

가독성을 고려한 생활가전제품의 최소/적정 Label 크기 설정을 위한 연구



박보영¹, 오지현¹, 이원섭², 유희천¹

¹포항공과대학교 산업경영공학과

²한동대학교 ICT 창업학부

본 연구는 산업통상자원부의 "미래첨단 사용자편의서비스 기반조성사업"의 지원을 받아 수행된 연구 결과임(R0004840, 2017).

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
-

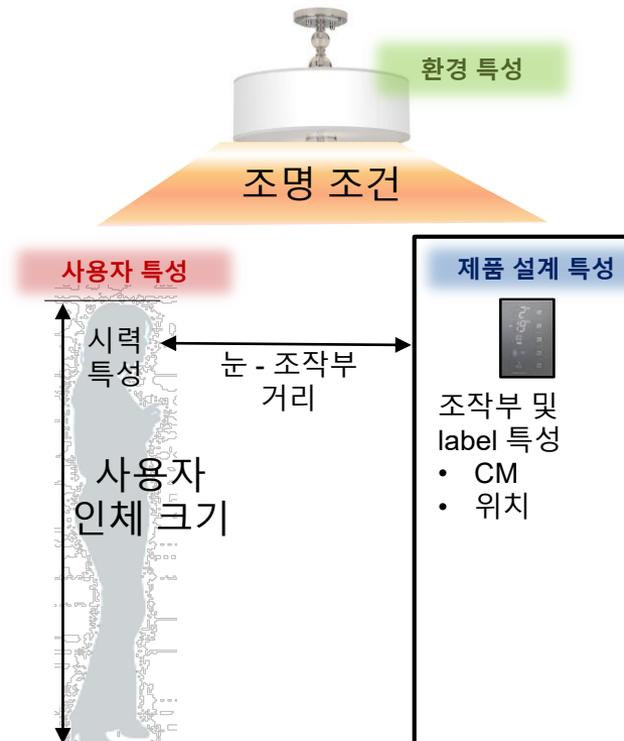
생활 가전 제품에 사용되는 Label

- 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 방법**의 개발 필요
 - ✓ 산업계에서 활용 가능한 **표준 설계 데이터 도출 필요**



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

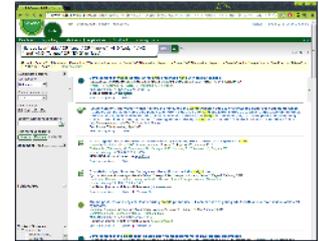
✓ **제품 또는 조작부** 관련: product, consumer product, control panel, UI panel, interface, button

✓ **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

관련 문헌 선별 결과

□ 선행 연구 조사 결과 **중요도 상, 중**에 해당하는 **관련 문헌 23편** 선별됨

No.	Author(s)	Year	Title	Source
1	Lee et al.	2011	Effect of light source, ambient illumination, character size and interline spacing on visual performance and visual fatigue with electronic paper display	Display
2	Lee et al.	2008	Effect of character size and lighting on legibility of electronic papers	Applied Ergonomics
3	Saito et al.	2008	Legibility evaluation using point-of-regard measurement	Electrical Engineering in Japan
4	Miyoshi et al.	2007	Effects of contrast and character size upon legibility of Japanese text presented on visual display terminal	Optical Review
5	Tomioka	2007	Study on legibility of characters for the elderly – effects of character display modes on legibility	Journal off Physiological Anthropology
6	Bernard et al.	2005	Effects of pixel shape and color, and matrix pixel density of Arabic digital typeface on characters' legibility	International Journal of Industrial Ergonomics
7	Garvey et al.	1997	Effects of font and capitalization on legibility of guide signs	Transportation Research Record
8	Floris	1986	A new teletext character set with enhanced legibility	IEEE Transactions on Electron Devices
9	Zhao et al.	2018	The effect of font type on character legibility for different age groups	Advances in Intelligent Systems and Computing
10	Ohyama and Sagawa	2016	The Effects of Letter Design Features and Aging on Legibility	Perception
11	Dobres et al.	2016	Utilising psychophysical techniques to investigate the effects of age, typeface design, size and display polarity on glance legibility	Ergonomics
12	Grobelyny et al.	2015	The role of background color, interletter spacing, and font size on preferences in the digital presentation of a product	Computers in Human Behavior
13	Lin et al.	2013	Legibility and visual fatigue affected by text direction, screen size and character size on color LCD e-reader	Displays
14	Lin et al.	2011	Minimum ambient illumination requirement for legible electronic-paper display	Displays
15	Westerink et al.	1998	Legibility of video-blended TV menus	Applied Ergonomics
16	Braun et al.	1995	The influence of color on warning label perceptions	International Journal of Industrial Ergonomics
17	Ko	2017	The effects of luminance contrast, colour combinations, font, and search time on brand icon legibility	Applied Ergonomics
18	Luo et al.	2017	Investigation of the recognition of different font sizes on human-machine interface and physiological characteristics for aged people	Advances in Intelligent Systems and Computing
19	Park et al.	2017	Effects of display curvature, display zone, and task duration on legibility and visual fatigue during visual search task	Applied Ergonomics
20	Zhao et al.	2017	The effect of font size, age and lighting environment on Chinese character legibility	International Congress on Image and Signal Processing
21	Rello et al.	2016	Make it big! The effect of font size and line spacing on online readability	Conference on Human Factors in Computing Systems
22	Iwata et al.	2015	Difference in readability of mobile devices by age groups	Lecture Notes in Computer Science
23	Lin et al.	2014	Effect of the color tablet computer's polarity and character size on legibility	Lecture Notes in Computer Science

문헌 Summary 사항

- 실험 참여자 정보(표본 크기, 연령대, 성별, 모집조건)
- 실험 protocol: 평가대상, task, 통제 변인, 독립 변수, 종속 변수
- Key findings

