

# 모션 캡처 시스템을 활용한 게임 캐릭터 애니메이션

한국산업기술대학교 이용희\*

## 1. 서 론

에듀테인먼트는 교육과 오락을 결합하여 교육 목표의 달성 효과를 향상시키려고 한다. 그래서 컴퓨터와 멀티미디어를 활용하기도 하고 특히 오락적 요소를 위해 컴퓨터 게임을 교육적 요소에 결합한다. 이렇게 결합된 게임은 교육용 게임이라고 할 수 있고 기능성 게임의 한 종류이다. 기능성 게임은 특정한 목적과 효과를 의도하는 게임을 말한다. 기능성 게임의 주요 목적은 교육, 건강, 의료, 인성 개발, 체감형 등으로 구분할 수 있다. 이러한 기능성 게임은 게임에 대한 사회의 일반적인 부정적 인식을 없앨 수 있고 게임의 긍정적 효과 또는 게임의 사회적 효용성 증대에 대한 관심을 유발할 수 있어 사회적 관심과 개발이 점차적으로 증가하는 추세이다. 기능성 게임은 최근 교육 및 의료 분야에서 새로운 게임 시장을 형성하고 있다. 이러한 기능성 게임의 증가는 게임의 응용 분야를 확대할 수 있고 게임 이용자의 저변 확대와 다양화를 통하여 게임 산업의 다양화와 질적 향상에 기여할 수 있다. 이러한 기능성 게임 중에서 교육용 게임은 상호작용을 통하여 주로 언어, 기술, 지식의 습득을 위한 분야에서 많은 관심을 끌고 있으며 실제 개발되어 활용되고 있다. 그러나 수많은 에듀테인먼트 어플리케이션들은 짧은 관심거리였지만 대부분 인기를 끌지는 못했다. 교육성과 오락성을 모두 갖춘 무언가를 만들려고 했으나 실제로는 재미와 관심을 끌지 못했다. 현실과 같은 수준의 많은 대작 게임, 반지의 제왕 그리고 해리포터 등의 영화 등을 통하여 한층 높은 수준의 콘텐츠를 접한 경험을 가진 사용자들은 웬만한 콘텐츠에는 관심을 가져 주지 않는다. 국내의 많은 에듀테인먼트 사이트에 접속해보라. 대부분의 경우 교육적 목표를 성취할 수 있는 콘텐츠들을 서비스하지만 그 콘텐츠의 품질은 앞에서 예들 든 것들과는 너무 수준 차이가 난다. 에듀테인먼트가 성공하려면 분명히 교육성과 오락성이 잘 결합되어야

하고 오락성을 위해서는 콘텐츠의 질적인 향상이 필요하다(1).

게임의 오락성과 몰입성은 게임 캐릭터와 사용자의 상호작용을 통하여 이루어진다. 그러므로 게임의 중요한 구성 요소 중 하나는 게임 캐릭터라고 할 수 있다. 다양하고 창의적이며 양질의 게임 캐릭터의 개발은 에듀테인먼트에서도 중요한 역할을 한다고 할 수 있다. 그러므로 효율적인 게임 캐릭터 애니메이션을 생성하기 위한 방법인 모션 캡처 시스템의 활용 방법과 예를 설명한다.

앞으로 2장에서는 모션 캡처 시스템에 대한 대략적인 종류와 기본 원리를 알아보고 3장에서는 광학식 모션 캡처 시스템을 통한 캐릭터 애니메이션 생성 과정을 살펴본다.

## 2. 모션 캡처 시스템

이 장에서는 모션 캡처 시스템에 대한 대략적인 종류와 기본 원리를 알아본다.

