



한국운동역학회지, 2007, 제17권 4호, pp. 37-44
Korean Journal of Sport Biomechanics
2007, Vol. 17, No. 4, pp. 37-44

모션 캡처 자료를 이용한 동작 분석용 캐릭터 애니메이션의 적용 방법에 관한 연구

A Study on the Application of Character Animation for Motion Analysis Using Motion Capture Data

손원일(강원대학교) · 진영완(동의대학교) · 강상학*(한중대학교)

Son, Won-Il(Kangwon National University) · Jin, Young-Wan(Donggeui University) ·
Kang, Sang-Hack(Hanzhong University)

ABSTRACT

W. I. SON, Y. W. JIN, and S. H. KANG, A Study on the Application of Character Animation for Motion Analysis Using Motion Capture Data. Korean Journal of Sport Biomechanics, Vol. 17, No. 4, pp. 37-44, 2007. This study compared the Character Studio of 3ds Max and OpenGL to find an adequate modeling method of character animation to be used in motion analysis in the area of motor mechanics. The subject was one male golfer. We obtained the positional coordinates of marks needed by photographing the subject's golf swing motions. Because the method based on the Character Studio used meticulously designed character meshes, it enabled high level animation but it took a long time in applying physique and demanded the repeated adjustment of each motion data. With the method based on OpenGL, a character completed once could be usable to almost every testee and desired program control was available, but because each character had to be created by making a computer program, it was hard to make characters delicately. Because the method using the Character Studio is actively studied not only in motor mechanics but also in many research areas, it is expected to be more usable in the near future. On the contrary, the method based on OpenGL is easily applicable and allows the convenient use of other mechanical data.

KEYWORDS : MOTION CAPTURE, CHARACTER STUDIO, ANIMATION, OPENGL

I. 서론

모션 캡처란 사람이나 물체의 실제 움직임을 수치적 데이터로 저장했다가 컴퓨터로 만든 가상의 캐릭터에 모션 자료를 넘겨주는 과정을 말한다. 사람의 경우 관절에 반사마커를 부착시켜서 이 마커들의 위치 정보나 회전 데이터를 얻는다. 모션 캡처 시스템은 방식에 따라서 광학식(Optical), 음향식(Acoustic), 기계식(Mechanic), 자기식(Magnetic)의 4가지가 일반적이며, 최근에 광학식 시스템이 주로 사용되고 있다. 광학식 시스템은 물체에 반사 마커를 부착하고, 적외선 카메라로 캡처하는 방식이다. 다른 방식에 비해 장비가 고가이고, 주변 불빛에 영향을 많이 받는다. 하지만 몸을 자유롭게 움직일 수 있고, 거의 노이즈가 없는 애니메이션 데이터를 얻을 수 있어서 많이 사용된다(Dreammotion, 2007).

최근 많은 분야에서 모션 자료를 캐릭터에 적용해서 애니메이션에 다양하게 활용하고 있으며, 특히 무용 분야에서도 모션캡처 기술을 이용한 캐릭터 애니메이션에 많은 연구(신성아, 2001; 임연미, 2002; 이은선, 2002)가 이루어지고 있는 것을 볼 수 있다. 또 다른 분야로 로봇의 자연스러운 움직임을 생성하기 위해, 사람의 행동에서 얻어낸 모션 캡처 데이터를 사용했으며, 이를 로봇에 적용하기 위해 역운동학을 이용하였다(정일웅, 2003).

유명 골프 선수의 스윙 자세를 보관하고자 한다면, 스윙 모션을 캡처해서 캐릭터 애니메이션을 적용한 자료를 보관하면, 다음에 그 자료를 이용하는 사람은 세계적인 골프 선수의 우수한 스윙 자세를 원하는 어느 곳에서의 뷰포인트에서라도 동작을 정확히 관찰할 수 있게 된다. 뿐만 아니라 다른 역학적 자료들도 동시에 저장 가능하며, 차후에 이들을 이용해서 원하는 역학적 자료들을 추가로 산출해 낼 수도 있다. 따라서 비디오 카메라로 촬영해서 동영상으로 저장했을 때와는 비교도 안될 만큼 유익한 정보들이 저장되는 것이다. 하지만 골프 스윙의 모션 정보를 보관하기 위해선 현재 주로 운동역학 분야에서 사용되는 인체의 관절 포인트 외에 추가의 위치좌표들이 더 필요하다. 가령 몸통을 양어깨와 양힙의 4점으로만 표현하면 허리의 운동이 제한되기 때문에, 더 많은 점들의 좌표가 있어야 허리

운동의 표현이 가능하다.

