

한국인 인체 모델의 팔 동작 시뮬레이션

정윤석*, 손 권**, 최경현***

*부산대 기계설계공학과, **부산대 기계공학부, ***제주대 기계에너지생산공학부

Simulation of arm motion using a Korean dummy

Yun-Seok Jeong*, Kwon Son**, Kyung-Hyun Choi***

*Dept. of Mechanical Design Eng., Pusan National Univ.,

**Dept. of Mechanical Eng., Pusan National Univ.,

***Dept. of Mechanical, Energy and Production Eng., Cheju National Univ.

ABSTRACT

본 연구에서는 인간공학적 평가를 위한 한국인 인체모델을 개발하고, 인체 모델의 평가를 위해 팔 동작의 시뮬레이션 및 리치 평가를 수행하였다. 한국인의 인체측정자료를 이용하여 통계학적 분석을 실시하고, 인체 자료생성 프로그램을 통해 인체 각 지체들의 특성치와 상관관계를 얻었다. 이를 바탕으로 인체 모델을 구성하고 가상 공간에서의 용이한 적용을 위해 인체 모델은 3차원 그래픽 기술을 통해 가시화되었다. 차량모델과 인체모델을 통합하고 차량 내에서 운전자의 팔 동작 표현 및 리치 평가기능을 구현하였다.

Keyword : Dummy, Anthropometry, Scene graph, Dynamic coordinate system

1. 서 론

인간-기계 인터페이스 시스템 또는 인체 모델 CAD 시스템(man-modeling CAD System)에서의 모의 실험 과정에서는 인체를 컴퓨터 그래픽스를 이용하여 표현하는 과정이 필수적이다. 자동차의 운전석을 설계할 때 운전자의 사용성 평가를 설계단계에서 수행하는 경우에는 많은 경비를 절약할 수 있기 때문에 인체 모델의 구성 및 가시화의 중요성이 증대하고 있다[1].

본 연구에서는 한국인의 인체측정자료를 수집하고 통계학적으로 분석하여, 인체 각 지체들의 특성치와 상관관계를 얻고, 이를 통해 한국인 인체 모델을 생성하였다. 모델의 동작제어를 위해 인체를 17개의 독립된 지체들로 구분하여 조인트를 통해 연결하였다. 인체 모델을 신 그래프상(scene graph)에 자료화하여 애니메이션 기능을 개발하고, 가상공간상에 아바타로 활용이 가능하도록 하였다. 마지막으로 리치 평가를 수행하여 인체 모델을 인간공학적으로 평가하였다.

2. 인체 모델

2.1 자료의 통계학적 분석

한국인 인체모델 제작에 필요한 기초자료로는 국민 표준체위 조사 보고서를 사용하였다 [2]. 이 조사는 0세의 영아부터 70세까지의 노인 층에 이른 각 연령층의 전국민을 모집단으로 하여 남자 6,578명, 여자 6,484명의 총 13,062명을 표본으로 선정하여 조사하였다. 측정방법은 마틴자를 이용하여 직접 측정되었으며, 측정항목은 키, 몸무게, 발등높이 등 120개 항목이었다.

수집된 자료는 연령 및 성별에 따라 11개 범주로 분류하였다. 연령 별로는 영 유아(0-5세), 초등(6-11세), 중등(12-17세), 청년1 (18-24세), 청년2(25-39세), 장년(40-59세), 노년(60세 이상)으로 분류하였으며, 영유아와 초등, 중등층은 남녀의 구별 없이 각 나이별로 측정항목의 평균값이 주어지고, 청년1과 청년2, 장년과 노년 층은 남녀 각각의 부위별 통계량을 평균과 백분위수(5, 10, 25, 50, 75, 90, 95%ile)로 나타내었다.