모션 캡처(Motion Capture)란 말 그대로 인간을 포함한 사물의 동작을 입력 또는 측정하여 컴퓨터 데이터화 하는 것을 의미 한다. 보통 다관절로 이루어진 대상체의 각 관절의 위치의 시간에 대한 변화를 측정하여 3차원 데이터를 구성한다. 모션 캡처는 18세기에 사진을 이용하여 인간의 동작을 분석한 것에서 시작하였다고 할 수 있으며 1900년대 Rotoscoping 방법으로 정립되었다. 1990년 중반부터 상업적 모션 캡처 시스템이 등장하였고 이전에 시행되었던 애니메이션 제작 방식인 키프레임(keyframe) 애니메이션을 대체하기 시작하였다. 키프레임 애니메이션을 포함한 기존의 애니메이션 제작 방법은 사실적이고 자연스러운 3차원 동작을 만들기 위해 많은 시간이 필요하다. 대부분의 3D 모델링 소프트웨어들은 관절을 제어(위치 이동 또는 회전)하여 원하는 동작을 생성할 수 있는 기능을 제공한다. 사람과 같이 복잡한 관절 구조를 가진 캐릭터의 달리기와 같은 간단한 동작을 사실적이고 자

\* 종신회원, 초대기고자

연스럽게 되도록 생성하는 것도 상당한 시간을 요구한다. 이러한 과정은 상당히 노동집약적이며 애니메이터(Animator)와 사용하는 소프트웨어에 종속적인 결과를 생성한다. 결과적으로 게임의 캐릭터 애니메이션 제작에 시간과 비용이 증가하게 되어 콘텐츠의 양적인 측면과 질적인 측면에서 부정적 효과가 발생하게 된다[3-5].

모션 캡처 시스템을 사용하는 애니메이션 제작 방식은 빠른 시간 내에 사실적인 동작을 구현할 수 있고 대부분의 경우 기존의 키프레임 애니메이션 방법에 비해 20% 이하의 시간 정도로 훨씬 고품질의 결과를 생성할 수 있다. 현재 많은 게임과 영화 등에서 모션 캡처 시스템이 사용되고 있으며 그림 1은 모션 캡처 시스템이 사용된 대표적인 예이다.

일반적으로 모션 캡처 시스템에는 동작을 감지하기 위한 센서 또는 마커(marker)를 연기자(actor)의 관절에 부착하고 각 마커의 위치를 인식할 수 있는 장치를 통하여 마커의 공간적 위치 정보(x, y, z)와 회전 정보를 추적하거나 계산한다. 모션 캡처 시스템은 센서와 인식 장치의 작동 방식 또는 원리에 따라 음향식(acoustic), 자기식(magnetic), 기계식(mechanical), 광학식(optical) 등으로 나눌 수 있으며[2] 국내에서는 광학식 모션 캡처 시스템이 주로 사용되고 있으며 저가의 기계식 방식도 드물게 사용된다.

### 2.1 음향식 모션 캡처 시스템

음향식 모션 캡처 시스템은 다수의 초음파 발생 장치와 3개의 수신 장치로 구성된다. 연기자의 각 관절에 부착된 초음파 발생 장치들이 순차적으로 초음파를 발생하고 그 초음파가 수신 장치에 수신되기까지 걸린 시간과 이때의 소리 속도를 이용해 발생장치에서 수신 장치까지의 거리를 계산한다. 각 전송 장치의 3차원 공간상의 위치는 3개의 수신 장치에서 각각 계산된 값을 이용한 삼각 측량원리에 의하여 구할 수 있다.



파이널판타지          매트릭스          반지의제왕

그림 1 모션 캡처 시스템을 사용한 게임과 영화

초음파 발생장치의 크기가 크고 수신 장치와 케이블로 연결되어 있어 연기자의 동작이 부자연스러워질 수

있고 정밀한 동작을 캡처하기 어렵다. 또한 음향장치의 특성상 초음파의 반사에 의한 영향을 많이 받으므로 정밀한 동작의 캡처를 최소화할 수 있는 특수 시설이 필요하다는 단점이 있다. 그러나 이 시스템은 다른 시스템과 다르게 초음파 발생 장치와 수신 장치가 다른 물체로 가려지더라도 잘 작동하고 또한 위치 측정에 필요한 계산량이 적어 실시간 처리가 가능하며 값이 싸다는 장점도 있다[2].

