

장갑설계 적용을 위한 손동작에 따른 손체표의 길이변화율 측정

이민정¹

선미선², 권오채¹, 정기효¹, 연수민³, 유희천¹, 김희은³

¹ 포항공과대학교 인간 공학 설계 기술 연구실

² 국방연구원 자원관리센터

³ 경북대학교 생활과학대학 의류학과

목차

- 연구 배경
- 연구 목적
- 측정 방법
- 측정 결과 및 분석
- 토의 및 결론

장갑 착용의 효과와 문제점



효과	문제점
<p>작업 환경으로부터 손의 보호</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ 내열/내동성 ▪ 화학/방사성 물질 차단 ▪ 외상성 상해 예방 	<p>손의 수행도 저하</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ 동작 민첩성 저하 ▪ 동작 정교성 저하 ▪ 최대 악력 저하 ▪ 촉감 인식력 저하 ▪ 동작 범위 제한

- 장갑 착용시 악력 감소 (Batra et al., 1994 외 다수)
- 장갑 착용시 악력 증가 (Mital et al., 1994; Shih et al., 2001)
- 장갑 재질의 영향 (Batra et al., 1994; Shih et al., 2001)

손의 수행도에 영향을 미치는 장갑 속성



손의 수행도

- 동작 민첩성
- 동작 정교성
- 최대 악력
- 동작 범위
- 동작 편리성

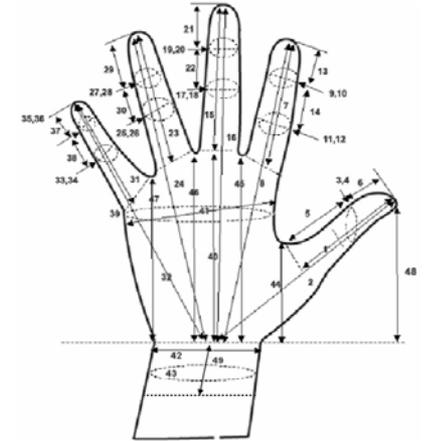
- 손동작에 따른 손체표의 길이변화를 고려한 장갑 설계 필요

기존 인체 측정 연구

■ 손 측정 연구

	Greiner (1991)	윤훈용(2003)
측정 변수	손길이, 손둘레 등 72개	손길이, 손둘레 등 35개
측정 대상	미국인 (2307명)	한국인(578명)

⇒ 정적 자세에서 손 측정이 이루어짐



■ 동작에 따른 체표 길이 변화 측정 연구

	조경애 (1999)	김혜경(2002)	박영득 외(1983) 조성희 (1993)
적용 대상	소매	칼라	-
측정 부위	팔	목	다리
측정 자세	<p>이계환 외 (2004) (Choi et al. 2004)</p>		

⇒ 손 동작에 따른 체표 길이 변화 측정에 대한 연구 부재

- 손동작에 따른 손체표 길이 변화율 측정
- 손체표 길이 변화율에 영향을 미치는 요인 분석
- 손체표의 최대 길이 변화율의 장갑 설계 적용

측정 실험

■ 피실험자: 20~39세 성인 남,녀 120명

성별	손길이	
	소	대
여자	30	30
남자	30	30

◆ 국민표준체위 조사보고서 (한국표준과학연구원, 1997) 에 따른 20~39세 성인 손길이 평균 (표준편차)

⇒ 여자: 17.5cm (0.83cm)
남자: 19.0cm (0.86cm)

