

# 자연스러운 사용 동작을 적용한 인간공학적 제품 설계 방법 개발

## Development of an Ergonomic Product Design Methodology Based on Natural Human Motion Analysis

김수진\*, 박장운\*, 이원섭\*, 윤성혜\*, 정기효\*, 김문성\*, 유희천\*

\* 포항공과대학교 기계산업공학부

교신저자: 김수진([usagi@postech.ac.kr](mailto:usagi@postech.ac.kr))

### ABSTRACT

제품 설계 시 사용자의 자연스러운 사용 동작을 고려한 제품은 사용자로 하여금 제품에 대한 사용편의성과 만족감을 향상시킨다. 본 연구는 동작 분석 기법을 활용하여 제품 사용 시 요구되는 사용자의 자연스러운 동작을 정량적으로 분석하고, 이를 제품 설계에 반영하는 인간공학적 제품 설계 방법을 개발하였다. 사용자의 자연스러운 동작을 고려한 제품 설계를 위해 (1) 설계 대상 제품의 설계 특성(예: 형태, 크기, 사용 환경) 분석, (2) 동작 분석 기법을 활용한 자연스러운 사용 동작 특성의 정량적 분석, (3) 자연스러운 동작 특성을 반영한 제품 설계, 그리고 (4) 개선안과 기존 제품의 비교를 통한 설계 타당성 평가를 수행하였다. 본 연구는 제품 사용 시 자연스러운 동작의 특성을 정량적으로 분석하는 방법을 개발하였으며, 분석된 자연스러운 동작의 특성을 제품 설계에 반영하는 방법을 개발하였다. 또한, 고안된 제품 설계 방법을 활용하여 냉장고 부품(예: half guard)의 인간공학적 설계에 적용하였다. 본 연구에서 개발된 제품 설계 방법은 인간공학적인 제품 개발에 유용하게 활용될 것으로 예상된다.

**Keyword:** 자연스러운 동작, 동작 분석, 인간공학적 제품 설계

## 1. 서론

인간공학적인 제품 개발을 위해 제품의 사용 동작 특성을 고려한 제품 설계 연구가 활발히 이루어지고 있다. 예를 들어, 제품 사용 시 자연스러운 자세 및 동작을 유발하는 드럼세탁기(Nyberg and Kempic, 2006)는 사용 동작을 고려한 제품 설계의 대표적인 예로

사용 동작이 제품의 효율성과 안락감에 미치는 영향을 나타낸다. 이 외에도 제품의 사용 동작 특성을 고려하여 설계된 인간공학적 키보드(Nelson et al., 2000), 마우스(Karlqvist et al., 1999) 등은 사용자의 동작 특성을 고려한 제품 설계의 대표적인 사례들이다

최근에는 기존의 제품 사용 동작 분석에서 한 단계 앞선 제품의 자연스러운 사용 동작 분석을 통한 제품 설계 및 평가 연구가 진행되고 있다. 그 예로 장준호 외(2007)는

\* 이 논문은 2007년도 정부(과학기술부)의 재원으로 한국과학재단의 특정기초연구사업으로 수행된 연구임 (No. R01-2007-000-20754-0)

가정용 진공청소기의 자연스러운 사용 동작을 분석하고 이를 제품의 사용 시의 동작과 비교하여 해당 제품에 대한 인간공학적 평가를 수행하였다.

기존 연구는 제품의 설계 및 평가에 자연스러운 동작 분석을 반영한 초기연구로써 그 의의가 있지만, 자연스러운 동작 궤적을 체계적으로 분석하여 직접 제품 설계에 반영하는 부분은 미흡하였다.

본 연구는 제품 사용 시 자연스러운 동작 특성을 정량적으로 분석하고 이를 제품 설계에 적용하는 일련의 체계적인 방법을 개발하였다. 개발된 방법은 냉장고 부품(half guard)의 인간공학적 설계에 활용되어 사용편의성이 향상된 냉장고 부품 설계에 적용되었다. 또한, 본 연구 방법을 통해 새로 설계된 냉장고 제품을 기존 시제품과의 사용 편의성 측면에서 비교 분석함으로써 도출된 설계 개선안의 타당성을 검증하였다.

