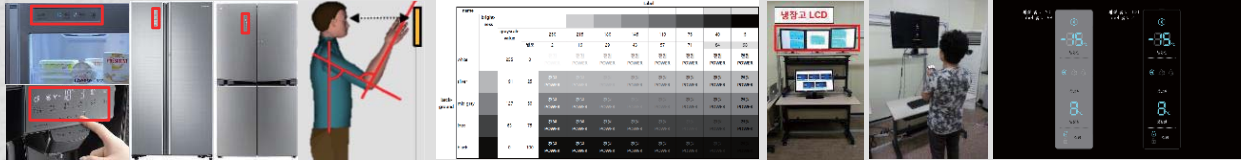




# 가독성을 고려한 Label 글자 크기 설계 방법

## A Design Method of Label Font Size for Readability



박보영<sup>1</sup>, 오지현<sup>1</sup>, 이원섭<sup>2</sup>, 유희천<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 포항공과대학교 산업경영공학과

<sup>2</sup> 한동대학교 ICT 창업학부

본 연구는 산업통상자원부의 "미래첨단 사용자편의서비스 기반조성사업"의 지원을 받아 수행된 연구 결과임(R0004840, 2018).

Global Contributor to Eco-Techno-Humanopia

## Contents

- 서론
  - ✓ 연구 배경
  - ✓ 연구 목적
- 선행 연구 조사
- 최소/적정 Label 설정 Protocol
- Protocol 적용: 스탠드형 냉장고 Label
  - ✓ 실험 조건 및 환경
  - ✓ 결과
- 토의



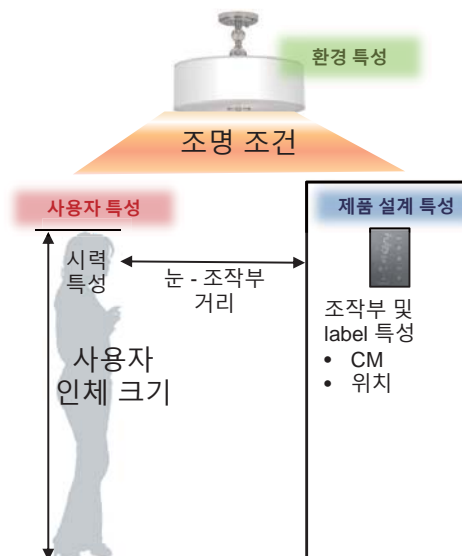
# 생활 가전 제품에 사용되는 Label

- 생활 가전제품에 다양한 형태의 인터페이스가 제공되고 있으며, **label을 통해 기능에 대한 시각적 정보 제시**
- **환경 특성**(조도, 조작 거리 등), **사용자 특성**(시력, 색약 등), **설계 특성**(위치, 크기, 색 등)에 따라 **label의 가독성에 영향**을 미침



# Label 설계 Guideline 개발의 필요성

- 환경 특성, 사용자 특성, 제품 특성을 고려하여 **객관적인 측정 및 분석 방법**을 통한 **label 설계 guideline의 개발 필요**
  - ✓ 다양한 **사용 환경, 사용자 특성을 고려한 생활 가전제품 label의 적정 크기를 결정하는 측정 및 분석 방법의 개발 필요**
  - ✓ 산업계에서 활용 가능한 **표준 설계 데이터 도출 필요**



# 연구 목적

## 가독성을 고려한 생활가전제품의 최소/적정 Label 크기 설정 방법 정립

1. 연구 동향 파악 및 실험 protocol 개발을 위한 선행 연구 조사
2. 가독성에 영향을 미치는 다양한 요인들을 고려한 실험을 통해 label의 최적 설계를 결정할 수 있는 protocol 개발
3. 실험 protocol 적용: 스탠드형 냉장고의 최소/적정 label 크기 도출



