

Human-Centered Design of Machine Tools

Dooho Jung, Hoiju Jung, Sanghyuk Lee, Hyungjoon Kim

Ergonomics Part, Virtual Product Management Team, Doosan Infracore, Incheon, 401-702

ABSTRACT

Objective: The purpose of this study is to improve the usability of machine tools. **Background:** In the machine tools industry, Germany and Japan are in higher level in technology while China and Taiwan have the competitiveness in price. Korean manufacturers are continuously challenged for survival with product differentiation between two groups. Now one of what Doosan is focusing on to precede the competitors is to have competitiveness of usability quality in Ergonomics point of view. **Method:** In this study, human-centered design process includes literature review, task analysis, measurement & 3D modeling, field usability testing, and virtual product assessment. **Results & Achievement:** Main results are the design improvements, suggesting ergonomic guidelines and corporate standards. The intentions for design improvements to enhance usability were applied to Doosan SMX series (multi-tasking machine tools) completely. Finally Doosan SMX series has received the Red Dot Award in 2014. **Conclusion:** Virtual product development is effective for deriving quantitative improvements. Field usability testing and virtual product development procedure are mutually complementary. **Application:** Human-centered design will be applied to other machine tools.

Keywords: Machine Tools, Human-Centered Design, Virtual Product Development, Field Usability Testing

1. Introduction

공작기계(Machine Tools)는 소재를 가공하여 필요한 모양을 만드는 기계로, 기계를 만드는 기계라는 점에서 Mother Machine이라 불릴 만큼 모든 산업의 기초가 되는 제품이다. 세계 공작기계 시장은 일본, 독일 등 선진국이 기술 경쟁력 우위를 앞세우고 중국, 대만 등 후발국이 가격 경쟁력 우위를 바탕으로 국내 공작기계 제조사를 위협하고 있다. 이에 따라 두산인프라코어는 제품 경쟁력 강화를 위해 두산 공작기계의 고유한 정체성을 확립하고, 고객의 사용 편의성을 개선하기 위해 Design Innovation을 지속적으로 수행하고 있다. 본 논문에서는 경쟁사와 차별화된 사용자 편의성 확보를 위해 인간 중심 설계를 고려한 공작기계 개발에 대해 살펴보고자 한다.

2. Method

공작기계 개발 시 설계 단계에서 경쟁 우위의 사용 편의성을 확보하기 위해 다음과 같은 인간 중심 설계

과정을 수행하였다.



Figure 1. Field usability testing

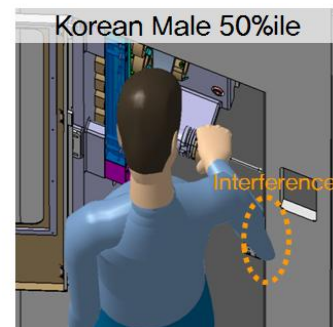


Figure 2. Virtual product assessment

Table 1. Research outcomes

No.	Machine Tools	Outcomes
1	Multi-Tasking Turning Center	19 Improvements (Applied Completely)
2	Horizontal Machining Center	17 Improvements (Design in Progress)
3	Horizontal Turning Center	13 Improvements (Design in Progress)
4	Vertical Machining Center	Benchmark Tests
5	All	12 Corporate Standards
6	All	Basic Ergonomic Guidelines (Literature Review)

첫째, 신규 개발하는 주력 공작기계에서 사용자가 수행하는 작업을 분석(Task Analysis)하여 주요 평가 대상 항목을 도출하였다.

둘째, 평가 대상 항목을 대상으로 Figure 1와 같이 사용자 대상 평가를 수행하는 방법과 Figure 2와 같이 Human model을 이용하여 VPD(Virtual Product Development) 절차를 병행하여 자사의 선행 장비와 경쟁사 장비의 사용 편의성을 평가하였다.

셋째, 자사 장비와 경쟁사 장비의 평가 결과를 비교 분석하고 인간공학의 이론과 원리, 인간공학 관련 국제 표준을 근거로 정량적인 개선 방향을 도출하였다.

3. Results & Achievement

본 연구를 통해 3개 공작기계의 개선 방향을 도출하였으며, 1개 공작기계의 경쟁사 장비를 분석하였다(Table 1). 이 중 Multi-Tasking Turning Center인 SMX series의 개선 방향은 설계에 적용 완료되었으며, 그 외 2개 공작기계의 연구 결과는 설계 적용 진행 중이다.

아울러 동종 장비군에 공통으로 적용 가능한 12건의 자사 기술 표준을 등록하였으며, 국제 표준 및 문헌 자료를 바탕으로 인간공학 기본 설계 가이드를 도출하였다 (Table 1).



Figure 3. Doosan SMX series (multi-tasking machine tools)

두산 SMX series 공작기계가 고객 편의성과 인간 중심 설계를 고려한 Design의 혁신성을 인정 받아 국내 업계 최초로 세계 3대 산업 디자인상인 Red Dot Award 2014를 수상(Figure 3)하였다.

4. Conclusion

인간 중심 설계를 현업에 적용하면서 사용자 대상 평가는 공작기계 사용 상의 문제점을 현장에서 도출하는데 유용하지만, 평가 결과를 바탕으로 정량적인 개선안을 제시하기에는 부족함이 있었다. 반면 VPD는 Simulation을 통해 예측하지 못한 새로운 문제점을 도출하기는 어렵지만, Human model을 통해 정량적인 설계 개선안을 제시하고 설계자와 의사 소통하는 방법으로 효율적이었다. 현업에서 사용자 대상 평가와 VPD의 장단점을 상호 보완한 활용이 필요하다.

Author listings

Dooho Jung: dooho.jung@doosan.com

Highest degree: M.D, Department of Industrial Engineering, Korea University

Position title: Assistant Research Engineer, Ergonomics Part, Doosan Infracore

Areas of interest: UI/UX, HMI

Hoiju Jung: hoiju.jung@doosan.com

Highest degree: M.D, Department of Mechanical Engineering, Korea University

Position title: Assistant Research Engineer, Ergonomics Part, Doosan Infracore

Areas of interest: Usability & Human Factors in Constructive Equipment

Sanghyuk Lee: sanghyuk1.lee@doosan.com

Highest degree: B.A, Department of Industrial Engineering, SNU

Position title: Assistant Research Engineer, Ergonomics Part, Doosan Infracore

Areas of interest: Human Factors & Cognitive Engineering in Equipment Operating

Hyungjoon Kim: Hyungjoon3.kim@doosan.com

Highest degree: M.D, Department of Mechanical Engineering, Korea University

Position title: Chief Research Engineer, Ergonomics Part, Doosan Infracore

Areas of interest: Usability & Human Factors in Constructive Equipments & Machine tools.