

# 동작 분석을 통한 인간공학적 제품 설계 평가 방법 개발



Ergonomic Design Technology Lab

장준호, 유희천

포항공과대학교  
산업경영공학과  
인간공학설계기술연구실

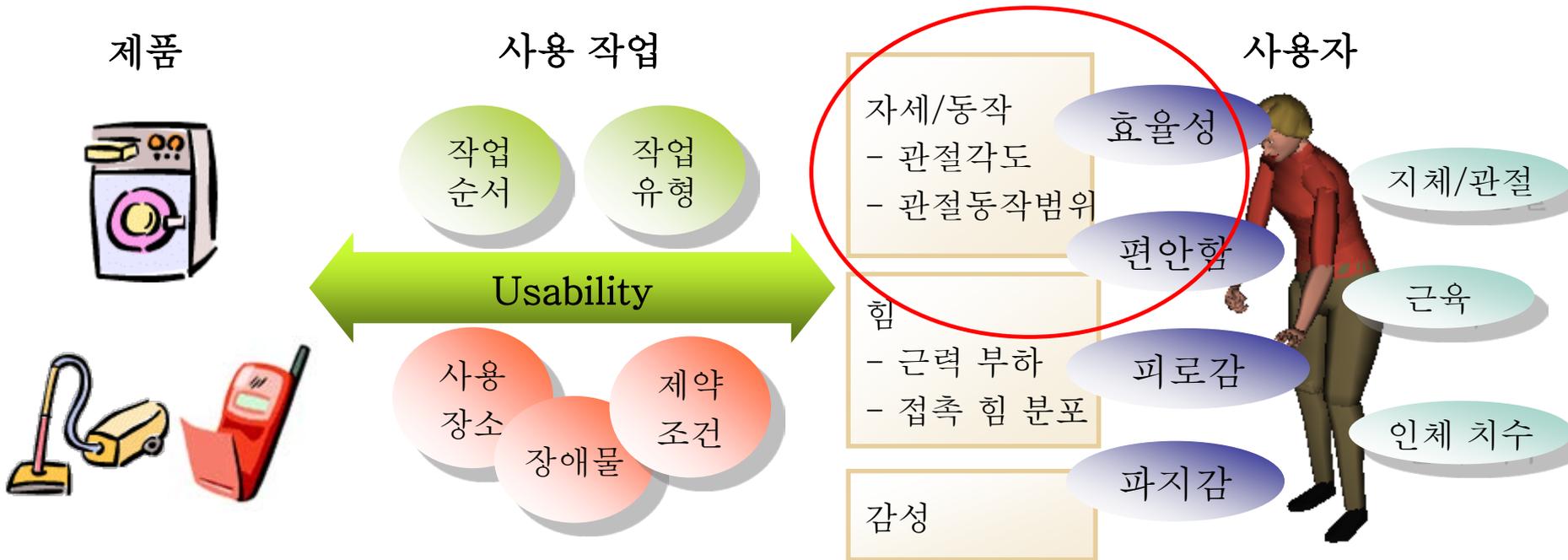
# 목차

- 연구 배경 및 목적
- 동작 분석 기반 제품 설계 평가 모델
- 적용 사례: 청소기 설계 평가
- 토의

# 연구 배경

- 제품-사용자 interface에 있어서 동작 분석의 중요성
  - 제품 사용 자세 및 동작 ⇒ 제품 사용 효율성과 편안함 향상

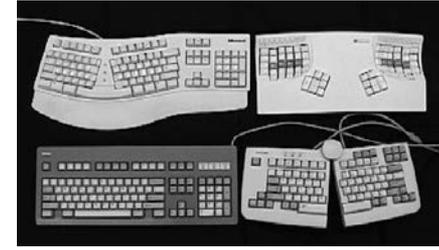
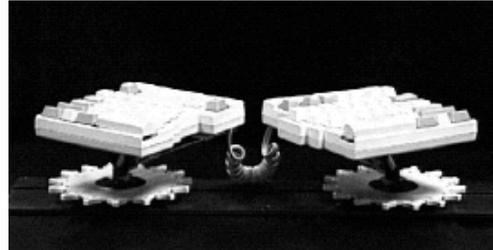
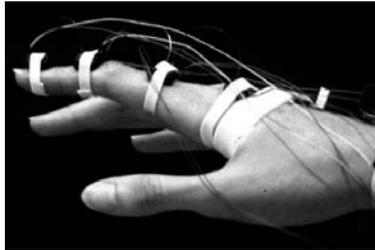
자연스러운 사용 자세/동작 ⇒ 제품 사용성, 편안함 ↑



# State-of-the-art

## □ 키보드 설계 평가 – Nelson et al. (2000), Treaster and Marras (2000)

- Electro-goniometer 사용
- 둘째 손가락과 손목의 각도 정량적 측정
- 한계: 자연스러운 제품 사용 자세 및 동작에 대한 고려 미흡

