

상용 모델링 시스템의 인체모델링 기능 : CREO의 마네킨 모듈의 예

글 _ 허환호 _ PTC Korea _ hhh@ptc.com

아직도 제품 개발 시 인간 공학을 충분히 고려한 설계는 일부 특정 분야에 국한되어 있으며, 대다수 엔지니어들은 관련자료와 지식도 부족한 상태이다. 따라서 본 기고는 상용 모델링 시스템이 제공하는 인체모델링 기능을 Creo에 포함되어 있는 마네킨 모듈을 예로 하여 기술하였다.

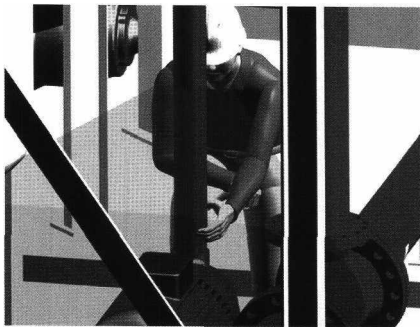


그림 1. 마네킨 작업 자세의 예

갈수록 치열해지는 글로벌 시장에서 제품은 더욱 인간 중심의 제품이 되어야 하며, 개발하는 제품이 인체적 환경에 어떤 문제가 없는지 가장 효율적으로 최적화가 되어 있는지를 체크하고, 불의의 안전사고 혹은 근골격상에 문제를 사전에 방지할 수 있어야 한다. 더불어 작업자 혹은 사용자의 안전성, 편의성을 최적화하여 작업 및 제품 사용의 성능과 품질을 최적화 또한 요구된다. 이미 다양한 인체공학 솔루션이 있지만

대다수가 상당히 높은 가격과 사용이 어렵고 제품 개발을 하고 있는 환경(예: CAD)을 벗어나 별도의 소프트웨어를 사용해야만 하는 등 여전히 일반인이 접근하기에는 많은 제약이 있다.

PTC의 제품 개발 솔루션인 Creo(크리오, 기존 Pro/ENGINEER)에서 구동되는 마네킨 모듈은 인체공학 솔루션의 하나인데 제품개발 환경(예: CAD)환경을 떠나지 않고, 별도의 소프트웨어를 구매하거나 학습 또는 데이터의 변환 없이 인간 공학(ergonomics) 해석을 할 수 있는 편리한 환경을 제공한다. 따라서 개발 중인 제품이나 시스템이 인간 공학적으로 문제는 없는지 유해한 요소는 없는지 상호 작용할 수 있게 체크하고, 세부 설계 프로세스를 최적화함으로써 제품 개발 후반 작업에서 시간과 비용을 절감할 수 있으며, 아래와 같은 장점이 있다.

- 물리적 목업 제작을 최소화 하여 이에 관련된 개발 시간 단축 및 예산 감소할 수 있다.
- 산업재해, 인체 공학 및 작업장 기준의 환경을 고려한 최적화된 설계를 용이하게 한다.
- 전 세계 주요 국가의 인체 모델을 제공함으로써 글로벌 환경에서 특정 국가를 고려한 제품 최적화를 기할 수 있다.
- CAD 환경에서 강력하고 명확한 의사 전달이 가능한 시각적 시뮬레이션 솔루션을 사용하여

사람과 제품간의 복잡한 상호 작용 문제를 교환하고 및 공유할 수 있다.

- 설계 변경이 최종 사용자의 인체에 미치는 영향을 추적하여 사람 중심의 설계 구현할 수 있다.

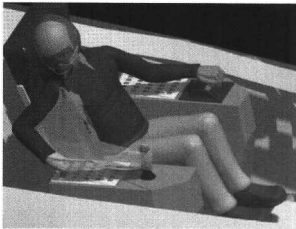


그림 2. 마네킨의 운전 자세의 예

마네킨 모듈은 Creo와 통합되어 있으므로 별도의 설치 과정이 필요 없이 자동으로 설치되며, 마네킨 모듈에서 이용할 수 있는 기능의 기술적 내용을 기술하면 다음과 같다.