캐릭터 애니메이션을 위한 3D 제작 소프트웨어로는 대표적으로 3ds Max, Softimage, MAYA 등이 있다. Max에서는 주로 Geometric Model은 정점들로 이루어진 폴리곤(삼각형이나 사각형)을 사용해서 3D 모델을 제작한다. 반면, MAYA에서는 NURBS(Non-Uniform Rational B-Spline)라는 비선형 곡선을 이용하여 3차원 모델 표현한다. 이 두 방식의 장단점을 보면, 폴리곤 방식은 좀 더 딱딱하고 날카로운 이미지를 만들 수 있는 반면, NURBS는 좀 더 유려한 모델을 만들어 낼 수 있는 방식이다. 하지만 Max나 MAYA 모두 폴리곤과 넵스 모델을 둘 다 지원하지만, 단지 주가 되는 것이 무엇이나의 차이로 볼 수 있다.

Max는 처음부터 개인용 컴퓨터에서 운용될 목적으로 개발되었으며, MAYA나 Softimage는 매우 고가의 도구들로서 모델링과 애니메이션을 제작하는데 사용하려는 목적으로 제작되었다. Max의 장점 중 하나는 플러그인이다. 별개로 제작된 플러그인도 3ds Max 내에 완전히 통합되어 사용된다(진영애와 김성현, 2001).

캐릭터 스튜디오는 애니메이션을 하는데 필요로 하는 요소들을 빠르고 쉽게 할 수 있으며, 완전한 인간을 닮은 골격(humanoid skeleton)으로 캐릭터들의 거의 모든 유형에 맞도록 쉽게 배치될 수 있다(Bousquet & McCarthy, 2006). 또한 캐릭터를 skinning하기 위한 툴이며, 골격에 대한 애니메이션 툴이고, 필요시 발을 지면에 고정시키는 방법이나 이미 제작된 애니메이션의 재사용이 용이하다.

본 연구의 목적은 Max의 캐릭터 스튜디오와 OpenGL을 이용해서 운동역학 분야의 동작 분석에 활용할 캐릭터 애니메이션의 적절한 모델링 방법을 제시하는데 있다.

II. 연구방법

남자 골프 선수 1명의 드라이브 스윙 동작을 두 대의 고속 비디오카메라(HDR-FX7)로 촬영했다. 카메라의 촬영속도는 120frames/s, 노출시간은 1/500초로 설정했다. 기준척은 가로, 세로, 높이 2m의 통제틀로 골프 스

윙 동작을 포함할 수 있도록 위치시킨 후 촬영했다. 마크는 인체에 32개와 골프 클럽에 3개를 포함해서 모두 35개를 사용했다. 캐릭터 스튜디오에서는 39개의 마크가 필요하며, OpenGL에서는 23개의 마크 자료를 사용했다. 동작 분석에 사용된 소프트웨어는 캐릭터 스튜디오가 플러그인 되어 있는 3ds Max와 Visual C++ 6.0을 사용했다. 필요한 인체 마크들의 좌표화는 본 연구자가 제작한 비디오 분석 시스템으로 했으며, 양쪽 비디오 화상에서 얻은 평면 좌표들은 DLT(Direct Linear Transformation) 방식으로 공간 좌표를 산출했다.

1. 캐릭터 스튜디오를 이용한 애니메이션 방법

캐릭터 스튜디오는 맥스에서 캐릭터 애니메이션을 위해 제작된 플러그인이다. 캐릭터 스튜디오를 이용한 애니메이션 과정은 <그림 1>과 같이 8단계로 나누었다.