No	author(s)	year	관련도	용어 정리			Experiment				Findings											
				Legibility	Control	Condition	Participants	평가 대상	Task	실험 Condition 조도		Independent variable(s)	Dependant variable(s)									
1	Lee et al.	2011	사				60명(18 ~ 28세; 고정 시 1명)	Alphanumeric pseudo-text	문장처럼 나열된 알파벳(alphanumeric pseudo-text) 중 target letter 'q'를 찾고 개수 말하기	300, 700, 1499 lx (light source: daylight, fluorescent)	1) Light source: 500 K, 4000 K 2) Ambient illuminance: 300, 700, 1500 lx 3) 글자크기: 2.0, 2.5, 3.0 mm (문자 'X' 높이 기준) 4) 물간격: 50%, 60% (소문자 'x' 높이 기준)	- Search time - Accuracy - Critical flicker frequency change	- Subjective visual fatigue	- Legibility 평가 방법 참조 - 주관적 피로도 조사 필요								
				Attribute character			169명(young 80 명;19~35, middle 63 명;36~55세, senior 25 명;55세이상)	Chinese character	-Text box 중 clue character와 같은 target character찾	300, 700, 1500 lx	1) Light source: 6500 K, 4000 K	- Search time - Accuracy		- Legibility 평가 방법 참조 - 평가시 자세 고정 필요								
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Participants</th> <th>평가 대상</th> <th>Task</th> <th>실험 Condition 조도</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>169명(young 80 명;19~35, middle 63 명;36~55세, senior 25 명;55세이상)</td> <td>Chinese character</td> <td>-Text box 중 clue character와 같은 target character찾</td> <td>- 300lx - 일반 침실100lx - 어두운 환경 0lx</td> </tr> </tbody> </table>													Participants	평가 대상	Task	실험 Condition 조도	169명(young 80 명;19~35, middle 63 명;36~55세, senior 25 명;55세이상)	Chinese character	-Text box 중 clue character와 같은 target character찾	- 300lx - 일반 침실100lx - 어두운 환경 0lx		
Participants	평가 대상	Task	실험 Condition 조도																			
169명(young 80 명;19~35, middle 63 명;36~55세, senior 25 명;55세이상)	Chinese character	-Text box 중 clue character와 같은 target character찾	- 300lx - 일반 침실100lx - 어두운 환경 0lx																			
6	Al-Harlan and Ramadan	2005	상				23~25세: 15명 (23~25세: 6명) - 실험과 일치 21명 (23~25세: 6명)	Arabic characters	- 제시되는 글자를 인식하면 즉시 button누르고, 해당 글자를 받음	360 lx	×32 (6가지) 2) Pixel color: red (4:1), green (7:1) (2가지) 3) Pixel shape: square, circular (2가지) - 각 조건별 100회 측정	- 반응 시간 - 정확도	- 주관적 만족도(1 ~ 5 schie)									
7	Bernard						35명(17 ~ 47 (25 ± 8.1 (years) 11주 (9.8))	Font typeface: Arial vs	- Size, typeface, format에 따라 8개 구별로 이루어진 문		1) Font size: 10 pt, 12 pt	- Accuracy, adjusted accuracy	- 7-point Likert scales - Perception of text legibility	- 글자제와 크기는 perceived legibility에 영향을 주는 요소임								
<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Independent variable(s)</th> <th colspan="2">Dependant variable(s)</th> <th rowspan="2">Findings</th> </tr> <tr> <th>Objective measure</th> <th>Subjective measure</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1) Age 2) Lighting environment 3) Font size</td> <td>- RT(Reaction time) - RC(Recognition correctness) - ITR(Information- transfer rate)</td> <td></td> <td>- 글자크기가 legibility에 미치는 영향 분석 - Lighting environment에 따라 legibility에 영향을 미침</td> </tr> </tbody> </table>													Independent variable(s)	Dependant variable(s)		Findings	Objective measure	Subjective measure	1) Age 2) Lighting environment 3) Font size	- RT(Reaction time) - RC(Recognition correctness) - ITR(Information- transfer rate)		- 글자크기가 legibility에 미치는 영향 분석 - Lighting environment에 따라 legibility에 영향을 미침
Independent variable(s)	Dependant variable(s)		Findings																			
	Objective measure	Subjective measure																				
1) Age 2) Lighting environment 3) Font size	- RT(Reaction time) - RC(Recognition correctness) - ITR(Information- transfer rate)		- 글자크기가 legibility에 미치는 영향 분석 - Lighting environment에 따라 legibility에 영향을 미침																			
10	Lin et al.						할 수 있는 정도	적 > 0.8)	되는 Chinese pseudo text	를 손으로 touch하여 선택		3) Size: 8, 10, 12, 14 pt	words/ # touches)	- Subjective visual fatigue	visual fatigue가 증가하나 일정 수준 이상에서는 통계적 차이 없음							

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	Grobelyny 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)	정상 legibility 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 ± 2.0 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

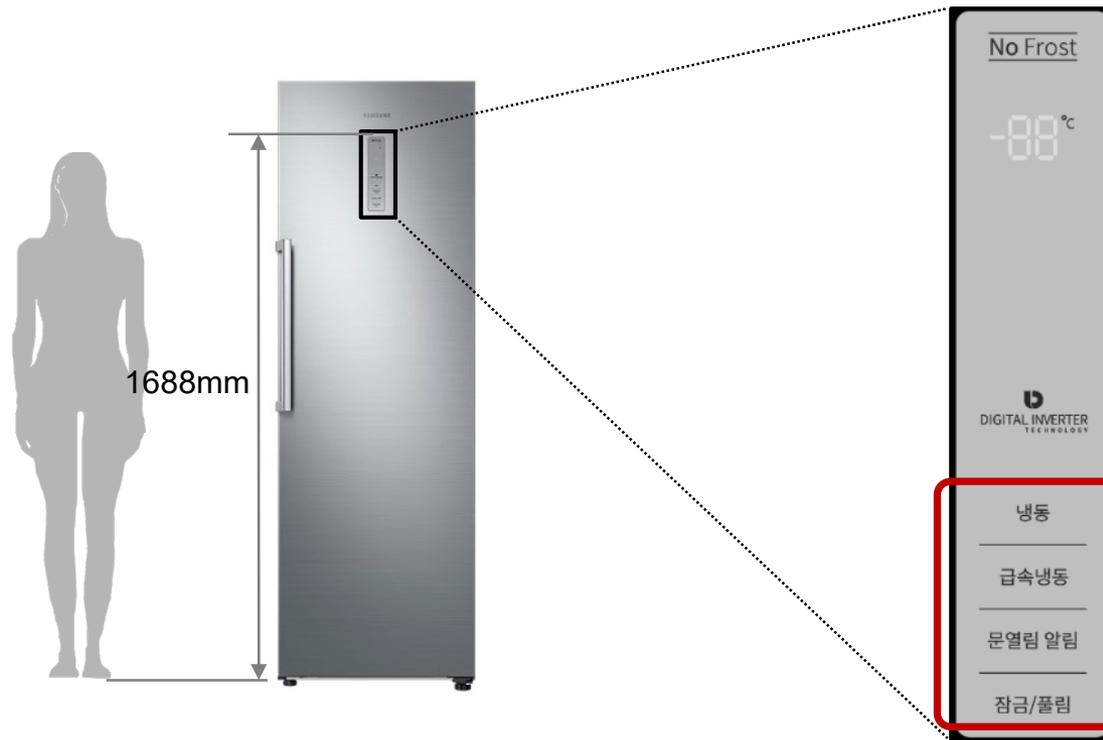
- 선행연구를 통해 가독성에 영향을 미치는 사용자 특성, 설계 특성, 환경 특성 별 요인 도출

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) 증양에 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: 20 ~ 60대
	시력 (visual acuity)	• 참여자 시력 control: 0.7 이상 • 노안 vs. 비노안 구분
Label 설계 특성	폰트 유형 (font type: height-to-width ratio, stroke width-to-height ratio, serif 여부)	• 스포카 한스 regular (무료)
	폰트 크기 (font size)	• 독립변수 : 1.0 ~ 9.0 mm
	명도 대비 (contrast)	• 실험의 독립변수 (배경색과 글자색 간 명도대비 조건)
환경 특성	시거리 (viewing distance)	• 740 mm (grip reach 고려)
	조도 (background, surrounding luminance)	• Daytime, nighttime

실험 참여자

□ 20 ~ 60대 남녀 50명 (교정 시력 ≥ 0.7)

- ✓ 평가 전 전문 안경사가 시력 측정 및 노안 여부를 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
09	09
비노안/노안 여부	
비노안	노안
✓	
검사자: 최시현 (인)	

실험 조건: Contrast

□ 적정 명도 대비를 고려하여 **배경과 label의 색조합 중 8가지**를 선정하여 평가함

Label

본 연구 실험 조건

name	bright-ness		Label								
	grayscale value	명도%	250	215	180	145	110	75	40	5	
			명도%	2	16	29	43	57	71	84	98
white	255	0	전원 POWER	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	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	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	전원 POWER
black	0	100	⑦ 전원 POWER	전원 POWER	⑧ 전원 POWER	전원 POWER	전원 POWER	전원 POWER	전원 POWER	전원 POWER	전원 POWER