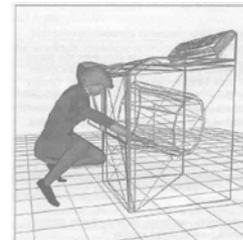


## □ 드럼 세탁기 설계 개선 – Nyberg and Kempic (2006)

- 자연스러운 드럼 세탁기 사용 동작 고려
- 한계: 정량적인 접근 방법 미흡



개선전



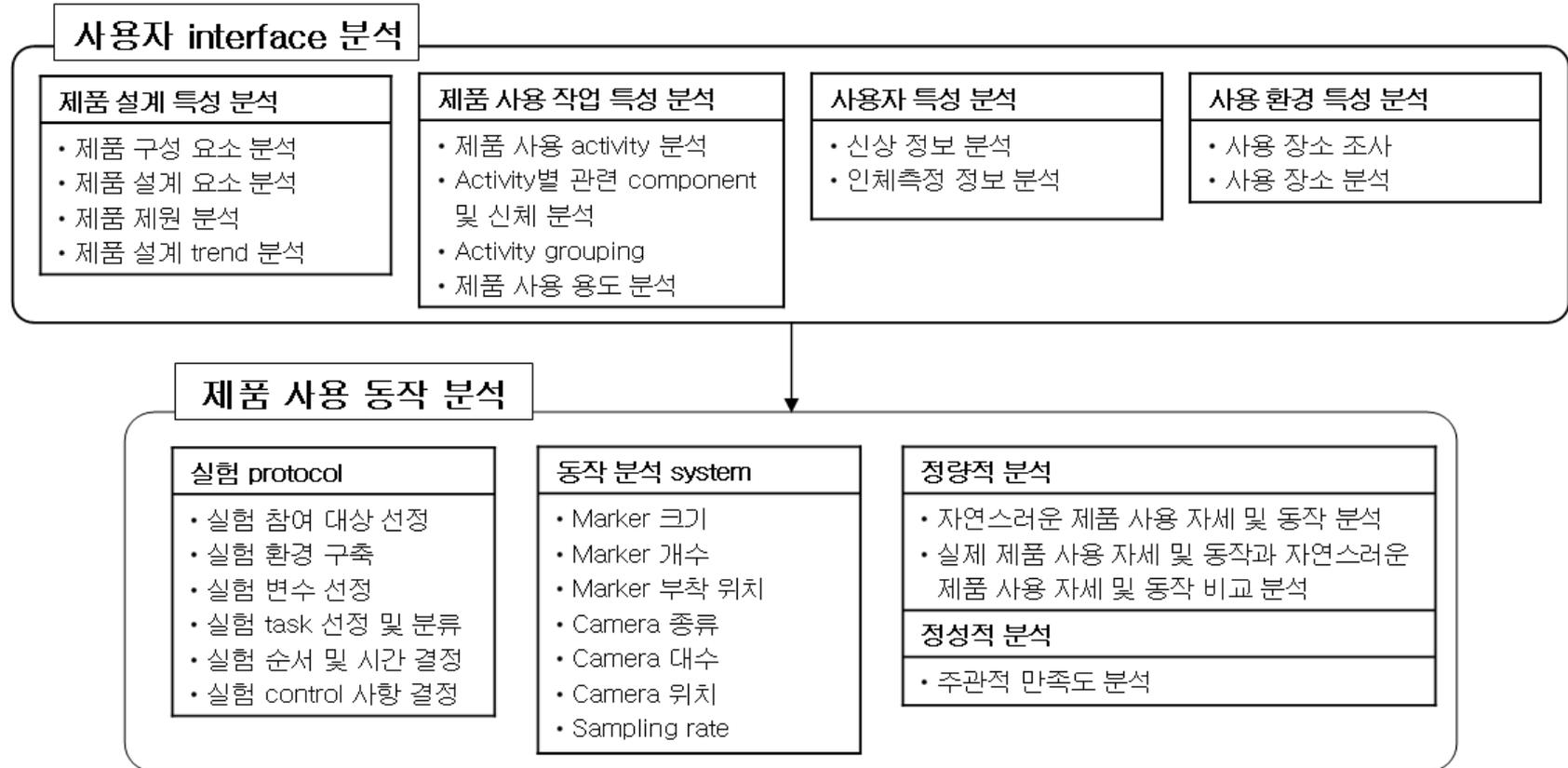
개선후

# 연구 목적

자연스러운 제품 사용 자세/동작에 대한 파악을 통해  
제품 설계를 정량적으로 평가하는 방법 개발

- 동작 분석에 근거한 제품 설계 평가 모델 개발
- 청소기 설계 평가 적용을 통한 개발된 평가 모델의 타당성 평가

# 동작 분석 기반 제품 설계 평가 모델



# Step 1: 사용자 interface 분석 (1/2)

## □ 제품 설계 특성 분석

- 제품 구성 요소, 제원 분석
- 크기, 무게 등의 설계 요소 파악
- 설계 trend 파악

Design dimension	청소기 1	청소기 2	청소기 3	Design Trend
크기 (폭×깊이×높이; cm)	28.3 x 40.0 x 30.0	26.1 x 36.4 x 22.6	26.7 x 33.5 x 20.0	- 크기 및 부피: 최소 부피 기준 1.3, 1.9배로 다양
