

손의 인체측정자료를 활용한 손잡이 설계 방법 개발 및 적용

이원섭, 정기효, 유희천

인간공학설계기술 연구실
포항공과대학교 기계산업공학부

목차

1

연구 배경

2

연구 목적

3

인간공학적 손잡이 설계 방법

4

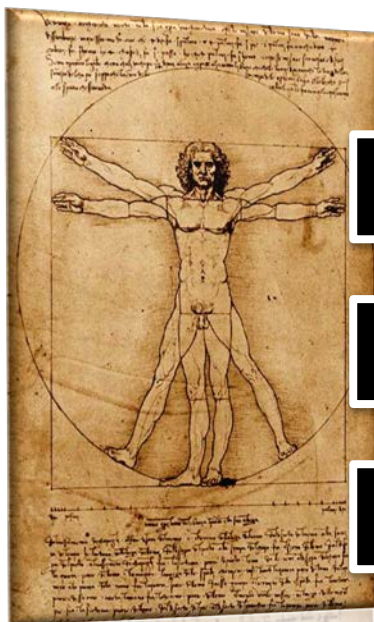
설계 적용 및 평가 사례

5

토의 및 추후 연구사항

연구 배경

- 인체 특성을 반영한 인간공학적 제품은
작업 능률을 향상시키고 사용 편의성을 제공함



인체 형상 특성

힘 사용 특성

동작 특성

인간공학적
제품



작업 능률 ↑

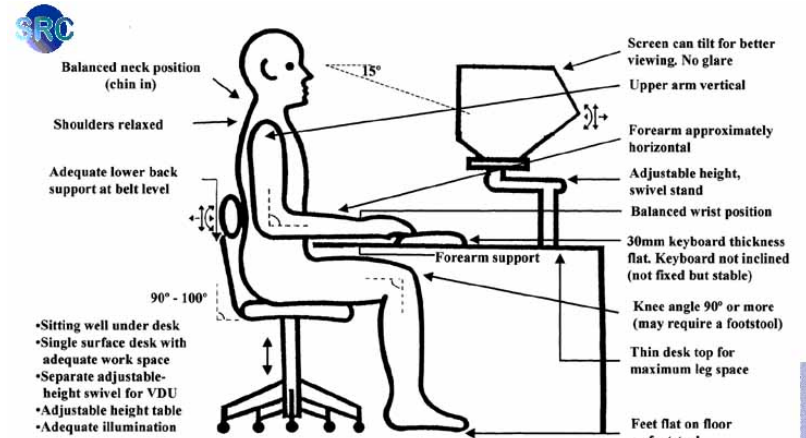
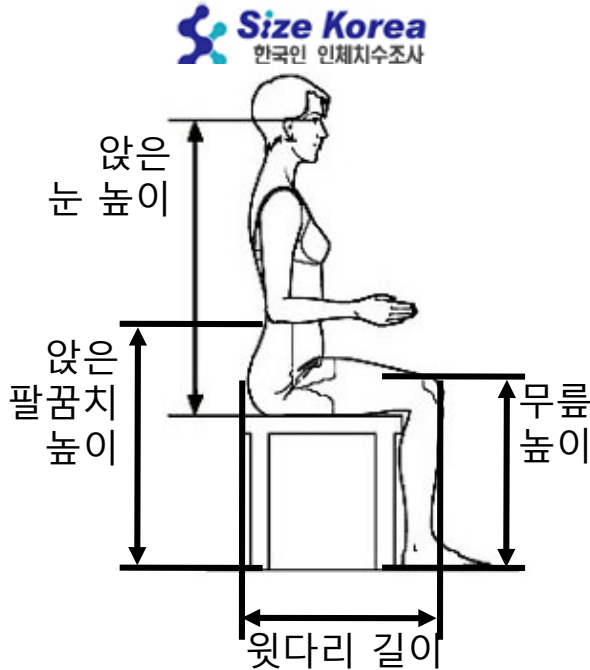
사용 편의성 ↑