### 2.2 기계식 모션 캡처 시스템

기계식 시스템은 연기자의 측정 관절을 따라 관절의 움직임을 측정하기 위한 전위차계(potentiometer)와 슬라이더(slidebar)의 복합체로 구성된 가공의 기계관절을 장착하여 동작을 캡처하는 방식이다. 연기자가 팔이나 다리를 얼마나 굽혔는지 측정할 수 있게 해준다. 장점은 캘리브레이션(calibration) 과정이 거의 필요 없어 설치와 운영이 매우 간편하고 공간에 제약이 없으면 곳까지 이동하며 캡처를 할 수 있고 노이즈가 없어 매우 높은 샘플링 빈도로 모션 데이터를 획득할 수 있어 실시간의 이용에 편하다.

그러나 매우 부담이 되는 기계장치를 연기자의 몸에 부착해야하므로 자연스러운 동작을 연출할 수 없고 넘어지거나 과격한 운동의 표현이 불가능하다. 기계장치가 연기자의 각 관절에 얼마나 정확하게 위치했는지에 따라 정확도가 달라진다는 단점이 있다[2].

### 2.3 자기식 모션 캡처 시스템

자기식 시스템은 한 개의 자기원(자기장 발생장치)를 고정된 위치에 두고 사람의 각 관절에 크기가 작은 자기 센서를 부착하여 사람의 각 관절의 위치와 각도를 측정하는 방식이다.

자기식 시스템의 장점은 운용이 쉽고 장비 장치외의 시설투자가 필요 없으며 데이터를 처리하는데 있어서 계산량이 많지 않아 실시간 처리가 편하다는 점과 차폐문제가 없다는 것이다.

그러나 움직임이 큰 동작은 캡처 할 수가 없다. 자기 방식은 캡처 주파수를 어느 이상 높일 수 없고 주변의 전자파의 영향으로 가만히 서있기만 해도 심한 떨림이 발생하여 필터링과 같은 후처리 기법을 이용해 사용한다[2].

### 2.4 광학식 모션 캡처 시스템

광학식 모션 캡처 장비는 대상 물체에 빛 반사성이 좋은 마커를 붙이고 여러 대의 카메라를 통하여 마커의 위치를 추적한다. 일반적인 CCD 카메라를 사용하기도 하지만 적외선 조명과 적외선 카메라를 일반적으

로 사용한다. 각각의 카메라를 통해 제공되는 마커의 2차원 위치 정보를 모션 캡처 소프트웨어가 3D 데이터로 계산한다. 연기자에 부착되는 마커의 크기가 작고 케이블로 연결되지 않으며 개수가 제한되지 않아 연기자가 움직임을 수행하는 동안 자유로움을 제공하며, 움직임의 아주 미세한 묘사까지도 가능하게 한다. 광학식 시스템은 다른 시스템에 비하여 넓은 범위에서 캡처가 가능하며 정밀한 데이터를 얻을 수 있다. 다른 모션 캡처 장비에 비해 고속의 데이터를 얻을 수 있고 주변 환경을 잘 구성하면 깨끗한 모션 데이터를 얻을 수 있으며 여러 물체의 동작을 동시에 캡처할 수 있다. 최근에는 스포츠 동작, 무술, 댄스 등의 동작을 위해 많이 사용되고 있다[5].

반면 광학식 시스템의 주요 단점은 마커들이 카메라들이 추적할 수 없게 가려지는 경우 데이터를 놓치는 현상이다. 이런 경우 3차원 좌표를 얻는 것이 불가능하고 이것으로 인하여 많은 사후 처리과정이 필요하게 되어 실시간 처리가 불가능하게 되거나 모션 캡처 과정을 더욱 복잡하게 된다.

### 3. 모션 캡처 시스템의 활용

최근 대부분의 모션 캡처 시스템은 광학식 시스템을 사용하고 있으므로 광학식 모션 캡처를 사용해 게임 캐릭터에 애니메이션을 설정하는 방법을 설명한다. 모션 캡처 장비 및 사용 소프트웨어에 따라 약간의 차이가 있으나 일반적인 작업 과정은 그림 2와 같이 캐릭터를 모델링하기, 모션 캡처 데이터 획득, 모션 데이터 편집 및 후처리, 캐릭터 모델에 모션 데이터를 연결하기 등의 순서로 이루어진다. 여기에서는 Motion Analysis 사의 모션 캡처 장비와 EvaRT 모션 캡처 소프트웨어를 사용하여 시스템의 설정하고 모션을 캡처하고 편집하는 과정과 Alias사의 모션 빌더(Motion Builder) 소프트웨어를 사용하여 캐릭터에 애니메이션을 입히는 과정을 설명한다[5, 6]. 생성하려는 캐릭터는 칼을 들고 여러 가지 무술 동작을 수행한다.