## 선행 연구 조사

# 선행 연구 조사 방법

□ 문헌 조사 site: <http://www.hub.sciverse.com/> / <https://www.scopus.com>

□ 검색 조건

- ✓ Title, abstract, keyword search
- ✓ Conference proceedings 제외

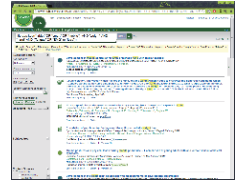
□ Keywords

- ✓ **Label** 관련: label size, label height, text size, text height, font size, font height, character size, character height
- ✓ **제품 또는 조작부** 관련: product, consumer product, control panel, UI panel, interface, button
- ✓ **가독성** 관련: visibility, legibility, readability

□ 검색식

- ✓ title-abs-key(("label" OR "character") and ("readability" OR "legibility" OR "visibility"))

SciVerse



# 선행 연구 선별

(중복포함)

Keywords 조합을 통한 journal paper 검색

Title-abs-key를 이용하여 검색(2072개)

Title screening을 통한 1차 선별

Legibility 관련 954개

Abstract screening을 통한 2차 선별

Cross-filtering 후 77개

관련도에 따라 최종 review 대상 논문 선별

중요도 선별 후 23개





# 종합: 실험 참여자

- Sample size: **4 ~ 169명** (성별은 크게 고려하지 않음)
- **교정 시력 0.7 이상, normal color vision**을 대상으로 함

No.	Study	# Participants	Age	교정 시력	Color vision
1	Lee et al. (2011)	60명	18~28 (24.3±2.5)	0.8	색맹 아닌 사람
2	Lee et al. (2008)	60명	18~28 (23.5±2.0)	0.9	색맹 아닌 사람
3	Saito et al. (2008)	10명	22.6 ± 2.5		색맹 아닌 사람
4	Miyoshi et al. (2007)	남성 4명	20대	1.2 ~ 2.0	
5	Tomioka (2007)	노안 60명 (M: 31, F: 29) 백내장 10명 (M: 3, F: 7)	46~80	고령자를 위한 리모컨 universal design	
6	Bernard et al. (2003)	35명 (M: 11, F: 24)	17~47 (25.0±8.1)	1.0	
7	Garvey et al. (1997)	48명	65 ≤	Daytime: 0.8 Nighttime: 0.7	
8	Floris (1986)	실험 1: 24명; 실험 2: 13명		Road sign의 legibility	
9	Zhao et al. (2018)	71명 (Y:57명 S:14명)	Y: 19~35 S: 36~55	Alphabet과 Chinese character의 font 비교	
10	Ohyama and Sagawa (2016)	108명 (Y:54명 S:54명)	Y: 18~28 S: 60~77	정상	
11	Dobres et al. (2016)	실험 1: 48명 실험 2: 32명	20~75	정상	
12	Grobelny et al. (2015)	60명	20~25	Smartphone package에서의 legibility	
13	Lin et al. (2013)	60명 (M: 30, F: 30)	15~16 (15.2±0.4)	8	색맹 아닌 사람
14	Lin et al. (2011)	30명 (young 15, elderly 15)	Young: 24.1±2.2 Elderly: 55.3±3.3	0.8	색맹 아닌 사람
15	Westerink et al. (1998)	실험 1&2: 6명, 실험 3: 12명	20~55	1.0	
16	Braun et al. (1995)	33명 (M: 7, F: 26)	26.7±8.8	E-book 상의 pseudo-text에서 target word search	
17	Ko (2017)	108명 (M: 52, F: 56)	18~28		
18	Luo et al. (2017)	18명 (M: 9, F: 9)	1 group: 21.0 ± 2.3 2 group: 38.5 ± 5.5 3 group: 61.5 ± 5.5		
19	Park et al. (2017)	27명 (M: 14, F: 13)	평균 20.9	교정시력 0.8	색맹 아닌 사람
20	Zhao et al. (2017)	169명 (Y:80명 M:63명 S:25명)	Y:19~35 M:36~55 S: 55이상	Display condition에 따른 legibility효과	