1) 캐릭터 메시의 선정

바이팻(biped) 소프트웨어와 작업하기 전에 같은 캐릭터 메시가 필요하다. 캐릭터 스튜디오에서는 이러한 캐릭터 메시지를 만들지도 않으며, 제작하기 위한 툴도 제공하지 않는다. 따라서 본 실험에서는 Poser 7에서 제작해서 <그림 2>와 같은 캐릭터 메시지를 사용했다. 메시는 팔은 수평이 되게 하는 것보다 약간 내리고 다리는 약간 벌리는 자세가 좋다. <그림 2>의 오른쪽 바이팻에 왼쪽의 메시지를 연결해서 관절을 구부릴 경우,

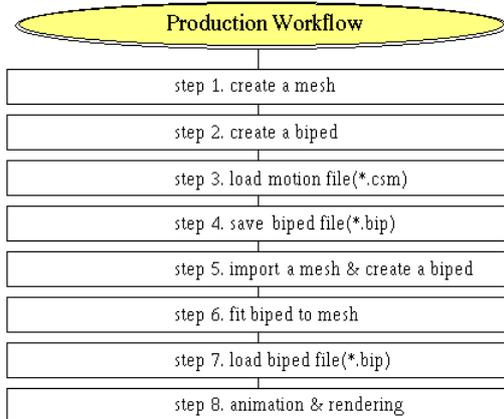


그림 1. 캐릭터 스튜디오를 이용한 애니메이션 제작 과정

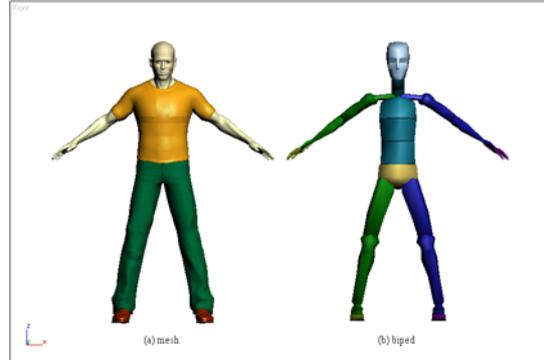


그림 2. 캐릭터 스튜디오에서 셋업할 캐릭터 mesh (Poser 7에서 제작)와 메시에 맞추어 생성한 biped

양어깨를 편 자세에서 셋업을 하면, 어깨를 편 자세에서는 어깨의 관절 부분이 부드럽게 나타나지만, 골프 스윙을 하기 위해 구부리게 되면, 어깨 관절 부분이 부드럽게 나타나기 어렵다. 따라서 본 실험에서는 어깨는 30도, 다리는 각각 15도씩 벌린 자세로 셋업을 했다.

2) 바이팻의 생성

캐릭터 스튜디오의 골격(skeleton)을 바이팻(biped)이라 한다. 바이팻을 이용하면 다리가 두 개 달린 모든 종류의 동물이나 로봇을 애니메이션 할 수 있도록 미리 완벽하게 셋업된 뼈대(bone)를 만들어 준다(서승욱, 2002). <그림 3>과 같이 캐릭터 스튜디오에서 제공하는 4종류의 바이팻 중 한 종류의 바이팻을 생성한다. 본 실험에서는 남자를 대상으로 했기 때문에 두 번째 바이팻을 사용했다. 또한 골프 클럽의 동작을 기술할 Prop을 하나 생성해 둔다.

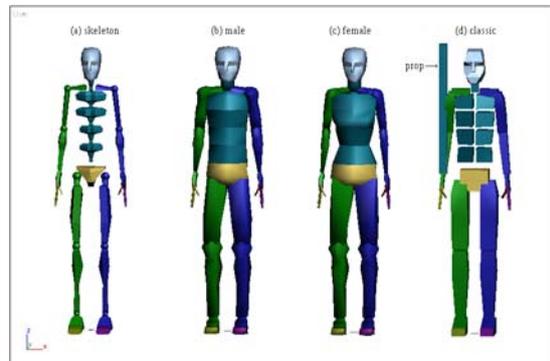


그림 3. 바이팻의 종류

3) 모션 캡처 파일의 로딩

바이팻을 생성한 후 바로 모션 파일을 불러들인다. 캐릭터 스튜디오에서는 두 종류의 모션 캡처 자료를 불러들일 수 있다. 관절의 회전값인 Biovision의 (*.bvh) 파일과 마크들의 위치값인 Position 방식의 (*.csm) 파일을 읽어 들일 수 있다.