불편도 ↓

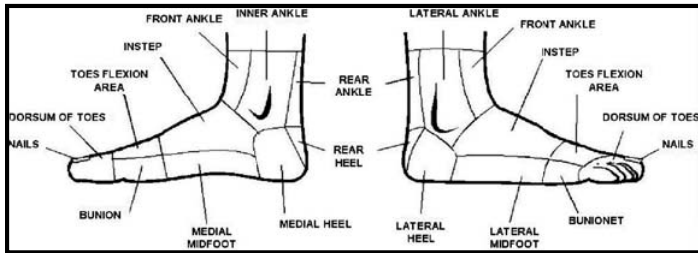
오류 ↓

기존 연구

- 인체치수자료를 활용한 제품 설계 방법 개발 및 제품 설계 적용 (예: workstation, 의복, 신발)



Computer workstation 설계



발 측정변수

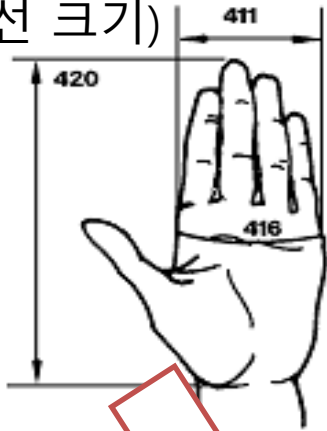


맞춤형 신발 설계

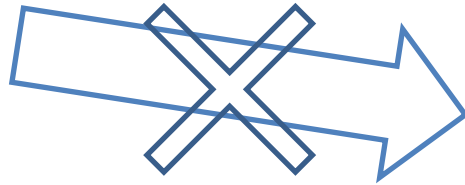
손의 인체 특성을 반영한 제품 설계

- 손의 인체 측정을 위한 표준 정적 자세에서의 직선 크기만 존재
- 손의 동적 인체 특성 및 제품과의 접촉이 발생하는 손 내부 부위의 특성 (크기 및 형상)을 제품 설계에 반영할 필요

표준 정적자세
(직선 크기)



바로 적용하기
어려움

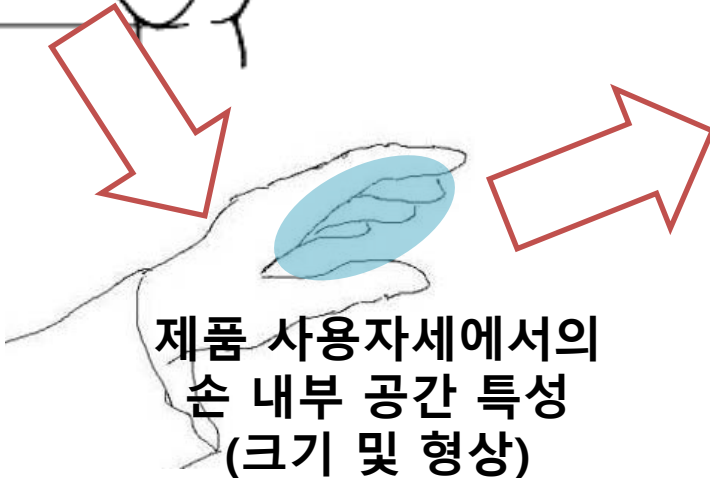
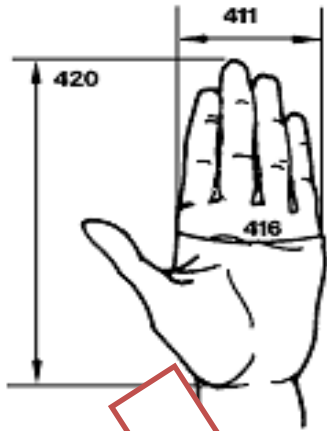


제품 사용자세에서의
손 내부 공간 특성
(크기 및 형상)