# 종합: 실험 환경 - 조도

- 조도(ambient illuminance)
  - ✓ **각 제품 사용 상황에 따라 조도 선정**
  - ✓ Light source의 종류 구분: 6500K(주광색 형광등), 4000K(백색 형광등) (Lee et al., 2008; 2011)
  - ✓ Daytime, nighttime의 상황을 나누어 평가(Garvey et al., 1997)
    - **Daytime**
      - 300 lux (Luo et al., 2017, Zhao et al., 2018)
      - 400 lux (Ko, Y.-H., 2017)
      - 300, 700, 1500 lux (Lee et al., 2008; 2011)
      - 500 lux (Miyoshi et al., 2007)
      - 700 lux (Lin et al., 2013)
    - **Nighttime**
      - 0 lux (Zhao et al., 2017)
      - 암막커튼 (Park et al., 2017)
      - Dim ambient light (Ohyama and Sagawa, 2016)
      - 조용하고 희미한 불빛이 있는 방 (Dobres et al., 2015)

# 종합: 가독성 실험 요인

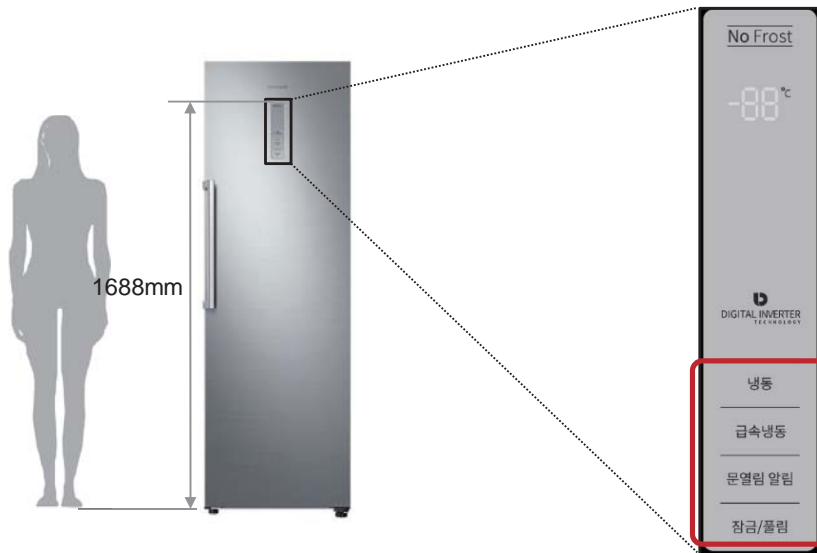
- 선행연구를 통해 가독성에 영향을 미치는 사용자 특성, 설계 특성, 환경 특성 별 요인 도출

구분	Factors
사용자 특성	연령 (age)
	시력 (visual acuity)
Label 설계 특성	폰트 유형 (font type: height-to-width ratio, stroke width-to-height ratio, serif 여부)
	폰트 크기 (font size)
	명도 대비 (contrast)
환경 특성	시거리 (viewing distance)
	조도 (background, surrounding luminance)

## 실험 Protocol 정립: 스탠드형 냉장고의 최소/적정 label 크기 도출

## 설계 대상: 스탠드형 냉장고

- 생활가전 제품들 중 **보편적이고 다양한 연령대가 사용하는 스탠드형 냉장고를 설계 대상**으로 선정함
- 스탠드형 냉장고의 **전면 상단(약 170cm) 중앙에 기능 조작을 위한 panel**이 위치해 있으며, **panel 하단부에 label**이 사용



## 가독성 실험 조건 요약

구분	Factors	본 연구 실험 조건
사용자 특성	연령 (age)	• 참여자 연령대: <b>20 ~ 60대</b>
	시력 (visual acuity)	• 참여자 시력 control: <b>0.7 이상</b> • <b>노안 vs. 비노안</b> 구분
Label 설계 특성	폰트 유형 (font type: height-to-width ratio, stroke width-to-height ratio, serif 여부)	• <b>스포카 한스 regular</b> (무료)
	폰트 크기 (font size)	• 1.0 ~ 9.0 mm (0.1 mm 간격) <b>독립변수</b>
	명도 대비 (contrast)	• 배경색과 글자색의 대비 <b>독립변수</b>
환경 특성	시거리 (viewing distance)	• <b>740 mm</b> (grip reach 고려)
	조도 (background, surrounding luminance)	• <b>Daytime, nighttime</b>

