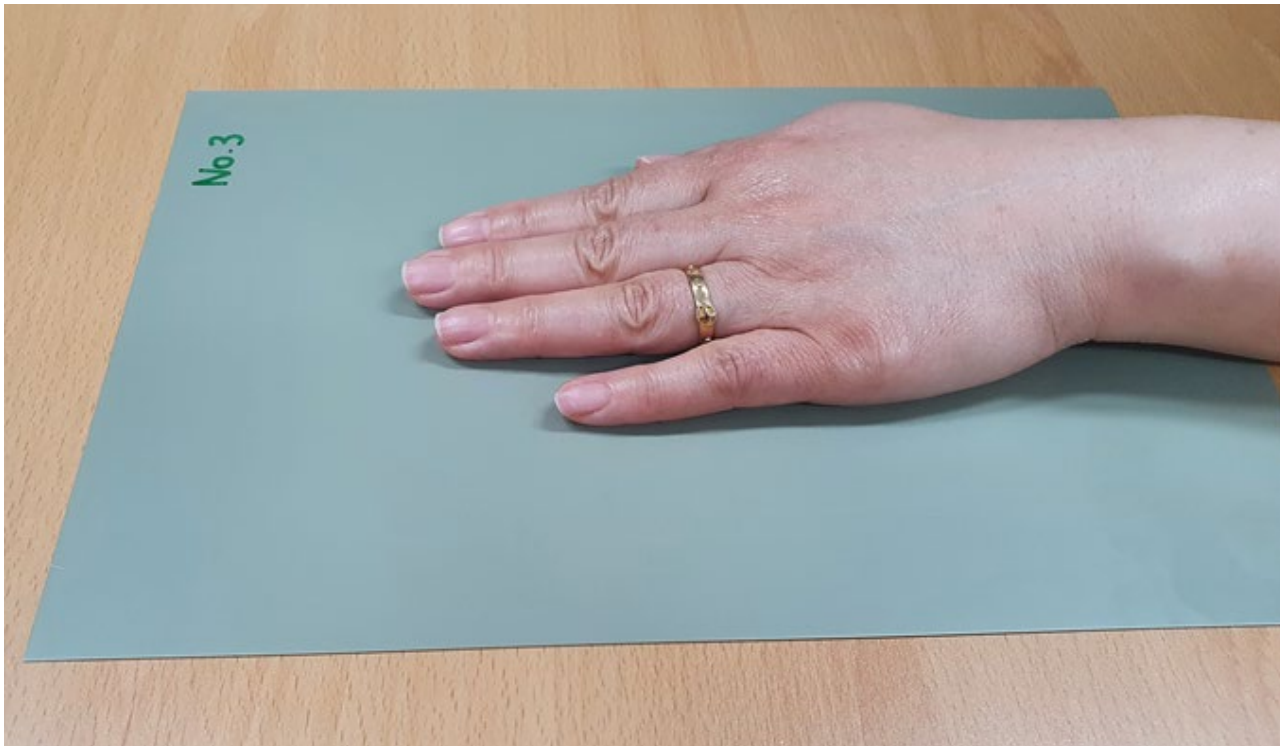
실험 환경



평가 방법: 평판 시편

- 부위: **손가락, 손바닥**
- 방법: 대기, 문지르기, 누르기 등을 이용한 자유로운 탐사
- 시간: **제한 없음**

평판 탐사 예시



평가 방법: Handle 시편

□ 부위

➤ **Bar handle: 손가락, 손바닥**

➤ **Pocket handle: 손가락**

□ 방법: 대기, 문지르기, 누르기, 당기기 등을 이용한 자유로운 탐사

□ 시간: **제한 없음**

Bar handle 탐사 예시



Pocket handle 탐사 예시



감성 어휘

□ 국내/외 논문과 가전제품 VOC 내용을 일부 반영한 **감성 어휘 14쌍**

➤ 형이하학 11쌍, 형이상학 3쌍

분류	No	구분	관련 물성	촉감어휘 쌍	
형이하학	1	표면 거칠기	조도	거친	매끄러운
	2	표면 광택	광택도	윤기 없는	광택 있는
	3	표면 마찰력	마찰계수	잘 밀리지 않는	잘 밀리는
	4	표면 탄성	탄성	탄성이 없는	탄력적인
	5	표면 점탄성	점탄성	딱딱한	폭신한
	6	표면 강도	경도	연약한	견고한
	7	표면 청결	조도	얼룩이 잘 생기는	얼룩이 잘 생기지 않는
	8	패턴감	조도, 마찰계수	조잡한	깔끔한
	9	표면 습도	조도, 마찰계수	촉촉한	건조한
	10	표면 굴곡	조도, 마찰계수	울퉁불퉁한	매끈한
	11	표면 온도	열전도도	시원한	따뜻한
형이상학	1	고급감	색상	값싼	고급스러운
	2	선호감	-	불쾌한	좋은
	3	품격	색상	멋없는	멋있는

감성 어휘 평가지

□ 평가 내용: 감성 어휘 및 선호도 평가

□ 평가 척도: **9점 척도(bi-polar)**

감성 평가 설문지 예시

S1. 평판 감성 평가 ※시편을 탐색 후 각 감성에 대하여 주관적으로 평가해 주세요 Subject No. ____ 시편 No. _____ 이 름: _____

1. 기진, 꺼질까질한, 걸끄러운 ↔ 매끄러운, 보드라운, 부드러운

매우 기진	기진	중립	매끄러운	매우 매끄러운
④	③	②	①	④

2. 잘 밀리지 않는 ↔ 미끄러운, 잘 밀리는

3. 탄성이 없는 ↔ 탄력적인

4. 딱딱한, 뻣뻣한, 뻣뻣한 ↔ 폭신한, 유연한, 변형되는

5. 연약한, 연한, 잘 찢어지는 ↔ 견고한, 강한, 단단한

6. 윤기 없는, 무광의 ↔ 광택 있는, 반사 되는

7. 손자국/얼룩이 잘 생기는 ↔ 손자국/얼룩이 잘 생기지 않는다

매우 얼룩이 잘 생기는	얼룩이 잘 생기는	중립	얼룩이 잘 생기지 않는다	매우 얼룩이 잘 생기지 않는다
④	③	②	①	④

8. 값싼, 저렴한 ↔ 고급스러운

9. 불쾌한, 나쁜, 만족스럽지 못한 ↔ 좋은, 좋은 느낌을 주는 만족스러운

10. 조잡한, 정리가 되지 않은 ↔ 깔끔한, 정리가 된

11. 멍든, 품위 없는, 촌스러운 ↔ 멍든, 품위 있는, 세련된

12. 습기가 있는, 축축한, 눅눅한 ↔ 매마른, 건조한

13. 울퉁불퉁한, 도드라진, 평평하지 않은 ↔ 매끈한, 평평한

14. 시원한 ↔ 따뜻한

S1. 평판 측각 감성 상대성 평가(Rank)

전체적인 선호 순위를 평가해 주세요.