1. 제공 라이브러리

- Manikin 모듈은 총 6개국의 체형 모듈과, 그리고 한 개의 공용 체형모듈을 제공하고 있다. 여기 6개국 모형 중 대한민국의 체형 데이터도 포함되어 있다. 한국인의 체형은 기술 표준원의 SIZE KOREA(<http://sizekorea.kats.go.kr>)에서 제공하는 데이터를 기준으로 개발 본사의 R&D 부서에서 개발하였다. 아래의 마네킨 라이브러리를 보면 성별, 국가, BMI, 키, 몸무게가 포함되어 있는데, 이 데이터는 Size Korea의 데이터에 기초하고 있으며 각 모델은 나이의 범위에 대해 구분되어 있음을 알 수 있다.

이름	Gender	Country	Percentile	Height(m)	Weight(kg)	Population Database	Age Group
w.kr_5.asm	female	KOREA	5	1.47	46.31	SIZE KOREA	40-49
w.kr_50.asm	female	KOREA	50	1.55	57.50	SIZE KOREA	40-49
m.kr_95.asm	male	KOREA	95	1.79	89.28	SIZE KOREA	40-49
m.kr_50.asm	male	KOREA	50	1.68	71.03	SIZE KOREA	40-49
m.kr_5.asm	male	KOREA	5	1.57	52.77	SIZE KOREA	40-49
w.kr_95.asm	female	KOREA	95	1.63	68.68	SIZE KOREA	40-49

그림 3. 마네킨 라이브러리의 인체모델 데이터

2. 자세

- 모델링을 위해서는 인체 모형에 자세를 주어야 하는데 이를 세세히 지정하는 것은 매우 시간이 많이 걸리는 과정이다. 따라서 미리 정의된 자세가 많이 있으면 사용에 편의성을 도모할 수 있다. 이런 목적으로 마네킨 모듈은 자주 사용하는 총 64개의 미리 설정된 macro 자세를 가지고 있으며 micro 자세는 모두 91개를 제공하고 있다. 이들을 조합하면 훨씬 더 다양한 자세를 손쉽게 만들 수 있다. 아래 그림은 미리 정의된 자세의 예를 그림으로 보여준다.

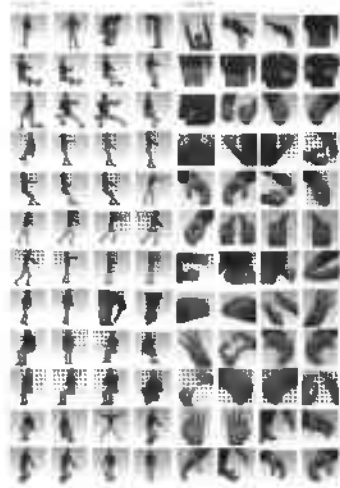


그림 4. 미리 정의된 자세

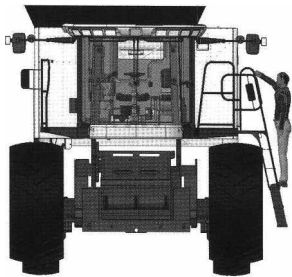


그림 5. 미리 정의된 자세를 이용하여 배치한 예

3. 액세서리

- 모듈은 사용의 편의성을 위해 기본적으로 다수의 액세서리를 내장하고 있으며 사용자들은 필요할 때 이를 추가하여 사용할 수 있다.