CSM 포맷은 다양한 모션 캡처 시스템으로부터 바이팻으로 위치(position) 마커 데이터를 불러들이기 위해 사용된 ASCII 파일이다. 하지만 바이팻은 CSM 파일에서 읽어 들인 위치값을 회전값으로 바꾸어서 처리한다. 운동역학 분야에서는 거의 대부분이 위치값을 사용하기 때문에 본 실험에서도 CSM 포맷 방식을 사용했다. 캐릭터 스튜디오에서는 양손에 물건을 쥐고 어떤 동작을 취할 경우를 대비해서 PROP에 3개의 마크를 추가해서 총 6개의 마크를 부착할 수 있게 되어 있다. 따라서 동작분석에서 골프 클럽이나 테니스 라켓을 인체와 동시에 애니메이션 하기 위해서는 PROP에 라켓이나 클럽을 부착하면 된다. PROP과 라켓 간의 방향 각을 일치시키기 위해서는 최소한 3점의 좌표가 필요하기 때문에 라켓이나 클럽에 3개의 마크를 부착해서 CSM 파일로 입력하면 캐릭터 스튜디오에서는 PROP의 3 위치좌표로 인식하게 된다.

마크는 탁구공보다 약간 작은 크기의 구형이며 빛을

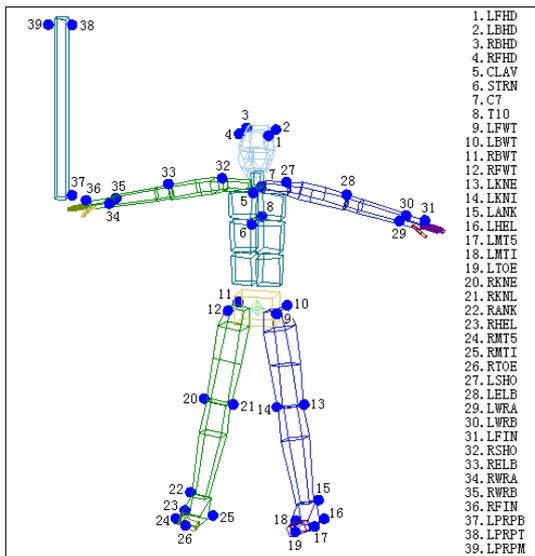


그림 4. 캐릭터 스튜디오가 지원하는 마크의 위치

잘 반사할 수 있는 물질로 되어 있으며, 마크 바닥은 피험자의 피부나 옷에 잘 부착되도록 이루어져 있다. 캐릭터 스튜디오에서 요구되는 39개 모두의 마크를 인체와 클럽에 부착하지 않고, 29개의 마크를 부착한 후 나머지 마크들의 위치 좌표는 이들의 마크 좌표를 이용해서 계산한 후 입력했다. <그림 4>는 캐릭터 스튜디오가 지원하는 마크의 위치를 나타낸다.

4) 바이팻 파일(*.bip)의 저장

모션 자료를 포함하는 바이팻의 모든 정보들을 *.bip 파일로 저장한다. 이 단계에서는 바이팻에 인체의 모션 정보가 포함되며, Prop에는 골프 클럽의 모션 정보가 저장된다. 이와 같은 순서를 따르지 않으면 모션 캡처 자료를 사용해서 애니메이션을 제작할 경우 메시(mesh)와 바이팻의 크기를 맞추기 어려워진다.

5) 메시의 임포트와 바이팻 생성

포즈에서 제작한 <그림 2>의 캐릭터 메시와 Max에서 제작한 골프 클럽을 캐릭터 스튜디오에 불러들인다. 메시의 크기에 맞추어서 바이팻을 새로 하나 생성한다. 골프 클럽의 크기는 Prop의 크기와 동일하게 조절한다.