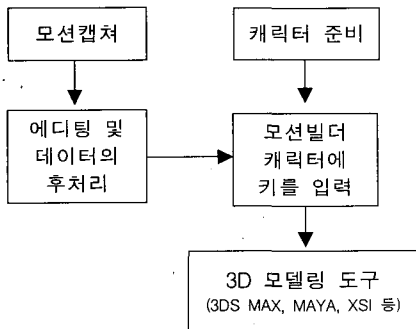


그림 2 모션 캡처의 작업 과정

### 3.1 캐릭터의 준비

캐릭터의 모델링은 어떤 3D 모델링 툴을 사용해도 상관 없다. 각자 사용하는 3D 모델링 툴로 캐릭터를 모델링하도록 한다. 그림 3은 3DS Max에서 모델링한 캐릭터의 예이다. 이 캐릭터의 뼈대 구조는 그림 4와 같다.

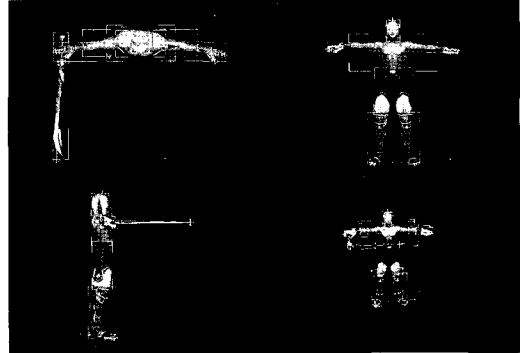


그림 3 캐릭터 모델의 예

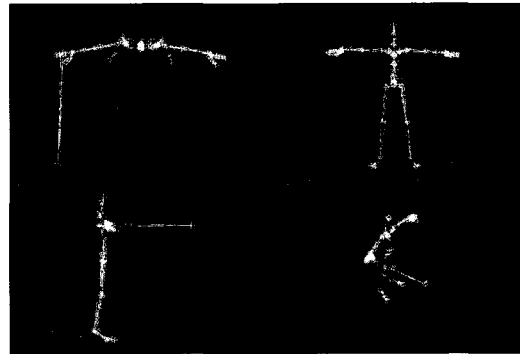


그림 4 캐릭터 모델의 뼈대 구조

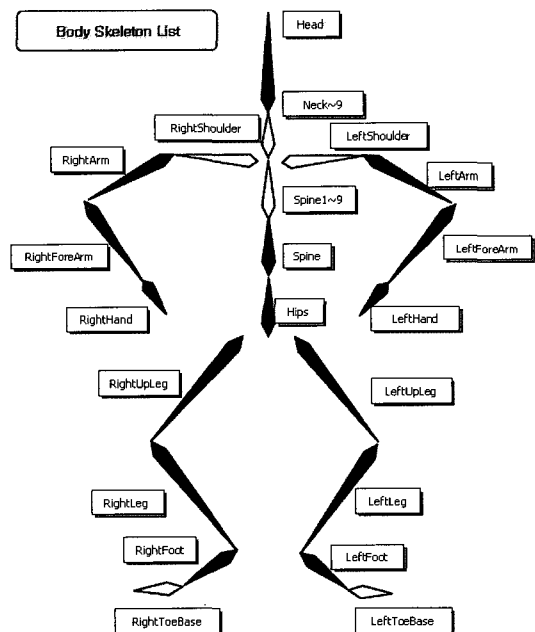


그림 5 캐릭터 모델의 뼈대 이름

이 캐릭터는 뼈대(bone)와 피부(skin)로 리깅(rigging) 작업이 완료된 상태다. 뼈대의 이름을 정할 때는 그림 5와 같은 형식으로 정한다. 뼈대의 이름이 틀리면 후에 모션빌더에서 뼈대의 이름을 바꾸어 주어야 한다.