4. Motion

- 인체 모형은 모션에 관계된 기본 자세와 세부 자세를 제공하며 이를 조정할 수 있는 기능도 함께 제공한다.
 - 원하는 국가와 사양의 인체를 배치한 후 기본 제공되는 자세(macro & micro)를 부여할 수 있다. 이러한 전환으로 표준 기반의 정확한 3D 인체 모델을 용이하게 모델링 할 수 있으며 이를 제품 모델에 조립하고 사용자의 필요에 따라 조작할 수 있다.
- 세부 동작 설정
 - 큰 자세와 모션이 정해지면 이러한 선행 단계를 기본으로 보다 상세한 세부 동작을 설정할 수 있다.
- 도달 거리
 - 인체 모형을 제품 조립체에 포함시킨 후 설계자가 알아보고자 하는 주요 검증 포인트는 인체모형 위치의 작업자가 작업이 용이한지, 불합리한 요소는 없는지 동일 것이다. 이의 검증은 손쉽게 확인하게 하기 위해 계기판, 스위

치, 패널 등의 위치, 방향, 구조가 작업자가 조작할 때 문제가 발생하지 않는지를 시뮬레이션 하는 기능을 제공한다.

■ 활동 범위

- 상체를 움직여서 활동할 수 있는 범위를 파악하여 작업자의 활동 공간이 충분히 확보되었는지 확인할 수 있다. 더불어 안전 사고 등의 발생에 대한 위험이 없는지를 확인할 수 있다.

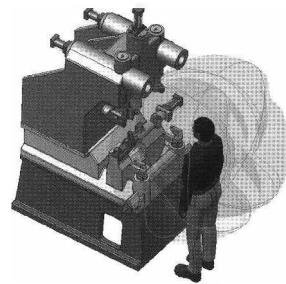


그림 6. 활동 범위의 그래픽 표현

5. 인체 모형을 이용하여 분석하고자 하는 주요한 다음 요소는 인체모형 작업자가 확보할 수 있는 시야이다. 마네킨은 이를 위해 다음과 같이 구분된 5가지의 시야 분석 기능을 제공해 준다.

- 주변 시야 : 확보 할 수 있는 전체 글로벌 시야이다.
- 양안 시야 : 두 눈으로 볼 수 있는 시야를 말한다.
- 최적 시야 : 최적으로 확인할 수 있는 운영 영역의 시야이다.
- 정확 시야 : 정확하게 확인할 수 있는 읽기 영역 시야이다.
- 특정 위치 쳐다보기
 - 지정 위치에서 특정 위치로 쳐다보았을 때 사물이 어떻게 보이는지를 확인하는 기능이며 그림 8과 9에 설명되어 있다.

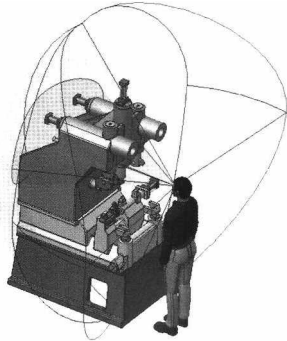


그림 7. 시야각 분석의 그래픽 예

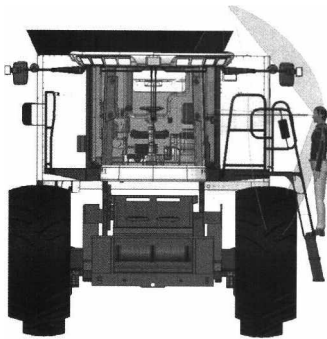


그림 8. 특정위치 보기 설정

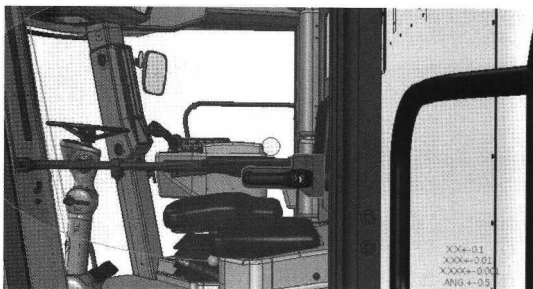


그림 9. 그림 8에서 지정한 특정위치 보기의 결과

6. 인간 공학적 분석 기능

■ 인체 무게 중심점의 계산

- 특정 작업을 위해 구부리는 등의 특이한 자세를 취할 때 인체가 무리한 힘을 받는지 알아볼 필요가 있다. 이를 위해 자세에 따라 무게 중심이 어떻게 변경되는지 확인할 수 있는 기능을 제공한다.