6) 바이팻 조절과 피직 셋업

캐릭터 스튜디오에서는 <그림 3>에 있는 4종류의 바이팻을 제공하는데 그 중 하나를 선택하면 된다. 일단 바이팻을 만들고 나면, 모션 패널의 피져 모드를 켜고 바이팻 COM(Center of Mass)의 위치를 메시의 골반 중앙에 맞춘다. 메시의 크기에 맞게 바이팻 각 분절들의 폭이나 크기, 목이나 손가락과 발가락의 링크, 허리뼈의 개수 등을 조절해야 한다. 또한 골프 클럽의 모션을 대신할 Prop을 하나 <그림 3>과 같이 생성해야 한다. 골프 클럽의 분절 좌표계를 기술하기 위해서 3개의 포지션 마크를 사용하는데, 골프 클럽의 그립 부분의 마크는 LPRPB, 클럽헤드의 아랫부분은 LPRPT, 헤드 끝 부분은 LPRPM으로 바이팻의 Prop과 연결된다. 다른 바이팻의 부분들처럼 골프 클럽도 Prop에 링크되어 애니메이션 된다. 따라서 골프 클럽의 축과 Prop의 축을 정확히 맞추어야 한다.

Physique은 캐릭터가 움직일 때 바이팻과 메시 오

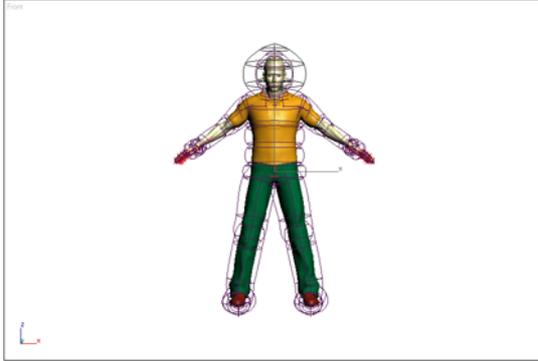


그림 5. 엔빌롭의 크기 조절

버텍스를 이어주면서, 근육과 피부의 부드러운 변화를 흉내 내는 역할을 한다(서승욱, 2002). 피직의 하위 메뉴에는 Envelope, Link, Bulge, Tendon, Vertex가 있으며, 이들의 기능은 바이팻 관절의 구부러지는 정도나 근육의 부풀기나 힘줄, Vertex를 할당하는 역할을 한다. Envelope은 오버젝트의 어떤 부분이 어느 본을 따라 다닐지 그 범위를 지정해 주는 역할을 한다. 엔빌롭의 크기 조절은 피직의 셋업에서 가장 중요 부분이며, 많은 시간과 노력이 필요한 작업이다. 본 실험에서는 엔빌롭의 크기 조절까지만 했으며, 다음 단계인 Link, Bulge, Tendon, Vertex 조절은 하지 않았다.

7) 바이팻 파일의 로딩

피직 셋업이 완료되면 모션 자료가 저장된 bip 파일을 불러들인다. 골프 동작에서 섬세한 부분인 그립을 쥐는 손가락의 움직임에 대한 모션 정보는 bip 파일 속에 들어있지 않다. 따라서 그립 쥐는 손의 자세를 전체 프레임 걸쳐 수정해야 한다. 하지만 첫 프레임에서 애니메이션 키를 켜고 Layer를 하나 만들어서 자세를 수정하면 전 프레임에 걸쳐서 동일한 자세를 유지하는 기능이 있다.

8) 애니메이션과 렌더링

7단계의 작업이 끝나면 바이팻과 helpers는 숨기고, 조명이나 동영상의 크기, 프레임 수 등 다른 요인들을 설정한 후 렌더링 해서 원하는 형식의 동영상 파일을 제작한다.

2. OpenGL을 이용한 애니메이션 방법

캐릭터를 제작하는데 사용된 소프트웨어는 Visual C++ 6.0을 사용했다. OpenGL API를 이용하면 3D 소프트웨어를 이용하는 것처럼 섬세하게 제작하기는 힘들지만, 모델링을 하는데 편리하다. OpenGL 라이브러리는 C언어의 함수 호출 방식을 따른다. 즉, C언어로 작성된 프로그램은 쉽게 OpenGL API를 사용할 수 있다(Wright & Benjamin, 2004).