캐릭터의 모델링이 완성되면 fbx 파일 형식으로 저장한다. 3DS Max를 포함한 다른 3D 모델링 도구에서 fbx 형식으로 저장하려면 해당 도구에 fbx 플러그인(plugin)을 설치하면 된다. 이제 애니메이션을 위한 캐릭터의 모델이 준비가 되었다.

### 3.2 캐릭터의 준비

모션빌더를 실행하여 File 메뉴에서 Open을 선택하고 파일열기 대화상자에서 모델링 도구에서 저장한 캐릭터 모델 파일을 연다. 그림 6은 그림 3의 3D 모델을 모션빌더에서 읽어 들인 것이다.

3D 모델을 모션빌더로 읽어 들인 후 3D 모델링 도구에서 모델링한 캐릭터 모델의 구조와 모션 빌더의 캐릭터 구조를 일치시키는 과정이 필요하다. 모션빌더에는 이러한 과정을 위한 캐릭터 템플릿이 그림 7과 같이 제공된다. 모션빌더의 템플릿 목록에서 "Character"를 선택하여 "Characterize"를 실행하고 Biped를 선택하여 저장한다.

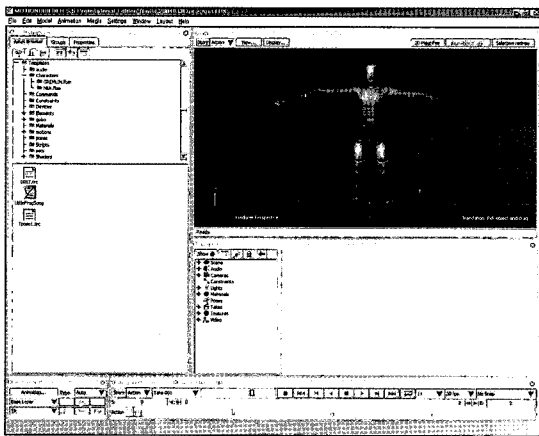


그림 6 모션빌더로 읽어 들인 캐릭터 모델

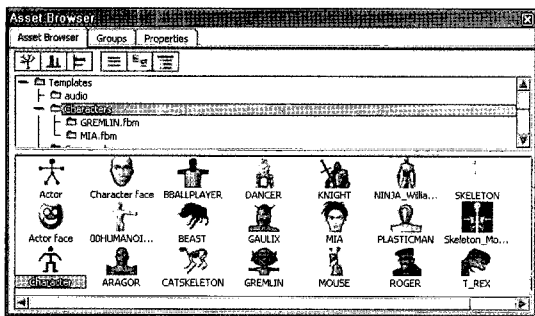


그림 7 모션빌더의 템플릿 목록

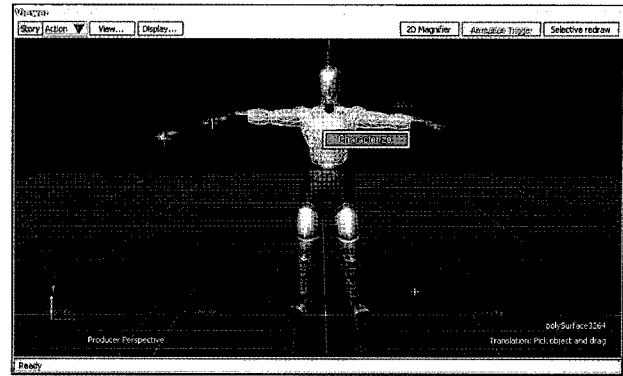


그림 8 모델을 캐릭터화하기

### 3.3 모션 캡처

광학식 모션 캡처의 작업 과정은 카메라 설정, 카메라 캘리브레이션, 모션 캡처, 후처리의 순서로 진행된다. 이러한 과정을 거쳐 완전한 모션 데이터를 얻게 되면 준비한 캐릭터 모델에 모션 데이터를 적용하여 캐릭터 모델의 애니메이션을 완성할 수 있다. 모션 캡처 카메라의 설정 과정은 생략하고 모션 캡처 부분을 설명한다.

