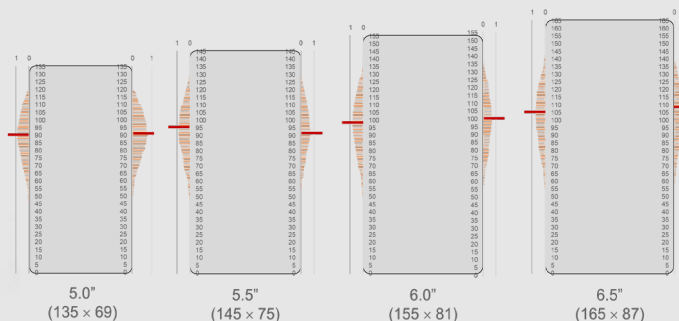


스마트폰 Hard Key의 위치별 조작 만족도 분석



최영근, 이승훈, 권도훈, 유희천

포항공과대학교
산업경영공학과
인간공학설계기술 연구실

본 연구는 산업통상자원부의 "미래첨단 사용자편의서비스 기반조성사업"의 지원을 받아 수행된 연구결과입니다(R0004840, 2020).

Contents

- 서론
 - ✓ 연구 배경
 - ✓ 연구 목적
- 연구방법
- 연구결과
 - ✓ Hard key 위치별 조작 만족도
 - ✓ 파지 자세별 조작 만족도
 - ✓ 상용 스마트폰 hard key의 조작 만족도
- 토의

스마트폰 PUI 위치 설계의 중요성

- 모바일 기기의 부적절한 위치에 설계된 **physical user interface(PUI)** 는 손가락에 심각한 불편을 줄 수 있음(Finneran and O ' Sullivan, 2013; Wobbrock et al., 2008)
 - 스마트폰의 파지와 조작을 한 손으로 수행해야 하는 **한 손 파지 자세는 양손 파지 자세에 비해 더 많은 불편을 줄 수 있음**
 - 모바일 기기 hard key는 **사용자 선호 파지 자세를 고려하여 적절한 위치에 설계될 경우** 사용성이 개선될 수 있음

한 손 파지

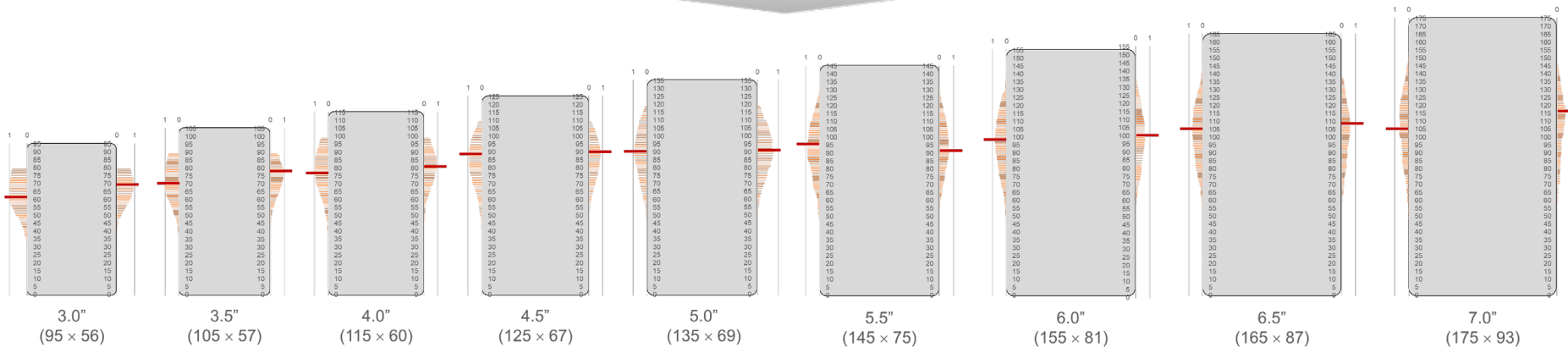
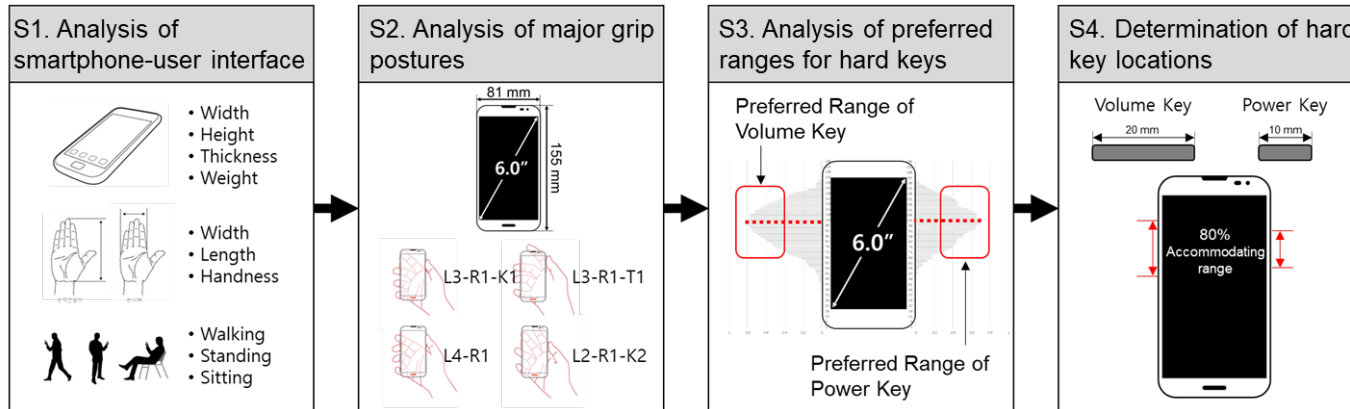


양손 파지



Hard Key 선호 위치 분석(1/3)

□ 선행 연구를 통해 9가지 크기 스마트폰 hard key의 선호도 분포를 파악함



Hard Key 선호 위치 분석(2/3)

□ S1. 선호 파지 자세 파악



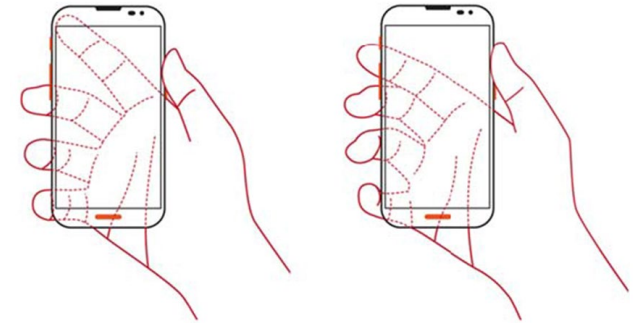
2 cameras recording participants hand from above and below the hand



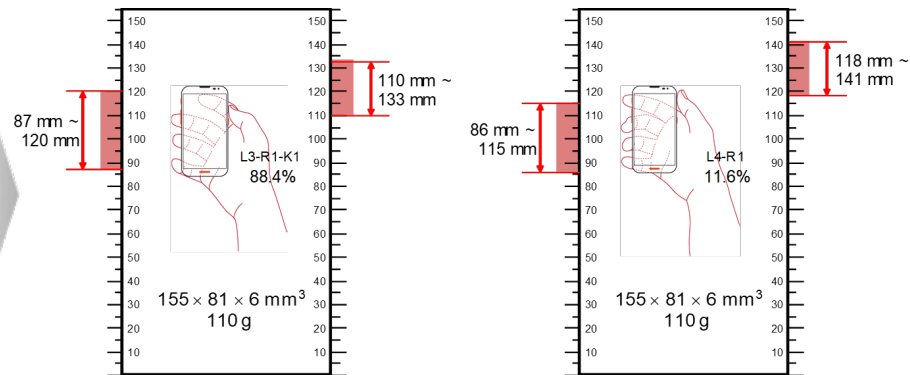
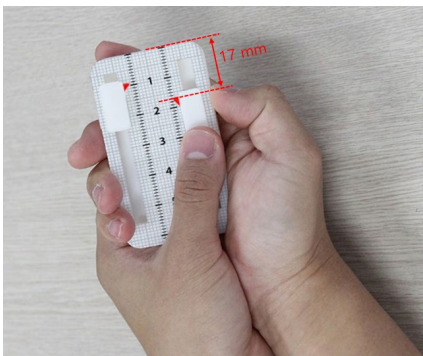
Location	Left (L)	Right (R)	Top (T)	Bottom (B)	Front (F)	Back (K)
# of fingers	3	1	0	0	0	1

L3-R1-K1

L4-R1

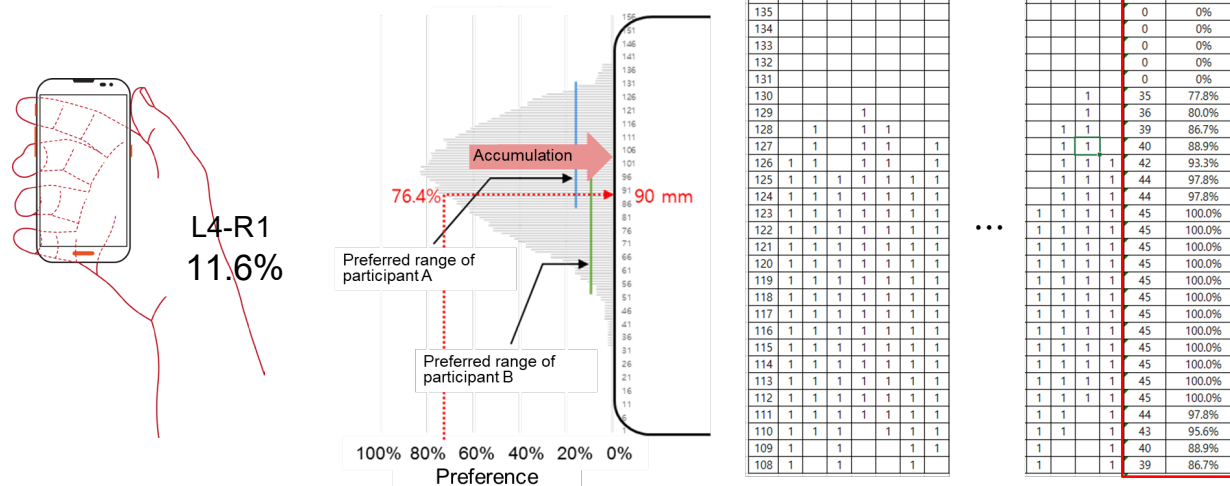


□ S2. 선호 파지 자세별 hard key 선호 조작 영역 파악

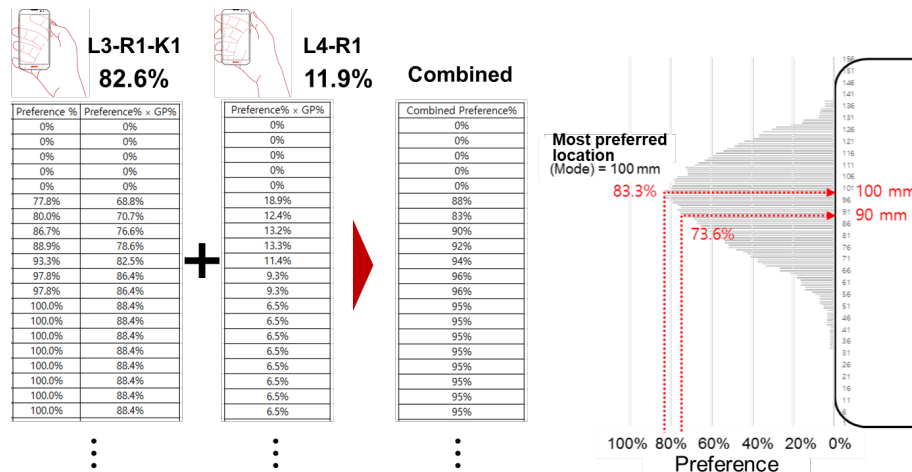


Hard Key 선호 위치 분석(3/3)