OpenGL 유틸리티 라이브러리는 원뿔(cone), 원기둥(cylinder), 원판(disk), 구(sphere)와 같은 제한된 도형들만 렌더링하는데 필요한 코드릭(quadric) 함수들을 제공한다. 따라서 캐릭터 모델을 제작하는데 주로 실린더와 구를 사용했다. <그림 6>을 보면, 여러 개의 실린더를 합쳐서 하나의 하퇴를 만들었으며, 관절에는 구를 사용해서 제작했다. 머리도 실린더를 연결해서 제작했으나, 머리카락 부분은 제작하기가 상당히 까다롭다. 머리카락 부분을 텍스처 매핑을 사용하면 편리하지만, 렌더링하는데 시간이 많이 걸려서 제외시켰다. 따라서 머리카락은 굵은 점(Vertex)들을 사용했다. 발은 코드릭으로 제작하기 위해서 OpenGL에서 제공하는 적절한 함수들을 사용하기가 어려워 폴리곤을 사용했다. 폴리곤은 3D 객체를 구성하는 기본 단위이다. 입체 공간에서 3개의 점(Vertex)을 선으로 이으면 하나의 3각 폴리곤이 만들어진다. 이 3각 폴리곤이 3D 객체를 구성하는 기본적인 폴리곤이며, 3각 폴리곤을 합치면 4각 폴리곤이 만들어진다. 4각 폴리곤은 3각 폴리곤보다 사

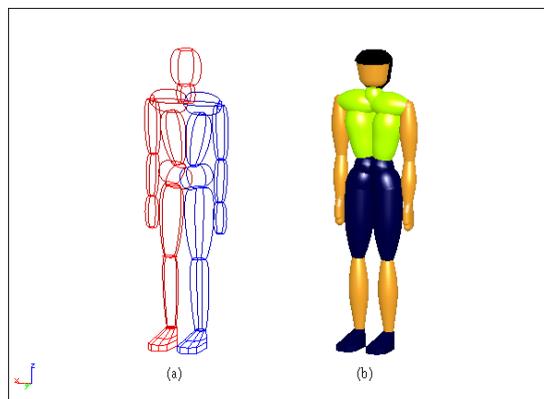


그림 6. OpenGL로 제작한 모델

용하기 편리하기 때문에 본 실험에서 인체의 3D 모델링에 4차 폴리곤을 많이 사용했다(강상학, 2006).

OpenGL API를 이용하면 모델링이 끝난 인체의 3D 객체에 다양한 색상과 질감을 적용할 수 있으며, 반사율, 불투명도 등을 자유롭게 설정하여 원하는 재질을 얻을 수 있다. 또한 OpenGL에서 제공하는 텍스처 매핑 기능은 다른 3D 그래픽 툴 중에서도 단연 최고로 인정되는 기능이지만 렌더링하는데 상당히 많은 시간이 소모되므로 제외시켰다.

III. 결과 및 논의

1. 캐릭터 스튜디오를 이용한 애니메이션

캐릭터 스튜디오에서 골프 동작의 모션 자료를 csm 파일로 불러들여서 애니메이션한 결과의 동영상은 <그림 7>과 같이 나타났다. <그림 7>의 바이팻을 애니메