Metal(1: 최선호 ~ 11: 최비선호)

No.1	No.2	No.3	No.4	No.5	No.6	No.7	No.8	No.9	No.10	No.11

사출(1: 최선호 ~ 7: 최비선호)

No.12	No.13	No.14	No.15	No.16	No.17	No.18

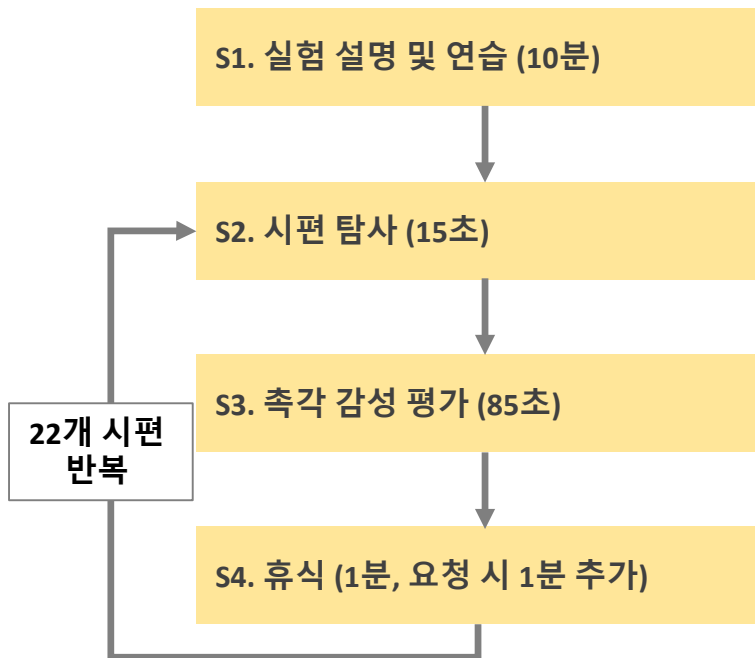
Glass(1: 최선호 ~ 2: 최비선호)

No.10	No.11

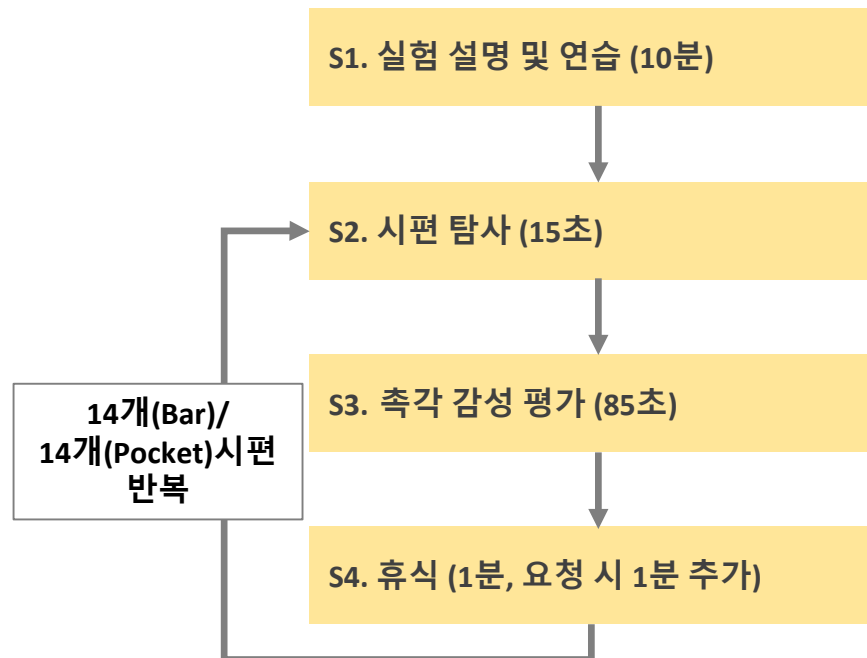
실험 절차

- Phase 1: 실험 설명 및 연습
- Phase 2: 평판 감성평가
- Phase 3: bar handle 감성평가
- Phase 4: pocket handle 감성평가
- Phase 5: 사후 설문