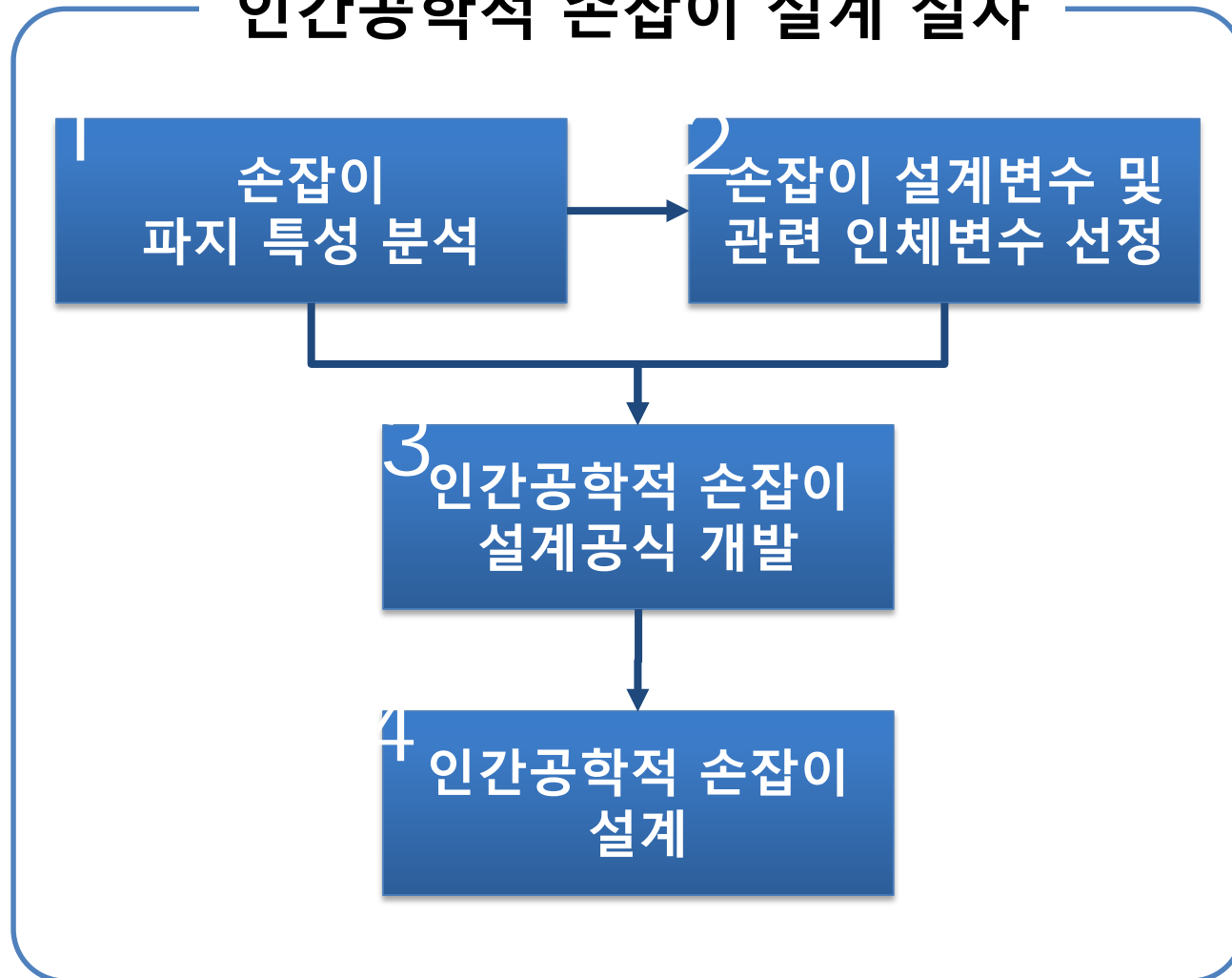
연구 목적

- 손의 인체치수자료를 활용하여
파지자세에서의 손 내부 공간 특성을 고려한
손잡이의 적정 크기 및 형상을 설계하는 방법을 개발
- 진공청소기의 손잡이 설계에 적용