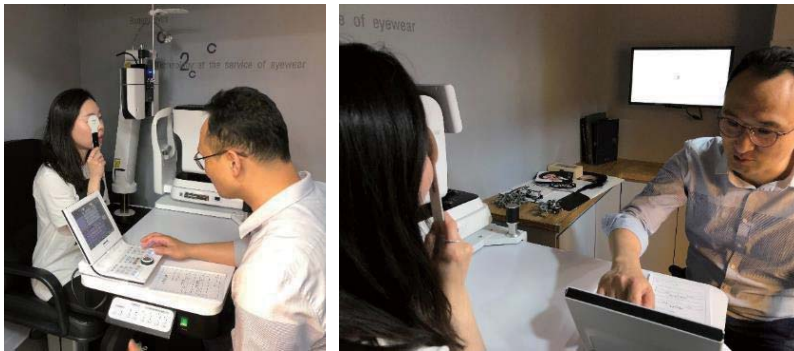


# 실험 참여자

## □ 20 ~ 60대 남녀 50명 (교정 시력 ≥ 0.7)

- ✓ 평가 전 전문 안경사가 **시력 측정** 및 **노안 여부**를 평가함
- ✓ 측정 항목: 좌안, 우안 교정시력 및 노안/비 노안 여부 검사
- ✓ 측정 장비: 휴비츠 HRK-8000A
- ✓ 측정 시간: 약 10분

시력 측정 예



측정장비

휴비츠 HRK-8000A



시력검사표 예

시력검사표	
검사일: 2018년 5월 17일	
대상자: 박보영	
시력검사 결과	
좌안	우안
0.9	0.9
비노안/노안 여부	
비노안	노안
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
검사자: 최시현 (안)	

# 실험 조건: Contrast

## □ 적정 명도 대비를 고려하여 배경과 label의 색조합 중 8가지를 선정하여 평가함

name	bright-ness	grayscale value	Label									
			본 연구 실험 조건									
			명도%		250	215	180	145	110	75	40	5
			2	16	29	43	57	71	84	98		
white	255	0	전원 POWER	전원 POWER	전원 POWER	전원 POWER	전원 POWER	① 전원 POWER	전원 POWER	② 전원 POWER		
silver	191	25	전원 POWER	전원 POWER	전원 POWER	전원 POWER	전원 POWER	전원 POWER	③ 전원 POWER	전원 POWER		
mid gray	127	50	⑤ 전원 POWER	전원 POWER	전원 POWER	전원 POWER	전원 POWER	전원 POWER	전원 POWER	④ 전원 POWER		
inox	63	75	전원 POWER	⑥ 전원 POWER	전원 POWER	전원 POWER	전원 POWER	전원 POWER	전원 POWER	전원 POWER		
black	0	100	⑦ 전원 POWER	전원 POWER	⑧ 전원 POWER	전원 POWER	전원 POWER	전원 POWER	전원 POWER	전원 POWER		