2.2 모델의 기구학적 구성

본 연구에서 사용할 인체 모델을 구성하기 위해, 미 공군에서 개발한 인체자료 생성 프로그램인 GEBOD(Generator of Body Data)을 이용하였다[3]. GEBOD은 지체(segment)들의 형상, 질량, 조인트의 위치와 기계적 특성치를 계산하며 인체 자료를 계산하기 위해 인체측정학 관점의 회귀방정식과 인체 측정자료가 사용된다.

한국인의 치수에 맞는 인체 모델을 생성하기 위해 GEBOD의 입력자료로 국민 표준 체위조사의 120개 항목중 32개 항목을 사용하여 15개 지체 모델을 생성하였다. GEBOD에서는 인체 치수가 입력으로 주어지면 Fig. 1과 같이 GEBOD은 4가지 그룹의 회귀방정식을 이용하여 인체치수와 조인트 위치좌표, 지체의 체적, 주관성 모멘트 등을 결정한다.

GEBOD에서 구성한 15개 지체 모델은 아래 팔과 손의 구분이 없기 때문에 팔의 동작성을 보완하기 위해, 손목을 생성해서 17지체 모델을 구성하였다. 국민 표준체위조사의 데이터를 분

석하여 손길이는 아래팔길이의 0.423~0.425에 해당하는 것을 이용, 손목을 생성하였다

2.3 3D그래픽 처리

인체 모델의 가시화를 위해 OpenGL Performer 라이브러리를 사용하였다. OpenGL Performer 라이브러리는 실시간 3차원 그래픽 프로그램 및 시각 제시 시뮬레이션 프로그램 (visual simulation application)제작에 필요한 프로그래밍 인터페이스를 제공하는 개발 환경이다.

OpenGL Performer는 SGI사의 워크스테이션 운영체제인 IRIX와 리눅스 운영체제상에서 기동되며, 고속 렌더링, 실시간 화면 생성, 자유로운 물체이동, 안정적인 화면 제시(fixed frame rate display), 고성능 렌더링 기능을 제공한다[4].

인체 모델은 GEBOD에서 생성한 기구학적 데이터를 바탕으로 가상환경 내에 신 그래프를 이용하여 구현된다. 신 그래프는 계층적 구조를 가진 실시간 3차원 모델 데이터 베이스이다.

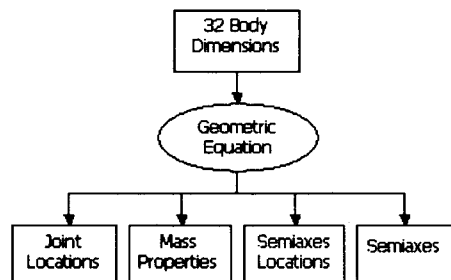


Fig. 1 Human inertial data generation process

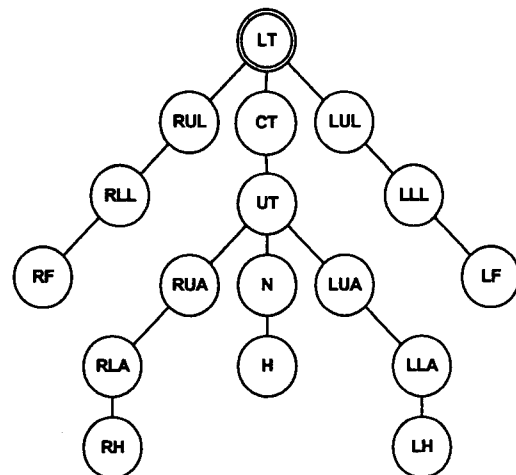


Fig. 2 Scene graph of human model

구성된 인체 모델의 신 그래프는 골반의 위치를 전역 좌표계에 대해 정의하고, 각 지체는 골반의 위치로부터 지역 좌표계로 표시되는 조인트에 의해 묶인 트리 구조를 가지게 된다. 인체 모델의 신 그래프 구성은 Fig. 2과 같으며,

Fig. 3은 이를 이용하여 25~39세 50%ile 한국인 남성 인체모델을 가시화 한 것이다.