■ 피실험자 특성

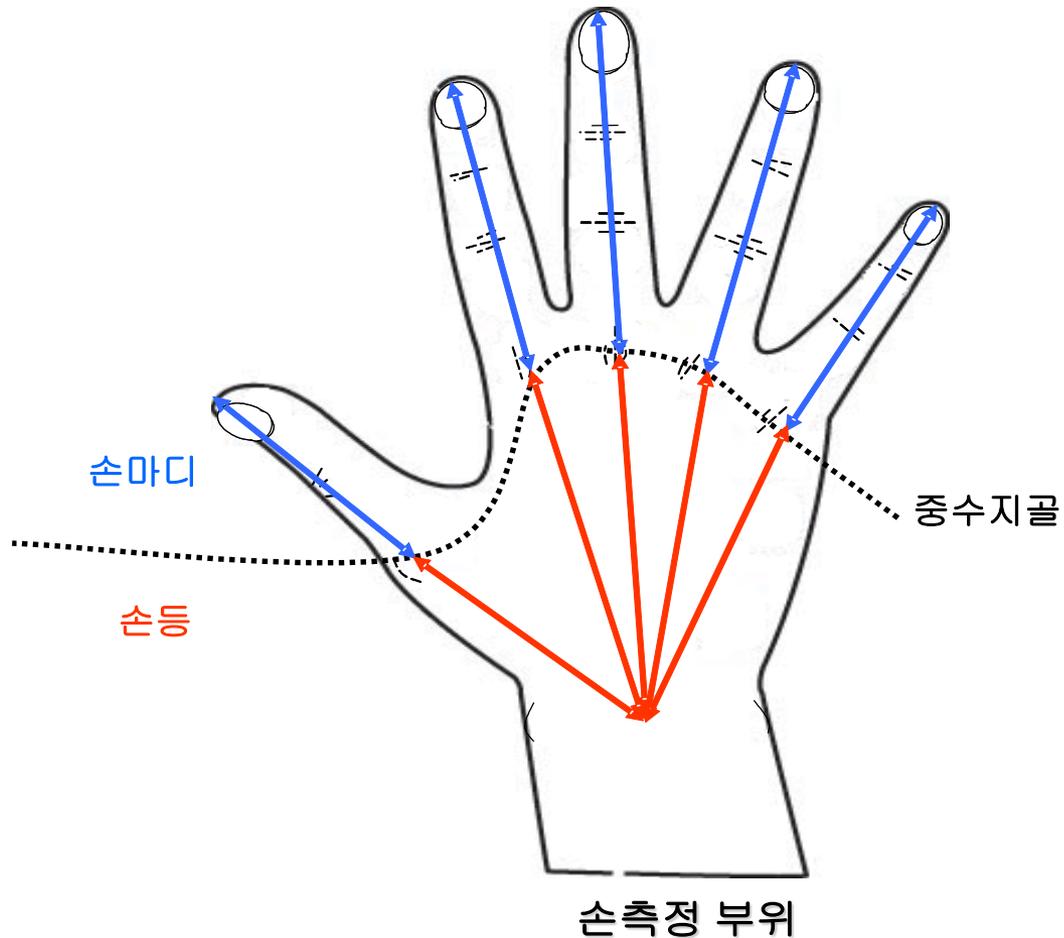
구분	여자			
	평균	표준편차	최소값	최대값
나이	25.4	4.31	20.0	37.0
손길이(cm)	17.5	0.63	17.1	20.2

구분	남자			
	평균	표준편차	최소값	최대값
나이	26.0	2.83	21.0	37.0
손길이(cm)	18.9	0.72	17.1	20.2

한국인 20~39세 성인
손길이 대표

측정 부위

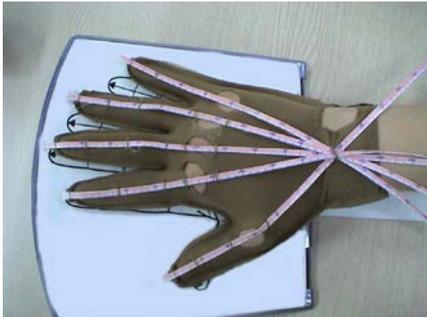
- 손가락: 엄지, 검지, 중지, 약지, 소지
- 손영역: 손마디, 손등



