

3차원 인체모형을 이용한 굴삭기 운전실의 조종장치 디자인

Design for a control instrument of excavators cabin by using a 3-dimensional human model

정성원 Jeong Seong Won
(주)볼보건설기계 연구개발팀

정의철 Jung Euy Chul
경남대학교 산업디자인과

R&D Team
Volvo construction equipment Korea, Ltd

Dept. of Industrial Design
Kyungnam Univ.

중심어 : 3차원 인체모형, 시야, 동작한계, CAD, Modeling, 굴삭기, 운전실

1. 서론

1990년대에 접어들면서 기업의 제품개발환경은 급속히 변화하였다. 디자인, 설계, 시험, 프로토타입 및 생산에 이르는 순차적이고 전통적인 개발환경으로부터 디자인에서 생산까지를 CAID/CAD/CAM을 이용한 통합된 시스템으로 일관되게 진행하는 동시공학을 적용함으로써 제품의 개발기간과 비용을 단축시키고 있다.

이러한 제품개발환경의 변화는 굴삭기를 비롯한 중장비 개발에도 적용되었는데, 현재는 모든 디자인이 CAID를 통한 3차원 모델링을 통하여 행해지고 있으며 디자이너가 의도한 대로 모든 3차원 형상이 그 다음 단계로 왜곡이나 누락 없이 정확히 이관되고 있다. 그러나 중장비 개발에 있어서 3차원 모델링을 통한 정보의 공유만으로 개발일정 및 비용을 줄일 수 있는 것은 아니다. 정확한 정보의 흐름이 보편화된 현 시점에서 개발기간을 단축시킬 수 있는 가장 큰 요인은 디자인이관 이후의 피드백과정을 줄이는데 있다고 판단된다. 일반인들에게 익숙하지 않은 중장비라는 특수성과 디자인에 우선하여 해결해야 되는 기술적 문제들, 중장비를 제약하고 있는 각종 규정들 때문에 종종 디자인단계로 피드백이 발생하고 있으며 전체 디자인 기간의 절반 이상을 차지하고 있기 때문이다.

본 연구에서는 굴삭기 운전실 조종장치의 디자인과정에 3차원 인체모형을 이용하여 디자인 안의 비교 및 평가를 수행함으로써 디자인이관 이후에 다시 디자인 단계로 피드백되는 많은 문제점을 줄이고자 하였다.

2. 3차원 인체모형

2-1 3차원 인체모형의 특징 및 종류

3차원 인체모형이란 컴퓨터, 즉 CAD상에서 구현된 인체모형을 말한다. 인체의 형태 및 물리적 크기, 관절 및 근육에 대한 속성을 측정하여 정량적으로 구현하였으며 통계학적 비율에 의하여 모델링 되어졌다. 3차원 인체모형과 디지털 목업을 이용하여 CAD상에서 실제 상황과 같이 모의실험을 할 수 있으며 디자이너가 여러 가지 상황을 만들면서 실 제품에서의 사용성, 피로도, 운전실의 시야 및 운전자의 동작한계 등을 평가할 수 있다.

현재 자동차설계 과정에서는 패키지레이아웃 단계에서 운전자의 시야, 동작한계, 간섭, 피로도 등과 같은 인체계측학적 평가에 주로 사용되고 있으며 대표적 3차원 인체모형은 캐나다의 SafeWork, 독일의 RAMSIS, 미국의 JACK 등이 있으며 PC기

반의 프로그램으로서 Mannequin Pro, ErgoSPACE등이 있다.

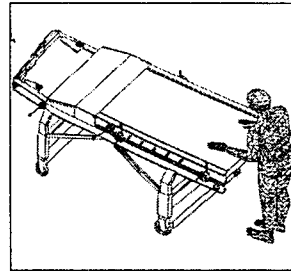


그림1. Mannequin에서의 동작시험

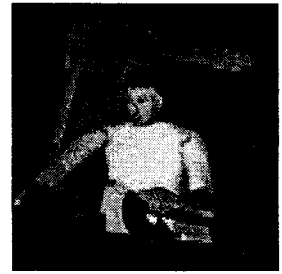


그림2. JACK에서의 동작시험

2-2 중장비 디자인에의 적용 사례

최근, 중장비 디자인 분야에서 3차원 인체모형을 이용하여 운전자의 사용환경과 인체계측학적 요소를 평가하고 적용하는 것에 대한 연구가 서서히 진행되고 있으며 전통적인 스케치와 렌더링, 2D 도면 등에 의한 2차원적이고 정성적인 요소들을 3차원 CAD내에서 디지털목업과 인체모형을 이용하여 목업제작 후 나타난 디자인 문제점을 해결하는 도구로 활용되었다.