■ RULA 분석

- RULA 분석법은 McAtamney와 Corlett에 의해 근골격계질환과 관련된 위험인자에 대한 개인 작업자의 노출정도를 평가하기 위한 목적으로 개발되었으며, 개발과정에서 의류산업체의 재단, 재봉, 검사, 포장 작업 그리고 VDU 작업자 등을 포함하는 다양한 제조업의 작업을 그 분석연구의 대상으로 하였다. RULA는 어깨, 팔목, 손목, 목등 상지(Upper Limb)에 초점을 맞추어서 작업자세로 인한 작업부하를 쉽고 빠르게 평가하기 위하여 만들어진 기법이다. 이 도구는 EU의 VDU 작업장의 최소 안전 및 건강에 관한 요구 기준과 영국(UK)의 직업성 상지 질환의 예방지침의 기준을 만족하는 보조도구로도 사용되고 있다. RULA는 나쁜 작업자세로 인한 상지의 장애(Disorders)를 안고 있는 작업자의 비율이 어느 정도인지를 쉽고 빠르게 파악하는 방법의 하나이다. RULA는 근육의 피로에 영향을 주는 인자들인 작업 자세나 정적 또는 반복적인 작업 여부, 작업을 수행하는데 필요한 힘의 크기 등 작업으로 인한 근육 부하를 평가해 준다. 포괄적인 인간공학적 평가를 위한 결과를 제공하기 위한 목적으로 사용된다.

- RULA분석은 평가가 필요한 자세에 대해 점수를 부여하고 이 점수를 합하여 불편도를 평가하는 방법이다. 첫번째 평가 그룹은 팔과 손목에 대한 분석이다. 이는 윗팔의 위치에 대한 평

가, 아래팔의 위치에 대한 평가, 손목의 위치에 대한 평가, 손목의 비틀림에 대한 평가 등으로 구성된다. 또 이에 근육사용 점수와 힘이나 무게에 대한 점수가 가산된다. 다음의 평가 그룹은 목, 몸통, 다리에 대한 분석이다. 이는 목의 위치에 대한 평가, 몸통의 위치에 대한 평가, 다리와 발의 상태에 대한 평가 등으로 구성된다. 여기에도 역시 근육 사용점수와 힘 및 무게의 점수가 가산된다.

- 마네킨에서는 인체 모델에 대해 자세를 부여하면 선택한 매개변수에 대해 RULA 분석을 위한 점수를 제량화 해주는 기능을 가지고 있다. 선택할 수 있는 매개변수에는 팔 위치, 몸통 지지, 다리와 발 지지 및 균형 조정 등이 있다. 이 기능을 이용하여 인체 모형의 자세 정의와 수량화 기능을 통하여 표준 인체 공학 도구인

RULA 분석을 쉽게 수행할 수 있게 해준다.

- RULA 분석의 결과는 다음과 같이 판독될 수 있다.
 - > 조치단계 1 : 1 ~ 2 - 수용가능한 작업
 - > 조치단계 2 : 3 ~ 4 - 추가 검토 및 관찰 필요
 - > 조치단계 3 : 5 ~ 6 - 추가 검토 및 빠른 개선 수정 필요
 - > 조치단계 4 : 7점 이상 - 추가 검토 및 즉시 개선 필요