Back-Ground

## 실험 조건: 조도

□ 냉장고 사용 환경을 고려하여 **밝은 환경**과 **어두운 환경**으로 나눠 평가

✓ 밝은 환경: **자연스러운 채광**

✓ 어두운 환경: **암막천 사용**

밝은 환경



어두운 환경

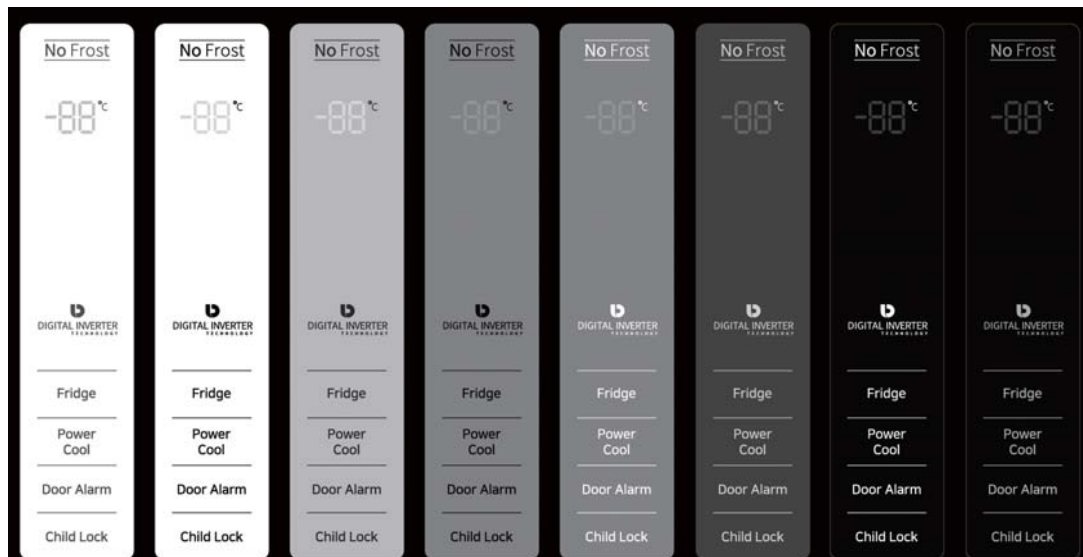


## 실험 Panel 조건

□ 조도: 밝은 환경, 어두운 환경 2가지

□ 배경 / label 조합: 8가지 색상

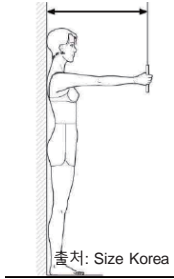
⇒ 총 **16가지** 실험 조건



# Panel과의 거리

- Size Korea data 중 **벽면 앞으로 뻗은 주먹 수평 길이(grip reach: forward)** 적용
- 전체(남, 여) 16~69세 data에서 95%ile 값(741mm)**을 사용

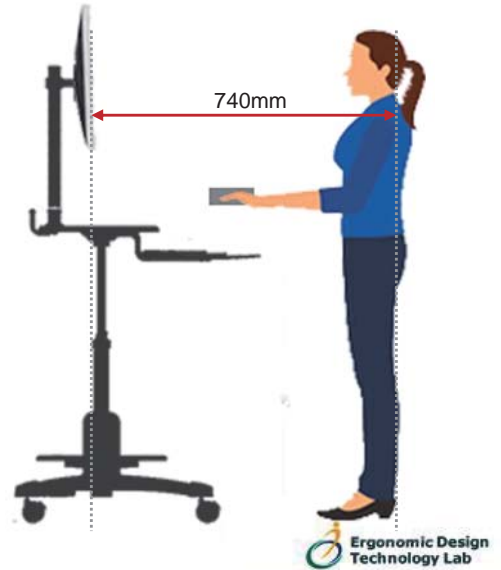
벽면 앞으로 뻗은 주먹 수평 길이



벽면 앞으로 뻗은 주먹 수평 길이 Data

성별	연령대 (세)	백분위(mm)										
		최소값	1th	5th	10th	25th	50th	75th	90th	95th	99th	최대값
남	16~69	578	630	656	668	687	710	733	754	768	795	857
여	16~69	534	583	604	616	634	656	679	700	713	736	776
전체	16~69	556	607	630	542	661	683	706	727	741	766	817

출처: Size Korea 7차



# 평가 방법

- Label의 크기를 **0.1 mm** 간격으로 변화시키며 **최소 크기와 적정 크기를 도출함**
- 각 조건을 3회 반복 평가**하되 글자 크기가 기준 범위(예: 0.3 mm)를 초과하면 추가 반복 실험하도록 함

평가 항목	평가 기준	Label 크기 범위
최소 크기	모든 단위글자들이 판독될 수 있는 가장 작은 글자 크기	1.0 ~ 9.0 mm (0.1 mm 간격)
적정 크기	주관적으로 가장 편하게 읽혀지는 적절한 글자 크기	