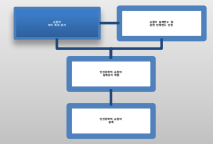


인간공학적 손잡이 설계 방법

인간공학적 손잡이 설계 절차

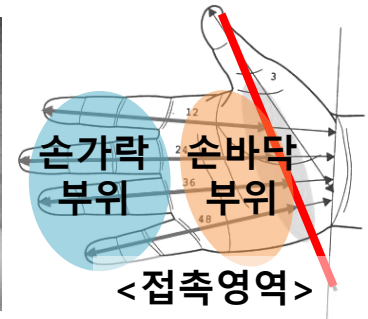


손잡이 파지 특성 분석



■ 원기둥(지름 3~4cm) 파지 자세 관찰을 통한 손잡이 파지 특성 분석

- ① 손가락: 대부분 원기둥에 접촉
손바닥: 일부분만 원기둥에 접촉



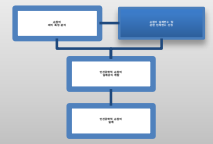
- ② 손바닥과 손가락이 파지 자세를 취하며 손바닥 길이가 신축됨

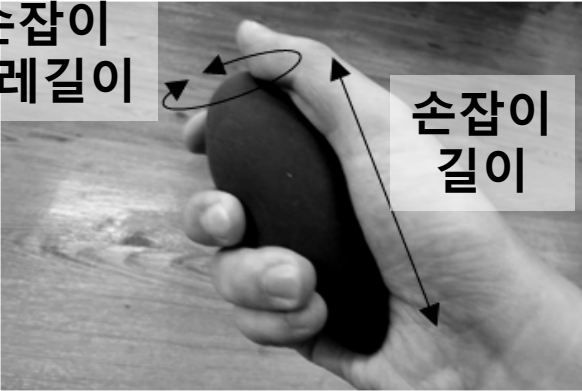



- ③ 파지되지 않는 부분(여유길이)이 생김



손잡이 설계변수 및 인체변수 선정

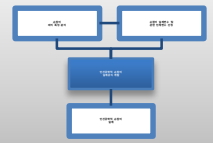


손잡이 설계변수	관련 인체변수
손잡이 길이 (grip length, GL)	손너비 (hand width, HW)
손잡이 둘레길이 (grip circumference, GC)	<ul style="list-style-type: none"> • 손길이 (hand length, HL) • 파지 손길이 (grip hand length, GHL) • 줄어든 파지 손길이 (reduced GHL, r-GHL)
	

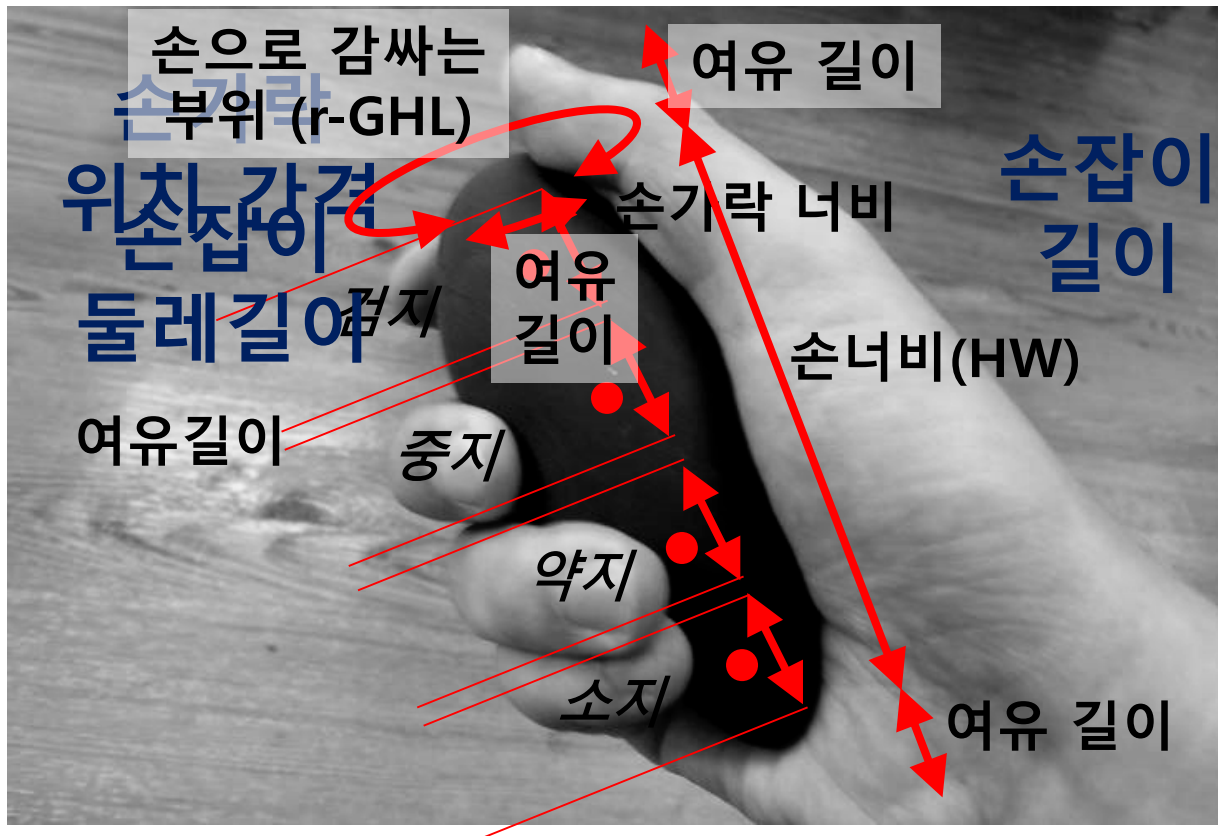
- $\text{Reduced GHL(r-GHL)} = \text{HL} \times \text{R1} \times \text{R2}$
- $\text{R1} = \text{GHL} \div \text{HL}$ (파지부위를 고려한 HL의 감소율)
- $\text{R2} = \text{bended GHL} \div \text{GHL}$ (손가락 굽힘에 의한 GHL의 감소율)