Back-Ground

실험 조건: 조도

- 냉장고 사용 환경을 고려하여 밝은 환경과 어두운 환경으로 나눠 평가
 - ✓ 밝은 환경: 자연스러운 채광
 - ✓ 어두운 환경: 암막천 사용

밝은 환경



어두운 환경

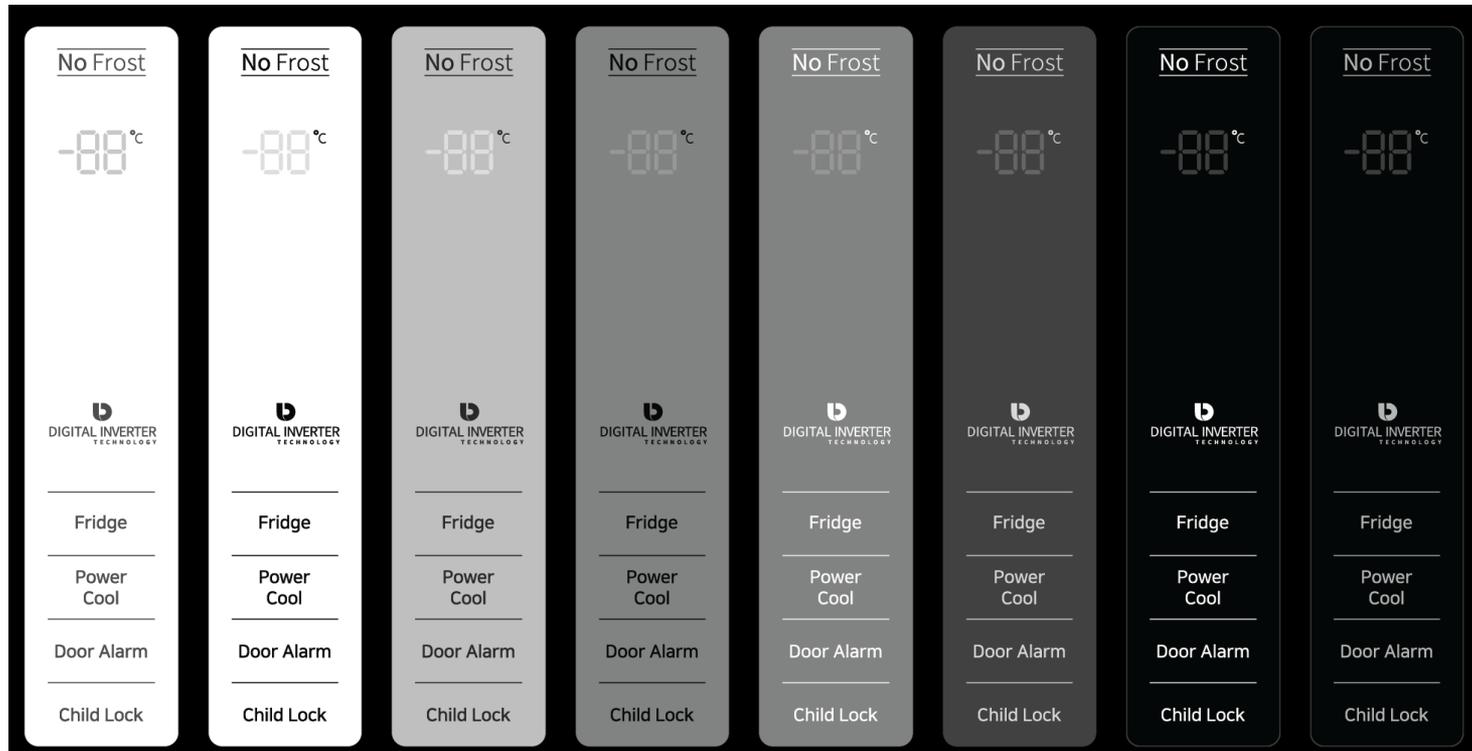


실험 Panel 조건

□ 조도: 밝은 환경, 어두운 환경 2가지

□ Label: 8가지 색상

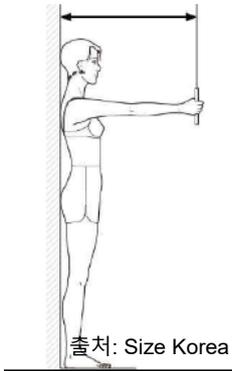
⇒ 총 16가지 실험 조건



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

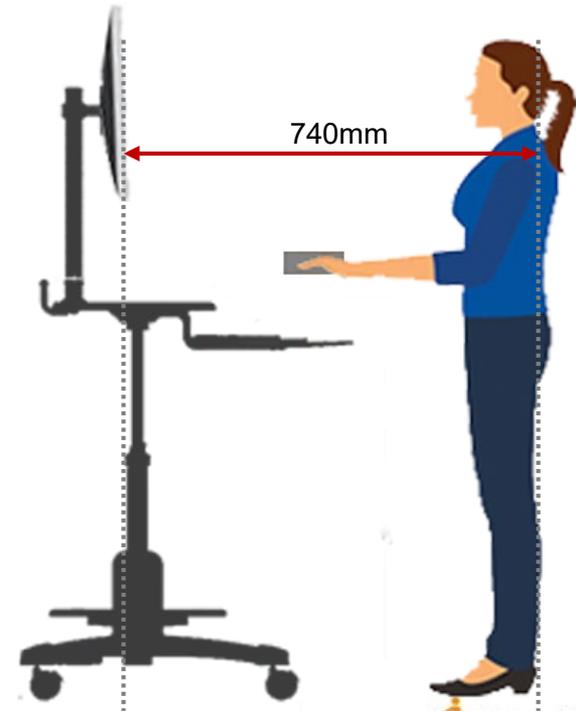
벽면 앞으로 뻗은 주먹 수평 길이



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 평가하되 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



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

총 소요 시간: 60 min/인

Preparation (10 min.)

Exercise (10 min.)

Experiment (30 min.)

평가 조건

Task	조도	Background 명도(%)	Label 명도 (%)
최소	주간(300 lx)	0	71, 98
		25	84
		50	2, 98
		75	16
		100	2, 29
	야간(30 lx)	0	71, 98
		25	84
		50	2, 98
		75	16
		100	2, 29

* 3회 반복

Task	조도	Background 명도(%)	Label 명도 (%)
적정	주간(300 lx)	0	71, 98
		25	84
		50	2, 98
		75	16
		100	2, 29
	야간(30 lx)	0	71, 98
		25	84
		50	2, 98
		75	16
		100	2, 29

* 3회 반복

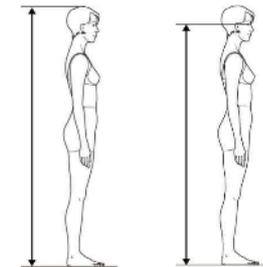
* 2 (한글/ 영문)