3. 인체 모델의 팔 동작 시뮬레이션

3.1 팔의 애니메이션

팔의 애니메이션 기능을 구현하기 위해 모델의 팔은 DCS(dynami ccoordinate system)를 이용하여 재구성되었다. DCS에서는 신그래프상의 상위 노드(node)가 하위 노드의 위치를 결정하고, 각각의 DCS노드는 병진(translation), 회전(rotation), 스케일링(scaling)이 가능하기 때문에 팔의 복잡한 거동을 자유롭게 나타낼 수 있다.

팔의 동작을 테스트하기 위해 필요한 모션 데이터는 3D캐릭터 애니메이션 제작 소프트웨어인 Metacreation사의 Poser를 이용하여 생성하였다. Poser를 이용하면 모션 데이터를 BVH(bounding volume hierarchy)파일 형식으로 출력할 수 있으며 자연스러운 동작의 생성이 가능하다. BVH 파일 형식은 인체의 모션 데이터를 둔부(hip)을 중심으로 계층구조에 따라 저장하기 때문에 DCS를 이용한 신 그래프에 적용이 용이하고, 다양한 모션 캡처 장비 및 소프트웨어에 광범위하게 쓰이고 있기 때문에 그 활용도가 매우 높다[5].

팔 동작을 시뮬레이션하기 위해 25~39세 50%ile 한국인 남성 인체 모델을 생성하여 테스트에 사용하였다. 팔의 모션 데이터는 UDP 통신 프로토콜을 이용해서 인체 모델로 전달되고 Fig. 4에서처럼 연속적으로 인체 모델의 움직임을 표현하게 된다.

3.2 팔의 동작영역 평가

인체의 앉은 자세는 크게 정자세, 약간 기댄 자세, 과도하게 기댄 자세의 세 가지로 구분할 수 있다. 정자세(forward sitting)는 주로 독서를 하거나 사무기기를 다룰 때 나타나는 자세이며, 약간 기댄 자세(slightly reclined sitting)는 대화를 나누거나 전화를 할 때 나타

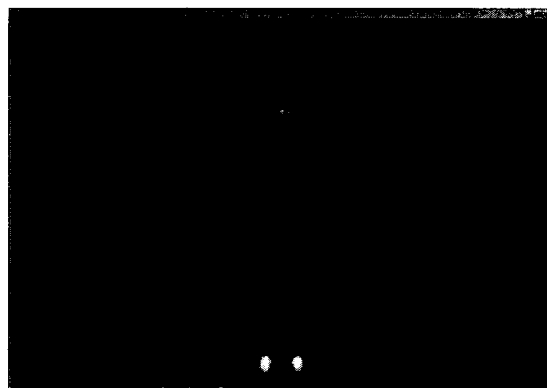


Fig. 3 Visualization of human dummy using OpenGL
Performer

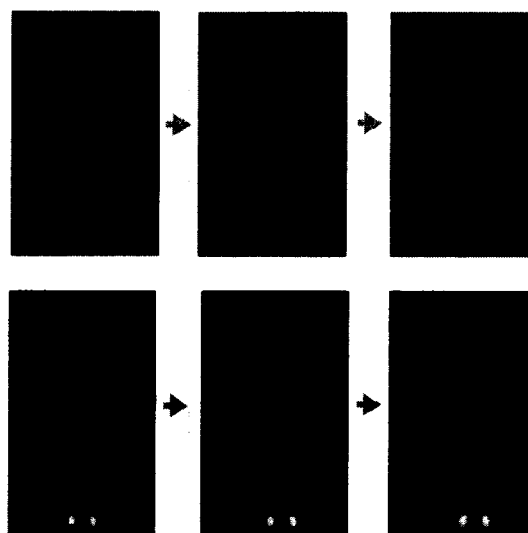


Fig. 4 Simulation of arm motion using Poser

나는 자세이다. 그리고, 과도하게 기댄 자세(deeply reclined sitting)는 휴식이나 독서시 나타나는 자세이다. 이 세 가지 유형은 Fig. 5에 나타나 있다. 운전자의 앉은 자세 역시 운전자의 상태에 따라 다양하게 나타날 수 있으며, 이러한 점을 고려하여 차량의 조작장치들이 앉은 자세에서 편안하게 조작할 수 있는지의 여부를 판정해야 한다.