□ S3. 파지 자세별 hard key 위치별 누적 선호도 도출



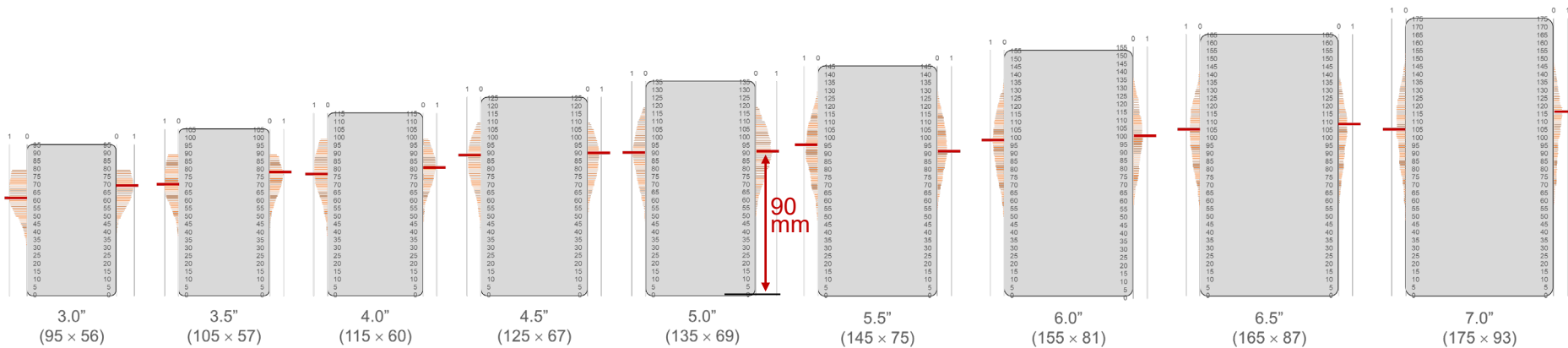
□ S4. 통합 hard key 위치별 누적 선호도 도출



Hard Key 선호 위치 분석 결과

□ 기기 크기별 좌/우측 hard key의 최선호 위치를 파악

- 기기 크기↑ ⇒ hard key 최선호 위치↑
- 우측 hard key 위치 > 좌측 hard key 위치(0 ~ 12 mm)

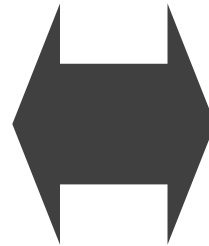
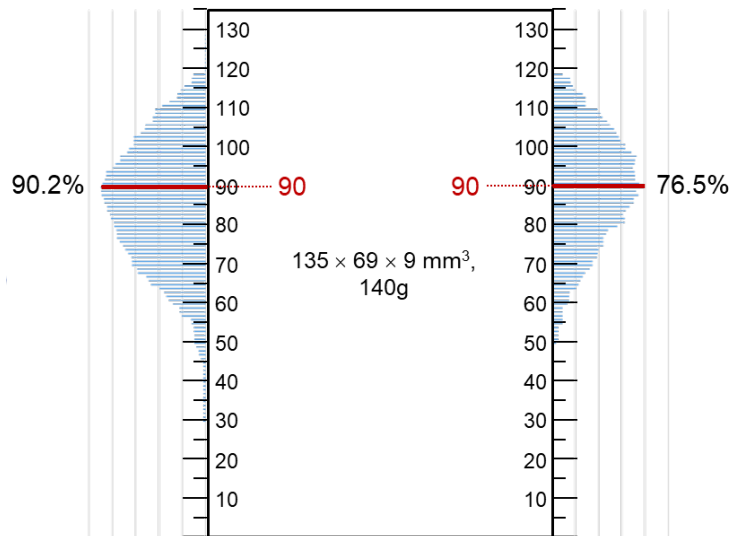


	3.0"	3.5"	4.0"	4.5"	5.0"	5.5"	6.0"	6.5"	7.0"
좌측 Hard Key 최선호 위치(mm)	61	70	76	89	90	95	98	105	104
우측 Hard Key 최선호 위치(mm)	69	78	80	89	90	96	100	108	116

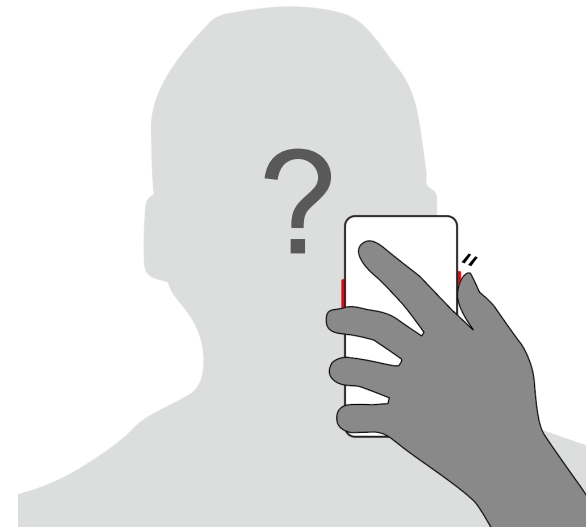
추천 설계 위치에 대한 검증 필요

- 파악된 **hard key** 위치별 선호도 분포는 통계적 분석을 통해 도출된 것으로 사용자들의 **주관적 만족도와는 차이가 날 수 있음**

통계적 위치별 선호도



주관적 만족도

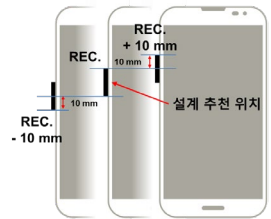


연구 목적

스마트폰 Hard Key의 위치별 만족도 분석

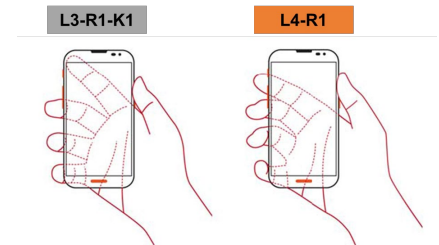
1) Hard key 위치별 조작 만족도

추천 설계 위치와 근접한 위치 hard key 조작 만족도 비교 분석



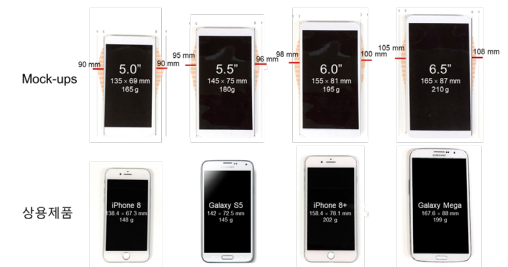
2) 파지 자세 유형별 hard key 조작 만족도

파지 자세 유형에 따른 hard key 조작 만족도 분석



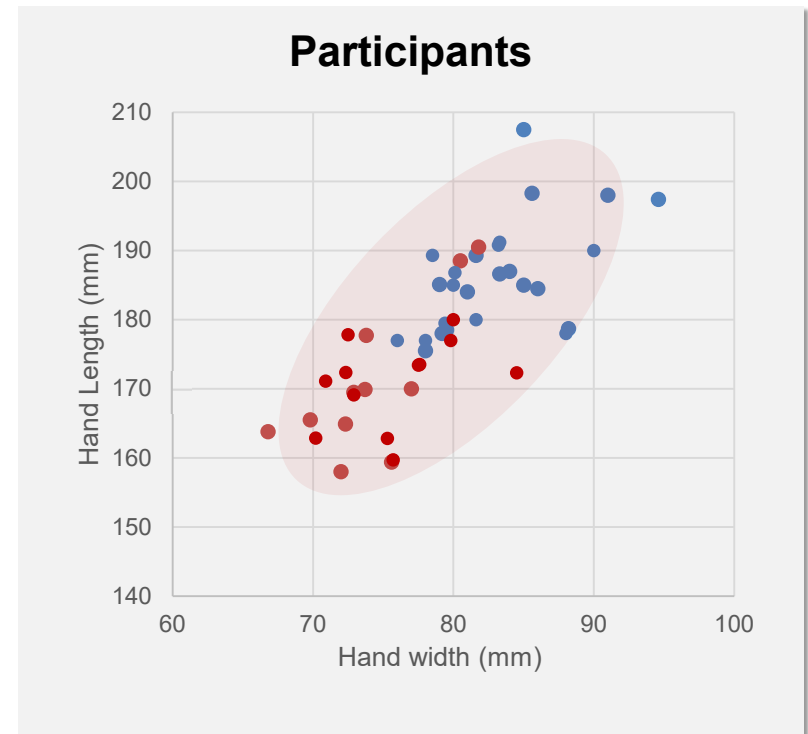
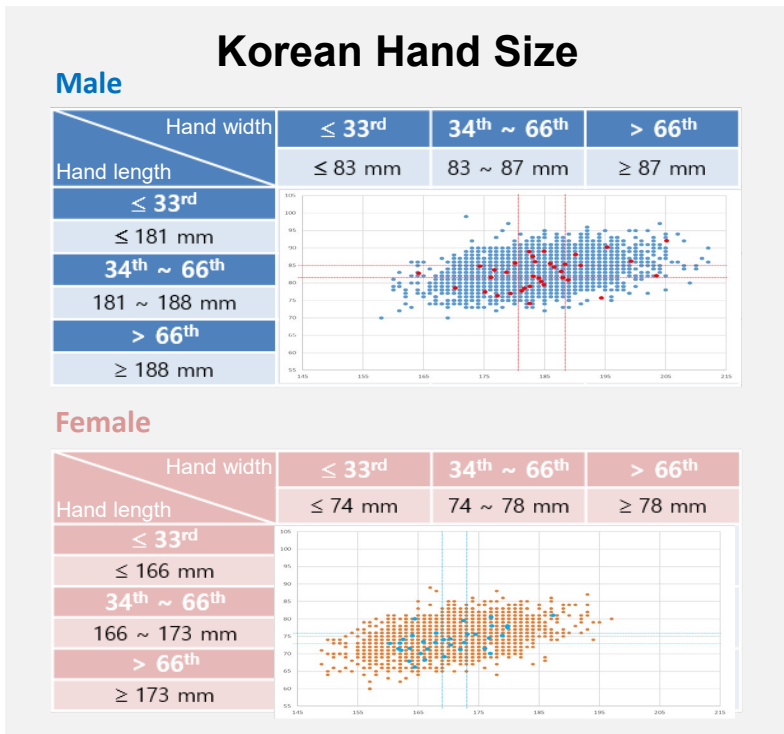
3) 상용 스마트폰 hard key 조작 만족도 비교