## 2. 자연스러운 동작을 적용한 제품 설계 방법

사용자의 자연스러운 제품 사용 동작을 반영하여 제품을 설계하는 방법은 4 단계(제품 설계 특성 분석, 자연스러운 동작 특성 분석, 자연스러운 동작 특성을 반영한 제품 설계, 개선안에 대한 타당성 평가)로 구성된다(그림 1 참조). 첫째 단계는 제품 설계 특성 분석은 제품의 구성 요소와 사용자의 사용 동작 특성을 분석한다. 다음은 자연스러운 동작 측정 및 특성 분석은 파악된 제품의 설계 특성과 사용 동작을 기반으로 동작 측정 시스템을 활용하여 제품의 자연스러운 사용 동작을 측정하고 이를 정량적으로 분석하는 단계이다. 정의된 세 번째는 자연스러운 동작

특성을 반영한 제품 설계는 앞서 측정된 자연스러운 동작 특성을 반영하여 제품을 설계하는 단계이다. 마지막으로 제품 설계의 타당성 평가는 개선된 설계와 기존 설계와의 주관적 만족도를 비교 분석하여 개선 설계의 타당성을 검증하는 단계이다.



그림 1. 자연스러운 동작을 고려한 제품 설계 절차

### 2.1 제품 설계 특성 분석

제품 설계 특성 분석은 대상 제품에 대한 설계 구성 요소 분석과 작업 특성 분석의 2가지로 구성된다. 먼저, 설계 요소 분석은 기본적인 제품 설계 특성을 이해하기 위한 과정으로 제품의 형태, 높이, 길이, 두께, 사용 문제점 등을 조사하여 대상 제품의 설계 경향 및 사용상의 문제점을 분석한다(그림 2 참조). 작업 특성 분석은 설계 대상 제품이 사용되는 작업의 동작 특성들(예: 반복성, 사용 편의성 등)을 파악하고 이를 바탕으로 분석 대상 동작을 결정한다.

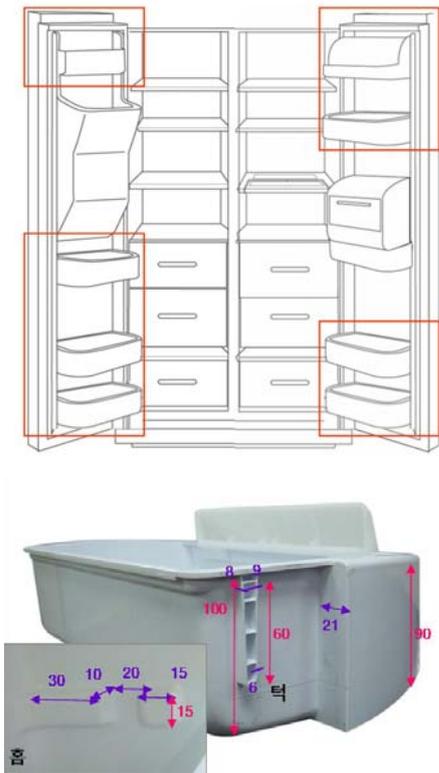


그림 2. 설계 대상 제품의 특성 분석

## 2.2 자연스러운 동작 측정 및 특성 분석

제품 사용시 요구되는 자연스러운 동작은 제품의 형태, 사용 환경 등의 제약 없이 제품 사용의 궁극적인 목표를 편안하고 자연스럽게 달성할 때의 동작을 뜻한다. 이러한 제품의 자연스러운 사용 동작은 피실험자에게 최대한 제품을 자연스럽게 편안하게 사용할 때의 동작으로 측정된다(측정 도구: motion capture system).

측정된 자연스러운 제품 사용 동작은 피실험자의 선호에 따라 차이가 있을 수 있으므로 각 피실험자간의 자연스러운 동작 궤적에 대한 회귀분석을 통해 대표 자연스러운 동작 궤적을 추출한다. 이때 회귀분석 수행 시 제품의 특성에 대한 고려가 필요하다. 이를테면 동일 제품이지만 높이에 따라 사용동작이 상이한 제품의 경우에는 높이 별로 회귀분석을 수행할 수 있다. 그림 3 은 냉장고

half guard 장착 시의 자연스러운 동작 궤적으로 총 5 명의 피실험자가 2 회씩 반복한 동작을 분석하여, half guard 의 높이 별 자연스러운 동작 궤적을 정의한 예이다.