평판



Bar & pocket handle



시편 제시 순서

□ 순서에 의한 영향을 제거하기 위해 **실험 순서 randomization**

참여자 ID	평판																						Bar handle														Pocket handle													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	8	9	10	11	12	13	14	1	2	3	4	5	6	7	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	1	2
2	16	17	18	19	20	21	22	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	14	13	12	11	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
3	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	1	2	11	12	13	14	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	8	9	10	5	6	7	14	13	12	11	4	3	2	1
4	17	18	19	20	21	22	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	1	2	3	4	11	12	13	14	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
5	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	1	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	1	2	3	4
6	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	1	2	3	4	5	6	7	8	9	13	14	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	9	10	11	12	13	14	1	2	3	4	5	6	7	8
7	22	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	7	8	9	4	5	6	10	11	12	13	14	1	2	3	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	1
8	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	3	4	5	10	11	12	13	14	1	2	6	7	8	9	14	13	12	11	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
9	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	1	2	3	10	1	2	3	4	5	6	7	8	9	11	12	13	14	1	10	9	8	7	6	5	11	12	13	14	4	3	2
10	18	19	20	21	22	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	14	13	12	11	10	1	2	3	4	5	6	7	8	9	6	7	2	3	4	1	10	5	8	9	11	12	13	14
11	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	14	13	12	11	10	12	13	14	9	8	7	6	4	3	2	1	5	11
12	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	6	7	8	10	11	12	13	14	1	2	3	4	5	9	4	1	5	11	10	12	13	14	9	8	7	6	3	2
13	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	1	2	3	4	12	13	14	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	7	8	9	1	2	3	4	5	6	10	11	12	13	14
14	20	21	22	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	8	7	6	5	12	13	14	10	11	9	1	2	3	4	12	13	14	10	11	9	8	7	6	5	4	3	2	1
15	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	1	2	3	4	5	6	7	8	2	3	4	10	1	8	9	7	6	5	14	13	12	11	3	4	5	6	7	12	13	14	1	2	11	8	9	10
16	15	16	17	18	19	20	21	22	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	11	12	13	9	4	5	6	14	8	7	1	2	3	10	13	10	9	8	1	3	4	5	6	7	12	14	2	11
17	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	1	2	3	4	5	4	5	6	7	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	8	11	12	13	14	1	2	3	4	5	6	7	9	10
18	21	22	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
19	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	2	3	4	5	6	1	14	13	12	11	10	9	8	7	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	1	2	3	4
20	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	1	2	3	4	5	6	9	11	14	13	12	10	8	7	6	5	4	3	2	1	11	12	13	14	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
21	1	2	3	4	5	6	20	21	22	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	7	8	9	6	7	8	9	1	2	3	4	10	11	12	13	14	5	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
22	19	20	21	22	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	12	13	14	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	9	8	7	10	11	12	13	14	1	2	3	4	5	6
23	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	19	20	21	22	16	17	18	1	2	3	4	15	3	4	5	6	7	1	2	11	12	13	14	10	9	8	14	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
24	14	15	16	17	18	19	20	21	22	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	9	10	11	12	13	14	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	14	13	12	11	10	1	5	6	7	8	9
25	20	19	21	22	1	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	2	3	4	5	6	13	14	1	2	3	4	5	10	11	12	9	8	7	6	7	8	9	10	1	2	3	4	14	13	12	11	5	6
26	17	10	11	12	13	14	15	16	18	19	20	21	22	1	2	3	4	5	6	7	8	9	5	6	7	8	9	11	12	13	14	1	2	3	4	10	10	11	12	13	14	5	6	7	8	9	1	2	3	4
27	8	9	1	2	3	4	5	6	7	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	10	11	12	13	14	1	2	3	4	5	6	7	8	9	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	13	14
28	11	12	13	14	15	16	17	18	19	1	2	3	4	20	21	22	5	6	7	8	9	10	7	1	2	3	4	5	6	8	9	10	11	12	13	14	12	13	14	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
29	19	1	2	3	4	10	20	21	22	5	6	7	8	9	11	12	13	14	15	16	17	18	1	14	13	12	11	2	3	4	5	6	7	8	9	10	6	7	8	9	10	11	12	13	14	1	2	3	4	5
30	4	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	1	2	3	5	6	7	8	9	10	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	1	2	3	1	14	13	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12



감성 모형 개발 및 해석

감성 모형 개발 및 해석 방법

1 Outlier 분석

- 데이터 outlier 확인 및 제거

2 상관관계 분석: 감성 어휘간

- 감성 어휘간 상관계수 확인
- 점수 분포 모형 확인

3 패턴간 형이상학 감성 비교 분석

- 기준 패턴 대비 형이상학 감성 점수 비교
- 기준 패턴 대비 선호 순위 비교

4 상관관계 분석: 물성 - 감성 어휘

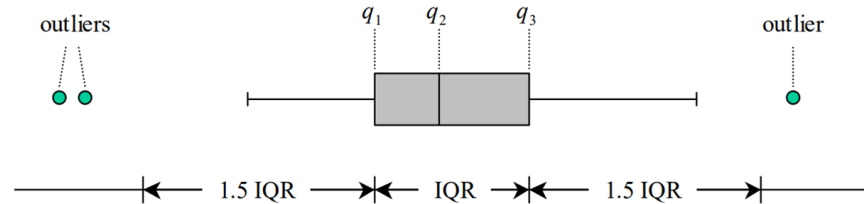
- 감성 어휘와 물성간 상관계수 확인
- 감성 어휘와 물성간 관계 모형 확인

5 회귀 분석: 감성 모형 개발

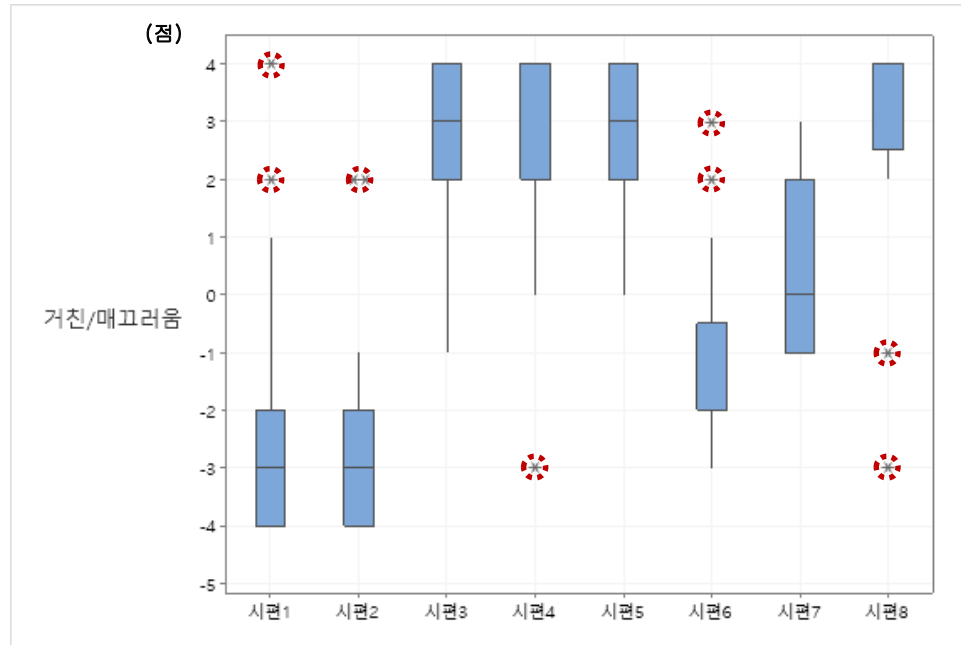
- 형이하학 감성과 물성 변수간 회귀식 확인
- 형이하학 감성과 형이상학 감성 회귀식 확인