실험 설명 및 동의서 작성

인체측정

❖ 인체측정 항목

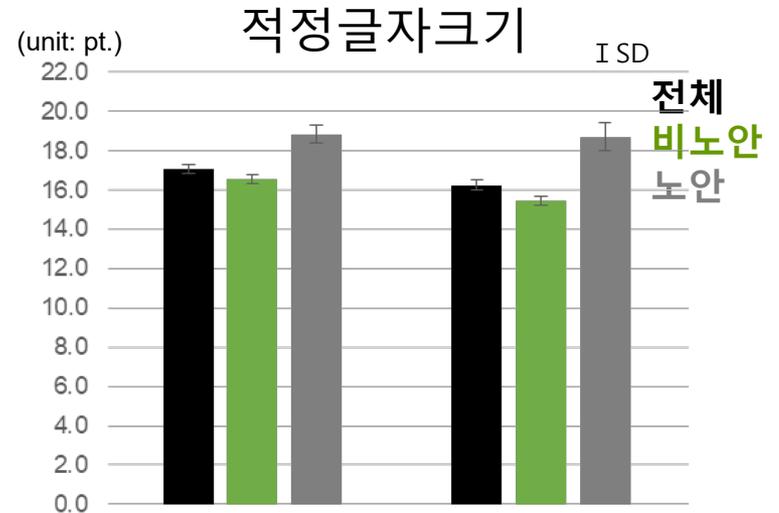
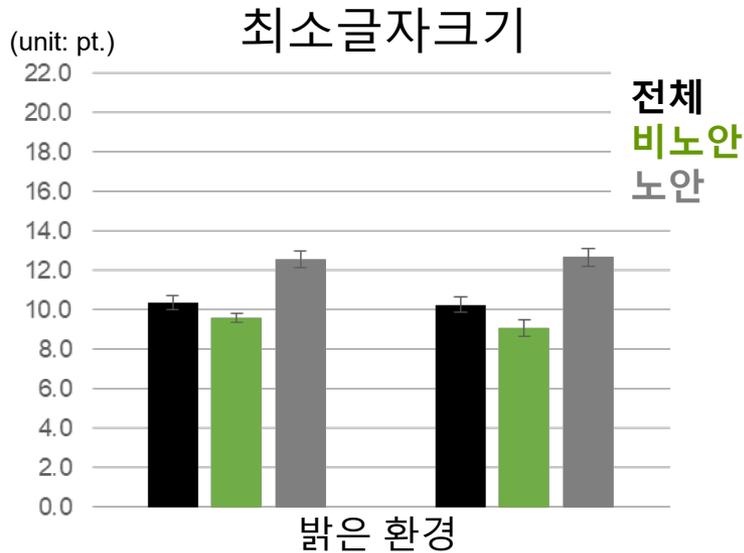
- ✓ 키
- ✓ 눈 높이



Debriefing (10 min)

실험 결과 예시 (n = 13)

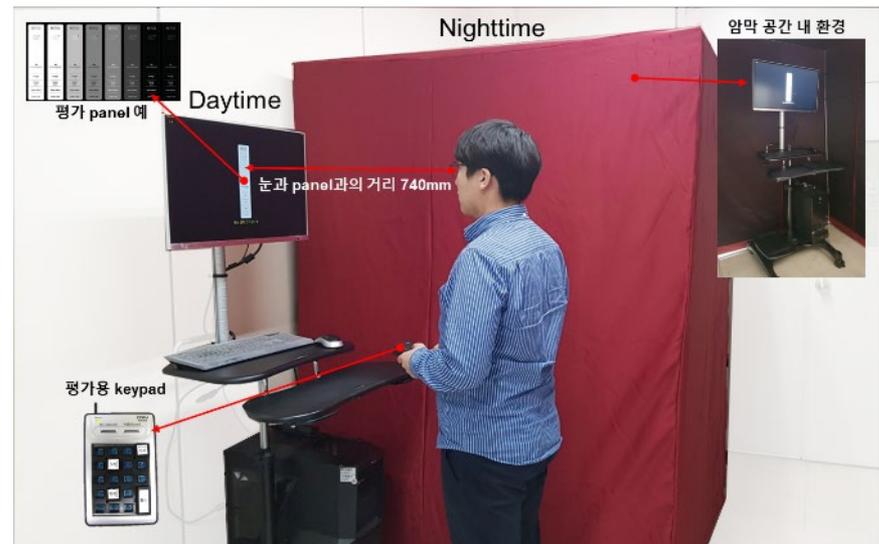
조도	평가 내용	전체		비노안		노안	
		범위	평균 (pt.)	범위	평균 (pt.)	범위	평균 (pt.)
밝은 환경	최소글자크기 (75%ile)	6.7 ~ 6.8 pt. (2.2 mm)	6.8 pt. (2.2 mm)	6.2 ~ 6.3 pt. (2.0 ~ 2.1 mm)	6.3 pt. (2.1 mm)	8.1 ~ 8.4 pt. (2.7 ~ 2.8 mm)	8.2 pt. (2.7 mm)
	적정글자크기 (50%ile)	10.5 ~ 11.8 pt. (3.4 ~ 3.9 mm)	11.2 pt. (3.7 mm)	10.2 ~ 11.4 pt. (3.4 ~ 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**

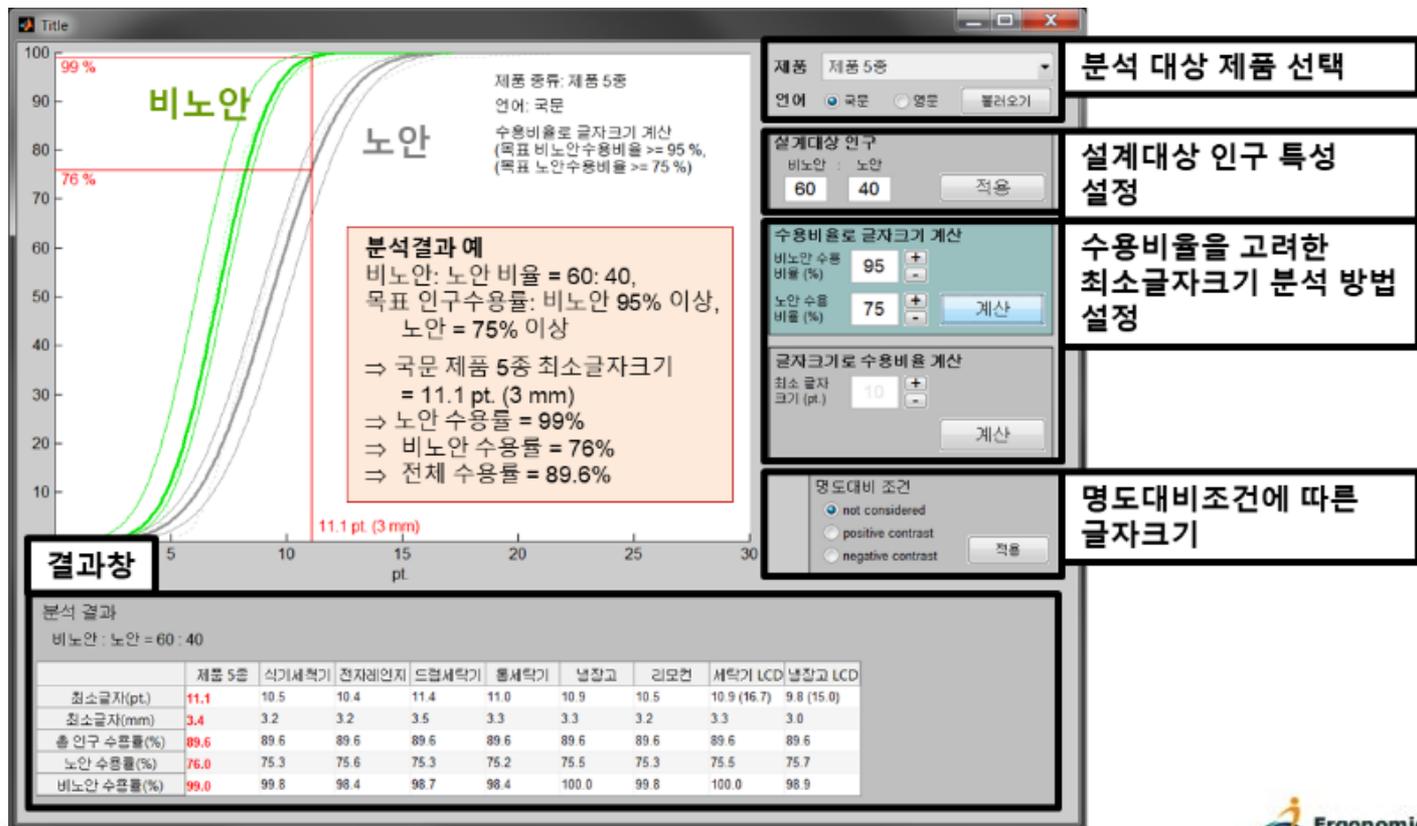
구분	Factors	실험조건
사용자 특성	Age	<ul style="list-style-type: none"> • 참여자 연령대: 20 ~ 60대
	Acuity	<ul style="list-style-type: none"> • 참여자 시력 control: 0.7 이상 • 노안 vs. 비노안 구분
Label 설계 특성	Font type: height-to-width ratio, stroke width-to-height ratio, serif 여부	<ul style="list-style-type: none"> • 한글/영문: 스포카 한스 보통
	Font size	<ul style="list-style-type: none"> • 독립변수 - 한글: 1.0 ~ 9.0 mm - 영문: 1.0 ~ 9.0 mm
환경 특성	거리(viewing distance)	<ul style="list-style-type: none"> • 인체특성, 제품 사용 행태, 조작부 위치 및 각도에 따라 범위를 가짐
	명도(target, background, and surrounding luminance)	<ul style="list-style-type: none"> • Daytime, nighttime
	명도 대비(contrast)	<ul style="list-style-type: none"> • 실험의 독립변수(배경색과 글자색 간 명도대비 조건)