삼성중공업(주)의 휠로다는 초기 디자인 시 2D 도면상에서, 운전실에 앉은 운전자에게 앞바퀴 옆에 서 있는 다른 사람이 보아야 하는 요구조건을 만족한다고 하였으나 (그림3)에서 보여지는 것처럼 운전실의 좌측 패널에 가려져 외부의 사람이 보이지 않음을 쉽게 알 수 있다. 그 결과 (그림4)처럼 운전실의 좌측 패널의 크기와 B-Post의 위치를 조정함으로써 재디자인 되어 졌다. 이러한 상황은 운전자의 시야, 동작한계, 간섭 등이 중요한 디자인 요소로 여겨지는 중장비의 운전실, 자동차 운전실 등에 특히 유용하게 사용될 수 있을 것이다.



그림4. 초기 디자인 안의 운전자 시야



그림5. 3차원 인체모형을 통한 시야 개선

3. 디자인 정의

3-1 제품의 정의

굴삭기 운전실에는 굴삭기 조종 및 편의장치 조작을 위한 작업레버, 스위치 등이 운전자를 중심으로 40여개 정도 배치되어 있다. 제한된 실내공간으로 인하여 운전자의 팔을 지지하는

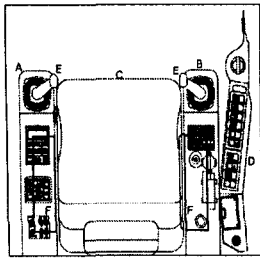


그림 6. 운전실 조종장치

회전시켜야 되는 이중 동작의 불편함을 유발시키고 있다.

기능을 하는 암레스트(Arm rest) 하단, 좌·우 콘솔(Console)상단면에 밀집되어 위치하게 된다. 그런데 (그림5)에서 보는 바와 같이 콘솔 상단면은 암레스트에 의해 가려지게 되고 스위치 조작을 위해서는 암레스트를 뒷 쪽으로 회전시키고 조작 후 다시 원래대로

3-2 요구사항 / 개선방법

조종장치에 대한 고객/제조업체의 요구를 바탕으로 (표1)과 같이 개선방법을 설정하였다.

현 모델의 문제점	개선 방법	비 고
암레스트와 조종장치의 간섭으로 인한 조작불편	운전실의 시야조건을 만족하는 범위에서 스위치 재배열	3차원 인체모델을 이용한 평가
암레스트와 조종레버 간섭 위험	운전석에 부착된 암레스트의 위치 이동	자세편의성 평가
암레스트의 높이 조절 불가능	운전자의 신체적 조건에 따라 운전자가 조절 가능	

표 1. 조종장치의 개선방법

4. 3차원모델링 / 평가

상기에서 논의된 요구사항을 고려한 디자인 1차 안을 아이디어 스케치를 통하여 나열한 뒤 주관적 평가에 의해 2가지 안으로 압축하고, 그 2가지 안에 대한 3차원 모델링을 와이어프레임으로 수행한 뒤 3차원 인체모델을 동일 공간으로 위치시켰다.(그림6, 그림7 참조) 이 과정의 작업시간을 최소화하기 위하여 평가에 필요한 부분만 모델링 하였으며 운전석은 기존의 형상대로 모델링 되었다.