손잡이 설계 공식 개발



1. 손잡이 길이(GL) = 손너비(HW) + 여유길이
2. 손잡이 둘레길이(GC) = 손으로 감싸는 부위(r-GHL) + 여유길이
3. 손가락 위치 간격 = 손가락 너비 + 여유길이



설계 적용 및 평가 사례

- 적용 대상: 진공 청소기 손잡이

- 적용 방법

1. 손잡이 파지 특성 분석: 시중의 제품 손잡이 분석 (50개)

- 3가지 유형의 손잡이



앞이 굽은 형태



중간이 굽은 형태



뒤가 굽은 형태

- 손잡이 둘레길이(GC)의 여유길이: 평균 2 cm

2. 설계 공식을 적용하여 손잡이 설계 치수 도출

- 손잡이 길이(GL) = 한국인 95thile 남성의 손너비(HW) + 여유길이
= 9 cm + 3 cm = **12 cm**

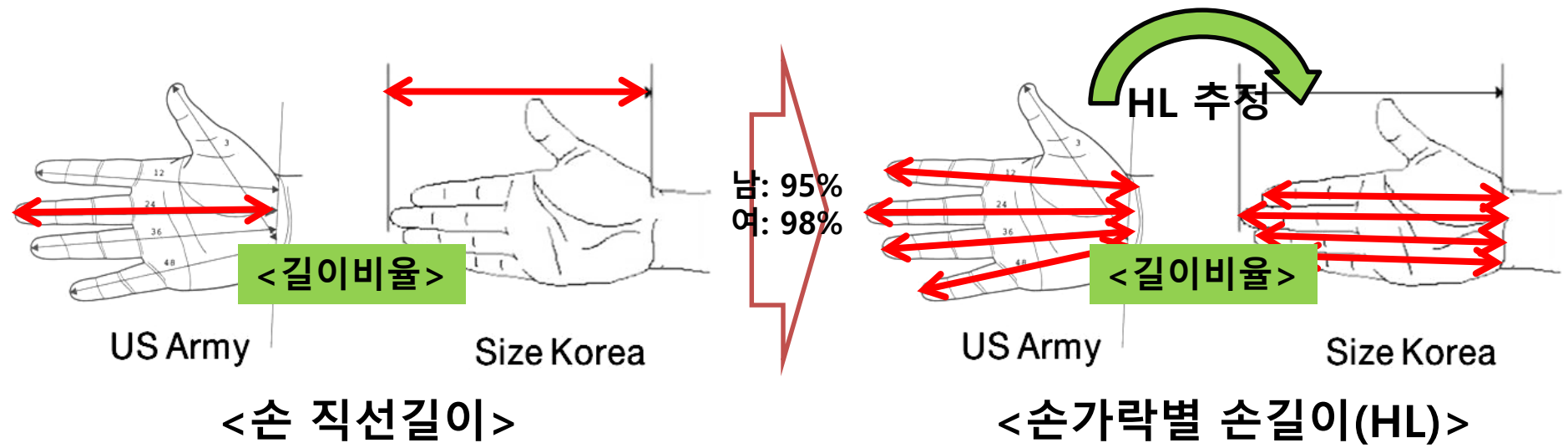
- 손잡이 둘레길이(GC)를 도출하기 위해 필요한 한국인의 손가락별 손길이(HL)가 부재하여 US Army의 인체측정자료 활용