토의 (2/2)

□ 추후 연구

- ✓ 주요연령층(20대 ~ 60대)에 대한 최소 및 적정 label 크기 분석 ($n = 50$)
- ✓ 명도 대비 조건, 노안/비노안 비율, 설계대상 인구 수용률에 따른 최소/적정 글자 크기 산출 system 제작



Q & A

경청해 주셔서 감사합니다!



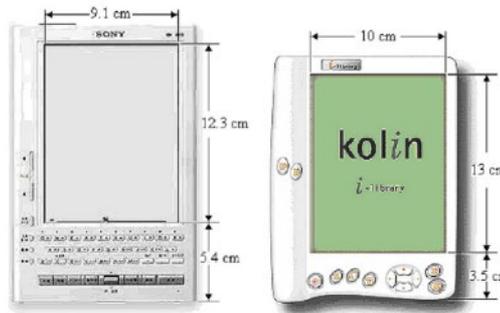
본 연구는 산업통상자원부의 "미래첨단 사용자편의서비스 기반조성사업"의 지원을 받아 수행된 연구 결과임(R0004840, 2017).

Appendix

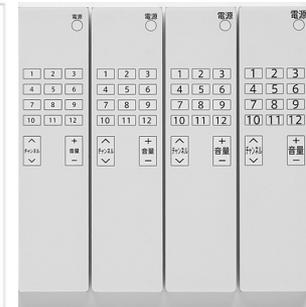
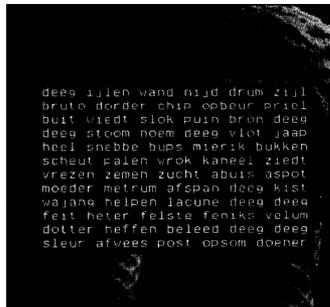
선행 연구 조사

평가 대상

- ❑ Computer, iPad, e-book display 상의 text (Lee et al., 2011 외 14편)
- ❑ TV에 나타나는 text (Floris, 1986; Westerink et al., 1998)
- ❑ 표지판 상의 text (Garvey et al., 1997)
- ❑ 제품(e.g., 리모컨, 세제, smartphone package) 상의 text (Tomioka, 2007 외 3편)



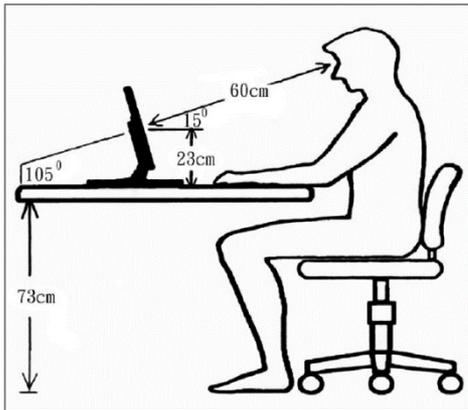
- Arial
- Lucida sans Unicode
- Trebuchet MS
- Verdana
- Times New Roman
- Georgia
- Courier New
- Impact



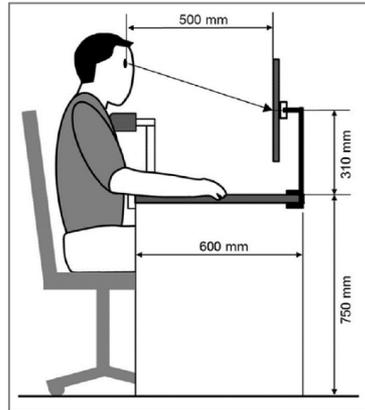
실험 환경: 거리

- 눈과 시표 간의 거리 통제를 위해 chin support 사용

앉은 자세 환경



Ko, Y.-H. (2017)



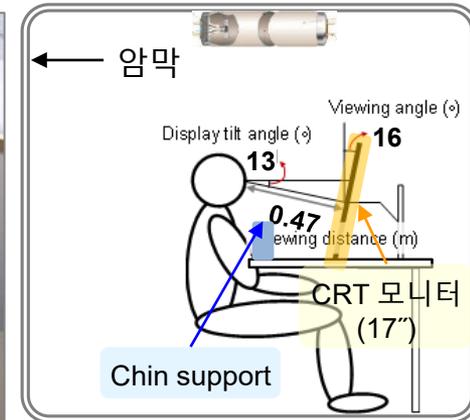
Park et al. (2017)



Lee et al. (2008, 2011), Tomioka (2007),
Lin et al. (2011, 2013) 등

Chin support 사용 환경

형광등으로 daylight 조절(500 lx)



Miyoshi et al. (2007)