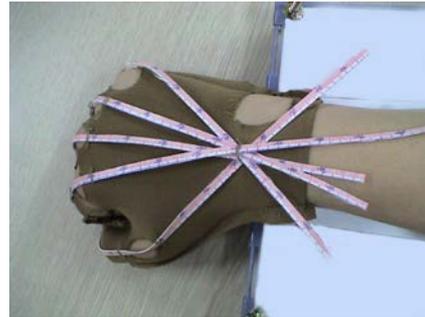
측정 자세

■ 측정 자세

- ◆ 자연스럽게 손을 편 자세 : 체표 길이가 신장되지 않은 자세
- ◆ 주먹 쥐 자세: 체표 길이가 최대한 신장된 자세



체표 길이가 신장되지 않은 자세



체표 길이가 최대한 신장된 자세

- ◆ 측정 자세 수평 유지: 수평 표시기를 사용하여 바닥면과 수평 유지



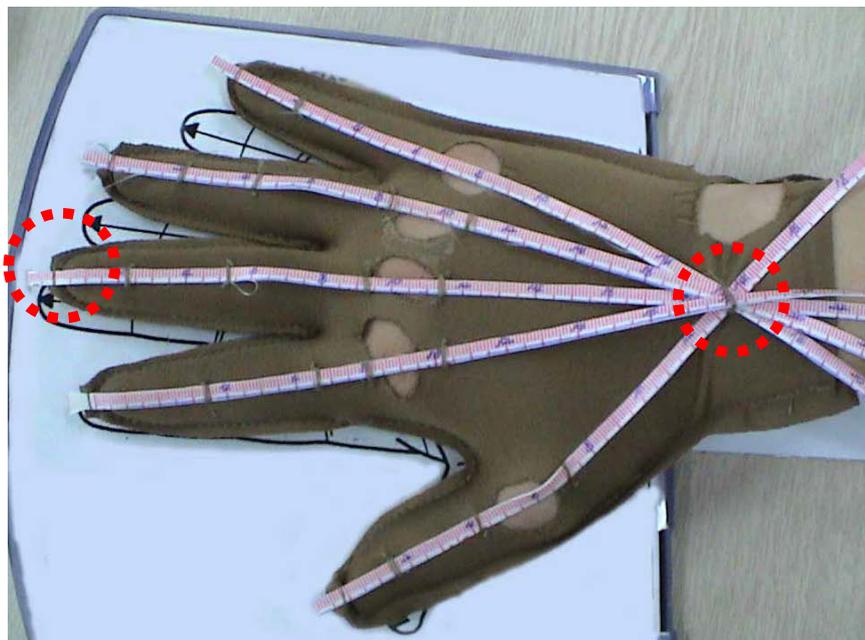
손을 편 자세에서 수평 유지



주먹 쥐 자세에서 수평 유지

측정 장갑

- 줄자가 각 손 측정 부위를 지나도록 제작
- 줄자가 실고리 구멍을 통해 유연하게 움직이도록 제작
- 각 손가락 끝점에 줄자 고정



측정 결과 및 분석

■ 손체표 길이 변화율 계산

$$\text{손체표 길이 변화율(\%)} = \frac{\text{체표 길이가 최대한 신장된 자세에서의 실측치}}{\text{체표 길이가 신장되지 않은 자세에서의 실측치}} \times 100$$

■ 손체표 길이 변화율 범위

(단위: %)

	손마디	손등
여자	110~125 (엄지) (소지)	111~119 (검지) (엄지)
남자	111~128 (엄지) (소지)	112~115 (검지) (중지)

손체표 길이 변화율 분산 분석

■ ANOVA에 의한 손체표 길이 변화율에 유의한 영향을 주는 변수 파악

Source	DF	F value	$P < 0.001$
성별	1	0.86	
손길이(성별)	2	0.86	
손가락	4	132.50	*
손영역	1	273.82	*
성별 × 손가락	4	7.74	*
성별 × 손영역	1	16.58	*
손길이(성별) × 손가락	8	3.33	
손길이(성별) × 손영역	2	3.95	
손가락 × 손영역	4	160.60	*
성별 × 손가락 × 손영역	4	2.08	
손길이(성별) × 손가락 × 손영역	8	2.50	
피실험자(성별, 손길이)	116		
손가락 × 피실험자(성별, 손길이)	464		
손영역 × 피실험자(성별, 손길이)	116		
손가락 × 손영역 × 피실험자(성별, 손길이)	464		
Corrected total	1199		

■ 유의한 주효과

- ◆ 손가락
- ◆ 손영역

■ 유의한 교호 작용

- ◆ 성별 × 손가락
- ◆ 성별 × 손영역
- ◆ 손가락 × 손영역

성별의 단순 주효과 분석

■ Simple effect 분석을 통한 길이변화율에 대한 성별의 유의성 분석

- 성별 x 손가락, 성별 x 손영역의 단순 주효과 분석 실시

⇒ 성별의 유의성 분석

손가락의 성별 유의성 분석

Source	DF	F value	$P < 0.001$
엄지에서의 성별	1	7.54	
검지에서의 성별	1	2.46	
중지에서의 성별	1	6.13	
약지에서의 성별	1	3.00	
소지에서의 성별	1	1.93	

