

## 인간공학적 제품설계를 위한 종합적이고 체계적인 사용성 평가 방법 개발

### Development of a comprehensive and systematic usability testing protocol for ergonomic product design

이원섭, 유희천

포항공과대학교 기계산업공학부

#### Abstract

사용자 중심의 인간공학적 제품 개발은 사용자가 쉽고 편리하게 사용할 수 있는 제품에 대한 요구를 충족시키고, 기업의 경쟁력을 제고할 수 있는 요소가 되므로 중요하다. 본 연구에서는 제품의 사용성에 대해 체계적이고 종합적인 평가 방법을 개발하였다. 사용성 평가 방법은 평가 대상 제품의 요소 특성 분석, 평가 설문 작성 및 평가실험, 그리고 평가결과 분석으로 구성되었다. 이를 통하여 기존 제품의 문제점을 파악하고 개선될 제품이 가져야 할 우수 설계특성을 분석하여 새로운 설계에 적용하고자 하였다. 본 연구에서 개발된 제품 평가 방법은 다양한 제품 분야에 적용되어 사용자 중심의 인간공학적 제품을 개발하는데 활용될 수 있을 것이다.

#### 1. 서론

사용자 중심의 인간공학적 제품 개발을 위해서는 사용성 평가 및 평가 결과의 신규 설계 반영이 중요하다. 사용성은 제품이나 서비스를 사용할 때의 효과성, 효율성, 그리고 사용자가 만족하는 정도를 나타내는 지표이다(ISO, 1991). 최근 누구나 쉽고

편하게 사용할 수 있도록 하기 위한 인간 친화형 제품 개발이 중요한 이슈로 부각되고 있다. 따라서 좋은 사용성을 갖춘 제품 개발을 위하여 기존 제품의 사용성을 평가하고 개선사항을 발견하여 이를 새로운 제품의 설계에 반영하고자 하는 연구가 활발히 이루어지고 있다.

사용성 평가시 제품의 사용작업과 설계요소의 전반에 대한 심층적인 분석이 필요하다. 기존 연구들은 주로 제품의 대표적인 사용작업(benchmark task)이나 분석하고자 하는 특정 PUI 설계요소 (PUI component)만을 대상으로 하여 사용성 평가를 수행하였다. 이상기(2006)는 동작 분석 방법을 활용하여 휴대폰의 문자입력 작업에 대하여 크기와 형상 및 입력방식이 다른 여러 휴대폰을 대상으로 문자입력시의 사용성에 영향을 미치는 특징을 분석하였다. 또한 Drury와 Hoffmann(1992), Brand와 Hollister(1999), 그리고 Colle와 Hiszem(2004) 등은 사용성에 문제가 없는 적정 휴대폰 버튼 크기를 분석하는 연구를 수행하였다. 하지만 다양한 제품 사용작업과 이에 연관되어 조작되는 제품의 여러 설계요소들을 종합적으로 평가한 연구는 미흡한 실정이다.

제품 사용작업과 제품 설계요소들의 종합적인 평가와 분석을 위해서는 실제 제품 사용환경에서 사용자가 제품의 다양한 기능과 특성들의 사용을 체험하며 평가하는 방법이 필요하다. 기존 제품의 사용성 평가 방법으로는 주로 인터뷰나 설문과 같은 설문지 중심의 주관적 사용성 평가가 수행되었다. 하지만 실제 제품 사용환경에서 사용자가 직접 제품을 사용해봄으로써 제품의 특성을 이해하며 평가하는 방법의 연구는 잘 이루어지지 않는 실정이다.

본 연구에서는 사용자가 직접 제품을 사용한 후 설문에 응답한 결과를 활용하여 제품 특성 전반에 대해 종합적으로 평가하고 분석하는 체계적인 방법을 개발 체계적으로 평가와 분석을 수행하기 위하여 하였다. 제품 전반에 대하여 종합적이고 평가 제품에 대한 요소 특성들을 분석하였으며, 분석 결과를 활용하여 평가 설문을 작성하고 평가를 수행하였다. 설문 평가된 결과는 분석된 평가 제품의 요소 특성들을 기반으로 하여 체계적으로 분석하였다.