부피 (cm <sup>3</sup> )	33,960	21,471	17,889	- 무게: 3.8 ~ 6.2 kg
무게 (kg)	5.8	4	4.3	
형태				
크기 (가로×세로×두께; cm)	18.5 x 8.5 x 2.0	- 상단 손잡이: 20.5 x 12 x 1.5 - 면지통손잡이: 9.5 x 4.5 x 3	- 상단 손잡이: 18.0 x 7.0 x 1.5 - 하단 손잡이: 8.5 x 3	- 가로: 11.0 ~ 18.5 cm - 세로: 2.0 ~ 8.5 cm - 두께: 1.5 ~ 3.0 cm - 본체의 크기 및 형태가 손잡이 크기 및 형태에 영향
재질	플라스틱	플라스틱	플라스틱	- 재질: 플라스틱(본체의 재질과 동일)
개수	1	2	2	- 개수: 1 ~ 2 개 - 청소기 형태와 사용방법에 따라 손잡이 개수 및 위치 결정

## □ 제품 사용 작업 특성 분석

- 제품 사용 activity 분석
- 관련 제품구성 요소 및 신체 부위 파악

### • 관련 구성 요소 및 신체 부위 파악(예)

Activity 구분		관련 component	관련 신체 부위
청소	이동	운반용 손잡이, 호스 손잡이	신체 전반
	전원 on	본체 전원 스위치	손
	사용	호스 손잡이, 연장관, brush	신체 전반
보관	전선 정리	전원 plug, 전선	상지