상용 스마트폰 hard key와 유사한 위치에 설계된 mock-up hard key 조작 만족도 비교 분석



실험 참여자

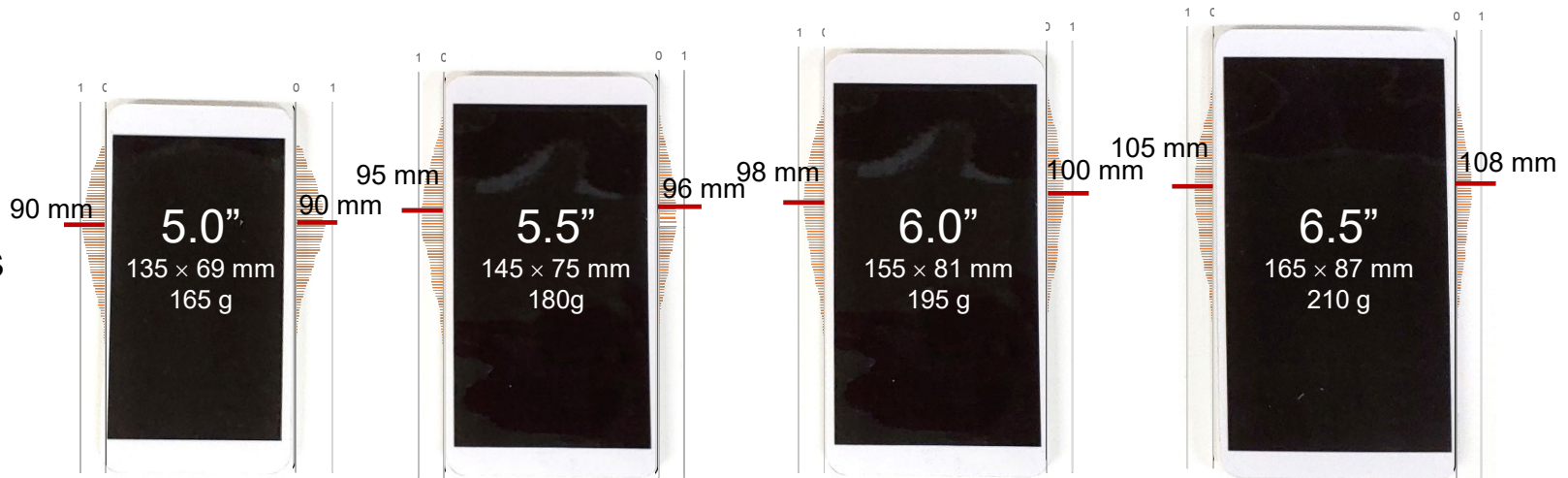
- $n = 70$ (left-handed: 20; right-handed: 50; female: 35; male: 35)
- 스마트폰 사용 경험 > 3년
- 한국인의 손 크기(손 직선 길이, 손 너비) 분포를 고려해 9개 그룹으로 모집



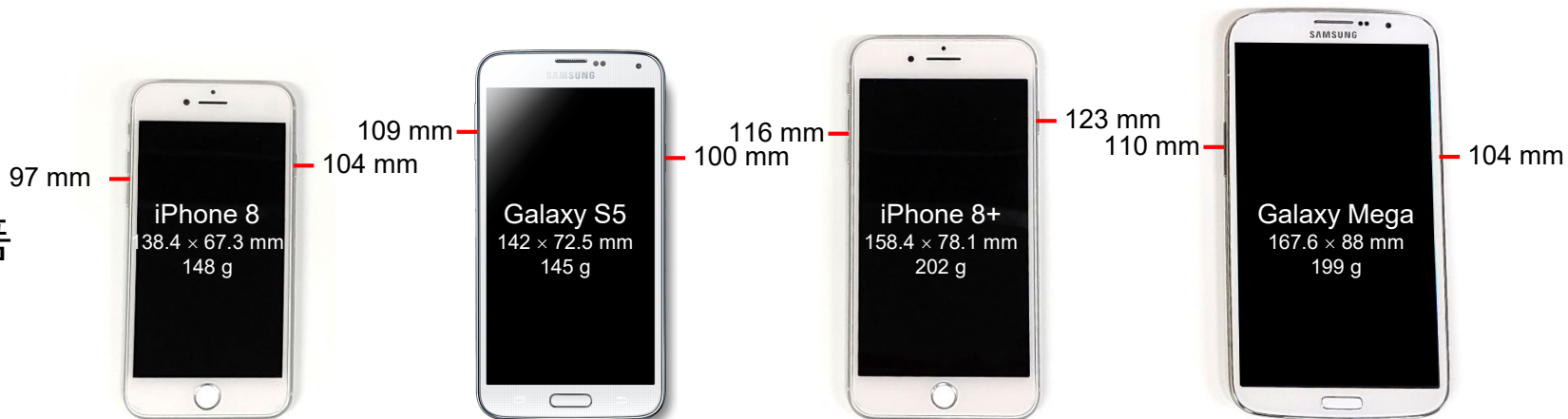
평가 대상 기기

□ 주로 사용되는 **화면 크기 5.0 ~ 6.5"**, **0.5" 간격의 제품 4종**들을 평가 대상으로 선정

Mock-ups

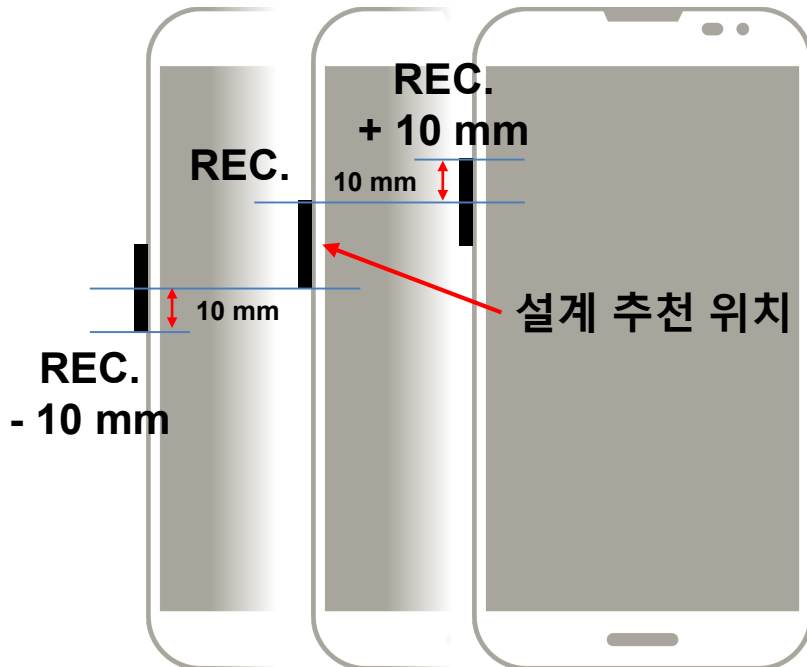


상용제품



Hard Key 설계 위치

- 선행 연구에서 도출된 추천 설계 위치의 상대적 우수성을 검토할 수 있도록 **추천 설계 위치와 ± 10 mm 위치**에 대한 만족도를 비교 평가

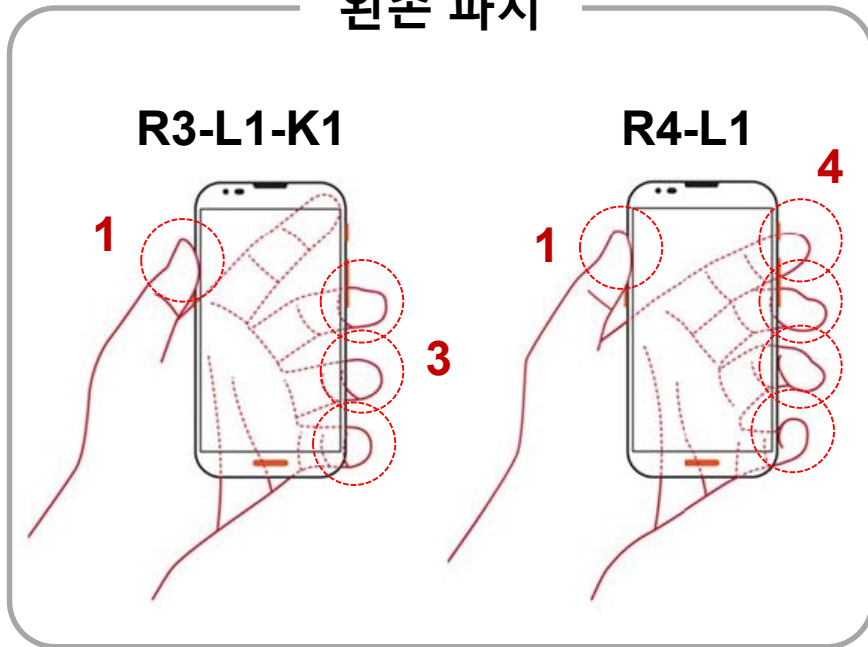


파지 자세

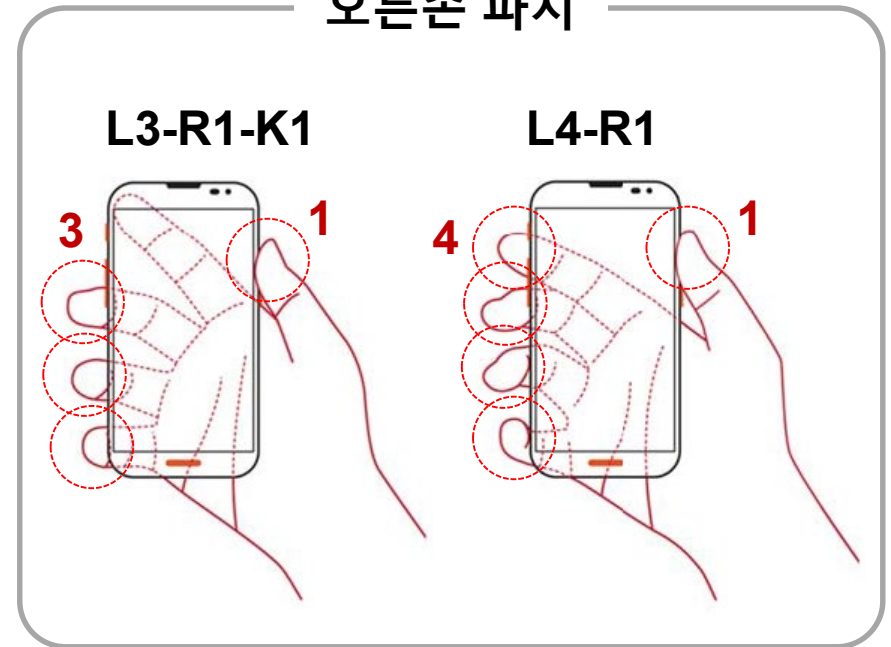
□ 선행 연구에서 파악된 선호 파지자세 2종을 왼손과 오른손으로 파지하고 hard key 위치별 선호도를 평가함

