

인체 전신 레이저 스캔 데이터를 대상으로 한 인체 보행 애니메이션 연구

윤근호, 최란, 조창석*
*한신대학교 디지털 융합학부
e-mail : cscho@hs.ac.kr

A Study on a Walking Animation Using 3D Whole Body Laser Scanned Data

Geun-ho Yoon, Ran Choi, Chang-suk Cho*
*School of Digital Convergence, Hanshin University

요 약

본 연구는 3D 레이저 스캔 방법으로 계측된 인체 데이터를 대상으로 3D 아바타 애니메이션 모듈 구현을 목표로 한다. 이를 위하여 인체의 뼈 골격계 기준점을 지정한다. 기준점을 이용하여 계층에 맞는 골격을 잡아 오브젝트를 이루고 있는 정점들과 그에 해당하는 골격들을 연결하고 기구학에 의한 행동 패턴을 제작하여 아바타에 애니메이션을 적용 시킨다. 이를 위하여 Visual C++ OpenGL 라이브러리를 이용 하였고 인체 전신 레이저 스캔 데이터를 대상으로 하였다.

1. 서론

캐릭터 애니메이션 방법에는, 메시(mesh) 연속 출력 애니메이션, 비계층형 애니메이션, 계층형 애니메이션, 골격계 애니메이션이 있다. 이중 메시 연속 출력 애니메이션은 각 프레임에 해당되는 3차원 좌표를 번갈아 가면서 출력하여 구현되고, 비계층형 애니메이션은 신체의 각 부분을 따로 보관하면서 자세에 맞는 움직임을 매트릭스로 구현한다. 계층형 애니메이션은 캐릭터의 각 부분을 부모-자식 관계의 트리형태로 구성하여 구현한다. 마지막으로 골격계 애니메이션은 기본 뼈대와 그 위에 입히는 메시지를 분리해 처리하고 캐릭터를 구성하고 있는 각각의 메시와 정점들이 뼈대에 얼마의 영향을 받는지를 저장하는 등의 것들로 구분하여 시행된다.[1-3]

본 논문에서는 3차원 레이저 전신 스캐너로 계측된 인체 ASE (ASCII SCENE EXPORT) 파일에 골격계 애니메이션을 이용하여 각 뼈대에 해당되는 메시지를 지정하고 계층으로 묶어서 캐릭터의 움직임을 보다 현실적으로 움직이게 하는 것을 목표로 하였다.

2. 인체 3차원 데이터

본 연구에서 사용되는 인체 데이터는 20대 초반의 여성의 전신 레이저 스캔 데이터이다. 이 인체 데이터는 인체를 구성하는 점과 그들의 연결로 이루어진 삼각 폴리곤으로 구성되어 있는 ASE 파일형식이며 정점 113392개, 폴리곤 226170개로 구성되어 있고 파일크기는 42.8M이다.

3. 골격계 모델링

인체 데이터 뼈 골격계의 기준점을 지정하기 위해서 점

피킹(Picking)을 사용하였다. 피킹은 모니터에 투영된 모델이 가지는 일부 또는 전체를 마우스 포인터를 이용하여 선택하는 기능이다.

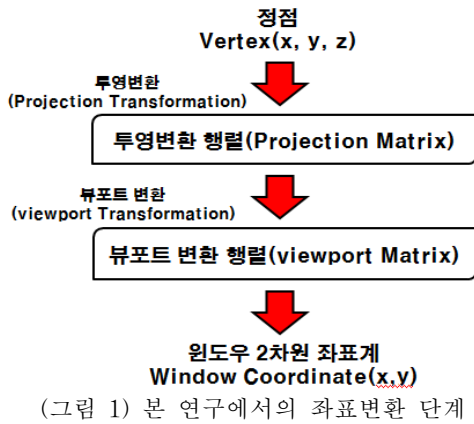
이를 위해서는 사용자의 입력으로 주어지는 화면상의 마우스 포인터의 위치를 파악하고 해당하는 영역 내의 부분들을 찾아내는 과정을 거쳐야 한다. 오브젝트의 임의의 좌표를 피킹하기 위해서는 2D 화면좌표로부터 3D 카메라 공간좌표를 유도해야 하는데 이는 투영변환행렬과 뷰포트 변환행렬의 역변환을 이용하여 유도된다. 투영변환행렬의 행렬식과 뷰포트변환행렬의 행렬식은 (식1)과 같다. (식1)에서 T는 투영변환 행렬이고, V는 뷰포트 변환 행렬이다. 뷰포트 변환 행렬에서 W는 윈도우의 넓이를 H는 윈도우의 높이를 나타내고 MaxZ는 카메라의 가까운 z값이고 MinZ는 카메라에서 먼 z값이다.