## 2. 평가 방법

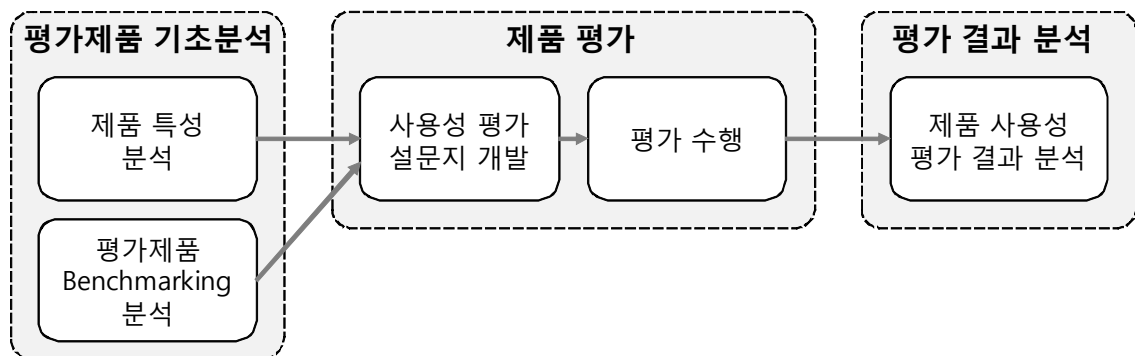
제품 평가는 평가제품을 종합적이고

체계적으로 분석하기 위하여 기초분석, 제품 평가, 그리고 평가 결과 분석의 절차로 구성하였다. 평가제품 기초분석 단계에서는 제품 특성 분석(요소 특성 및 요소 특성간 연관성 분석)과 benchmarking 분석을 수행하였다. 제품 평가 단계에서는 요소 특성간 연관성 분석을 토대로 사용성 평가 설문지를 작성하고 이를 활용하여 제품 사용성 평가를 수행하였다. 마지막으로 제품 사용성의 설문 평가 결과를 정리하고 제품 요소 특성 및 요소 특성간 연관성에 따라 분석하였다(그림 1).

### 2.1. 평가제품 기초분석

#### 2.1.1. 제품 특성 분석

평가 대상 제품군의 설계관련 특성을 종합적으로 파악하기 위하여 제품의 요소 특성(사용작업, 사용환경, physical user interface (PUI) 설계요소, 인간공학적 사용성 평가 척도) 분석을 수행하였다. 제품 특성 분석을 위해 제품 사용설명서 분석 및 직접 제품을 사용하여 기초적인 제품 사용작업, 제품 PUI 설계요소, 제품 사용환경, 그리고 인간공학적 사용성 평가 척도를 파악하였다. 파악된 기초 작업들을 토대로 심층 분석(activity flow chart analysis)을 수행하여



[그림 1] 사용성 평가방법 및 절차

세부적인 작업 특성들(예: 작업 순서, 반복 작업을 파악하고 계층구조(hierarchy)화 하였다(표 1). PUI 설계요소 분석은 제품을 구성하는 여러 PUI 설계요소들의 구조적 연관성에 기반하여 계층적 구조(hierarchy)를 설정하였다(표 2). 마지막으로 분석된 제품 사용작업과 관련된 인간공학적 사용성 평가 척도를 선정하고 각각을 정의하였다(표 3). 파악된 제품 요소 특성들은 요소 특성간의 연관성(예: 사용작업-PUI 설계요소, 사용작업-사용성 평가 척도) 분석을 수행하였다(표 4).

[표 1] 제품 사용작업 계층구조 예시

구분	작업	세부작업	
반복적 작업	준비	전원 연결	
		Brush 장착	
	사용	이동	운반용 손잡이 이용
			본체 바퀴 이용
		버튼 조작	전원 on/off
흡입력 조절			

[표 2] 제품 PUI 설계요소 계층구조 예시

PUI 설계요소	PUI 세부 설계요소
청소기 본체	본체 케이스
	손잡이
	버튼
	바퀴

[표 4] 제품 요소 특성간 연관성 분석 예시 (사용작업-PUI 설계요소)