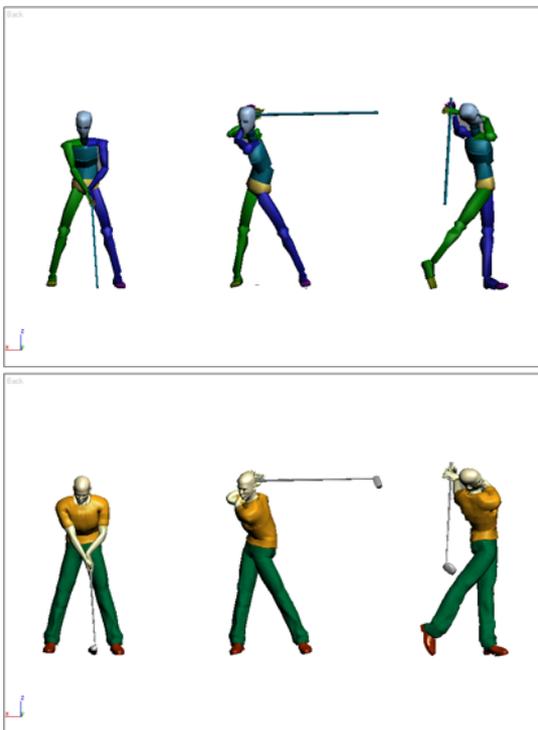


그림 7. 캐릭터 스튜디오에서 애니메이션한 골프 동작

이션 하면 제 속도로 실행되지만, 캐릭터 메시를 애니

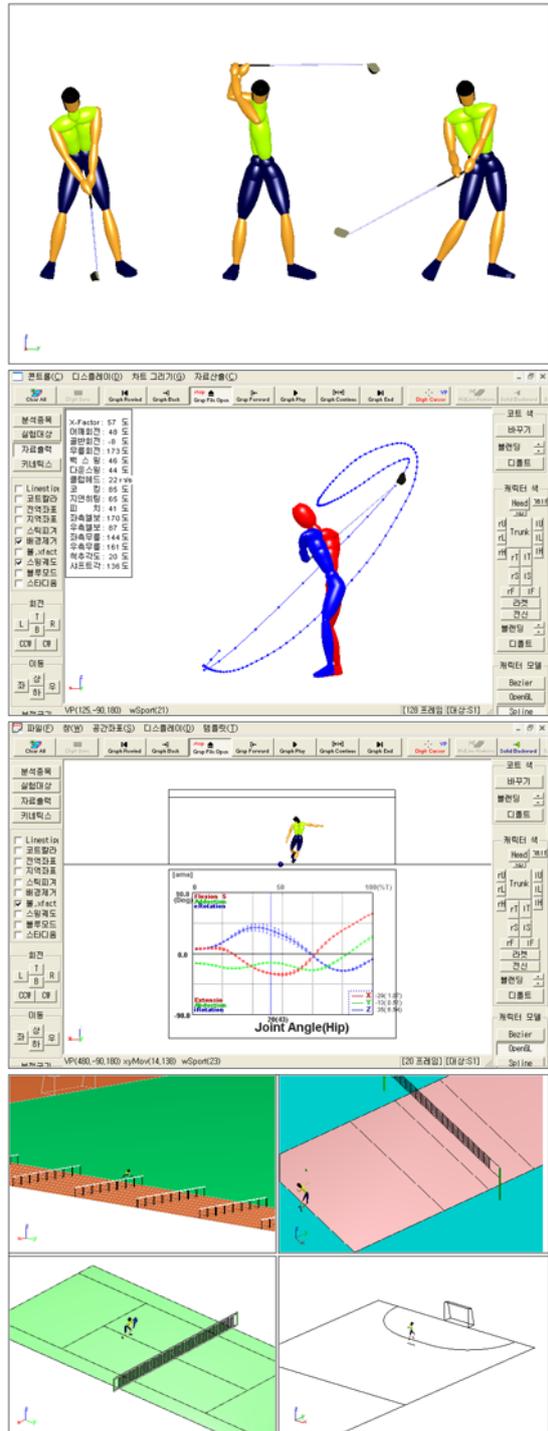


그림 8. OpenGL로 제작한 골프 동작과 타 종목에 적용

메이션 하면 동작 속도가 실제 속도보다 상당히 떨어지게 된다. 따라서 렌더링 한 후 저장된 동영상을 디스플레이해야 제 속도로 디스플레이 된다. 캐릭터 스튜디오의 바이패트를 이용했을 때 <그림 7>에서 보는 바와 같이 애니메이션이 모션 자료와 동일하게 수행되었으며, 캐릭터 메시의 형태도 뒤틀리거나 크게 변형되지 않고 잘 수행되었다. 반면, 어색한 부분은 허리와 손의 그림 부분으로 나타났다. 허리뼈는 1개에서 10개까지 사용 가능하지만, 본 실험에서는 3개를 사용했다. 하지만 모션 자료가 부족하기 때문에 <그림 7>의 중간 바이패트에서 보는 것처럼 허리의 구부러짐은 한 마디에서만 일어난다. 따라서 캐릭터 메시에서도 똑같이 구부러지는 부분이 어색하게 나타났다. 캐릭터 메시의 형태가 관절 부위에서 부드럽게 구부러지거나 접히는 것이 제대로 되기 위해서는 피직을 셋업할 때 세밀하게 조절해야 한다.