$$P' = VTP$$

$$P = (x, y, z, 1)^T$$

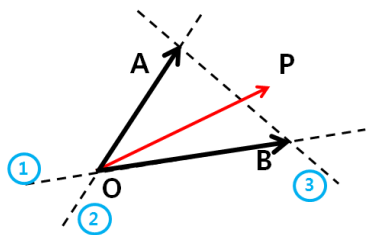
$$P' = (x_p, y_p, z_p, 1)^T$$

$$T = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad V = \begin{bmatrix} \frac{w}{2} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -\frac{H}{2} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & D & 0 \\ X + \frac{w}{2} & \frac{H}{2} + Y & M & Z \end{bmatrix} \quad (\text{식 1})$$



(그림 1) 본 연구에서의 좌표변환 단계

좌표변환을 끝내면 오브젝트의 일정 부분의 좌표를 피킹하기 위해서 삼각형 점 포함 테스트 방법을 사용한다. 피킹된 마우스 좌표에서 카메라 방향과 평행인 임의의 반직선을 만든 후 반직선과 교차하는 삼각형을 선택하게 된다. 만약, 선택된 삼각형이 여러 개라면 화면에서 가장 가까운 삼각형을 선택한다. (그림 2)의 삼각형 OAB의 세 개의 벡터 ①, ②, ③중 OA, OB는 고정된 벡터이고 OP는 임의의 벡터이다. 임의의 벡터 OP를 (식 2)와 같이 벡터 OA, OB를 가지고 표현할 수 있다.



(그림 2)삼각형 OAB

$$OP = u \times OA + v \times OB$$

(u, v 는 임의의 실수) (식 2)

위 식에서 u 와 v 에 제약을 가하면 점 P 는 삼각형 OAB 영역의 내부를 표현할 수 있다. P 가 OAB영역의 내부를 표현하기위한 조건은, 삼각형의 변(①②③)에 대해 각각 하나씩 있는데 각각 ①은 $0 \leq u$, ②은 $0 \leq v$ ③은, $u + v \leq 1$ 등이 있다. 이 세 가지 조건을 만족하는 u, v 에 대해 P 가 표현하는 영역은 삼각형 OAB다. 점 P 가 삼각형 OAB에 포함되는지를 검사하는 것은 u, v 가 위 조건을 만족하는지를 검사하는 것과 같다.

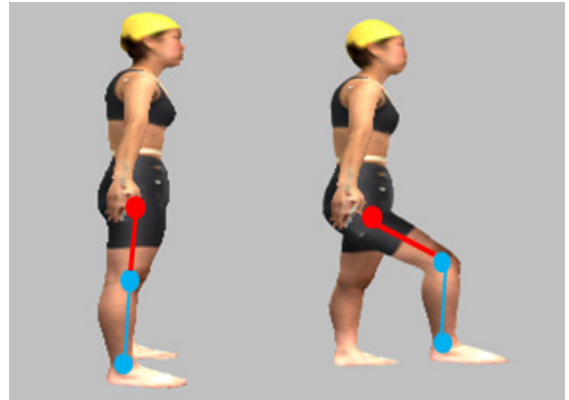
피킹 일 경우 u, v 를 사용하면 마우스의 3차원 위치와 카메라와의 거리를 구할 수 있다. 카메라와의 거리는 마우스의 3차원좌표에서 카메라로부터 시작된 벡터의 원점 O 를 빼주면 구할 수 있다. [4]

4. 골격계 계층구조의 형성과 클러스터링

3차원 레이저 전신 스캐너로 얻어진 3차원 인체 데이터로 인체 애니메이션을 구현하기 위해서는 인체를 구성하

는 뼈대에 계층을 만들어 주어야 한다.

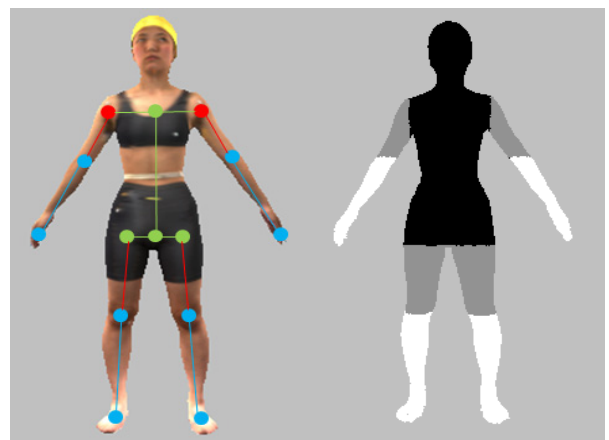
(그림 3)과 같이 부모계층인 허벅지 뼈의 회전에 따라 그 자식 계층인 종아리 뼈의 위치가 회전한 허벅지 뼈의 끝점으로 따라서 이동한 것을 볼 수 있다.