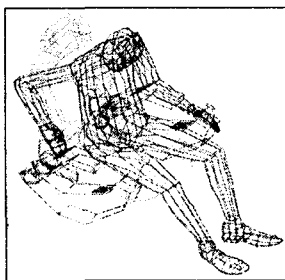


그림 6. A안에 대한 와이어프레임 모델링

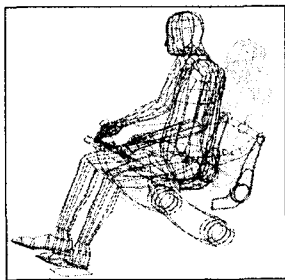


그림 7. B안에 대한 와이어프레임 모델링

A안은 암레스트가 콘솔에 고정되어 있으며 스위치는 암레스트 뒷 면과 콘솔 전방 상면에 부착되어 있으며 B안은 별도의 스위치 패널을 지지대를 통하여 시트에 고정시켜 운전자가 운전석에 앉았을 때 머리위에서 회전시켜 사용하는 방식이다.

A안과 B안을 비교하기 위하여 동일한 3차원 공간에 배치하고 각각의 자세편의성, 운전실의 시야 및 동작한계 등을 평가하고 그 결과를 바탕으로 최종 디자인 안을 결정하였다.

(표2)의 결과는 A안이 B안 보다 운전자에게 다소 불편함을 준다는 사실을 보여준다. B안은 암레스트 뒷 쪽의 스위치 조작을 위하여 부자연스러운 신체의 움직임을 필요하기 때문이었다. (그림8)은 B안의 시야 평가를 나타낸 것이다. B안에서 스케치 당시 걱정했던 시야문제는 발생하지 않은 것으로 나타났다. 동작한계는 스케치 당시 예상한대로 두 가지 안 모두 문제가 없었다.(그림9)

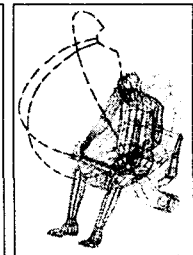
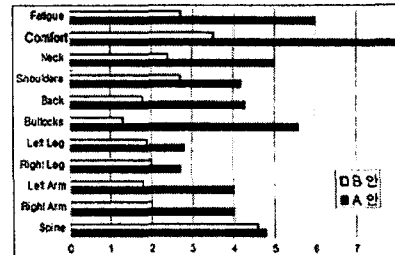


그림 9. B안의 동작한계

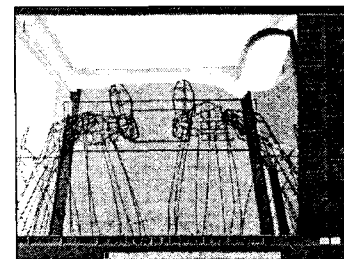


그림 8. B안의 운전실 시야평가



그림 10. 최종 모델링

상기에서 평가된 결과를 종합하여 최종 디자인 안은 B안으로 하였으며 B안을 바탕으로 발전시켜 최종 3차원 모델링을 완성하였다.(그림10)

5. 결 론

3차원 인체모델을 이용하여 굴삭기 운전실의 시야, 운전자의 동작한계, 자세편의성 등을 3차원 CAD내에서 비교 분석할 수 있었다. 디자인 과정에서 이러한 분석을 수행하기 위하여는 작업시간의 최소화를 위하여 아이디어 스케치 이후 몇 종의 안으로 압축된 안에 대하여 와이어프레임을 이용하여 필수부분만 모델링하는 것이 필요하다. 현재는 제조업체의 설계단계에서 부분적으로 이용되고 있는 3차원 인체모델이 디자인 아이디어의 발전과 결정도구로 응용될 수 있다면 디자인 이후의 발생가능한 문제점을 사전에 줄임으로써 제품전체의 개발기간과 비용을 절약하는데 기여할 수 있을 것이다. 또한 이것은 중장비라는 다소 특수한 대상에 대한 디자인해결안의 타당성 제시의 측면에서도 유리하게 작용할 수 있다고 여겨진다.

다만 3차원인체모델은 제품의 조형에 대한 평가가 아닌 위치, 자세, 시야, 동작한계 등을 평가하게 함으로써 주어진 제한 범위 내에서 제품화가 가능한 조형작업을 이룰 수 있도록 도움을 주는 도구로 여겨져야 할 것이다.

* 본 연구에서 수행한 3차원 모델링은 CATIA에서, 3차원 인체모델을 이용한 평가는 (주)디자인드림 회사의 도움으로 RAMSIS를 이용하여 수행되었음.