먼저 캐릭터 모델의 동작을 연기할 연기자(actor)의 몸에 그림 9와 같이 마커를 부착한다. 일반적으로 마커는 41개를 부착하는데 물체의 형태와 목적에 따라 필요한 만큼 추가하거나 삭제할 수 있다. 마커는 떨어지거나 흔들리지 않도록 잘 부착하여야 하는데 그림 10과 같이 보통 연기자의 몸에 딱 맞게 제작된 슈트를 입고 마커를 부착한다.

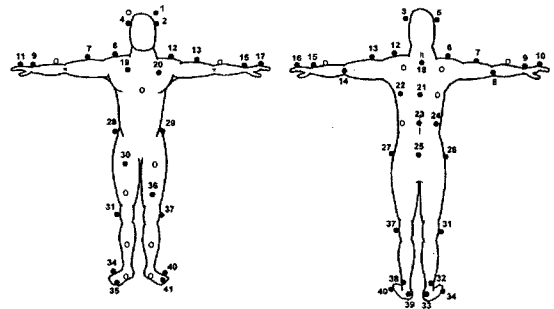


그림 9 마커의 부착 위치



그림 10 모션 슈트에 마커를 부착

그림 11은 EvaRT의 모션 캡처 시스템을 실행하고 연기자가 카메라 캡처 영역에 양팔을 들고 서있는 화면이다. 점으로 표시된 것이 마커이다. 각각의 마커를 선택하여 색상을 지정하고 마커의 이름을 설정하여 모델에 대한 템플릿을 생성한다. 그림 12는 캐릭터 모델에 대한 템플릿을 생성한 화면이다. 템플릿을 생성한 후 모션 데이터 파일 이름을 지정하고 캡처 시간을 설정하고 연기자의 동작들을 캡처한다. 보통 같은 동작을 2~3번 정도 캡처하고 가장 좋은 데이터를 편집하여 사용한다.

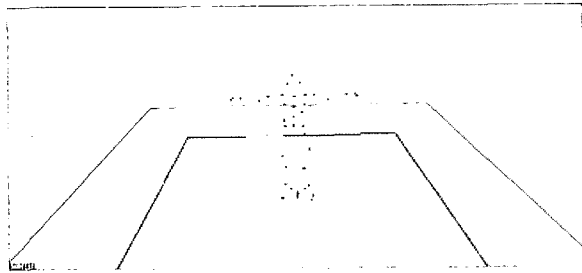


그림 11 모션 캡처 영역

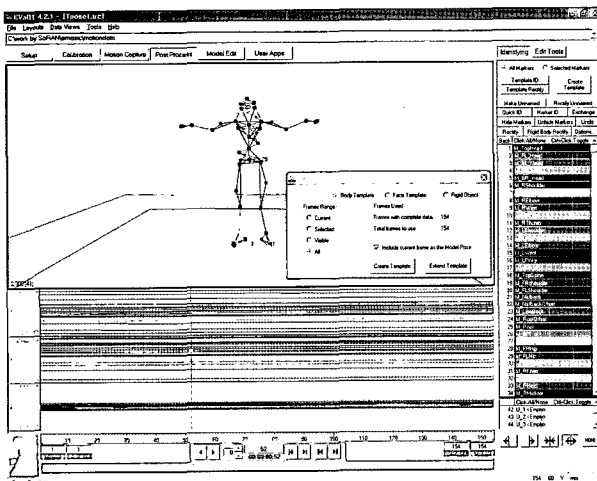


그림 12 모델 템플릿을 생성

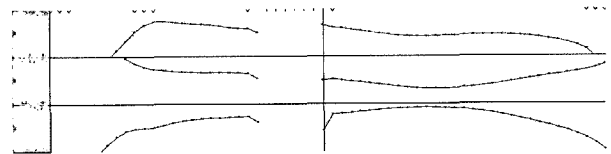
모션 캡처 과정을 통해 얻은 모션 데이터는 몇 가지 문제점을 가지고 있다. 마커의 ID가 바뀌거나 혹은 데이터는 존재하여도 ID가 부여되지 않은 경우, 데이터가 없어서 끊어진 경우, 데이터가 튀는 경우이다. 이러한 문제점들을 해결하는 작업을 모션 데이터 편집이라고 한다. 편집은 마커의 ID가 바뀐 경우와 마커의 ID가 없지만 데이터가 있는 경우를 확인하여 정확한 마커의 ID를 지정하여 주는 작업, 마커의 데이터가 사라진 경우를 찾아서 연결하여 주는 작업, 마커의 데이터가 오류가 있어 튀는 경우(스파이크:spike)를 찾아서 제거하여 주는 작업, 모션 캡처 데이터는 부드러운 커브로 보이지만 실제로는 아주 미세한 떨림이 있는데 이러한 떨림을 제거하기 위해 부드럽게 해 주는 작업