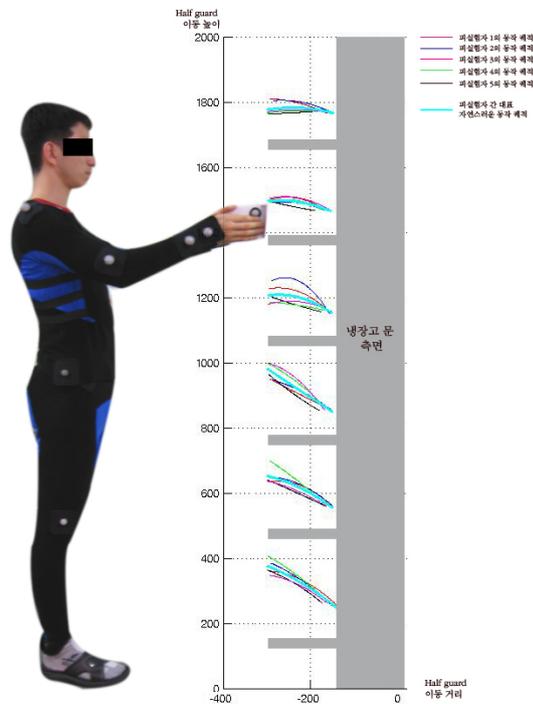


그림 3. 도출된 자연스러운 동작 궤적

## 2.3 자연스러운 동작 적용을 통한 제품 설계

앞서 파악된 자연스러운 동작의 특성을 직접 제품 설계에 반영하는 단계이다. 이때 자연스러운 동작 특성은 동작의 패턴이나 방향, 이동거리, 움직임 속도 등 다양하게 정의될 수 있다. 이러한 설계 요소들을 제품 설계에 적용하여 다양한 설계 개선안을 도출한다. 도출된 설계 개선안들은 사용자들로 하여금 제품 사용 시 사용 편의성 향상과 자연스러운 동작이 유인이라는 목표를 가진다.

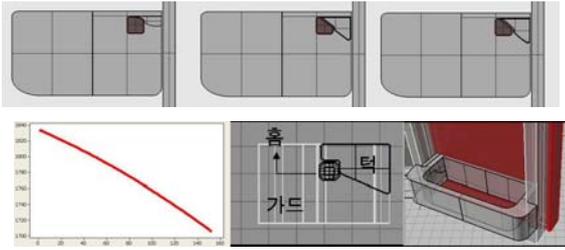


그림 4. 자연스러운 동작을 반영한 설계

## 2.4 개선안에 대한 타당성 평가

마지막으로 설계된 개선안에 대한 설계 타당성을 검증한다. 비록 자연스러운 동작을 반영하여 제품을 설계하였지만 사용자마다 선호하는 사용 동작의 기준이 다를 수 있기 때문에 사용편의성 측면에서 제품의 설계의 타당성에 대한 검증이 필요하다. 타당성 검증 방법으로는 개선 설계안에 대한 사용 동작과 자연스러운 동작과의 유사한 정도를 분석하는 방법이 있으며 또한 기존 제품과의 주관적 만족도 비교를 통해서도 분석 가능하다.

## 3. 토의

본 연구에서는 제품에 대한 기본 특성 분석을 바탕으로 자연스러운 사용 동작을 체계적으로 분석하고, 이를 제품 설계에 적용하여 개선 설계안을 도출, 그에 대한 타당성 검증이라는 일련의 절차를 제안하였다. 제안된 방법은 반복적인 작업, 또는 불편한 동작을 요구하는 제품 설계를 사용 동작 측면에서 개선함으로써 사용 편의성 향상을 위한 제품 설계 방법으로 기여할 것으로 예상된다.

## 참조 문헌

장준호, 유희천 (2007). 동작 분석을 통한 인간공학적 제품 설계 평가 프로세스 개발.

대한산업공학회 2006 추계학술대회지.

Nyberg, P., and Kempic, J. (2006). Transforming the Laundry process, *Ergonomics in Design*, 14(2), 16-21.

Nelson, J. E., Treaster, D. E., and Marras, W. S. (2000). Finger motion, wrist, motion and tendon travel as a function of keyboard angles. *Clinical Biomechanics*, 15, 489-498.

Karlqvist, L., Bernmark, E., Ekenvall, L., Hagber, M., Isaksson, A., and Rostö, T. (1999). Computer mouse and track-ball operation: Similarities and differences in posture, muscular load and perceived exertion. *Industrial Ergonomics*, 23, 157-169.