- R3-L1-K1 & L3-R1-K1: **검지로 기기 후면을 지지**하고 양쪽에서 움켜쥔 자세
- R4-L1 & L4-R1: 기기 **좌측/우측에 네 손가락이 위치**하도록 양쪽에서 움켜쥔 자세

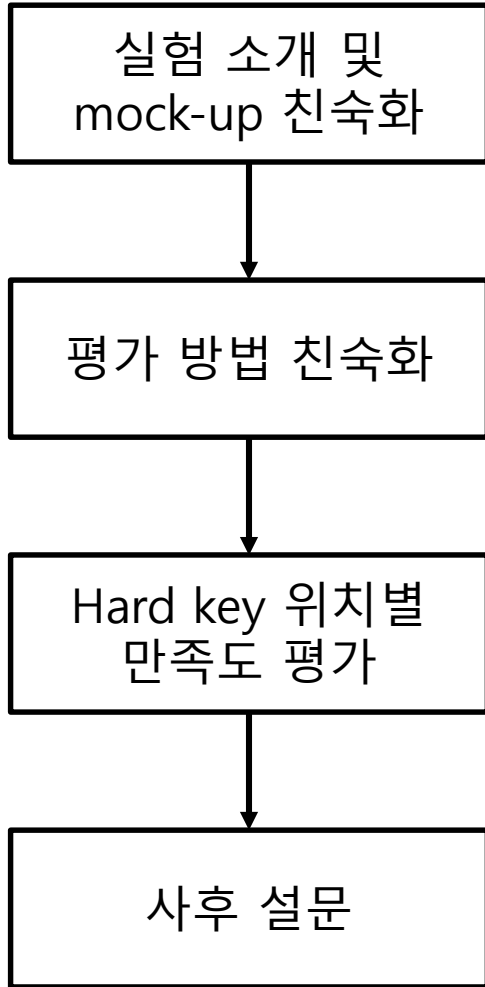
왼손 파지



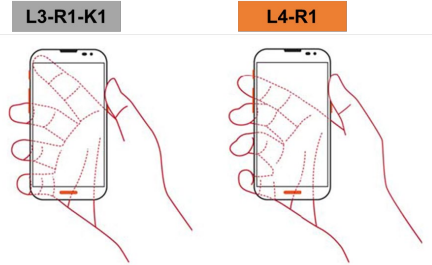
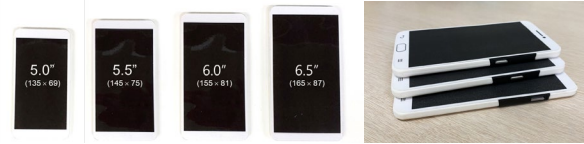
오른손 파지



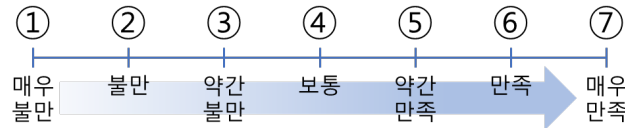
실험 절차



10 min.



5 min.



7점 척도 평가

25 min.

4 devices × 2 postures × 2 hands × 3 locations

10 min.

50 min.

ANOVA Table: 5.0" & 5.5"

□ 파지 자세(grip)와 hard key 위치(key location)의 영향이 전반적으로 유의함

5.0", Right key					
Source	df	SS	MS	F	p
Key location	2	198.82	99.41	28.62	* < 0.01
Grip	3	84.70	28.23	16.20	* < 0.01
Grip * Key location	6	330.12	55.02	34.78	* < 0.01
Hand length	2	16.81	8.41	1.90	0.16
Hand width	2	8.81	4.41	1.00	0.38
Hand dominance	1	3.98	3.98	0.90	0.35
Key location * Hand length	4	10.29	2.57	0.74	0.57
Key location * Hand width	4	11.66	2.91	0.84	0.50
Key location * Hand dominance	2	2.68	1.34	0.39	0.68

5.0", Left key					
Source	df	SS	MS	F	p
Key location	2	163.80	81.90	23.94	* < 0.01
Grip	3	41.69	13.90	10.41	* < 0.01
Grip * Key location	6	289.10	48.18	29.33	* < 0.01
Hand length	2	6.34	3.17	0.51	0.60
Hand width	2	29.06	14.53	2.33	0.11
Hand dominance	1	0.30	0.30	0.05	0.83
Key location * Hand length	4	52.26	13.06	3.82	* 0.01
Key location * Hand width	4	2.89	0.72	0.21	0.93
Key location * Hand dominance	2	44.94	22.47	6.57	* < 0.01

5.5", Right key					
Source	df	SS	MS	F	p
Key location	2	106.53	53.27	11.55	* < 0.01
Grip	3	97.82	32.61	19.85	* < 0.01
Grip * Key location	6	278.05	46.34	33.34	* < 0.01
Hand length	2	11.95	5.97	0.93	0.40
Hand width	2	1.14	0.57	0.09	0.92
Hand dominance	1	3.71	3.71	0.58	0.45
Key location * Hand length	4	3.73	0.93	0.20	0.94
Key location * Hand width	4	1.03	0.26	0.06	0.99
Key location * Hand dominance	2	1.58	0.79	0.17	0.84

5.5", Left key					
Source	df	SS	MS	F	p
Key location	2	150.56	75.28	20.89	* < 0.01
Grip	3	84.73	28.24	18.68	* < 0.01
Grip * Key location	6	287.24	47.87	29.03	* < 0.01
Hand length	2	1.88	0.94	0.16	0.85
Hand width	2	19.61	9.80	1.66	0.20
Hand dominance	1	5.91	5.91	1.00	0.32
Key location * Hand length	4	7.98	1.99	0.55	0.70
Key location * Hand width	4	4.59	1.15	0.32	0.87
Key location * Hand dominance	2	22.50	11.25	3.12	* 0.05

ANOVA Table: 6.0" & 6.5"

□ 파지 자세(grip)와 hard key 위치(key location)의 영향이 전반적으로 유의함

6.0", Right key					
Source	df	SS	MS	F	p
Key location	2	86.55	43.28	9.50	* < 0.01
Grip	3	44.97	14.99	8.65	* < 0.01
Grip * Key location	6	198.00	33.00	21.82	* < 0.01
Hand length	2	3.58	1.79	0.27	0.77
Hand width	2	3.62	1.81	0.27	0.77
Hand dominance	1	2.61	2.61	0.39	0.54
Key location * Hand length	4	14.42	3.61	0.79	0.53
Key location * Hand width	4	6.20	1.55	0.34	0.85
Key location * Hand dominance	2	12.20	6.10	1.34	0.27

6.0", Left key					
Source	df	SS	MS	F	p
Key location	2	106.83	53.42	14.39	* < 0.01
Grip	3	133.17	44.39	31.61	* < 0.01
Grip * Key location	6	206.83	34.47	22.37	* < 0.01
Hand length	2	0.77	0.38	0.05	0.95
Hand width	2	10.98	5.49	0.73	0.48
Hand dominance	1	2.04	2.04	0.27	0.60
Key location * Hand length	4	9.07	2.27	0.61	0.66
Key location * Hand width	4	7.68	1.92	0.52	0.72
Key location * Hand dominance	2	5.70	2.85	0.77	0.47

6.5", Right key					
Source	df	SS	MS	F	p
Key location	2	72.47	36.24	10.70	* < 0.01
Grip	3	57.93	19.31	10.14	* < 0.01
Grip * Key location	6	233.90	38.98	22.78	* < 0.01
Hand length	2	13.99	6.99	0.80	0.45
Hand width	2	9.17	4.59	0.52	0.59
Hand dominance	1	0.84	0.84	0.10	0.76
Key location * Hand length	4	2.43	0.61	0.18	0.95
Key location * Hand width	4	7.97	1.99	0.59	0.67
Key location * Hand dominance	2	2.14	1.07	0.32	0.73

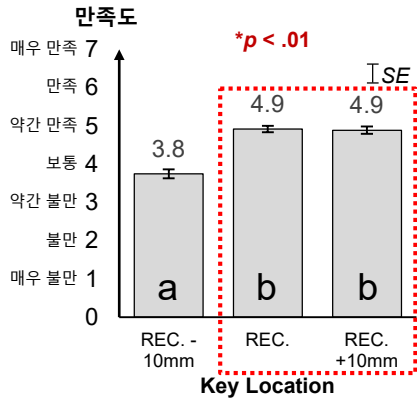
6.5", Left key					
Source	df	SS	MS	F	p
Key location	2	62.72	31.36	7.81	* < 0.01
Grip	3	139.34	46.45	21.75	* < 0.01
Grip * Key location	6	159.06	26.51	18.04	* < 0.01
Hand length	2	3.76	1.88	0.23	0.80
Hand width	2	2.04	1.02	0.12	0.88
Hand dominance	1	2.33	2.33	0.28	0.60
Key location * Hand length	4	10.39	2.60	0.65	0.63
Key location * Hand width	4	2.07	0.52	0.13	0.97
Key location * Hand dominance	2	26.34	13.17	3.28	* 0.04

Hard Key 위치별 만족도

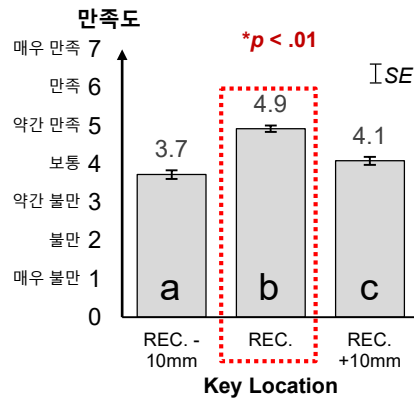
□ 화면 크기 5.0" ~ 6.5" 기기 모두 설계 추천 hard key 위치가 가장 선호(4.2 ~ 4.9점)

5.0"

Right key

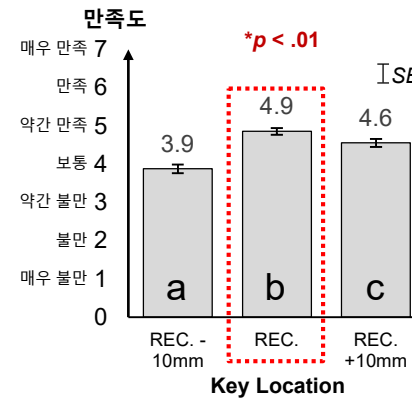


Left key

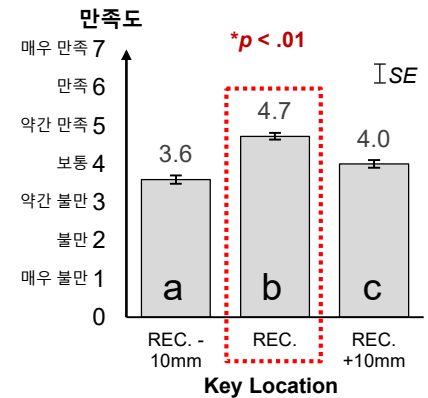


5.5"