순으로 이루어진다. 그림 13과 같이 마커 ID가 바뀌거나 마커 ID가 사라진 후 해당 위치에 고스트(ghost)가 존재하는 경우 그 고스트에 마커 ID를 부여하고 난 후 그림 14와 같이 갭(gap)을 찾아서 연결하여 주고 스파이크(spike)를 찾아서 수정한다.

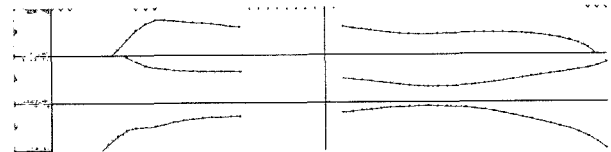


정상적인 마커    마커가 바뀐 경우    마커가 사라진 경우

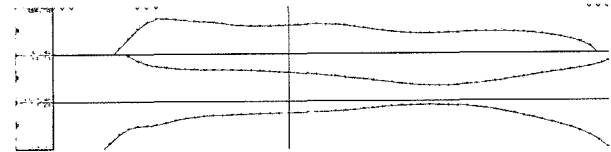
그림 13 마커의 위치 편집



모션 데이터 갭



갭 부분의 데이터를 삭제



갭의 연결

그림 14 모션 데이터의 갭 편집

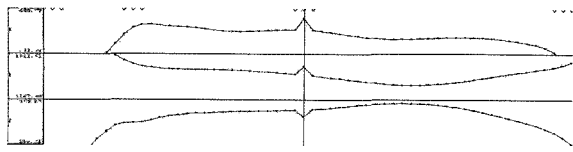
갭을 제거한 다음 모션 데이터에 스파이크를 찾는다. 스파이크를 찾은 후 동작을 보고 정상적인 움직임인지 아니면 스파이크인지를 확인한 후 스파이크라면 해당하는 데이터를 지운 후 그림 15와 같이 연결하여 준다.

스파이크까지 모두 수정하면 데이터의 미세한 떨림을 없애주기 위한 평활화(smooth) 과정을 거친다. 편집이 끝났으면 모션 데이터를 저장한다.

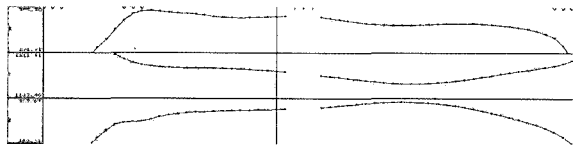
### 3.4 모션 빌더

이제 준비한 캐릭터 모델에 저장한 모션 데이터를 연결하여 동작을 입혀 줄 차례다. 모션 빌더 프로그램을 실행하여 캐릭터 모델의 마커 위치를 설정하고 캐릭터 템플릿을 만들 때 사용한 모션 데이터 파일(.trc)을 읽어 들인다. 그림 16에서 사각형들이 연기자 몸에 부착했던 실제 마커들의 위치를 나타낸다. 이 마커들을 가상의 연기자(가상액터: virtual actor)에 붙여야한

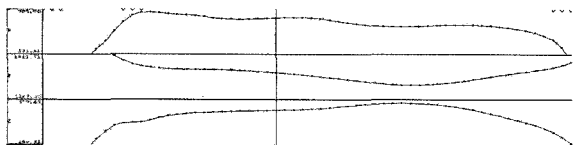
다. 가상액터의 관절을 조절해 최대한 실제 연기자와 유사하도록 만든다. 가상액터의 관절을 조절한 후 가상액터에 마커를 설정한다. 이제 가상 액터는 실제 연기자의 움직임을 따라할 수 있다.