S1. Outlier 분석

□ Box plot을 통해 평가 결과 값의 outlier(> 1.5 IQR) 확인 후 제거



⊗ Outlier



S2. 상관관계 분석: 촉감 감성 어휘간

□ 형이상학적 감성 어휘간 매우 높은 상관관계가 확인됨

- ▶ 형이상학적 감성 – 형이상학적 감성: $r = 0.90 \pm 0.04$
- ▶ 형이상학적 감성 – 형이하학적 감성: $r = 0.60 \pm 0.16$
- ▶ 형이하학적 감성 – 형이하학적 감성: $r = 0.55 \pm 0.25$

$n = 30$

형이하학적 감성
형이상학적 감성
매우 높은 상관관계($r \geq 0.8$)
높은 상관관계 ($0.6 \leq r < 0.8$)

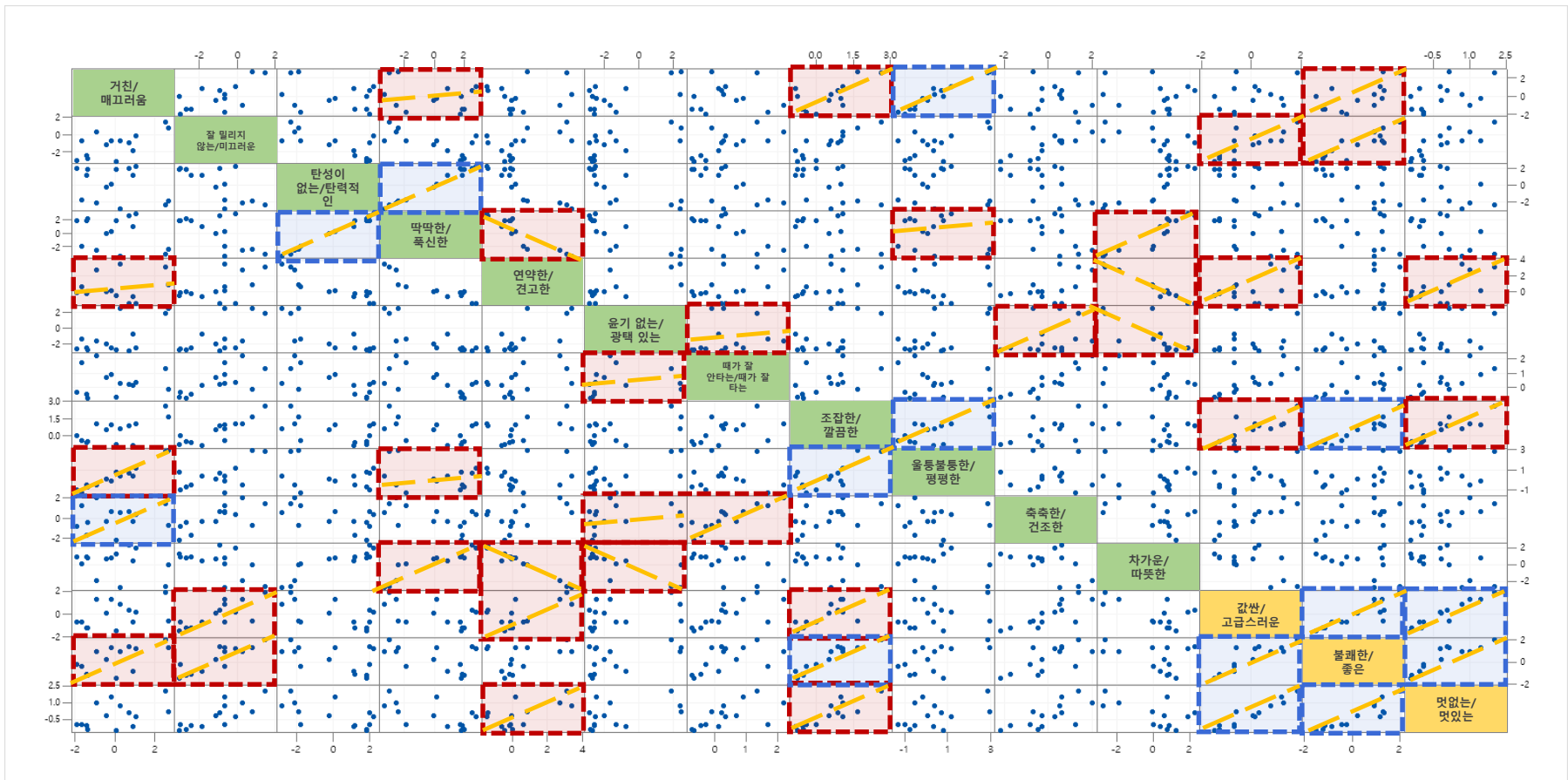
거친/ 매끄러운	0.66	-0.27	-0.30	0.15	0.65	0.03	0.66	0.97	0.13	-0.22	0.38	0.61	0.48	
0.66	잘 밀리지 않는/ 미끄러운	-0.71	-0.68	0.52	0.63	0.69	0.88	0.73	0.73	-0.50	0.76	0.87	0.81	
-0.27	-0.71	탄성이 없는/ 탄력적인	0.99	-0.88	-0.79	-0.66	-0.51	-0.30	-0.58	0.87	-0.56	-0.49	-0.63	
-0.30	-0.68	0.99	딱딱한/ 푹신한	-0.90	-0.81	-0.63	-0.50	-0.32	-0.56	0.89	-0.55	-0.47	-0.62	
0.15	0.52	-0.88	-0.90	연약한/ 견고한	0.71	0.51	0.46	0.21	0.51	-0.98	0.58	0.39	0.63	
0.65	0.63	-0.79	-0.81	0.71	윤기없는/ 광택있는	0.20	0.52	0.68	0.26	-0.74	0.37	0.48	0.49	
0.03	0.69	-0.66	-0.63	0.51	0.20	때가 안타는/ 때가 타는	0.47	-0.01	0.88	-0.48	0.72	0.53	0.63	
0.66	0.88	-0.51	-0.50	0.46	0.52	0.47	조잡한/ 깔끔한	0.78	0.57	-0.39	0.80	0.94	0.88	
0.97	0.62	-0.27	-0.29	0.18	0.64	-0.04	0.69	울퉁불퉁한/ 평평한	0.02	-0.24	0.32	0.57	0.45	
0.13	0.73	-0.58	-0.56	0.51	0.26	0.88	0.57	0.08	촉촉한/ 건조한	-0.48	0.80	0.68	0.69	
-0.21	-0.52	0.87	0.90	-0.98	-0.75	-0.51	-0.43	-0.24	-0.51	차가운/ 따뜻한	-0.57	-0.36	-0.59	
0.38	0.76	-0.56	-0.55	0.58	0.37	0.72	0.80	0.38	0.80	-0.55	값싼/ 고급스러운	0.86	0.96	
0.61	0.87	-0.49	-0.47	0.39	0.48	0.53	0.94	0.69	0.68	-0.31	0.86	불쾌한/ 쾌감	0.89	
0.48	0.81	과	-0.63	-0.62	0.63	0.49	0.63	0.88	0.52	0.69	-0.57	0.96	0.89	멋없는/ 멋있는