2. OpenGL을 이용한 애니메이션

OpenGL API를 이용해서 Visual C++로 제작해서 실제 골프 동작의 모션자료를 입력해서 애니메이션한 결과는 <그림 8>과 같이 나타났다. OpenGL로 제작한 프로그램은 뷰포인트의 조작이나 원근 조절 등 원하는 크기나 위치에서 관찰이 가능하다. 실행속도는 실제 자료의 속도와 동일하게 설정 가능하다. 애니메이션 동안 각 프레임별 역학적 자료들의 출력도 가능하며, 그래프의 출력도 용이하다. 또한 원하는 프레임만큼의 디스플레이도 가능하며, 모델을 바꾸어서 디스플레이도 가능하며, <그림 8>과 같이 다른 종목의 운동 동작들에 적용이 상당히 용이하다.

IV. 결론 및 제언

모션 캡처 자료를 이용해서 동작 분석에 활용할 애니메이션 방식으로 캐릭터 스튜디오와 OpenGL을 이용한 적절한 모델링 방법을 모색해 보았다.

캐릭터 스튜디오를 이용한 방식의 장점으로는 정밀

하게 제작한 캐릭터 메시지를 사용하기 때문에 수준 높은 애니메이션이 가능하다. 단점으로는 캐릭터 메시의 폴리곤 수가 많기 때문에 렌더링 시간이 많이 걸린다. 또한 피직을 셋업 하는데 상당히 많은 시간이 걸리게 되며, 모션 자료들마다 각각 반복해서 조절해야 된다.

OpenGL을 이용한 애니메이션 방식은 한 번 제작해 놓은 캐릭터는 거의 모든 피험자에게 사용 가능하며, 실시간 캐릭터 애니메이션뿐만 아니라, 실제 원하는 프로그램 제어가 가능한 장점이 있다. 초보자도 따로 사용법을 익힐 필요성이 없으며, 모션 자료만 입력하면 바로 실시간 애니메이션이 가능하다. 하지만 컴퓨터 프로그램을 직접 짜서 캐릭터를 제작해야 하기 때문에 섬세하게 제작하기 어려운 점을 단점으로 들 수 있다.

이상과 같이 두 방식을 고찰해 보았다. 캐릭터 스튜디오를 이용한 모델링 방식을 운동역학 뿐만 아니라 다른 분야에서 많은 작업이 이루어지고 있기 때문에 머지않아 사용하기 용이해질 것으로 판단된다. 반면 OpenGL을 이용하는 애니메이션 방식은 간단하게 적용 가능하며, 역학적 자료들의 활용이 편리한 점을 들 수 있다.

참 고 문 헌

- 강상학(2006). 동작분석용 컴퓨터 그래픽 프로그램에 관한 연구. *체육과학연구*. 17(1). 37-44.
- 박상철(2001). *3D Studio Max 3로 배우는 휴먼 캐릭터 모델링*. 인포북.
- 서성열(2000). *캐릭터 스튜디오 2X*. 삼각형.
- 서승욱(2002). *서승욱의 Character Studio 3.2 & Hint*. 성안당.
- 신성근(2003). *Movie Study(Character Studio & Reactor)*. 디지털북스.
- 신성아(2001). *모션 캡처 테크놀로지의 무용교육 적용 방법 고찰*. 한양대학교 석사학위논문.
- 정일웅(2003). *모션 캡처 데이터를 이용한 휴머노이드 로봇의 동작 생성*. 한국과학기술원 석사학위논문.

- 이은선(2002). 모션 캡처를 이용한 무용 3D 캐릭터 애니메이션 활용 방안. 조선대학교 교육대학원 석사학위논문.
- 임연미(2002). 모션 캡처를 활용한 무용의 멀티미디어화에 관한 연구. *이화체육논집*. 제6집. 81-97.
- 진영애, 김성현(2001). 3차원 Character Animation 모델링에 대한 연구. *동서대학교 연구센터논문집*. 4. 287-298.
- Bousquet, M. & McCarthy, M. (2006). *3ds Max Animation with Biped*. New Riders.
- Kulagin, B. & Morozov, D. (2004). *3ds Max 6 Animation with Character Studio 4 and Plug-ins*. A-LIST, LLC.
- Dreammotion(2007). <http://www.dreammotion.co.kr>
- Steven, T. (2006). *Exploring 3d Animation with 3ds Max 7*. Delmar Learning.
- Wright, R. S. & Benjamin, L. (2004). *OpenGL Superbible*. Macmillan Computer Pub.

투 고 일 : 10월 30일

심 사 일 : 11월 6일

심사완료일 : 12월 14일