1st  
**냉동**  
(3.1 mm)

2nd  
**냉동**  
(2.9 mm)

3rd  
**냉동**  
(3.4 mm)  
기준 범위 초과



4th  
**냉동**  
(3.1 mm)  
기준 범위 이내로 통과

# 평가 Software Demo

※ 조작부 Label의 최소/적정 Font Size 실험 - 냉장고, 주간

참여자 ID

이 름

평가 언어  
 한글(Korean)  영어(English)

## Monitor Calibration

- ❑ Calibration 필요성: 평가에 필요한 색상을 monitor 상에서 제대로 구현이 되는지 확인
- ❑ Calibration 절차

S1. **Spyder4 Elite**를 이용하여 rough calibration

S2. **Spectra Scan colorimeter**를 사용하여 calibration된 monitor의 색상값(XYZ) 측정

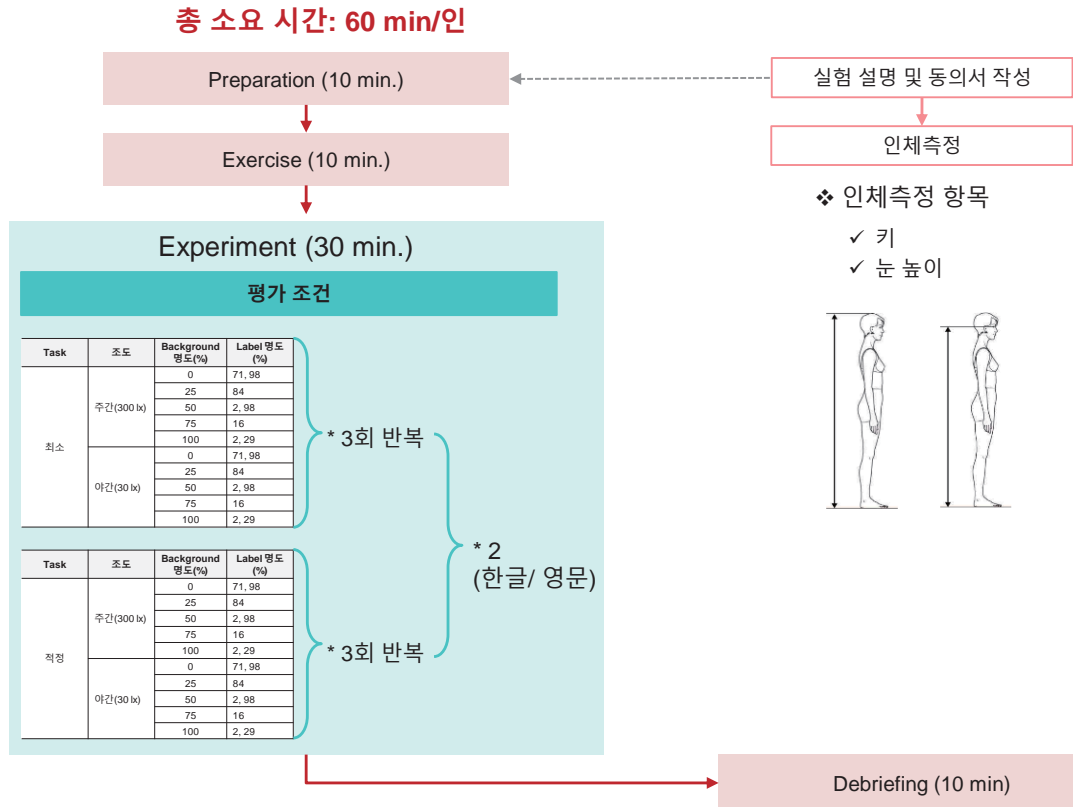
S3. Monitor **calibration**의 정확도 평가

S4. Monitor 측정치를 기반으로 **calibration** 값을 보정

Spyder4 Elite

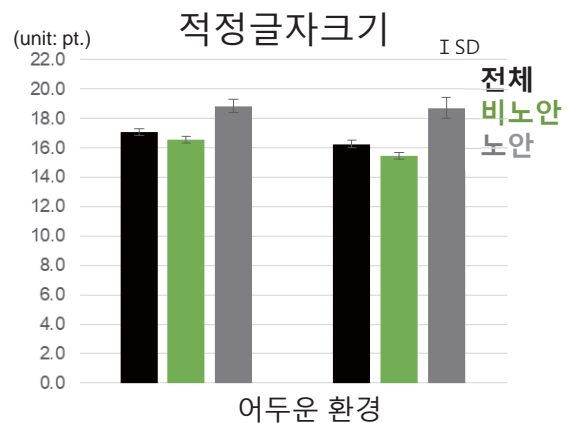
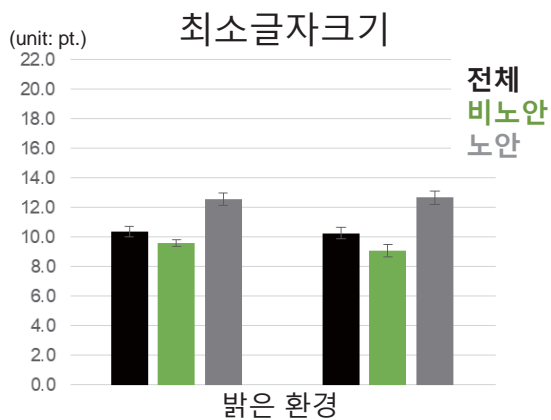