(그림3)부모 뼈와 자식 뼈의 관계

하지만 3차원 레이저 전신 스캐너로 계측된 인체 ASE 파일은 전체가 하나의 오브젝트로 구성되어 있고 계층으로 나뉘어 있지 않다. 그리하여 앞서 설명 했던 피킹을 이용하여 각 골격계의 기준점을 잡은 다음 각 골격계에 해당하는 메시들의 범위를 지정해 주어 계층 클러스터를 형성하였다. 하지만 피킹을 이용하여 기준점을 잡았을 경우 피킹의 기능상 인체 오브젝트의 표면의 좌표 값만을 알 수 있기 때문에 골격의 기준점을 잡기 위해 피킹된 좌표의 y 값을 가지는 오브젝트의 좌표들 중 z 값 최대와 최소의 중간 값을 계산하여 기준점을 찾았다. 그리고 각 골격의 메시들은 각 기준점을 이용, 범위를 지정하여 분류해 주었다. (그림 4)는 인체의 계층구조와 그에 따라 형성한 클러스터의 구조를 보여주는 것이다.

본 논문에서의 각 메시는 양쪽 어깨부터 팔꿈치, 팔꿈치부터 손끝, 골반에서 무릎, 무릎에서 발끝 마지막으로 몸통부분의 메시들을 묶어서 구분 지었다.



(그림4) 인체 데이터 골격 계층구조

5. 인체 보행 애니메이션

인체 애니메이션을 구현하기 위해서 계층관계로 묶여있는 뼈대를 회전시키고 회전된 뼈대에 인체를 이루고 있는 다각형 정점들을 각 뼈대에 맞게 상대적으로 회전을 시켜 구현해야 한다. 각 관절을 회전시키기 위해 각 부위의 관절을 원점으로 옮긴 후 회전시키고 다시 원래 위치로 변환한다. (식 3)는 부모 골격의 회전 공식을 나타낸다.

(식 3)의 공식을 이용하여 부모 뼈를 처음 좌표 P에서 회전된 좌표P'로 변환한다. 이때 P는 계산될 정점(x, y, z)이고 T는 부모 관절을 원점으로 이동시켜주는 이동행렬이며, $R_z(\theta_0)$ 은 z축으로 각 θ_0 (부모 관절의 회전각)만큼 회전 시키는 회전행렬을 나타낸다.

$$P_{Parent} = T^{-1}R_z(\theta_0)TP \quad (\text{식 3})$$

자식 뼈의 뼈대를 계층에 맞게 회전하기 위해서는 원점으로 옮긴 후 회전 시키는 것은 부모 뼈의 회전인 (식 3)과 동일하지만 자식 뼈의 경우 부모 뼈를 따라 먼저 회전한 후 변화된 위치에서부터 시작하여 회전을 하기 때문에 먼저 부모 뼈의 회전 행렬을 곱하여 자식 뼈의 회전과 이동을 결정 하여야 한다. (식 4)에서 P는 계산될 정점(x, y, z)을 나타내고, T_1 는 자식 관절을 원점으로 이동시켜주는 이동행렬, $R_z(\theta_1)$ 은 z축으로 각 θ_1 (자식 관절의 회전각)만큼 회전 시키는 회전행렬, T_2 는 부모관절이 원점에 위치하도록 하는 이동행렬, $R_z(\theta_0)$ 은 부모행렬의 회전각만큼 회전을 시켜주는 회전행렬이고, 마지막으로 T_3 는 오브젝트를 원래의 위치로 이동시켜주는 이동행렬을 나타낸다.[5][6]

$$P_{child} = T_3R_z(\theta_0)T_2R_z(\theta_1)T_1P \quad (\text{식 4})$$

6. 결론

본 논문에서는 3차원 레이저 전신 스캐너로 얻어진 3차원 인체 데이터를 이용하여 보행 애니메이션을 구현하는 방법에 대해 기술하였다. 이를 위하여 피킹을 이용하여 각 골격에 맞는 기준점을 잡아준 뒤, 이를 바탕으로 골격을 생성하고 메시지를 분할하여 계층을 생성하였고, 각 계층별로 회전을 제어하여 보행 애니메이션을 구현하였다.

현재 보편적으로 사용되는 인체 애니메이션 기법들은 골격을 기준으로 그 골격에 맞는 메시들을 제어하여 애니메이션을 구현한다. 그러나 3차원 레이저 스캐너로 얻어진 인체 데이터에는 골격이 잡혀있지 않다. 그러한 이유로 본 연구에서는 애니메이션에 필요한 골격을 직접 구현하고 제어하는 연구를 제시하였다.

참고문헌

[1]David H.Eberly, "3D Game Engine Design A Practical Approach to Real-Time Computer Graphics", 맥커뮤니케이션, 2001

[2]정철희, 이명원, "호환성 있는 인체 애니메이션을 위한 모션 데이터정의" 한국 컴퓨터 그래픽스 학회, 2008, pp35-41

[3]백승만, "인체 해부학을 바탕으로 한 3D캐릭터 애니메이션 제작 방법에 대한 연구" 한국 디자인 학회, 2004, pp87-94

[4]Frank D.Luna, "DirectX 9를 이용한 3D GAME 프로그래밍 입문" 정보문화사, 2004, pp345-355

[5]Rick Parent, "Computer Animation: Algorithms and Techniques (2/E)" Morgan Kaufmann, 2007

[6] 최윤철, 고건, "Interactive Computer Graphics" 생능출판사, 2003, pp187-197