S4-2. 상관관계 분석: 촉감 감성 어휘간

□ 높은 상관성($r \geq 0.6$) 이상 선형 관계의 점수 분포 모형 확인

감성 언어 간의 산점도 행렬

■ 형이하학적 감성
 ■ 형이상학적 감성
 매우 높은 상관관계
 높은 상관관계
 — 1차 모형
 — 2차 모형



S3. 패턴간 형이상학 감성 어휘 비교분석

평판 패턴 번호

	No.	패턴 이름
금속	1	EIL 꽃무늬 (VCM)
	2	Matt Black Steel
	3	PS3
	4	Shiny Saffiano (VCM) -삼양
	5	난방향 h/line
	6	Cabinet - 사각
	7	Cabinet - 물방울
	8	Cabinet - 다이아몬드
	9	Cabinet - 양산
	10	MN3013
	11	WN203K
유리	12	사틴
	13	Fenix
사출	14	UT-0312-10
	15	UV-0312-01
	16	UT-0312-12
	17	UV-0312-03
	18	CS1105
	19	CS1118
	20	CS1123
Ceramic	21	대리석
MDF	22	MDF

Bar handle 패턴 번호

	No.	패턴 이름
금속	1	AL
	2	AL 아노다이징 H/Line
	3	AL + Sanding
고무	4	#800
	5	CS1123
	6	CS1121
	7	CS1124
	8	PTE - 냉장고 Rubber (pocket)
사출	9	UT-0312-10
	10	UV-0312-01
	11	UT-0312-12
	12	UV-0312-03
EVA	13	Eva Foam 경도 40도
	14	Eva Foam 경도 50도

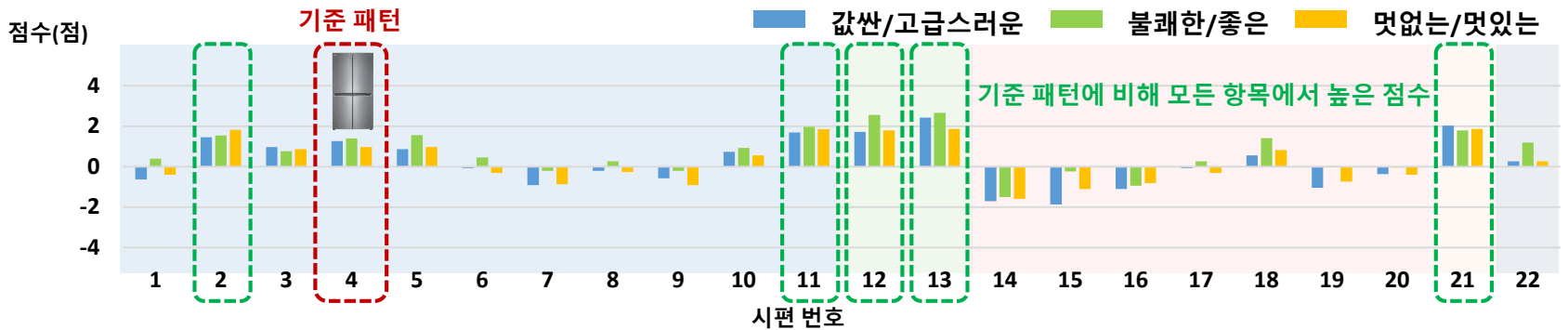
Pocket handle 패턴 번호

	No.	패턴 이름
고무	1	#800
	2	CS1123
	3	CS1121
	4	CS1124
	5	PTE - 냉장고 Rubber (pocket)
사출	6	UT-0312-10
	7	UV-0312-01
	8	UT-0312-12
	9	UV-0312-03
	10	CS1105
	11	CS1118
	12	CS1123
EVA	13	Eva Foam 경도 40도
	14	Eva Foam 경도 50도

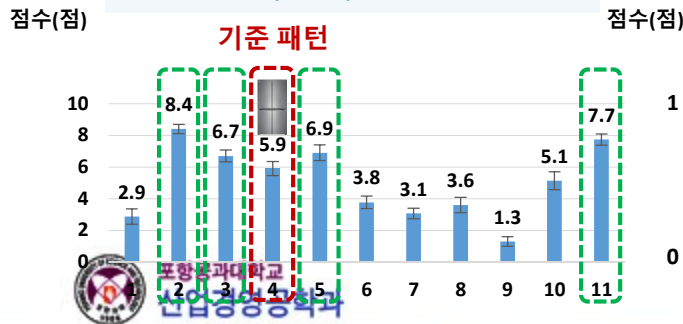
S3. 패턴간 형이상학 감성 어휘 비교분석

- 동일 재질(금속 재질): 2, 11번 패턴이 점수와 선호 순위 측면에서 기준 패턴에 비해 더 높게 나타남
- 이종 재질: 유리 2종의 경우 점수 측면에서 기준 패턴대비 모두 높게 나타나며 선호 순위 측면에서는 13번 패턴이 12번 패턴대비 0.2점 높게 나타남