7. 작업 분석

- 들기 및 놓기 분석(NIOSH91)--> NOISH91 규격에 따라 계산
 - 손 위치(몸에서의 거리), 수평/수직 이동, 최초/최종 자세, 기간, 객체 무게, 작업 빈도, 물체 잡기용이성 등을 계산 변수로 사용한다.
 - 결과는 아래와 같이 두 형태로 표시된다.
 - 추천 무게 한계(Recommended Weight Limit) : 다른 모든 작업 매개변수가 변경되지 않은 채로 남아 있는 동안 들기로 인해 등이 구부러져서 발생하는 통증 또는 부상 위험이 더 이상 높아지지 않고 대다수의 중노동 작업자들이 최대 8시간 동안 들 수 있는 추천 하중 무게를 의미한다.
 - 리프팅 색인(Lifting Index) : 수동 들기 작업과 관련된 물리적 응력을 상대적으로 측정한 것이며, LI 강도가 증가하면 해당 작업자의 위험도가 높아진다. 작업하는 힘의 대부분이 들기로 인해 등이 구부러져서 발생하는 통증을 일으키는 위험을 감수하는 데에 있으며, NIOSH 관점에서 LI 등급이 1.0보다 큰 들기 작업은 들기로 인해 등이 구부러져서 발생하는 통증 및 부상 가능성이 높다. NIOSH에 따라 모든 들기 작업은 1.0 이하의 의도된 LI 등급용으로 설계되어야 한다.

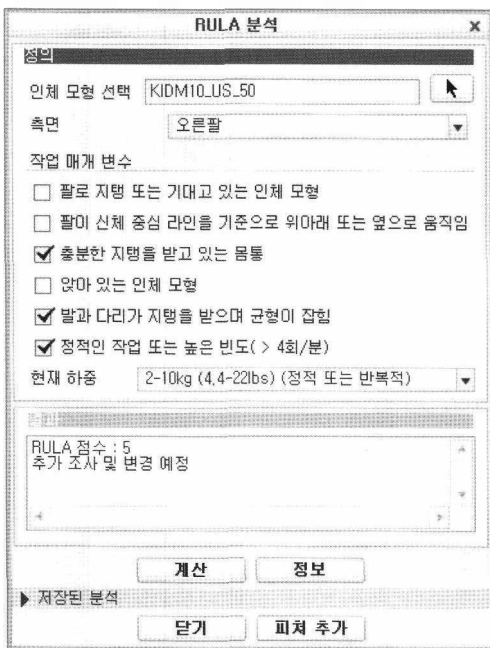


그림 10. RULA 분석 결과표시

- 들기 및 놓기 분석(SNOOK): 수동 처리 시나리오 내에서 들기 또는 놓기 제한 정의를 위한 표준이다
 - 손 위치(몸에서의 거리), 수직 이동, 전체 자세, 객체 무게 및 작업 빈도를 입력 값으로 사용한다.
 - 적용된 하중은 분석 값보다 이하여야 한다.
 - 해당 업무를 수행하는 것이 남성/여성에 적합한지 판단해 준다.
- 운반 분석
현장에서 흔히 있는 물체를 운반하는 것을 분석하며, 이동거리, 작업 빈도, 무게 등의 값을 기반으로 판단한다.
- 밀기 또는 당기기(SNOOK) 분석 기능도 제공한다.

Creo의 마네킨 모델은 인간공학과 제품 개발 프로세스를 상호 운용하여 개발 초기에 향후 발생할 수 있는 여러 문제를 조기에 처리할 수 있다. 또한 Creo의 주요한 한 구성 모듈로써 완벽히 통합되어 있어 데이터 변환없이 비용 절감과 고품질의 제품을 조기에 시장에 진출할 수 있게 된다.

참고1) ergonomics는 그리스 언어로 ergon(work) and nomos(law)가 합쳐진 용어이다.

참고2) RULA(Rapid Upper Limb Assessment): 1993년에 McAtamney와 Corlett에 의해 근골격계질환과 관련된 위험인자에 대한 개인 작업자의 노출정도를 평가하기 위한 목적으로 개발. RULA는 어깨, 팔목, 손목, 목 등 특히 상체(Upper Limb)에 초점을 맞추어 작업자세로 인한 작업부하를 쉽고 빠르게 평가하기 위하여 만들어진 기법

참고3) NOISH91: 미국 노동 안전 보건 연구소에서 1991년 설정한 내용

참고4) Creo 마네킨의 모델들은 H-ANIM(Humanoid Animation) 표준인 ISO/IFC 19774를 준수