		청소기 작업		청소기 본체			
				본체 케이스	손잡이	버튼	바퀴
반복적 작업	준비	전원 연결					
		Brush 장착					
	사용	이동	운반용 손잡이 이용				
			본체 바퀴 이용				
		버튼 조작	전원 on/off				
흡입력 조절							

[표 3] PUI 평가 기준 및 정의 예시

PUI 평가 기준	정의
편안한자세	제품 사용시 편안한 자세를 유지하는 정도
효율적 동작	제품 사용시 신체 동작이 효율적으로 이루어지는 정도
자연스러운 동작	제품 사용시 동작이 자연스럽게 이루어지는 정도
효율적 힘 사용	청소기 사용시 힘을 효율적으로 사용할 수 있는 정도

2.1.2. 평가제품 benchmarking 분석

평가 대상 제품에 대한 심층적인 이해와 제품 평가결과 분석에 반영하기 위하여 제품 PUI 설계요소별 측면에서 세부적으로 벤치마킹 분석을 수행하였다. 벤치마킹을 위하여 분석된 제품 PUI 설계요소별 제원(PUI dimensions)을 선정(예: 크기, 부피, 무게, 재질, 위치 형태 등)하고 각 설계 제원을 세부적으로 측정하였다(표 5). 또한, 벤치마킹 분석 결과를 토대로 제품 설계 경향(design trend)를 분석하여 평가 대상 제품들의 전반적인 양상(예: 크기 범위, 유사점, 차이점)을 파악하였다.

[표 5] 평가제품 벤치마킹 및 설계경향 분석 예시

PUI 설계요소	PUI 설계항목	Model A	Model B	Model C	설계 경향
부품 A	크기 (H×L×T; cm)	18.5 × 8.5 × 2.0	20.5 × 12 × 1.5	18.0 × 7.0 × 1.5	- 가로: 11.0 ~ 18.5 cm - 세로: 2.0 ~ 8.5 cm - 두께: 1.5 ~ 3.0 cm
	개수	1	2	2	- 개수: 1~2개 - 사용 방법에 따라 개수가 결정됨

2.2. 제품 평가

2.2.1. 사용성 평가 설문지

제품 요소 특성간 연관성 분석 결과(예: 사용작업-PUI 설계요소, 사용작업-사용성 평가 척도)를 토대로 제품 사용성 평가 설문지를 작성하였다. 설문지는 제품의 PUI 설계요소별 관련 사용작업과 각 작업에 해당하는 인간공학적 사용성 평가 기준에 따라 내용을 구성하였다(표 6). 기초분석에서 파악된 제품 PUI 설계요소 및 제품 사용작업, 그리고 인간공학적 사용성 평가 결과를 토대로 설문지는 평가 제품에 대해 종합적으로 평가할 수 있도록 작성되었다. 설문은 인간공학적 사용성 평가 기준별로 3점(보통)을 기준으로 하여 1~2점(선호도

낮음)에서 4~5점(선호도 높음)까지 표기할 수 있도록 작성되었다.

2.2.2. 경험 평가 실험

평가 실험은 실제 제품 사용환경과 유사하게 설비된 장소에서 참여자가 직접 제품을 사용하며 개발된 사용성 평가 설문지를 작성하는 방법으로 수행하였다. 평가제품 기초분석 단계에서 파악된 제품 사용환경 분석 결과를 토대로 실제 제품을 사용하는 환경(예: 사용공간, 가구)과 유사한 실험실을 설비하였다. 또한 제품의 실사용자를 대상으로 참여자를 모집하고 3~4명을 한 그룹으로 만들어 focus group 방식으로 제품 사용성 평가를 수행하였다.