한국인의 손길이 추정 방법

■ 적용 방법

- Size Korea와 US Army의 공통 측정 자료(손 직선길이)를 활용 (50thile)
- US Army 대비 Size Korea의 손 직선길이가 남: 95%, 여: 98%
- 길이비율을 손가락별 손길이에 적용하여 한국인 손가락별 손길이를 추정 (검지~소지)



r-GHL 추정 방법

r-GHL

- 손잡이 둘레길이(GC) = $\text{손길이(HL)} \times R1 \times R2$ + 여유길이
- R1 = GHL ÷ HL (파지부위를 고려한 HL의 감소율)
- R2 = bended GHL ÷ GHL (손가락 굽힘에 의한 GHL의 감소율)

- 실험방법: 직접계측; 3명; 지름 3~4cm 원기둥 파지
 - R1: HL 대비 GHL이 감소 (손가락별 75~86%)
 - R2: GHL 대비 r-GHL이 감소 (손가락별 64~72%)

<손가락별 HL 및 r-GHL>

(단위: cm)

손가락	US Army HL (50 th %ile)		한국인 HL (50 th %ile)			r-GHL
	남	여	남	여	통합(25:75)	
검지	18.5	17.0	17.6	16.6	16.9	-
중지	19.4	17.8	18.5	17.5	17.7	-
소지	18.4	16.8	17.6	16.5	16.8	-
소지	15.9	14.5	15.2	14.3	14.5	-

남:95%

여:98%

R1,

R2 적용

청소기 손잡이 설계

- 청소기 손잡이의 파지 특성을 반영하여 3가지 유형의 손잡이 설계

	유형 A 앞이 굽은 형태	유형 B 중간이 굽은 형태	유형 C 뒤가 굽은 형태
손잡이 형상 (측면도)			
둘레길이 여유 형상			
제작된 손잡이 (polymer clay)			

청소기 손잡이 평가

■ 평가방법

- 평가대상: 주부 35명 (평균: 39.4세, 표준편차: 5.4)
- 평가항목: 만족도 점수(7점 척도), 만족도 순위(1~3위)
- 3개 손잡이 모두 유사한 결과

	유형 A 앞이 굽은 형태	유형 B 중간이 굽은 형태	유형 C 뒤가 굽은 형태
손잡이 형상			
평균 만족도 점수	4.5 (1.4)	4.7 (1.4)	4.3 (1.3)
평균 만족도 순위	2.00	2.03	1.97
순위별 빈도수	1위: 11 2위: 13 3위: 11	1위: 10 2위: 14 3위: 11	1위: 14 2위: 8 3위: 13
가중점수*	70	69	71

*가중점수: 순위별 빈도수에 순위별 가중치(1위: 3점, 2위: 2점, 3위: 1점)를 곱한 값

토의 및 추후 연구사항

- **인체측정자료**를 활용하여 인간공학적 손잡이의 **설계공식** 개발 및 청소기 손잡이 설계에 적용
- 편 손의 인체측정자료를 활용하여 **파지 자세의 손 내부 길이** 추정
- 자세에 따른 손길이 **신축 비율(R1, R2)의 정확도**를 높이기 위해 다양한 손 크기에 따른 추가 측정 및 분석 필요
- **파지시 손 형상 분석**을 통한 인간공학적 손잡이 형상 설계에 대한 추후 연구 필요