Right key

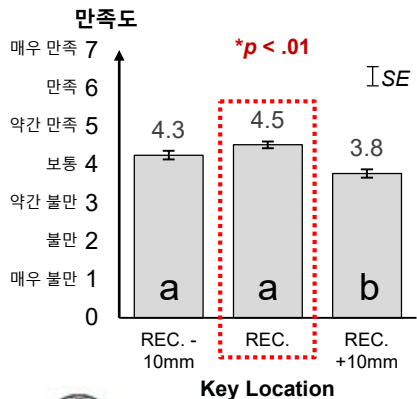


Left key

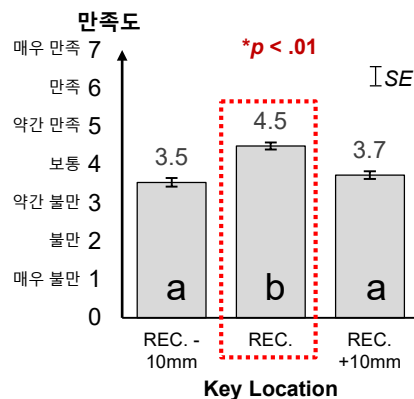


6.0"

Right key

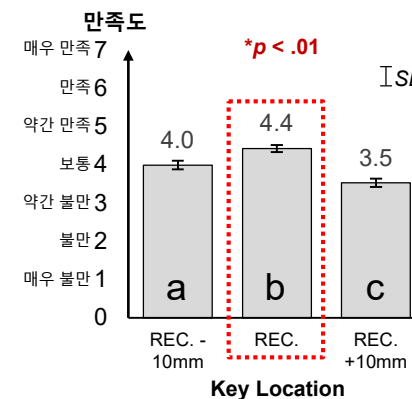


Left key

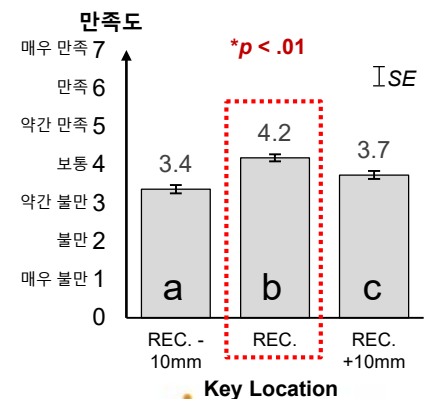


6.5"

Right key



Left key

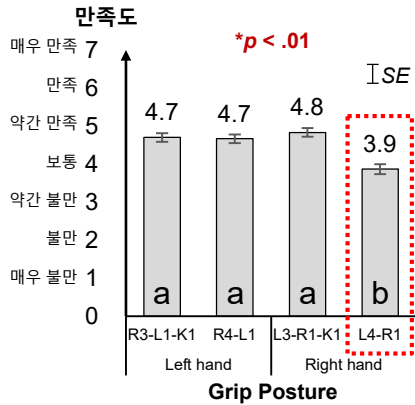


파지 자세별 만족도

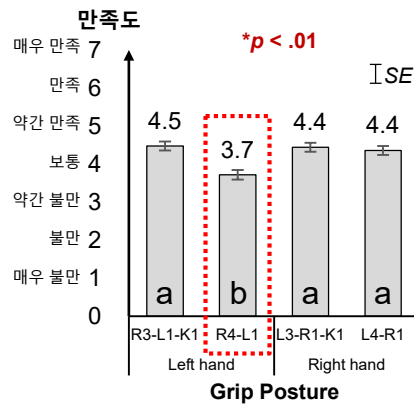
□ Right key 조작 시 오른손 L4-R1 자세를 취할 때가 가장 비선호(3.5 ~ 3.9점)

□ Left key 조작 시 왼손 R4-L1 자세를 취할 때가 가장 비선호(3.0 ~ 3.7점)

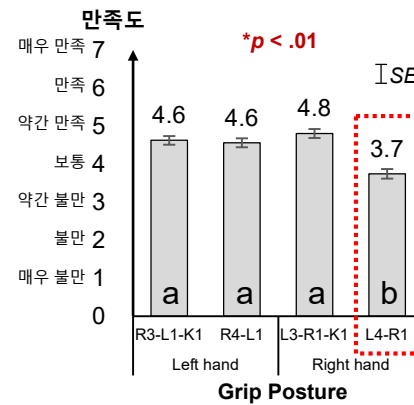
Right key 5.0"



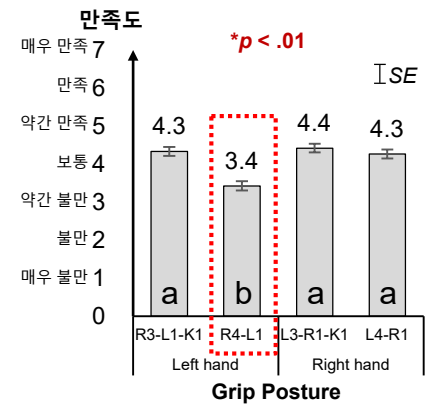
Left key 5.0"



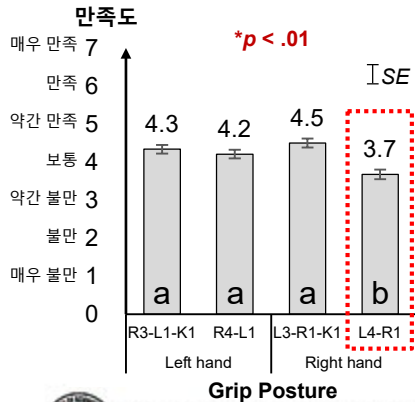
Right key 5.5"



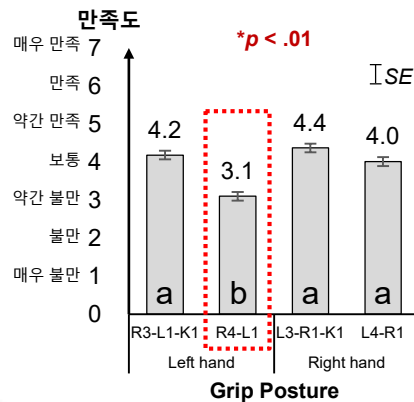
Left key 5.5"



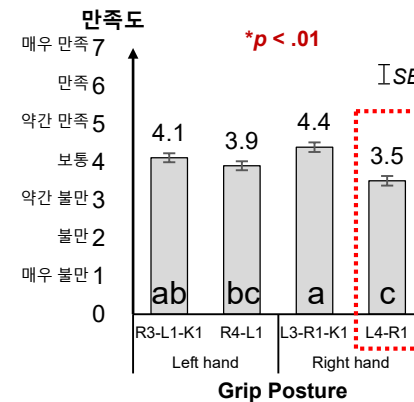
Right key 6.0"



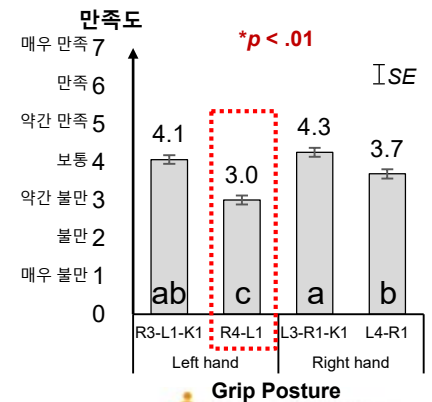
Left key 6.0"



Right key 6.5"



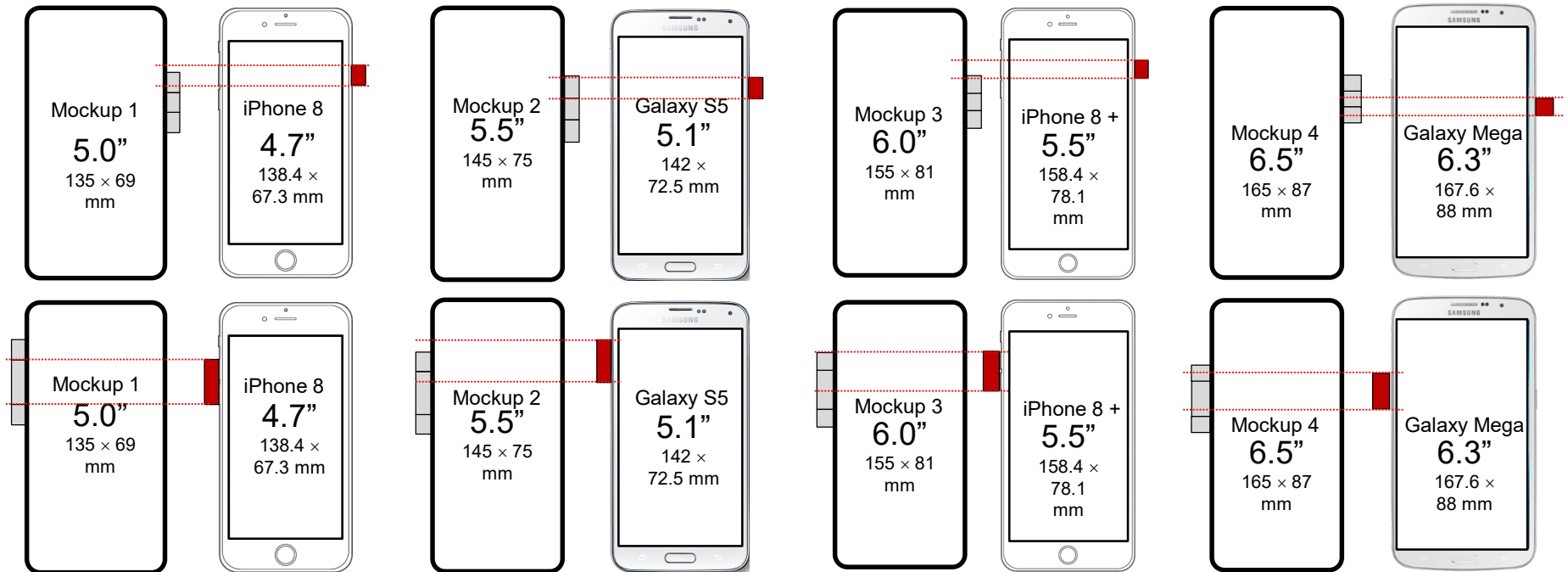
Left key 6.5"