평가 요소

□ 글자 크기, 글자 type, contrast 등을 2 ~ 39가지 조건에 대해 평가함

* CFF: critical flicker frequency change

No.	Study	실험 conditions (실험 조건)	Objective measures	Subjective measures
1	Lee et al. (2011)	Light source(2), ambient illuminance(3), 글자크기(3), 줄간격(2)	Search time, accuracy, CFF*	Subjective visual fatigue
2	Lee et al. (2008)	Light source(2), ambient illuminance(3), 글자크기(4)	Search time, accuracy	
3	Saito et al. (2008)	글자색(4)	Reading time, gaze duration	
4	Miyoshi et al. (2007)	글자크기(3), contrast 조합(39)	Reading speed, rate of readable characters	Subjective satisfaction
5	Tomioka (2007)	Font height(4), thickness(3), display mode(2)		Easiness to read, relative easiness
6	Bernard et al. (2003)	Font size(2), typeface(2), format(2)	Accuracy, reading time	Perception of text legibility, perceived text sharpness, ease of reading, general preference
7	Garvey et al. (1997)	Font type(2), panel material(2)	Recognition distance, legibility distance	
8	Floris (1986)	Font type(4)		Responded alphabet
9	Zhao et al. (2018)	Font type, 참여자의 연령	RT(Reaction time) RC(Recognition correctness) ITR(Information- transfer rate)	
10	Ohyama and Sagawa (2016)	Contrast conditions(2), font size(7), font type(4)	Accuracy	Contrast sensitivity function(CSF)
11	Dobres et al. (2016)	Typeface(2), polarity(2), font size(2), font type(2)	Time(presentation time threshold) Accuracy	
12	Grobelny et al. (2015)	Package color, caption location, type of the caption		Preference
13	Lin et al. (2013)	Text direction(2), screen size(3), 글자크기(4)	Search time, accuracy	CFF, subjective visual fatigue
14	Lin et al. (2011)	Ambient illumination(7), age(2)	Search time, accuracy	Subjective visual fatigue
15	Westerink et al. (1998)	Blending ratio(3), font size(3), font style(3)		Subjective legibility
16	Braun et al. (1995)	Color(2), product(4), signal words(3)		Perceived readability, perceived hazardous
17	Ko (2017)	Luminance contrast(16), color combination(16), font, search time(3)		
18	Luo et al. (2017)	Age, font size(2)		
19	Park et al. (2017)	Display curvature, display zone		
20	Zhao et al. (2017)	Font size(4), light(3), age	RT(Reaction time) RC(Recognition correctness) ITR(Information- transfer rate)	

Task: Target Letter 찾기

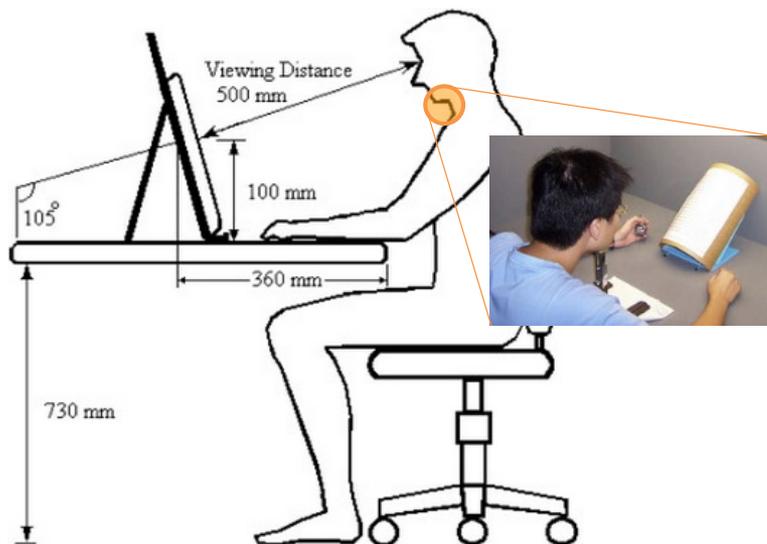
□ 3 문단으로 이루어진 **pseudo-text**에서 target letter “a” 개수 찾기 (Lee et al., 2008)

✓ 3가지 실험 조건: (1) **light source**: 6500, 4000 K, (2) **ambient illuminance**: 300, 700, 1500 lx, (3) **character size**: 1.4, 2.2, 3.3, 4.3 mm of capital letter (font: Times new roman)

✓ 실험 절차(각 실험 조건 3회 반복, task 후 2분 휴식)

- 1) 편안한 자세로 착석 후 chin support에 턱 고정
- 2) Task 연습(5 paragraphs)
- 3) 알파벳들을 screening 하여 ‘a’ 를 정확하고 빠르게 확인

총 실험시간: 80분

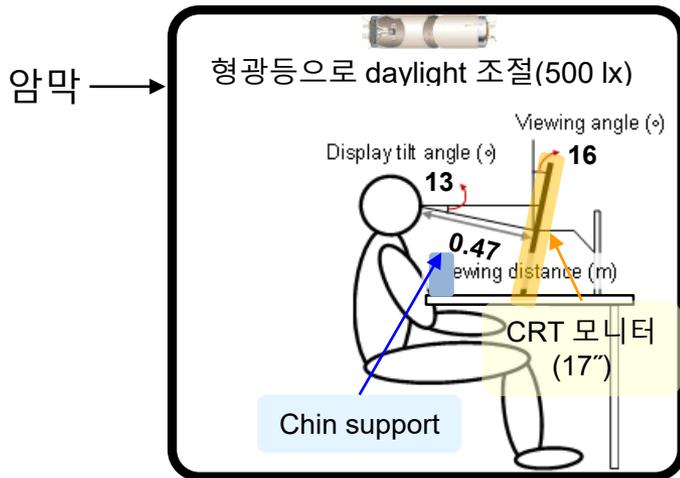


Tristique suscipit morbiw
pellentesque quis, simper
a henderit curabitur rutru
m eleifend. Posuere lacus
varius quisque enim, a me
t facilis nulla nunc a est
ssit eleifend. Porttitor tris
tique vel tellus pellentes2
ue odio ac. Fringilla cons
equat lorem, proin massa,
rplacemat egestas pretium
rpharetra. Ut in tellus sen
ectus dui, erat henderit
consequat eros sit, ac non
denim, porta ultrices. Wis
i sodales ultricies morbi4
uam, ante gravida porta d
onec, nulla leo nunc, tem
pus ut, libero orci ultrices
ssemper. Enim nam et laci

Alphanumeric pseudo-text
(15 lines, 29 characters per line)

Task: 주어진 문장 신속하게 읽기

- 5 lines 로 이루어진 **문장 최대한 신속하게 읽기** (Miyoshi et al., 2007)
 - ✓ 2가지 실험 조건: (1) **글자-배경색 contrast 조합**: white positive, gray positive, black negative, gray negative 조건에서 39 가지, (2) **글자 크기**: 12, 15, 24 pt
 - ✓ 실험 절차(각 조건 5회 반복, 총 585 trials, 1 session = 약 30 trials로 구성)
 - (1) 편안한 자세로 착석 후 light condition에 적응(5분)
 - (2) 스크린 중앙에 주어지는 문장 빨리 읽기(cassette recorder에 녹음됨)
 - (3) 주관적 legibility 평가(0-5점 척도)



positive contrast

(a) 規律の乱れなく計画が予定どおり進行するよう努めるかたわら、その合間をぬって「ノースウエスト準州一の強烈なビール」造りに精を出していた。数か月に及ぶキャンプ生活はきついものだったが9月の終わり、私以下

(c) 私はつい2、3日前にカナダはノースウエスト準州の州都、イエローナイフから戻ったばかりだ。もともと商業と金鉱の町だったが、政治の中心となってからにわかに発展を遂げた。私が初めてイエローナイフを訪れた