이를 위해 차량과 인체의 통합 환경하에서 리치 평가가 수행되었다. 리치 평가를 위해 사용한 인체관절의 자유도와 운동영역은 Chaffin과 Andersson이 제시한 각 관절의 운동영역(제한각도)에서 평균값을 사용하였으며 Table 1에 제시한 바와 같다[6]. Fig. 6은 25-39세 50%ile 모델의 전체 팔 리치 포락면을 차량 내부에서



Fig. 5 Various sitting position

Table 1 Range of movement at the upper body joint
(F:flexion E:extension Ab:abduction Ad:adduction
IR:inward rotation OR:outward rotation)

Movement	5%tile	95%tile	S.D.	Mean
shoulder F	168 °	208 °	12	188 °
shoulder E	38 °	84 °	14	61 °
shoulder Ab	106 °	162 °	17	134 °
shoulder Ad	33 °	63 °	9	48 °
shoulder IR	61 °	133 °	22	97 °
shoulder OR	13 °	55 °	13	34 °
elbow F	126 °	159 °	10	142 °

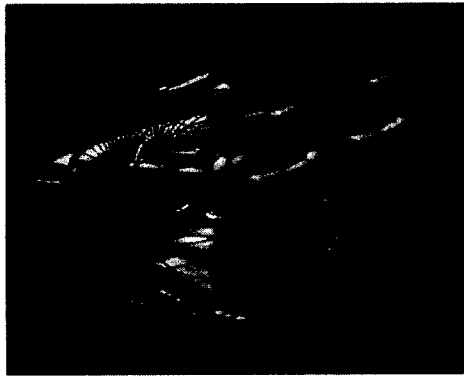


Fig. 6 Arm reach envelope

OpenGL Performer를 통해 가시화한 모습을 보여주고 있다.

4. 결론

본 연구에서는 한국인 인체측정자료를 수집, 분류하고 데이터베이스화 하여, 인체 지체와 조인트들의 관계를 얻고, OpenGL Performer를 이용하여 인체 모델을 가시화 하였다. 또한, 가상환경 내에서 인체 모델을 동작특성을 파악하기 위해 팔의 애니메이션 기능을 개발하여 팔의 움직임을 표현하고 리치 평가를 수행하였다. 개발된 인체모델은 감성평가를 통하여 인간

친화적인 제품의 개발에 이용될 수 있으며, 가상현실에 사용자 자신을 대신하는 인체를 제공할 수 있다. 또한 차량 내부 기기의 조작성을 테스트하는데 활용이 가능하므로, 이를 통해 차량 설계시 자료로 활용하는 것이 가능하다.

후 기

본 연구는 과학기술부 선도기술개발 사업비 (가상 환경 제시 시스템 구축을 위한 감성 측정 및 평가 지원. M1-9817-01-0003) 지원으로 수행되었음.

참 고 문 헌

- [1] K. Case, M. C. Bonney and J. M. Poster, "Computer Graphics Standards for Man Modeling," Computer Aided Design, Vol. 23, No. 4, pp. 257-268, May 1991
- [2] 한국표준과학연구원, 국민표준채워 조사 보고서, 국립기술연구원, 1997
- [3] H. Cheng, A. Rizer and L. Obergefell, Generator of Body Data Manual, Springfield, NTIS, 1994
- [4] G. Eckel and K. Jones, OpenGL Performer Programmers Guide, Mountain View, SGI, 2000
- [5] Jeff Lande, Working with Motion Capture File Formats, Game Developer, 1998
- [6] D. B. Chaffin, G. B. J. Andersson, Occupational Biomechanics, John Wiley and Sons, 1984