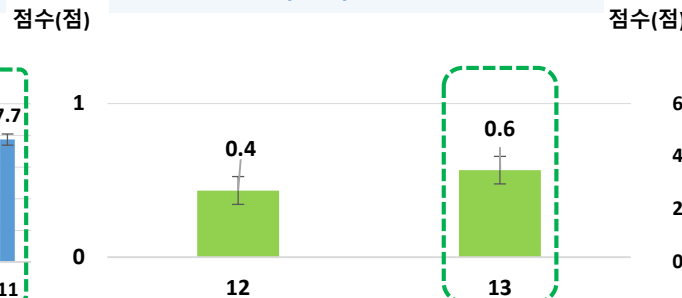
패턴 별 형이상학 감성



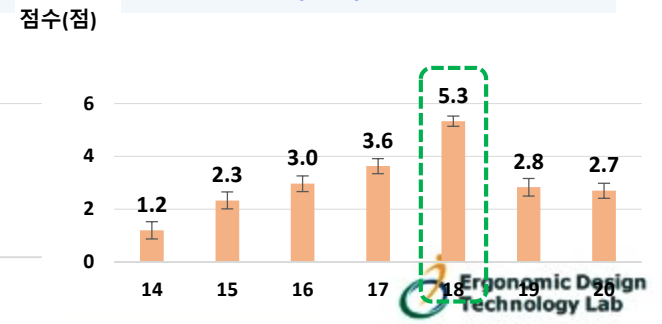
금속(11개) 선호 순위



유리(2개) 선호 순위



사출(7개) 선호 순위



S4. 상관관계 분석: 물성치 결과

물성 평가 항목			1			2		3		4
재질	No.	패턴	표면 조도			광택도		마찰계수		열확산율
			Ra	Rmax	Rz	20°	60°	정마찰	동마찰	
금속	1	EIL 꽃무늬 (VCM)	0	3.8	1.3	114	109	0.14	0.13	3.83
	2	Matt Black Steel								
	3	PS3								
	4	Shiny Saffiano (VCM) -삼양								
	5	난방향 h/line								
	6	Cabinet - 사각								
	7	Cabinet - 물방울								
	8	Cabinet - 다이아몬드								
	9	Cabinet - 양산								
	10	MN3013								
	11	WN203K								
	12	AL								
	13	AL 아노다이징 H/Line								
	14	AL + Sanding								
유리	15	사틴								
	16	Fenix								
Rubber	17	#800								
	18	CS1123								
	19	CS1121								
	20	CS1124								
	21	PTE - 냉장고 Rubber (pocket)								
사출	22	UT-0312-10								
	23	UV-0312-01								
	24	UT-0312-12								
	25	UV-0312-03								
	26	CS1105								
	27	CS1118								
	28	CS1123								
EVA	29	Eva Foam 경도 40도								
	30	Eva Foam 경도 50도								
Ceramic	31	대리석								
MDF	과대학교	MDF								

S4. 상관관계 분석: 물성변수간

- 표면조도(Ra, Rmax, Rz), 마찰계수(정마찰, 동마찰), 광택도(20°, 60°)간의 높은 상관 관계($r > 0.8$)가 확인됨
- Correlation이 높고 **동일 물성의 경우 대표되는 물성을 선택**하여 분석에 사용함
 - 선택 물성: 표면조도Ra, 정마찰계수, 광택도 60°, 열확산율

물성 상관관계 표

표면조도(Ra)	0.8	0.84	-0.35	-0.40	0.27	0.33	0.15
0.8	표면조도 (Rmax)	0.95	-0.38	-0.47	0.45	0.42	-0.07
0.84	0.95	표면조도(Rz)	-0.36	-0.45	0.39	0.41	-0.10
-0.35	-0.38	-0.36	광택도 20°	0.93	-0.19	-0.17	0.23
-0.40	-0.47	-0.45	0.93	광택도 60°	-0.28	-0.26	0.32
0.27	0.45	0.39	-0.19	-0.28	정마찰계수	0.98	-0.22
0.33	0.42	0.41	-0.17	-0.26	0.98	동마찰계수	-0.23
0.15	-0.07	-0.10	0.23	0.32	-0.22	-0.23	열확산율

S4. 상관관계 분석: 물성 - 감성 어휘

□ 매우 높은 상관관계($r \geq 0.8$): 1개

□ 높은 상관관계($0.6 < r \leq 0.8$): 3개

□

형이하학적 감성
 매우 높은 상관관계 ($r \geq 0.8$)
 형이상학적 감성
 높은 상관관계 ($0.6 \leq r < 0.8$)

	표면조도(Ra)	광택도 60°	정마찰계수	열확산율
거친/ 매끄러운	-0.65	0.40	0.29	-0.02
잘 밀리지 않는/ 미끄러운	-0.22	-0.21	-0.08	0.16
탄성이 없는/ 탄력적인	0.43	-0.11	0.00	0.35
딱딱한/ 폭신한	0.38	-0.32	-0.07	0.16
연약한/ 견고한	-0.20	0.34	0.36	-0.01
윤기없는/ 광택있는	-0.20	0.80	0.46	0.24
때가 잘 안타는 /때가 잘 타는	0.48	-0.67	-0.02	-0.05
조잡한/ 깔끔한	-0.45	0.04	0.10	-0.08
촉촉한/ 건조한	0.02	-0.58	-0.42	-0.07
울퉁불퉁한/ 평평한	-0.79	0.32	0.20	-0.12
차가운/ 따뜻한	0.22	-0.55	-0.51	-0.08
값싼/ 고급스러운	-0.23	-0.02	0.11	-0.41
불쾌한/ 좋은	-0.29	-0.01	0.07	-0.24
멋없는/ 멋있는	-0.34	0.03	0.11	-0.40