# 실험 절차



# 실험 결과 (n = 100)

조도	평가 내용	전체		비노안		노안	
		범위	평균 (pt.)	범위	평균 (pt.)	범위	평균 (pt.)
밝은 환경	최소글자크기 (75%ile)	6.7 ~ 6.8 pt. (2.2 mm)	6.8 pt. (2.2 mm)	6.2 ~ 6.3 pt. (2.0 ~ 2.1 mm)	6.3 pt. (2.1 mm)	8.1 ~ 8.4 pt. (2.7 ~ 2.8 mm)	8.2 pt. (2.7 mm)
	적정글자크기 (50%ile)	10.5 ~ 11.8 pt. (3.4 ~ 3.9 mm)	11.2 pt. (3.7 mm)	10.2 ~ 11.4 pt. (3.4 ~ 3.7 mm)	10.8 pt. (3.6 mm)	11.8 ~ 12.8 pt. (3.9 ~ 4.2 mm)	12.3 pt. (4.1 mm)
어두운 환경	최소글자크기 (75%ile)	6.5 ~ 6.9 pt. (2.2 ~ 2.3 mm)	6.7 pt. (2.2 mm)	5.9 ~ 6.0 pt. (1.9 ~ 2.0 mm)	6.0 pt. (2.0 mm)	7.9 ~ 8.7 pt. (2.6 ~ 2.9 mm)	8.3 pt. (2.7 mm)
	적정글자크기 (50%ile)	9.9 ~ 11.3 pt. (3.3 ~ 3.7 mm)	10.7 pt. (3.5 mm)	9.5 ~ 10.7 pt. (3.1 ~ 3.5 mm)	10.1 pt. (3.3 mm)	11.7 ~ 12.8 pt. (3.9 ~ 4.2 mm)	12.2 pt. (4.0 mm)