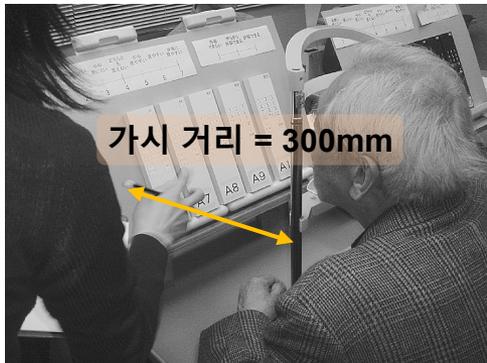
negative contrast

(b) そいつを引きずりながら湖をいくつも越えて、遠路はるばる運んで来た。その材木でまず基地となる丸太小屋を築き、棧橋からトイレ、貯蔵庫、小屋を数軒……果ては、サウナまで造り上げたものだ。こうした建設作業の途中

(d) 捕鯨基地から、大平洋および南水洋へと向う日本のキャッチャーボートに初めて乗船した、それが大地の男たちとの出会いだった。太地町の住民のなかには、捕鯨に由来するとおぼしき名字が多い。例えば、勢子、漁野、

Task: 주관적 평가

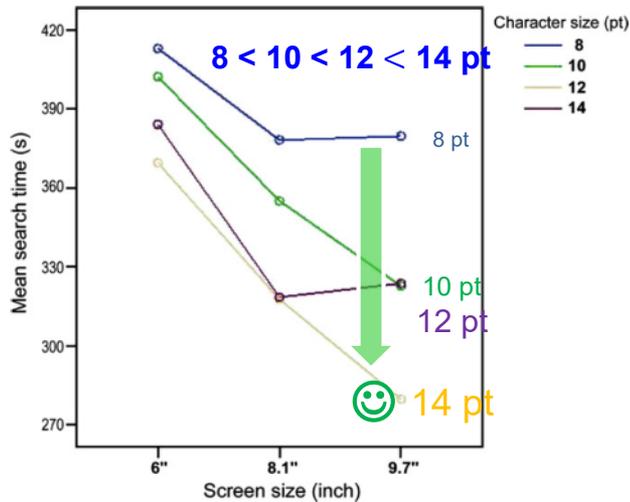
- Remote control의 **character legibility 평가**(Tomioka, 2007)
 - ✓ 실험 인자 및 조건: (1) **글자 높이**: 2.5, 3.5, 4.5, 5.5, 6.5 mm, (2) **글자 두께**: light, regular, bold, (3) **display mode**: positive , negative  → 총 30가지
 - ✓ 두 가지 조도 조건(50, 500 lx)에서 수행
 - ✓ **절대 평가**: 동일한 thickness, display mode를 갖는 5개 sample을 하나의 group으로 하여 1(very difficult to read) ~ 7(very easy to read)점 척도로 평가
 - ✓ **상대 평가**: 동일한 thickness를 갖는 각 display mode sample 3개씩(총 6개)을 하나의 group으로 하여 -3 ~ +3 점 척도로 평가



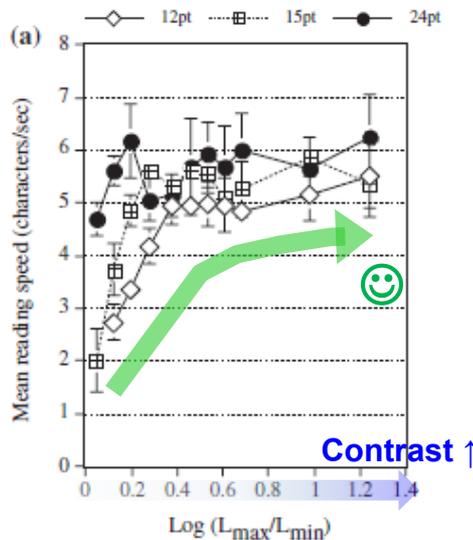
Key Findings: 글자 판독 Speed

□ **Speed**: reading time, reading speed, search time, response time

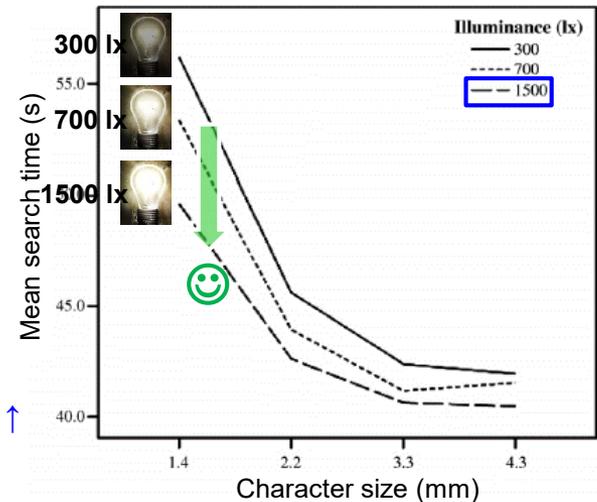
- ✓ **글자 크기 ↑** → search or reading time ↓ (Bernard et al., 2003; Lin et al., 2013; Miyoshi et al., 2007; Lee et al., 2011)
- ✓ **글자-배경색 contrast ↑** → reading speed ↑, 일정 contrast부터는 유사한 performance (saturation) 보임(Saito et al., 2008; Miyoshi et al., 2007),
- ✓ **Ambient illumination ↑** → search time ↑ (Lee et al., 2008)
- ✓ **Color combination** → white on blue, yellow on blue, yellow on black (Ko et al., 2017)



Lin et al., 2013



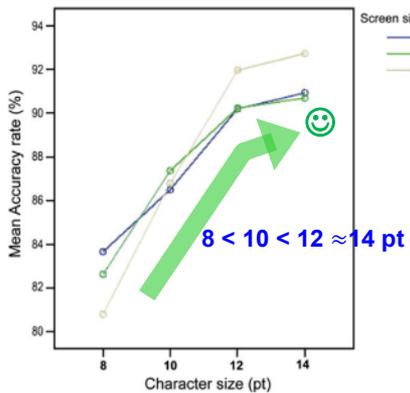
Miyoshi et al., 2007



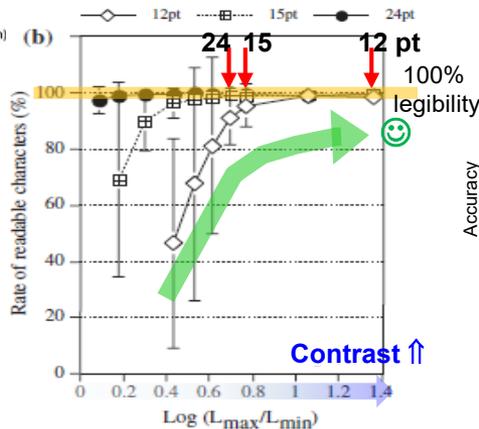
Lee et al., 2008

Key Findings: 글자 판독 Accuracy

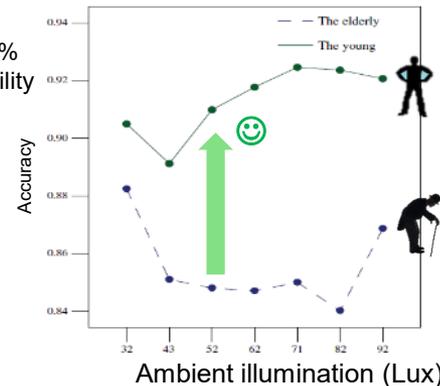
- ❑ **Accuracy**: rate of readable characters, correct percentage
 - ✓ 글자 크기 ↑ → correct percentage ↑ (Lee et al., 2008; Bernard et al., 2003; Lin et al., 2013)
 - ✓ 글자-배경색 contrast ↑ → rate of readable characters ↑, 일정 contrast 이상에서 legibility 100% 도달 (Miyoshi et al., 2007)
 - ✓ Ambient illumination ↑ → correct percentage ↑ (Lee et al., 2008)
 - ✓ 글자 두께 ↑ → correct percentage ↓ (Zhao et al., 2018)
 - ✓ Young > elderly (Lin et al., 2011)