Mock-up vs. 상용 제품

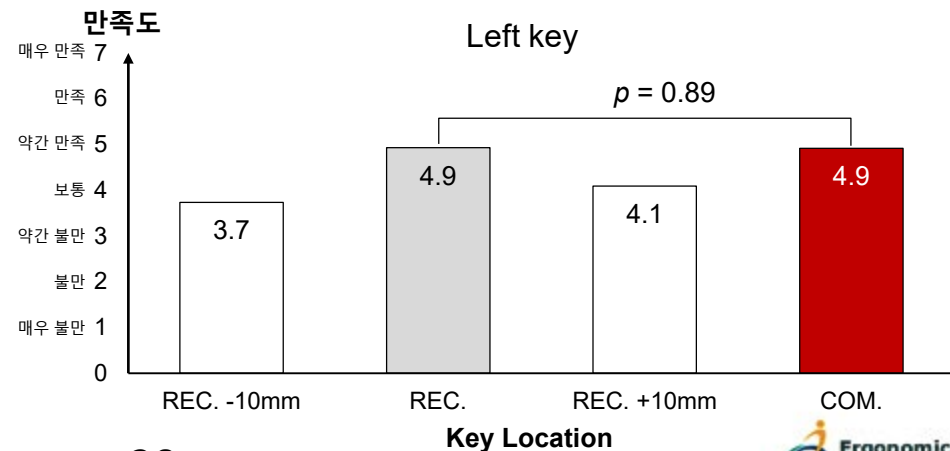
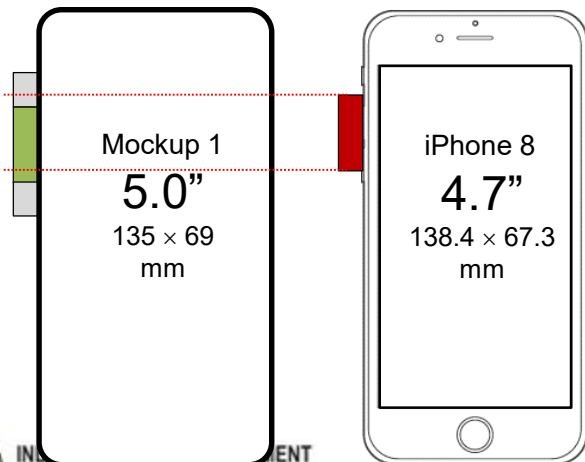
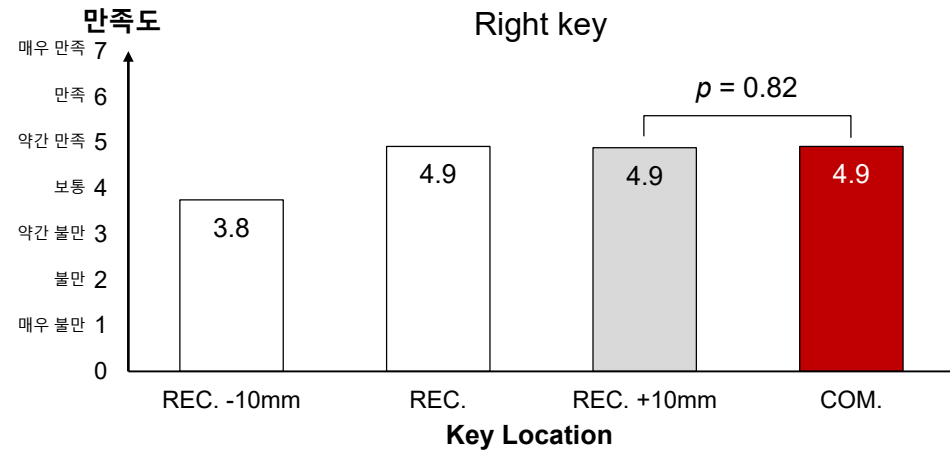
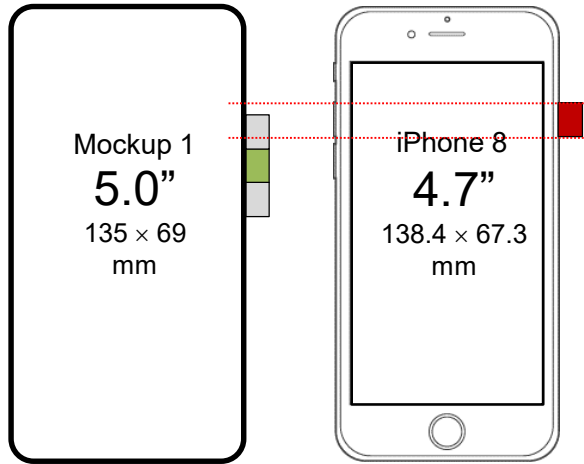
□ 상용 제품의 hard key 위치와 유사한 mock-up의 hard key 위치에 대한 선호도

유사성 분석



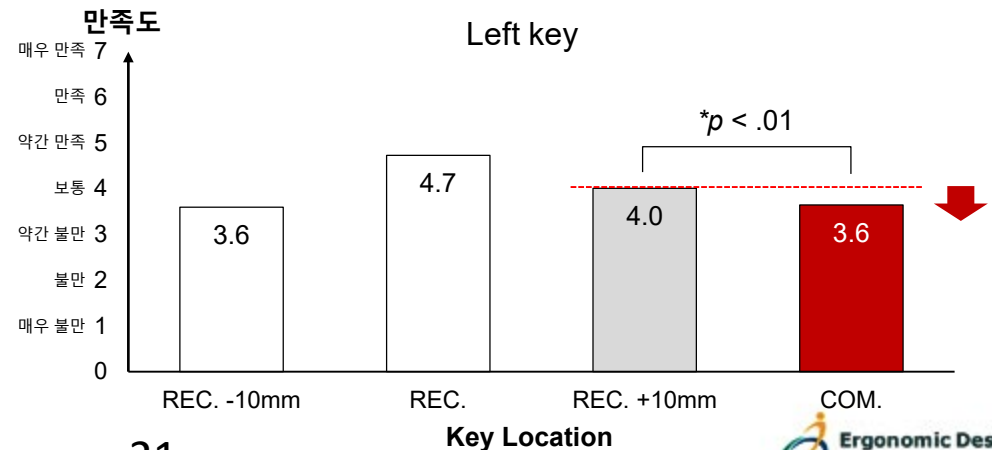
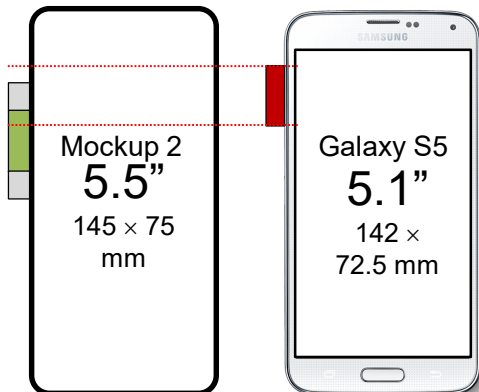
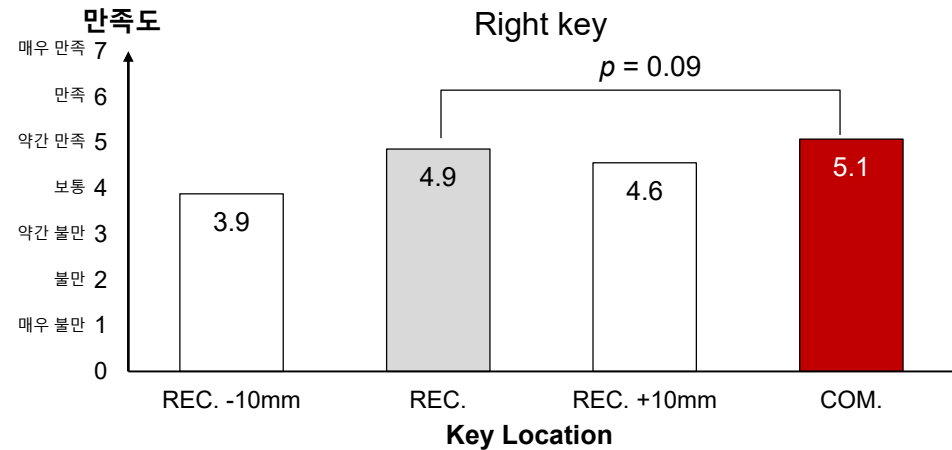
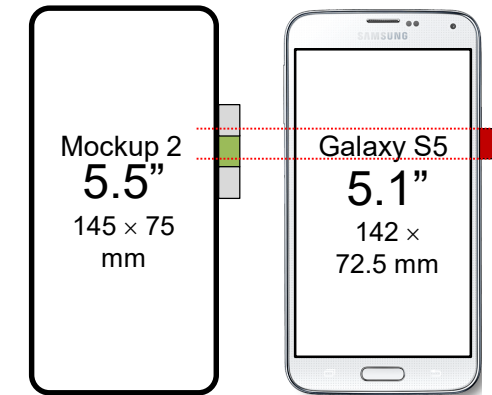
Mock-up vs. 상용 제품: 5.0"

- 상용 제품과 mock-up right key의 조작 만족도에 **유의한 차이가 없음** ($p = 0.82$)
- 상용 제품과 mock-up left key의 조작 만족도에 **유의한 차이가 없음** ($p = 0.89$)



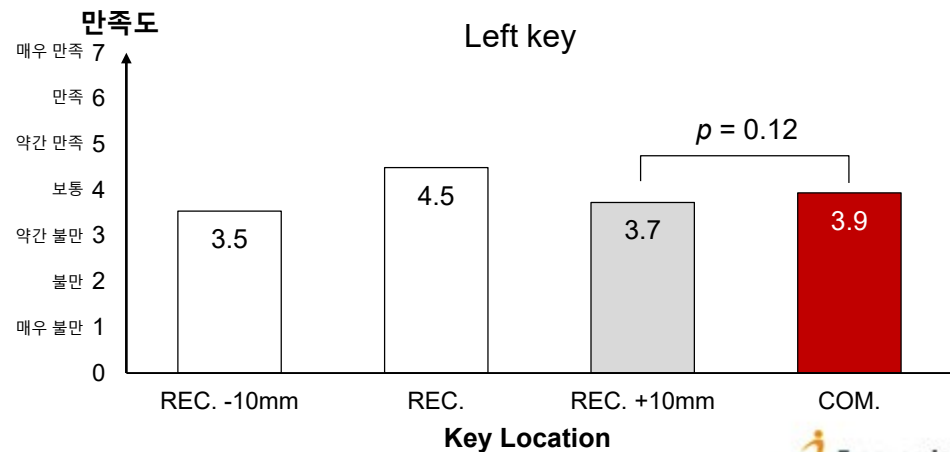
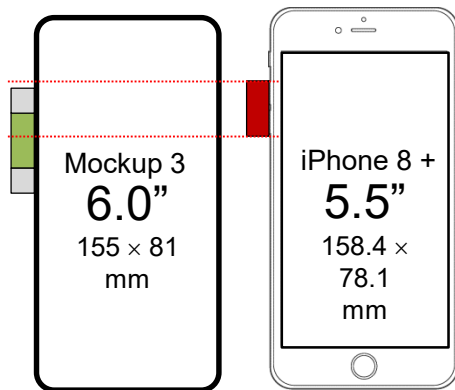
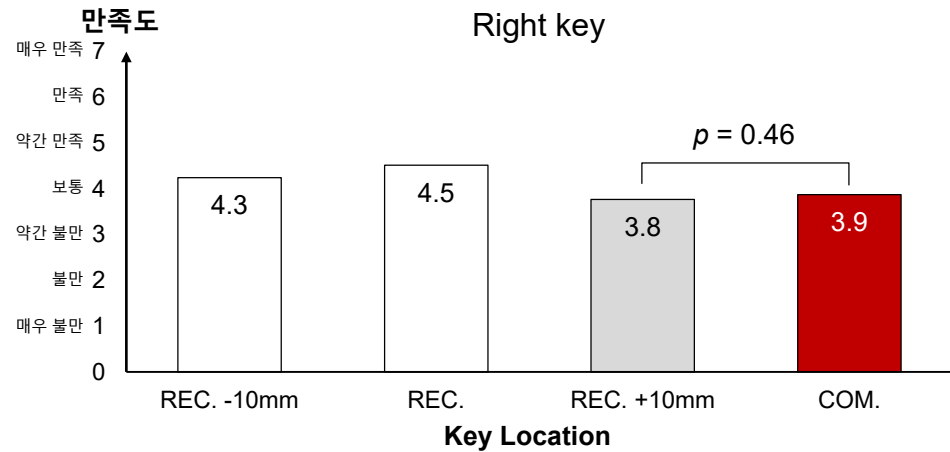
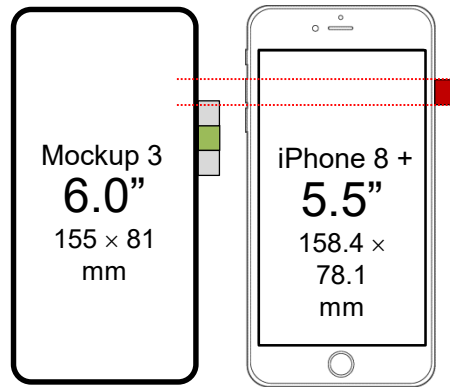
Mock-up vs. 상용 제품: 5.5"