# 사용자 interface 분석 (2/2)

## □ 사용자 특성 분석

- 신상 정보 파악 - 성별, 연령, 소득 수준 등
- 인체 측정 정보 분석 - 키, 손길이, 손둘레 등

## □ 사용 환경 특성 분석

- 사용 장소 조사 - 거실, 현관 등
- 사용 용도 - 이불, 모서리 등

사용환경	사진	사용환경	사진
바닥(거실, 방, 현관, 베란다 등)		가구 아래	
가구, 전자제품, 운동기구 위		틈새 및 모서리	

# Step 2: 제품 사용 동작 측정 방법

- 실험 protocol은 사용자 interface 분석 결과에 근거하여 수립
- 제품 동작 측정은 3D motion capture system을 사용
  - 제품 사용 동작을 고려하여 동작 분석 system 설정



손 동작 측정



전신 동작 측정

# 청소기 설계 평가 protocol

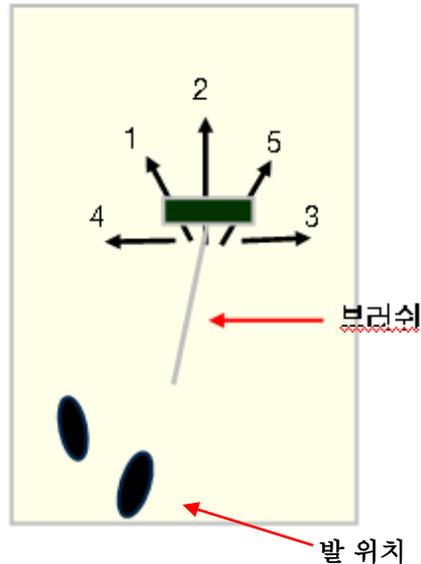
실험 대상		30~50대 여성 가정 주부 5명
실험 환경		거실 바닥과 유사하게 구축
실험 변수	독립 변수	<b>청소기 4종</b> (청소대 무게와 길이 기준)
	종속 변수	<b>관절 각도 변화</b>

• 독립 변수 선정 기준

	청소기 A	청소기 B	청소기 C	청소기 D
청소대 최대 길이	94 cm	102 cm	114 cm	87 cm
청소대 무게	1385 g	1522 g	1889 g	1150 g
브러쉬 무게	311 g	409 g	639 g	257 g
브러쉬 비중	22%	27%	34%	22%

# 청소기 설계 평가 실험 task

- 제자리 방향전환 청소 동작
  - 30초씩 3회 수행
  - Task와 청소기 사용 순서는 randomization



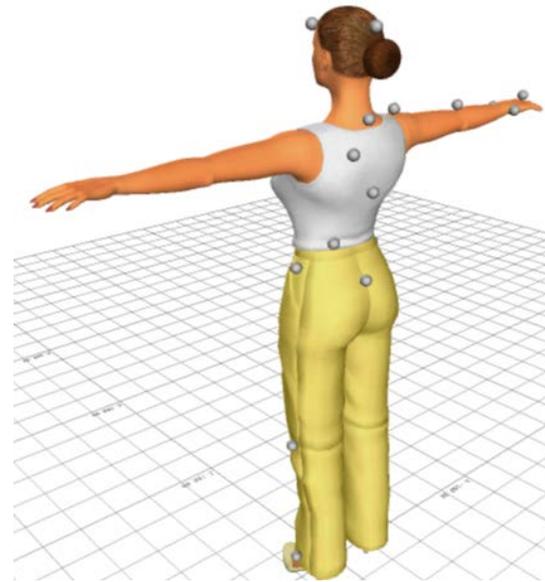
자연스러운 청소 동작



청소기 사용 청소 동작

# 청소기 동작 분석 system

- 3D motion capture system
  - Falcon® camera 5대
  - 25 mm marker set
  - Sampling rate: 60 Hz
- Marker 부착 – **22개 reflective marker set**