[표 6] 제품 평가 설문지 예시

구분	사용 작업	인간공학적 사용성 평가기준	제품 Model		
			Model A	Model B	Model C
부품A	부품A 연결	부품A를 본체에 <b>한 번에 실수 없이 장착</b> 할 수 있는 정도	낮음 보통 높음 ① ② ③ ④ ⑤	낮음 보통 높음 ① ② ③ ④ ⑤	낮음 보통 높음 ① ② ③ ④ ⑤
		부품A를 본체에 <b>쉽게 장착</b> 할 수 있는 정도	① ② ③ ④ ⑤	① ② ③ ④ ⑤	① ② ③ ④ ⑤
	부품A 해체	부품A 해체 button을 <b>쉽게 조작</b> 할 수 있는 정도	① ② ③ ④ ⑤	① ② ③ ④ ⑤	① ② ③ ④ ⑤
		부품A 해체가 <b>쉽게 이루어</b> 지는 정도	① ② ③ ④ ⑤	① ② ③ ④ ⑤	① ② ③ ④ ⑤
	부품A 보관	부품A를 정리 정돈하여 <b>보관</b> 하기 쉬운 정도	① ② ③ ④ ⑤	① ② ③ ④ ⑤	① ② ③ ④ ⑤
		필요 시 부품A를 <b>손쉽게</b> 찾아 쓸 수 있는 정도	① ② ③ ④ ⑤	① ② ③ ④ ⑤	① ② ③ ④ ⑤

평가 방법으로는 사용자가 평가 대상 제품들을 모두 직접 사용해보면서 설문 응답하도록 하였으며, 설계요소별로 제품을 사용한 후 평가하여 설문을 작성하는 과정을 수행하도록 하였다. 실험자는 설문이 진행되는 과정을 지켜보며 특이 사항을 기록(예: 사진, 동영상)하거나 간단한 인터뷰를 수행하여 참여자의 의견을 수집하였다.

**2.3. 평가 결과 분석**

실험 결과는 제품 요소 특성(제품 PUI 설계요소, 사용작업, 인간공학적 평가 기준)과 요소 특성간의 연관성을 고려하여 체계적으로 분석하였다. 설문은 제품 PUI 설계요소별, 사용작업별 관련 인간공학적 평가 기준에 대하여 설문 평가(표 7)가

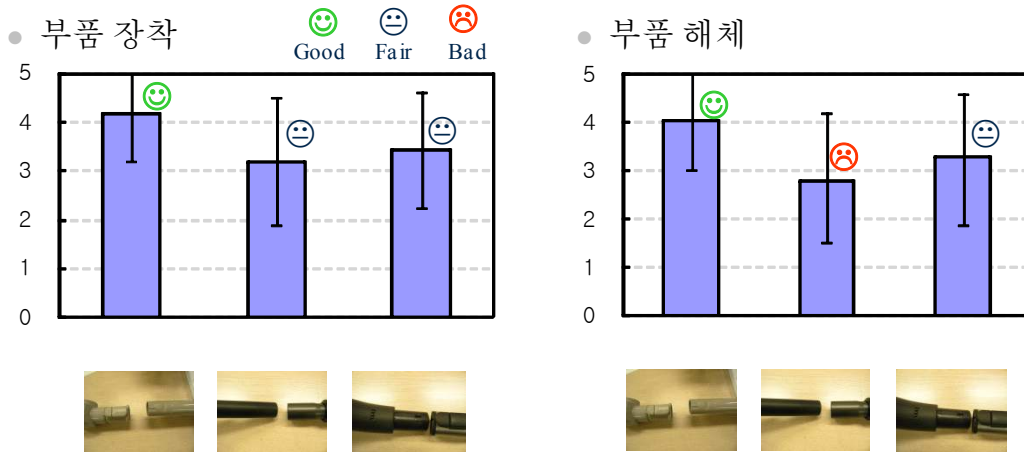
이루어졌으므로, 이를 제품 사용작업별 제품 PUI 설계요소 측면(표 8)에서 분석하고자 하였다. 이를 위하여 제품 사용작업과 연관성을 가진 모든 PUI 설계요소를 매핑하고, 사용작업에 따른 여러 인간공학적 평가 기준의 종합된 평가 점수를 PUI 설계요소별로 정리하였다. 정리된 PUI 설계요소는 관련 제품 사용작업에 따라 정리하여 계층적 구조를 형성하였다(표 8). 최종적으로, 제품 사용작업별로 정리된 관련 PUI 설계요소에 대하여 평가 제품들 간에 평가 결과를 비교하고 사전 수행된 벤치마킹 결과를 활용하여 각 PUI 설계요소별 우수 설계특성 및 설계 개선사항을 분석하였다(그림 2).