- 상용 제품과 mock-up right key의 조작 만족도에 **유의한 차이가 없음** ($p = .09$)
- 상용 제품과 mock-up left key의 조작 만족도에 **유의한 차이가 있음** ($p < .01$)



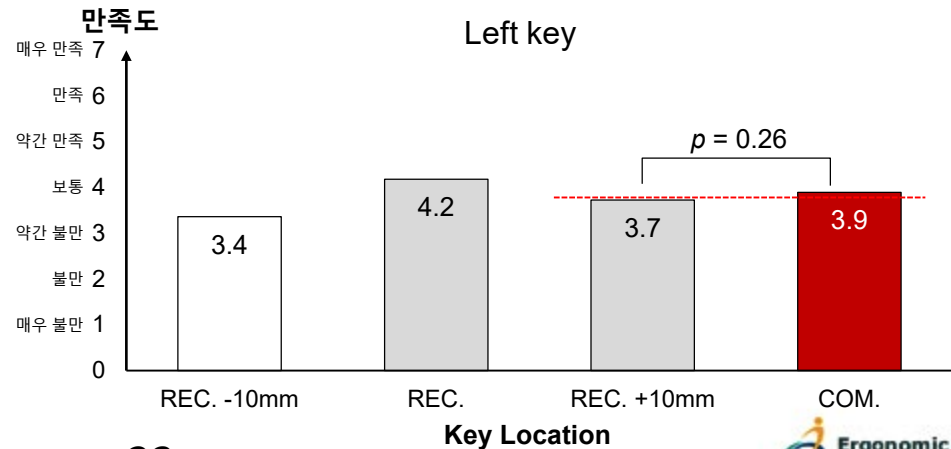
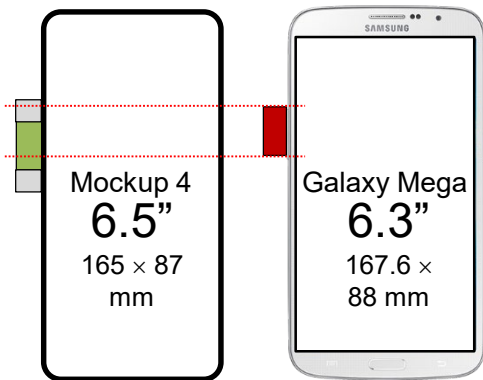
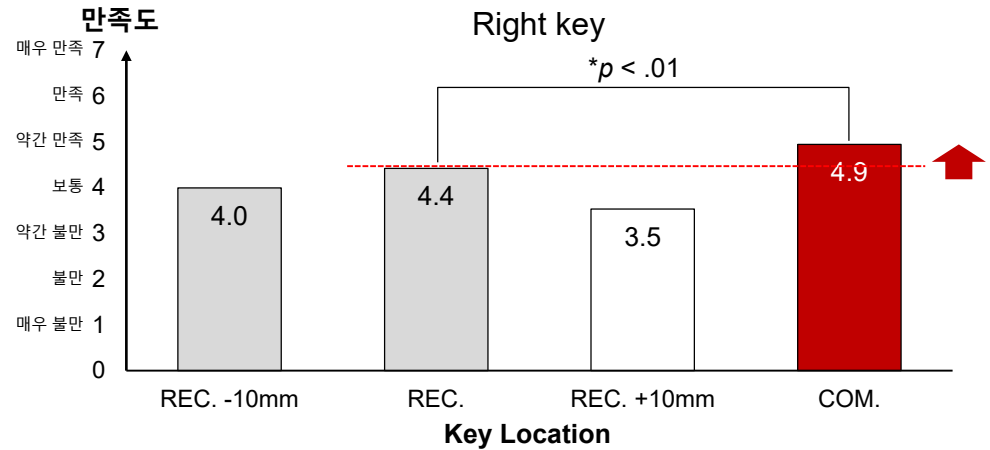
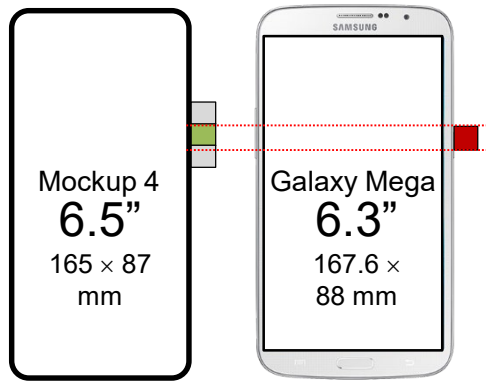
Mock-up vs. 상용 제품: 6.0"

- 상용 제품과 mock-up right key의 조작 만족도에 **유의한 차이가 없음** ($p = 0.46$)
- 상용 제품과 mock-up left key의 조작 만족도에 **유의한 차이가 없음** ($p = 0.12$)



Mock-up vs. 상용 제품: 6.5"

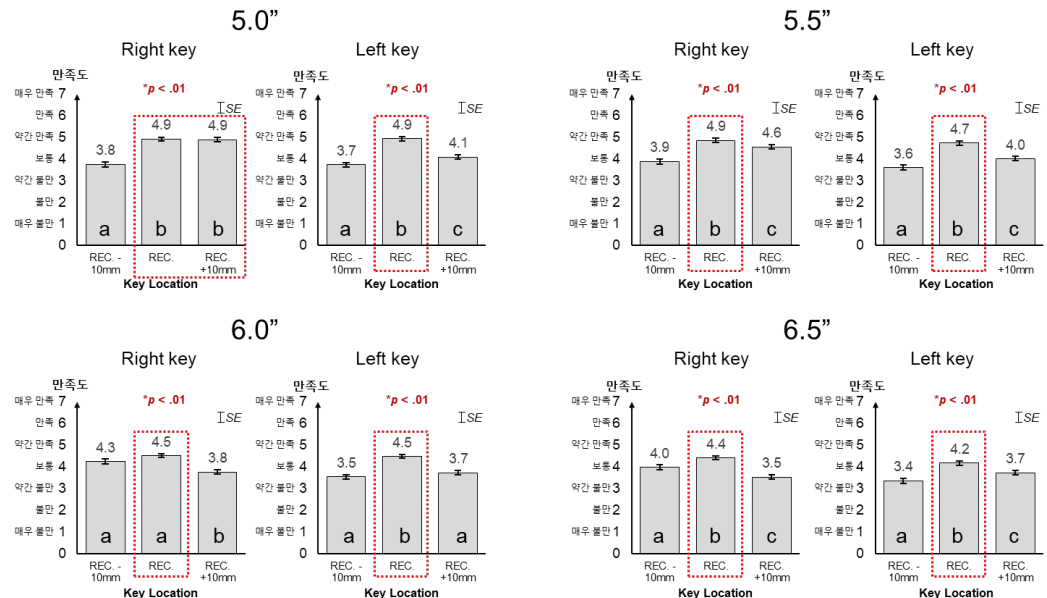
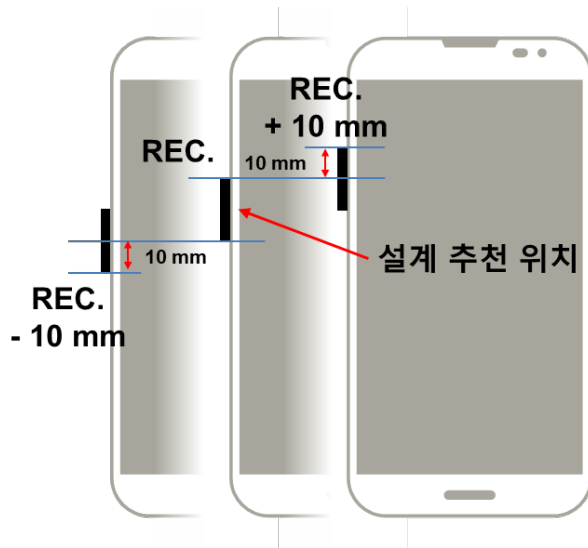
- 상용 제품과 mock-up right key의 조작 만족도에 유의한 차이가 있음($p < .01$)
- 상용 제품과 mock-up left key의 조작 만족도에 **유의한 차이가 없음**($p = 0.26$)



Discussion (1/4)

□ 선행 연구의 **스마트폰 hard key 설계 위치 방법의 적절성을 확인**하였음

- 설계 추천 위치와 ± 10 mm 위치에 대해 조작 만족도를 비교 평가하여 **설계 추천 위치가 상대적으로 가장 선호**되는 것으로 파악됨
- 기기 크기가 증가할 수록 조작 만족도가 저하되는 경향이 있음

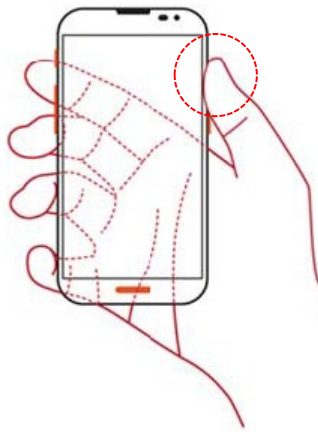


Discussion (2/4)