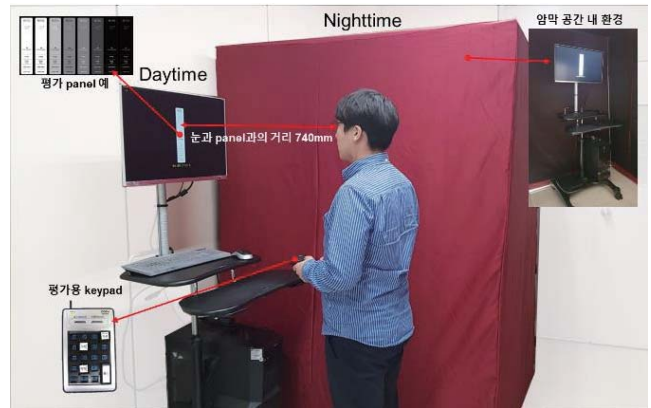




# 토의 (1/2)

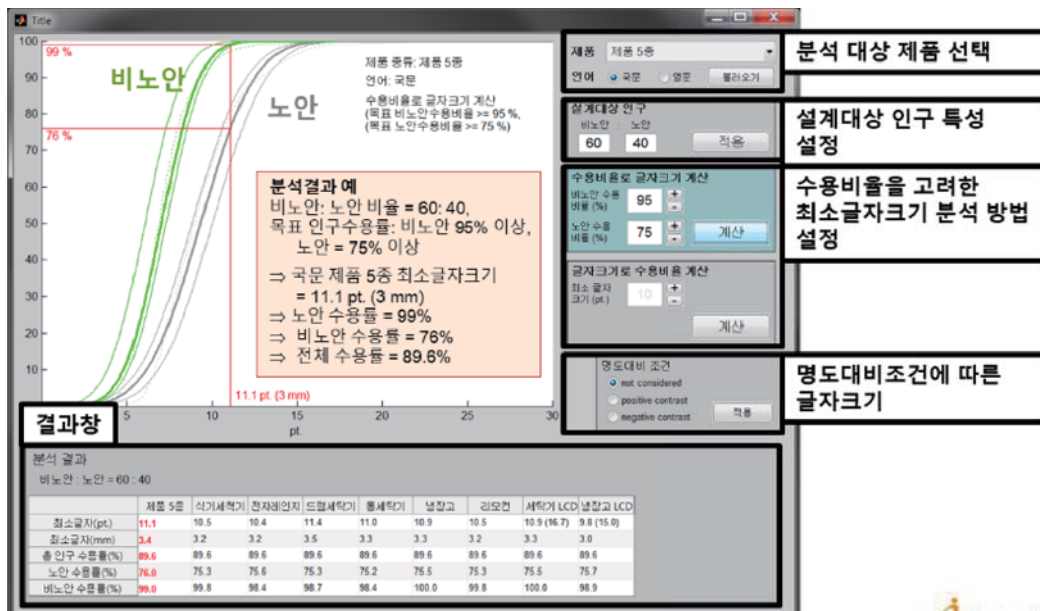
- 가독성을 고려한 label 적정 크기 설계를 위해 23편의 **가독성 관련 선행 연구를 조사하고 주요 실험 protocol을 요약함**
- 스탠드형 냉장고 label의 **최소/적정 크기 도출을 위한 실험 protocol을 개발함**
- 개발된 실험 protocol을 스탠드형 냉장고에 적용하여 실험함( $n=100$ )
- **주요연령층(20대 ~ 60대)에 대한 최소 및 적정 label 크기 분석 ( $n = 100$ )**

구분	Factors	실험조건
사용자 특성	Age	• 참여자 연령대: <b>20 ~ 60대</b>
	Acuity	• 참여자 시력 control: <b>0.7 이상</b> • <b>노안 vs. 비노안</b> 구분
Label 설계 특성	Font type: height-to-width ratio, stroke width-to-height ratio, serif 여부	• 한글/영문: 스포카 한스 보통
	Font size	• <b>독립변수</b> - 한글: 1.0 ~ 9.0 mm - 영문: 1.0 ~ 9.0 mm
환경 특성	거리(viewing distance)	• 인체특성, 제품 사용 형태, 조작부 위치 및 각도에 따라 범위를 가짐
환경 특성	명도(target, background, and surrounding luminance)	• Daytime, nighttime
	명도 대비(contrast)	• 실험의 <b>독립변수</b> (배경색과 글자색 간 명도대비 조건)



# 토의 (2/2)

- 추후 연구
  - ✓ **명도 대비 조건, 노안/비노안 비율, 설계대상 인구 수용률에 따른 최소/적정 글자 크기 산출 system 제작**



# 경청해 주셔서 감사합니다!



본 연구는 산업통상자원부의 "미래첨단 사용자편의서비스 기반조성사업"의 지원을 받아 수행된 연구 결과임(R0004840, 2018).