[표 7] 설문 결과 정리 예시

구분	사용작업	인간공학적 사용성 평가기준	제품 Model A		
			평가자 1	평가자 2	평가자 3
부품A	부품A 연결	부품A를 본체에 <b>한 번에 실수 없이 장착</b> 할 수 있는 정도	5	4	3
		부품A를 본체에 <b>쉽게 장착</b> 할 수 있는 정도	5	4	3
	부품A 해체	부품A 해체 button을 <b>쉽게 조작</b> 할 수 있는 정도	5	4	3
종합			4.0	4.0	2.5

[표 8] 제품 사용작업별 PUI 설계요소별 분석 예시

사용작업	연관 제품 설계요소	제품 Model A		
		평균	최대값	최소값
부품A 연결	부품 B	4.0	5.0	3.0
	부품 C	4.0	5.0	3.0
	부품 D	4.1	5.0	3.0
부품A 해체	부품 B	4.3	5.0	4.0
	부품 C	4.1	5.0	4.0
	부품 D	4.3	5.0	4.0



[그림 2] 제품 PUI 설계요소별 우수 및 개선 사항 분석 예시

### 3. 토의

본 연구에서는 제품의 요소 특성 및 요소 특성간의 연관성을 분석하여 이를 평가설문 작성 및 평가 결과 분석에 체계적으로 사용하였다. 제품의 요소 특성으로는 제품 사용작업, 제품 사용 환경, PUI 설계요소, 그리고 인간공학적 사용성 평가 기준을 분석하였다. 이를 토대로 평가 설문문의 구조와 내용을 작성하였으며, 평가 결과는 제품 사용작업별과 제품 PUI 설계요소별로 분석하였다. 제품의 요소 특성별로 평가항목을 설계하고 분석함으로써 제품의 다양한 특성을 전반적으로 평가할 수 있었다.

본 연구에서는 경험 평가 실험을 수행하여 제품의 다양한 설계 요소별 특성에 대해 평가하도록 하였다. 본 연구에서는 참여자의 제품 사용 경험을 통해 PUI 설계요소 각각에 대한 심층적인 평가를 수행할 수 있었다.

본 연구에서는 정해진 제품에 대한 제품 사용성의 상대적인 비교만 수행하였으므로 추후 제품 PUI 설계요소별 최적화된 설계 특성치를 도출하는 연구가

필요하다. 본 연구에서는 평가 대상 제품군 중 특정 제품 몇 종만을 대표적으로 평가하였으므로, 평가 제품 내에서의 우수 설계 특성은 도출할 수 있었으나 최적화된 설계 특성치는 도출하지 못하였다. 따라서 제품 사용작업 및 PUI 설계요소 분석 방법을 기반으로 하되, 평가 제품이나 PUI 설계요소를 다양하게 준비하여 보다 정확한 설계 특성치를 도출하는 연구가 필요하다.

본 연구에서는 참여자에 의해 평가된 결과를 해석함에 있어 상당한 시간이 소요되었다는 한계가 있으며, 추후 평가 결과 분석 시간을 단축시키는 분석 시스템 개발이 필요하다. 평가 결과는 제품 사용작업별과 PUI 설계요소별 측면으로 다양하게 분석이 이루어졌으므로, 사용 작업이나 PUI 설계요소가 많을수록 분석이 복잡하고 오래 소요되게 된다. 따라서 평가된 결과를 입력하면 제품의 다양한 요소 특성(예: 제품 사용작업, PUI 설계요소 등)에 따라 곧바로 종합적인 평가점수가 도출되도록 하는 분석 시스템의 개발이 필요하다.

## 참고문헌

- [1] ISO 9126 (1991), Software Engineering Product Quality.
- [2] Brand and Hollister (1999), *Clinical Mechanics of the Hand*, (3rd ed.), Mosby.
- [3] Colle and Hiszem (2004), Standing at a kiosk: Effects of key size and spacing on touch screen numeric keypad performance and user preference. *Ergonomics* 47, pp.1406-1423.
- [4] Drury and Hoffmann (1992), A model for movement time on data-entry keyboards. *Ergonomics* 35, pp.129-147.
- [5] 장준호, 이상기, 유희천 (2006), 손 동작 분석을 통한 제품 설계 평가 방법의 개발. *대한인간공학회 2006 춘계학술대회*.