손영역의 성별 유의성 분석

Source	DF	F value	$P < 0.001$
손마디 영역에서의 성별	1	15.75	*
손등 영역에서의 성별	1	4.1	

⇒ 손가락: 성별 차이에 따른 길이 변화율에 유의한 차이 없음

⇒ 손영역: 손마디 영역에서 성별에 따른 유의한 차이를 보임

- 손체표 길이 변화율에 영향을 미치는 유의한 변수

손영역		손가락
손마디	여자	
	남자	
손등		

Newman-Keuls 다중 비교 분석

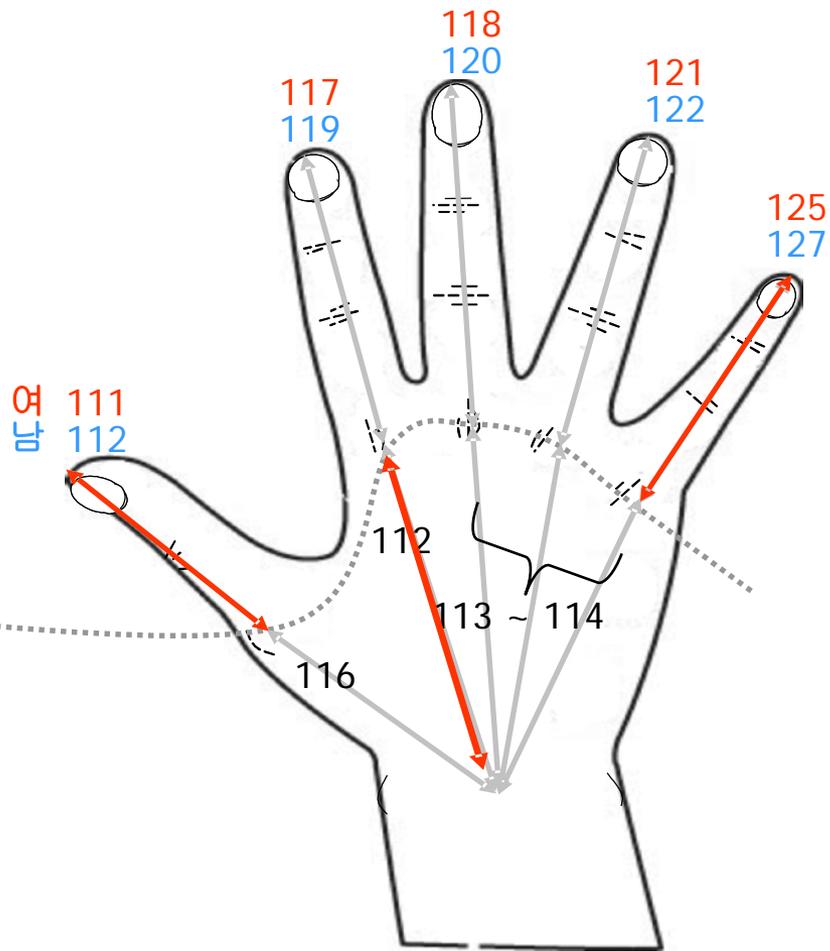
■ 손체표 길이 변화율 크기간 유의한 ($\alpha=0.001$) 차이 분석

손영역		손가락								
손마디	여자	소지 (125)	/	약지 (121)	/	중지 (118)	/	검지 (117)	/	엄지 (111)
	남자	소지(127)	/	약지 (122)	/	중지 (120)	/	검지 (119)	/	엄지(112)
손등		엄지 (116)	/	중지 (114)	약지 (114)	소지 (113)	/	검지 (112)		

⇒ 손마디 영역: 남녀 모두 손가락간 유의한 차이 보임

⇒ 손등 영역: 세개의 group간(엄지/ 중지, 약지, 소지/ 검지) 유의한 차이 보임

손체표의 최대 길이 변화율



손 부위별 손체표 길이 변화율(%)

■ 손체표의 최대 길이 변화율

- ◆ 여자: 125%
- ◆ 남자: 127%
- ⇒ 장갑 설계시 적용 가능

■ 체표 길이 변화율이 가장 큰 손 부위

- ◆ 손마디 영역의 소지 (남:127%, 여:125%)