Lin et al., 2013



Miyoshi et al., 2007



Lin et al., 2011

English font type	RT (ms)	RC (%)	B (bit/s)
Arial	2646.16	98.28	1.86
Lucida sans Unicode	2724.93	97.96	1.91
Verdana	2799.41	98.06	1.82
Times New Roman	2870.83	98.85	1.81
Trebuchet MS	2722.43	98.35	1.80
Georgia	3006.39	98.59	1.75
Courier New	3066.59	98.04	1.74
Impact	3040.05	95.05	1.62

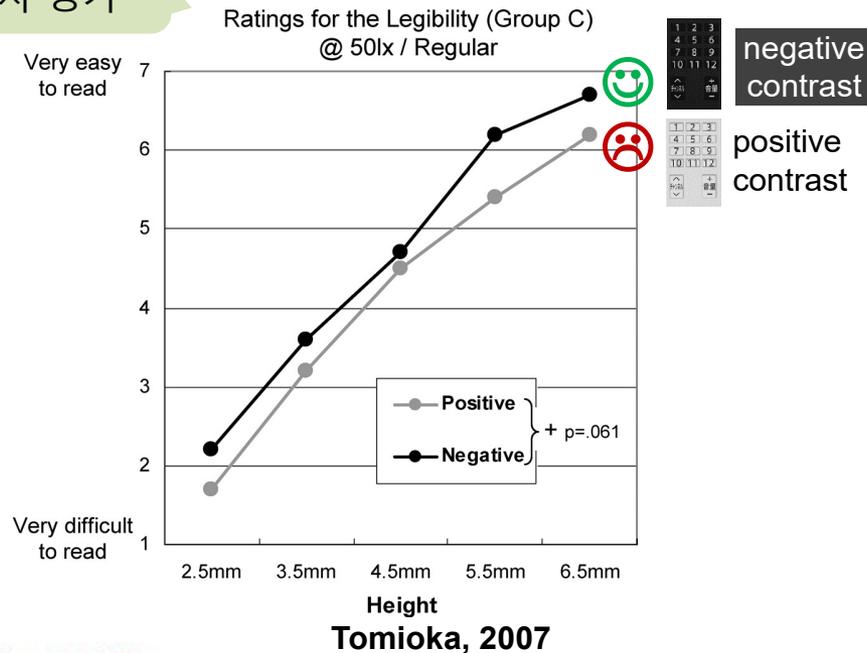
Zhao et al., 2018

Key Findings: 주관적 만족도

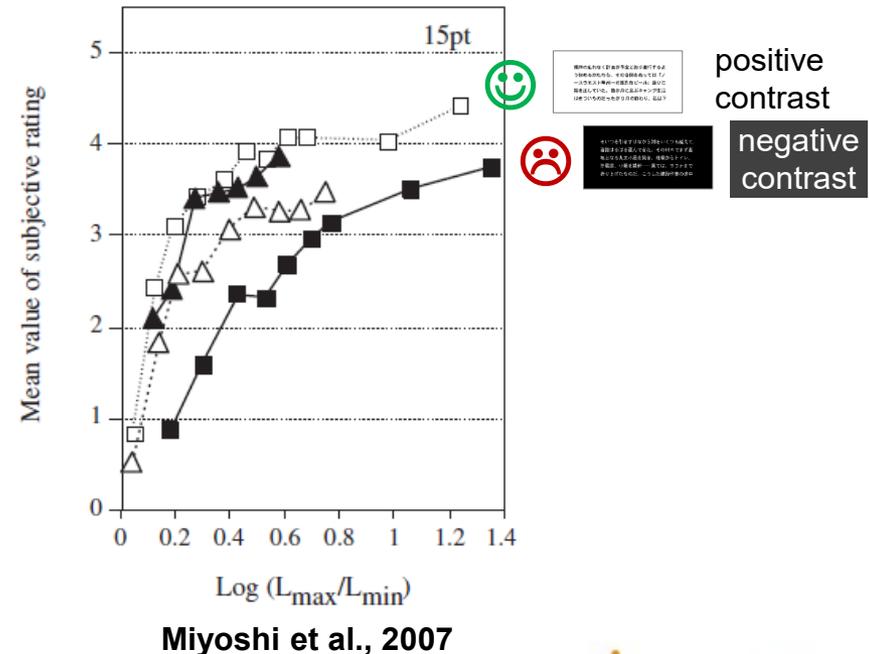
Subjective measures: subjective legibility, visual fatigue

- ✓ 글자 크기 ↑ → 주관적 만족도 ↑, visual fatigue ↓ (Lin et al., 2013; Miyoshi et al., 2007; Bernard et al., 2003)
- ✓ 글자-배경색 contrast ↑ → 주관적 만족도 ↑ (Miyoshi et al., 2007)
- ✓ Display mode에 따른 주관적 만족도는 context에 따라 상반된 결과 보임

리모컨
글자 평가

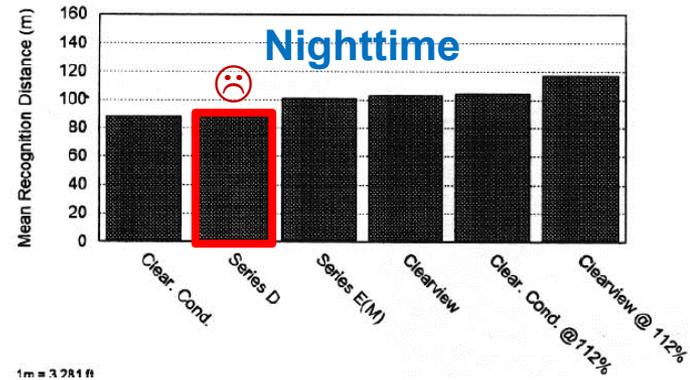
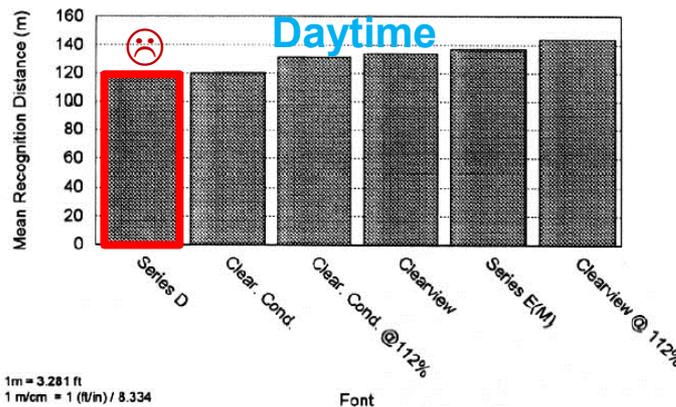


Computer screen
글자 평가



Key Findings: 대/소문자

- 도로 표지판 font type과 case에 따른 legibility 비교 연구(Garvey et al., 1997)
 - ✓ 기존 font: Standard Highway Series E-modified, Standard Highway Series D
 - ✓ 새로운 font 제안: Clearview
- Series D type(all upper case)은 표지판 글자 인식하는 거리가 짧음
 - ⇒ All uppercase는 mixed case보다 legibility ↓



실험 환경