S5. 회귀 분석: 감성 모형 개발

□ 단계적 회귀기법(stepwise regression)을 활용한 감성 어휘 추정식 개발
(변수 선택/추출 기준 = 0.15)

감성 어휘	추정식	Ad.R ² (%)
거친/매끄러움	$-3.94 - 0.2913 \times \text{표면조도Ra} - 0.0398 \times \text{광택도 } 60^\circ + 3.78 \times \text{정마찰계수} + 22.77 \times \text{열확산율}$	59.2
잘 밀리지 않는/ 잘 밀리는		58.4
탄성이 없는/탄력적인		75.6
딱딱한/푹신한		76.7
연약한/견고한		94.5
윤기 없는/광택 있는		87.3
때가 잘 안타는 /때가 잘 타는		93.3
조잡한/깔끔한		97.4
촉촉한/건조한		27.3
울퉁불퉁한/매끈한		87.4
차가운/따뜻한		12.7

S5. 회귀 분석: 감성 모형 개발

□ 값싼/고급스러운 관련 중요 감성 어휘 확인(best subset regression) 및 회귀식

반응 변수는 값싼/고급스러운입니다.

변수	R-제곱	R-제곱(수정)	R-제곱(예측)	Mallows Cp	S	운	인	한	한	는	는	한	한
1	70.4	67.9	60.4	8.9	0.58658					X			
1	50.0	45.8	32.9	21.9	0.76222			X					
2	75.6	71.2	64.4	7.5	0.55567					X		X	
2	75.5	71.1	46.4	7.6	0.55682					X		X	
3	89.5	86.4	69.6	0.7	0.38261			X	X				X
3	83.4	78.5	70.5	4.6	0.48047	X	X	X					
4	91.7	88.1	74.1	1.3	0.35774			X	X	X			X
4	91.0	86.9	71.5	1.8	0.37444			X	X	X			X
5	94.3	90.7	82.7	1.6	0.31544			X	X	X	X		X
5	93.8	89.8	72.7	2.0	0.33005	X		X	X		X	X	
6	96.5	93.4	83.8	2.3	0.26532	X	X	X	X	X		X	X
6	96.1	92.8	82.7	2.5	0.27888	X	X	X	X	X	X		X
7	96.5	92.5	80.6	4.2	0.28394	X	X		X	X	X	X	X
7	96.5	92.4	73.0	4.2	0.28535	X		X	X	X	X	X	X
8	96.7	91.4	72.8	6.1	0.30364	X	X		X	X	X	X	X
8	96.6	91.1	59.5	6.2	0.30860	X	X	X	X	X	X	X	X
9	96.8	89.7	32.2	8.0	0.33294	X	X	X	X	X	X	X	X
9	96.7	89.3	60.5	8.1	0.33808	X	X	X	X	X	X	X	X
10	96.8	86.3	0.0	10.0	0.38327	X	X	X	X	X	X	X	X
10	96.8	86.2	8.3	10.0	0.38422	X	X	X	X	X	X	X	X
11	96.9	79.6	0.0	12.0	0.46740	X	X	X	X	X	X	X	X

회귀 방정식

$$\text{값싼/고급스러운} = -0.707 + 0.551 \text{ 거친/매끄러운} - 0.5208 \text{ 운기없는/광택있는} - 0.390 \text{ 때가 잘 타는/때가 잘 안타는} + 1.040 \text{ 조잡함/깔끔함} - 0.693 \text{ 울퉁불퉁함/평평함} - 0.711 \text{ 자가운/따뜻함}$$

계수

항	계수	SE 계수	T-값	P-값	VIF
상수	-0.707	0.182	-3.88	0.006	
거친/매끄러운	0.551	0.183	3.00	0.020	15.17
운기없는/광택있는	-0.5208	0.0984	-5.29	0.001	7.30
때가 잘 타는/때가 잘 안타는	-0.390	0.168	-2.32	0.053	2.58
조잡함/깔끔함	1.040	0.125	8.34	0.000	2.58
울퉁불퉁함/평평함	-0.693	0.237	-2.92	0.022	15.20
자가운/따뜻함	-0.711	0.115	-6.16	0.000	6.10

모형 요약

S	R-제곱	R-제곱(수정)	R-제곱(예측)
0.265316	96.47%	93.44%	83.83%

분산 분석

출처	DF	Adj SS	Adj MS	F-값	P-값
회귀	6	13.4531	2.24218	31.85	0.000
거친/매끄러운	1	0.6353	0.63534	9.03	0.020
운기없는/광택있는	1	1.9721	1.97206	28.02	0.001
때가 잘 타는/때가 잘 안타는	1	0.3787	0.37869	5.38	0.053
조잡함/깔끔함	1	4.8976	4.89761	69.58	0.000
울퉁불퉁함/평평함	1	0.6002	0.60021	8.53	0.022
자가운/따뜻함	1	2.6686	2.66858	37.91	0.000
오차	7	0.4927	0.07039		
총계	13	13.9459			

S5. 회귀 분석: 감성 모형 개발

□ 형이하학 감성 중 형이하학-물성변수 추정식 Ad.R² 50% 이상을 형이상학 추정식에 사용

감성 어휘		추정식	Ad.R ² (%)
값싼/ 고급스러운	형이하학	$-0.707 + 0.551 \times \text{거친/매끄러운} - 0.5208 \times \text{윤기없는/광택있는} - 0.390 \times \text{때가 잘 타는/때가 잘 안 타는} + 1.040 \times \text{조잡한/깔끔한} - 0.693 \times \text{울퉁불퉁한/평평한} - 0.711 \times \text{차가운/따뜻한}$	93.4
	형이하학 + 물성	$-0.5306 - 0.711 \times \text{차가운/따뜻한} - 0.035768 \times \text{표면조도Ra} - 0.08506 \times \text{광택도 } 60^\circ - 1.70531 \times \text{정마찰계수} + 6.64893 \times \text{열확산율}$	-
불쾌한/ 좋은	형이하학		93.4
	형이하학 + 물성		-
멋없는/ 멋있는	형이하학		91.9
	형이하학 + 물성		-