■ 체표 길이 변화율이 가장 작은 손 부위

- ◆ 남자: 손마디 영역의 엄지, 손등 영역의 검지 (112%)
- ◆ 여자: 손마디 영역의 엄지 (111%)

■ 손가락 관절의 굽힘 동작 범위와의 관련성

손영역		손가락				
		엄지	검지	중지	약지	소지
손마디	여자	111	117 <	118 <	121 <	125
	남자	112	119 <	120 <	122 <	127
손등		116	112	113 ~ 114		

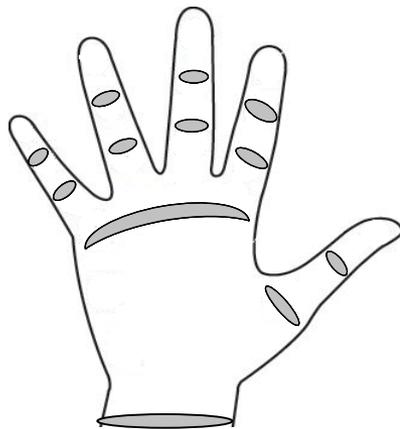
손부위별 손체표 길이 변화율 (%)

관절	손가락				
	엄지	검지	중지	약지	소지
중수지골	-	86°	91°	99°	105°
근위지	-	102°	105°	108°	106°
원위지	-	72°	71°	63°	65°
총합	-	260° <	267° <	270° <	276°

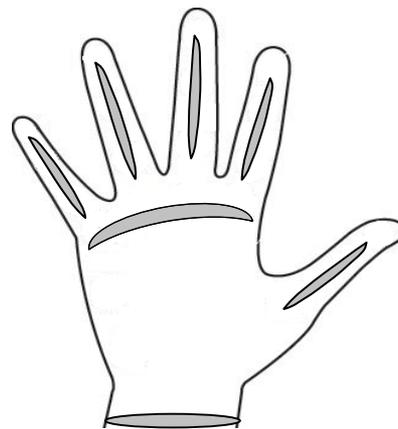
손가락 관절의 굽힘 동작 범위 (Green and Heckman, 1993)

⇒ 손가락 체표의 길이 변화율과 손가락 관절 **range of motion** 간의 관련성 존재

■ 장갑 설계 적용: 장갑 관절 부분에 여유 주름이나 탄성 섬유 처리



대안 1



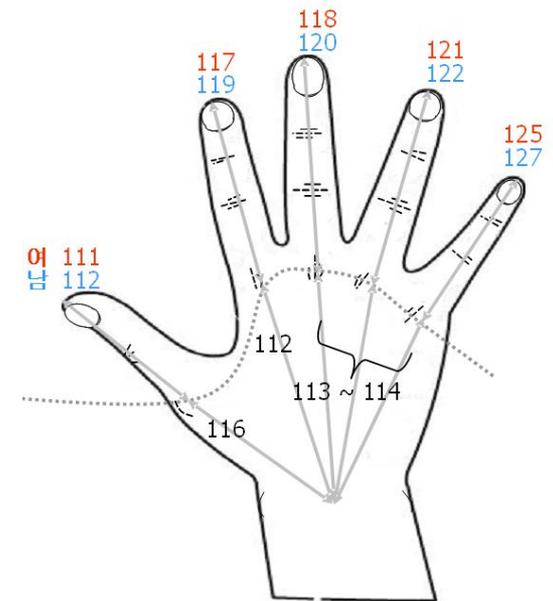
대안 2

■ 손체표 길이 변화율 측정

- ◆ 성별과 손길이를 고려한 120명의 피실험자 선정
⇒ 한국 20~39세 성인 손길이 대표
- ◆ 손을 편 자세와 주먹을 쥔 자세에서의 손체표 길이 변화 측정
- ◆ 손가락과 손영역에 따른 총 10개의 부위 측정

■ 손체표 길이 변화율 측정 결과 분석

- ◆ 손체표 길이 변화율에 유의한 영향을 주는 변수 파악
 - ◆ 손가락; 손영역; 손마디 영역에서의 성별
- ◆ 손 부위별 손체표 길이 변화율 산출



■ 손체표 길이 변화율과 손가락 굽힘 동작 범위(ROM)간의 관련성 존재

경청해 주셔서 감사합니다.