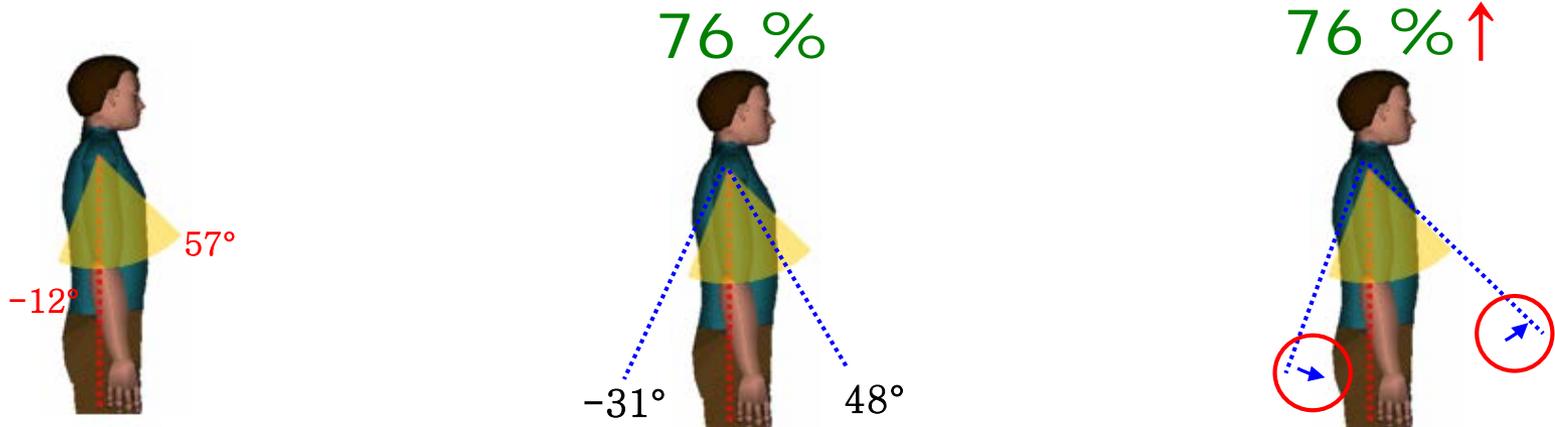
# 제품 사용 동작 분석

- 자연스러운 사용 자세 및 동작 파악
- 실제 제품 사용 자세 및 동작과 비교 분석
- 제품 설계 개선 방안 분석

자연스러운 동작 범위

실제 제품 사용 동작과 비교

제품 설계 개선 방안



# 동작 분석 결과 - 팔꿈치 들어올리기

청소기 종류	청소기 A	청소기 B	청소기 C	청소기 D
자연스러운 범위	청소기 A 범위	청소기 B 범위	청소기 C 범위	청소기 D 범위
5%ile	29°(7)	38°(7)	42°(10)	34°(6)
95%ile	66°(25)	86°(11)	96°(8)	80°(7)
자연스러운 동작과의 비교	<p>최대 95° 66° 29° 32° 최소</p>	<p>92° 33°</p>	<p>102° 35°</p>	<p>86° 29°</p>
자연스러운 동작과의 유사도	47% (11)	50% (17)	37% (8)	64% (7)
SNK 분석	<u>B</u>		<u>C</u>	<u>A</u>
평가	<ul style="list-style-type: none"> <li>청소기 D의 경우 자연스러운 동작과 가장 유사한 것으로 파악</li> </ul>			

# 토의

- 대상 제품과 사용자 interface를 종합적으로 분석할 수 있고 제품 설계를 자세/동작 측면에서 정량적으로 평가할 수 있는 모형 개발
- 대상 제품에 대한 자연스러운 사용 자세/동작을 정량적으로 분석하는 방법 제시
- 대상 제품의 실제 사용 자세/동작에 대비하여 자연스러운 사용 자세/동작을 비교 평가하는 방법 제시
- 추후 연구 과제
  - 제품 사용 자세/동작과 힘을 동시에 분석하는 연구
  - 자연스러운 자세/동작을 기존 제품 설계에 적용하여 신규 설계 제품 개발

경청해 주셔서 감사합니다.