감성 분석 결과 Summary

□ 상관관계 분석: 감성 어휘간

- 3종 형태(평판, bar handle, pocket handle)에서 **형이상학적 감성간 0.9 이상의 높은 상관관계** 확인됨
- 감성간 상관관계 모형은 **선형 관계**로 확인됨

□ 패턴간 형이상학 감성 비교 분석

- **주관적 평가 점수와 선호 순위는 동일한 경향**을 보이는 것으로 확인됨
- 평판: 기준 패턴(Shiny Saffiano) 대비 **형이상학 감성 선호 패턴 5종** 확인됨

	재질	패턴 이름	값싼/고급스러움	불쾌한/좋은	멋없는/멋있는
기준 패턴	금속	Shiny Saffiano	1.3	1.4	1.0
동일 재질	금속	Matt Black Steel	1.5 (0.2 ↑)	1.5 (0.1 ↑)	1.8 (0.8 ↑)
	금속	WN203K	1.7 (0.4 ↑)	2.0 (0.6 ↑)	1.9 (0.9 ↑)
이종 재질	사출	사틴	1.7 (0.4 ↑)	2.6 (1.2 ↑)	1.8 (0.8 ↑)
	사출	Fenix	2.4 (1.1 ↑)	2.7 (1.3 ↑)	1.9 (0.9 ↑)
	Ceramic	대리석	2.0 (0.7 ↑)	1.8 (0.4 ↑)	1.9 (0.9 ↑)

감성 분석 결과 Summary

□ 패턴간 형이상학 감성 비교 분석

- Bar handle: **기준 패턴**(AL 아노다이징)이 **가장 선호 패턴**으로 확인됨
- Pocket handle
 - ✓ 기준 패턴(PTE-냉장고 Rubber)이 **가장 비선호 패턴**으로 확인됨
 - ✓ 형이상학 감성 기준 동일 재질 1종, 이종 재질 2종 추천

	재질	패턴 이름	값싼/고급스러움	불쾌한/좋은	멋없는/멋있는
기준 패턴	Rubber	PTE - 냉장고 Rubber	-1.7	-1.0	-1.4
동일 재질	Rubber	CS1124	-0.6 (1.1 ↑)	-0.3 (0.7 ↑)	-0.7 (0.7 ↑)
이종 재질	사출	CS1105	0.8 (2.5 ↑)	1.4 (2.4 ↑)	1.0 (2.4 ↑)
	사출	CS1118	0.8 (2.5 ↑)	1.6 (2.6 ↑)	1.0 (2.4 ↑)

Discussion

Discussion

- 개발된 감성 평가 protocol을 통해 **다양한 촉각 감성 평가 설계에 활용 가능**
- 형이상학적/ 형이하학적 감성 추정식 조합을 통한 **형이상학적 감성 향상 방안 확인**

평가 설계 예시

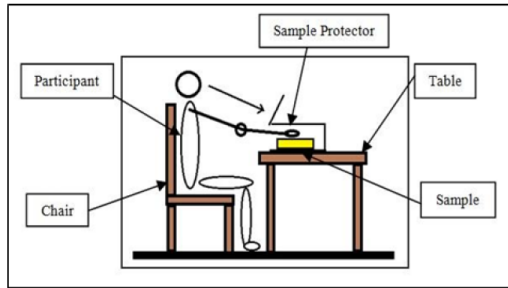
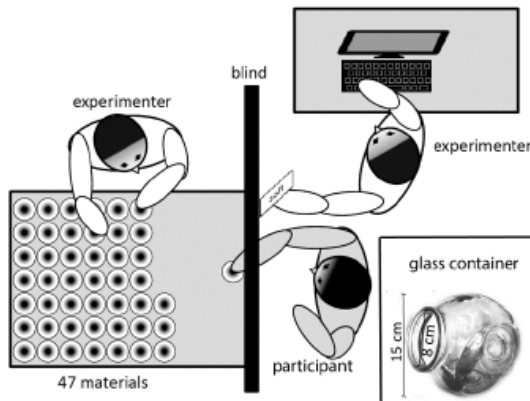


Fig. 2. Experimental Layout.

촉감 향상 방안 파악 예시

형이상학적 감성	시편	변경 전	변경 후	변화량
값싼/고급스러움	금속6	-0.12	1.28	↑ 1.40
	고무22	-1.18	1.28	↑ 2.46
불쾌한/좋은	금속6	0.67	1.75	↑ 1.08
	고무22	-0.54	1.75	↑ 2.29
멋없는/멋있는	금속6	-0.31	1.67	↑ 1.98
	고무22	-1.20	1.67	↑ 2.87



Discussion

□ 각 재질(평판, bar handle, pocket handle) 형태별 감성 추정 시스템 제작

- 물성/표면특성 인자 변경을 통해 형이하학과 형이상학의 **변화 추이 확인**
- 인자 값의 95% 신뢰구간(CI: confidence interval), 95% 예측구간(PI: prediction interval) 및 percentile(%ile) 확인 가능



Discussion

- 형이상학적/ 형이하학적 감성 추정식 조합을 통한 **형이상학적 감성 향상 방안 확인**
 1. 대상 형이상학적 감성 추정식 확인
 2. 형이상학적 감성 추정식에 관련된 **형이하학적 감성 추정식 확인**
 3. 물성인자-형이상학적 감성 추정식 도출
 4. 물성인자별 min/max값 이내에서 물성값 변화를 통한 **형이상학적 감성 개선 정도 확인**

촉감 향상 방안 파악 예시

형이상학적 감성	시편	변경 전	변경 후	변화량
값싼/고급스러움	금속6	-0.12	1.28	↑ 1.40
	고무22	-1.18	1.28	↑ 2.46
불쾌한/좋은	금속6	0.67	1.75	↑ 1.08
	고무22	-0.54	1.75	↑ 2.29
멋없는/멋있는	금속6	-0.31	1.67	↑ 1.98
	고무22	-1.20	1.67	↑ 2.87

Q&A



경청해 주셔서 감사합니다.