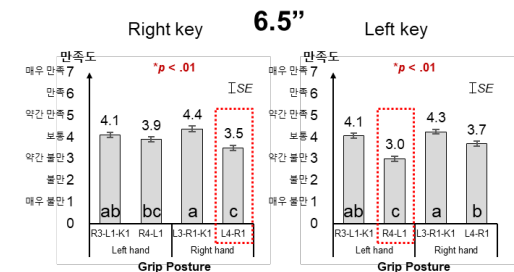
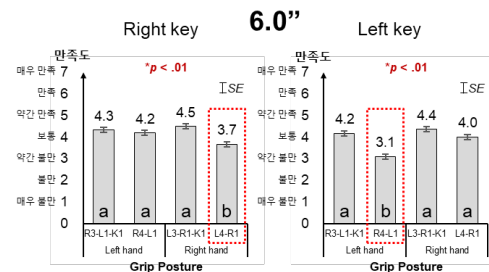
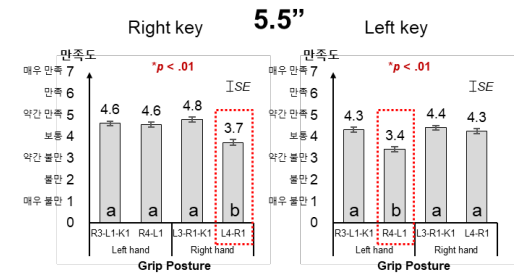
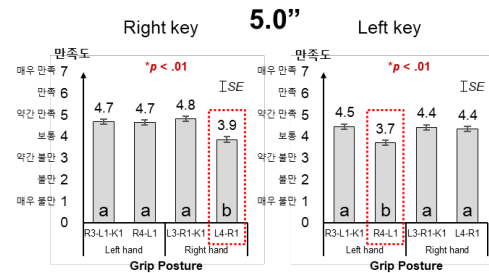
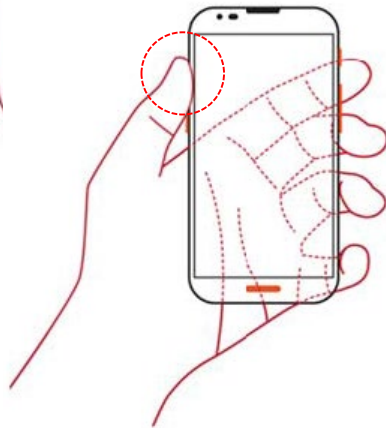
□ Right key를 오른손 L4-R1 자세로 조작 시와 left key를 왼손 R4-L1 자세로 조작 시 상대적으로 조작 만족도가 낮았음

← 반대편에 네 손가락이 위치한 채 엄지로 조작하여 엄지에 상대적으로 많은 load가 발생한 것으로 사료됨

L4-R1

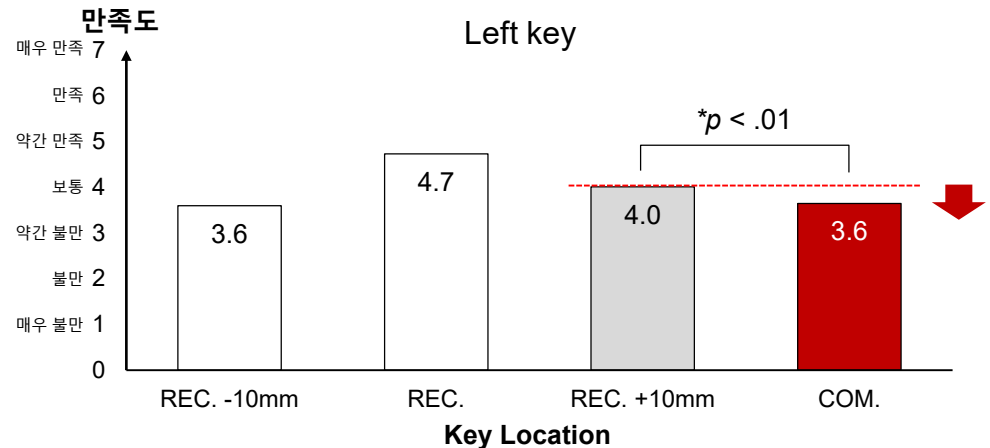
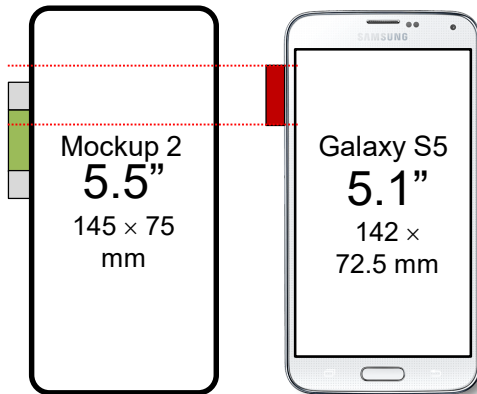


R4-L1



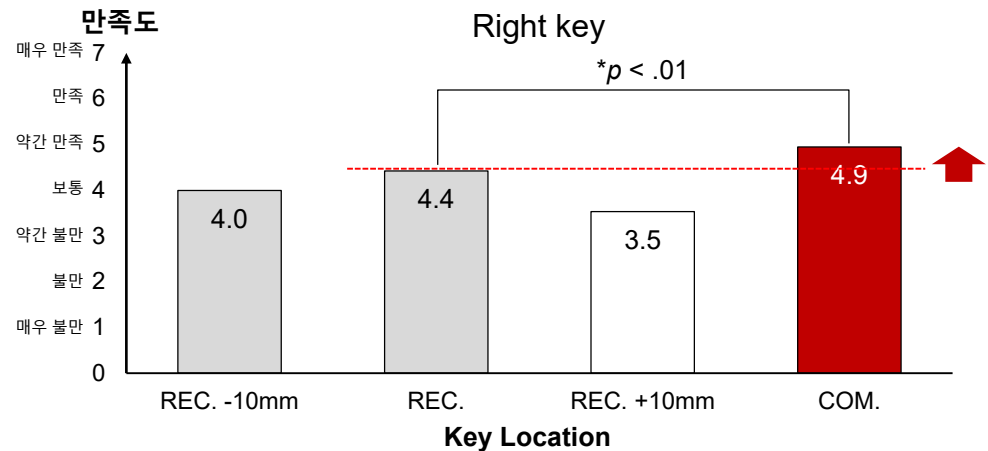
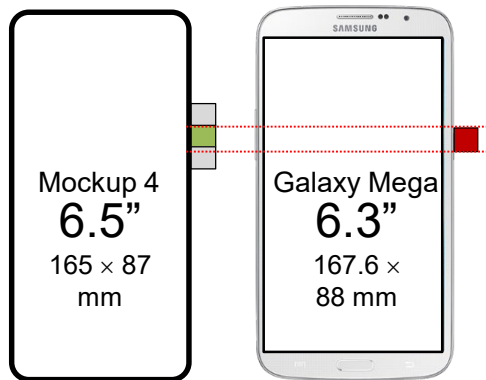
Discussion (3/4)

- 화면 크기 5.5" 상용 제품 left key가 유사한 위치의 mock-up hard key의 선호도와 유의한 차이가 있으나 위치별 선호도 경향과 일치함(mock-up: 4.0, 상용 제품: 3.6; $p < .01$)
 - 추천 위치에서 멀어질 수록 선호도가 더 낮게 나타남
 - 상용 제품의 left key가 '추천 위치 10 mm 상단'보다 더 상단에 위치



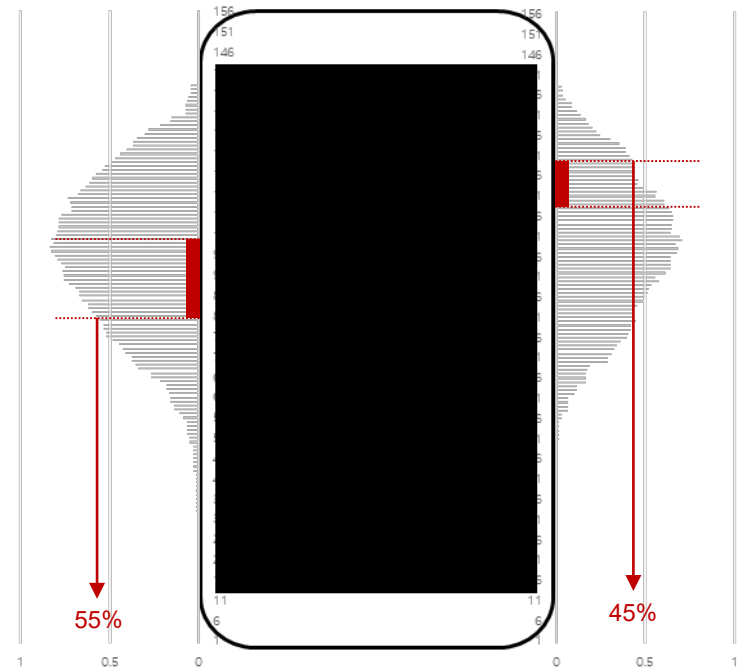
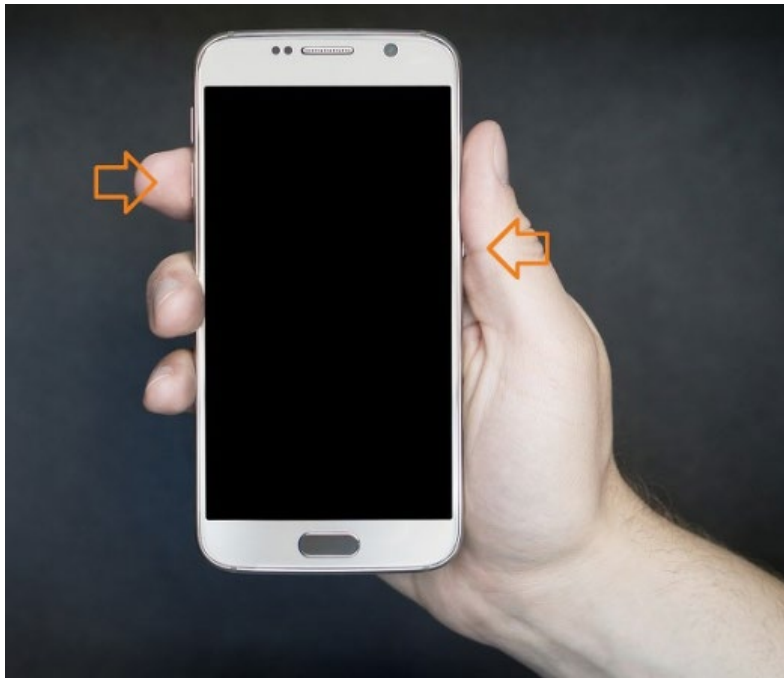
Discussion (4/4)

- 화면 크기 6.5" 상용 제품 right key가 유사한 위치의 mock-up hard key의 선호도와 유의한 차이가 있으나 위치별 선호도 경향과 일치함(mock-up: 4.4, 상용 제품: 4.9; $p < .01$)
 - 추천 위치에 가까울 수록 선호도가 더 높게 나타남
 - 상용 제품의 right key가 '추천 위치와 유사한 곳에 위치



Future Research

- 한 손 파지 자세에서 hard key 조작 시 발생할 수 있는 **unintended operation 방지 전략 개발**을 위한 추후연구 수행 가능
 - Right key 조작 시 left key를 누르는 오조작 발생 가능
 - Unintended operation 방지를 위한 설계 전략 개발 필요



Thank you for your attention!

본 연구는 산업통상자원부의 "미래첨단 사용자편의서비스 기반조성사업"의 지원을 받아 수행된 연구결과입니다(R0004840, 2020).