모션 데이터의 스파이크

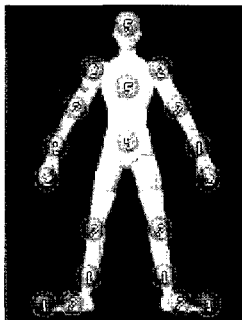


스파이크 삭제

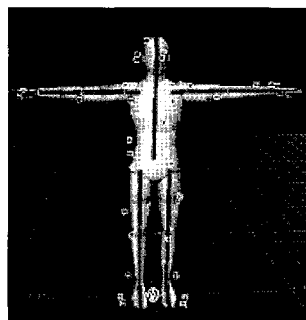


스파이크 부분 앞 뒤를 연결

그림 15 모션 데이터의 스파이크 편집



마커 위치 설정



실제 마커의 위치

그림 16 마커의 위치 설정

가상 액터에 모션 캡처를 통하여 얻은 모션 데이터를 추가하면 가상 액터는 그림 17과 같이 모션 캡처 데이터에 따라 움직인다. 그러나 가상액터는 실제 게임 캐릭터는 아니다. 그러므로 앞에서 준비한 캐릭터 모델의 fbx 파일을 찾아 가상액터에 연결하여 설정한다(캐릭터 모델은 3D 모델링 도구로 만들고 fbx 파일 형식으로 저장하였다). 그림 18은 게임 캐릭터 모델을 가상액터에 연결한 것을 보여준다. 이제 게임 캐릭터는 가상액터의 움직임을 따라하게 된다. 즉, 게임 캐릭터는 모션 캡처 데이터 동작을 정확하게 따라 움직이게 된다. 그러나 그림 19와 같이 캐릭터가 들고 있는 칼은 가상액터를 따라 움직이지 않는다. 이것은 칼이 참조할 마커를 모델에서 지정해 주지 않았기 때문이다. 칼이 참조할 마커를 그림 19와 같이 추가하고 마커의

회전 값을 지정하여 마커의 동작에 따라 칼의 위치와 회전 결과가 정확한 가를 확인한다. 모션 캡처 데이터에 따라 모델 캐릭터와 칼의 동작이 정확하게 이루어진다면 캐릭터 모델의 애니메이션이 완성된 것이다. 완성된 캐릭터 모델은 fbx 형식으로 저장한다. 그림 20은 완성된 모델을 보여준다.



그림 17 모션 데이터를 가상액터에 설정

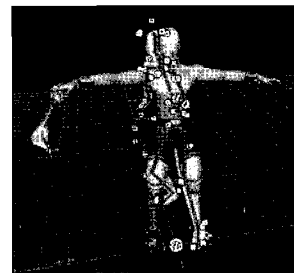


그림 18 캐릭터 모델을 가상액터에 설정

이제 3DS Max와 같은 3D 모델링 도구에서 저장한 모델을 불러보면 애니메이션이 추가된 캐릭터를 볼 수 있다(그림 21). 이 캐릭터 모델은 게임에서 사용할 애니메이션 정보를 가지고 있으므로 이 캐릭터 모델을 게임 프로그램에서 그대로 사용하면 된다.

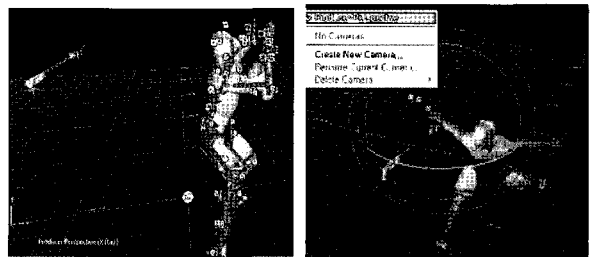


그림 19 칼의 모델을 가상액터에 연결

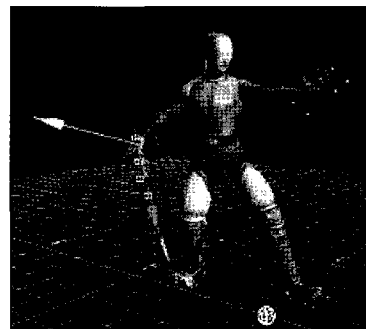


그림 20 완성된 캐릭터 모델

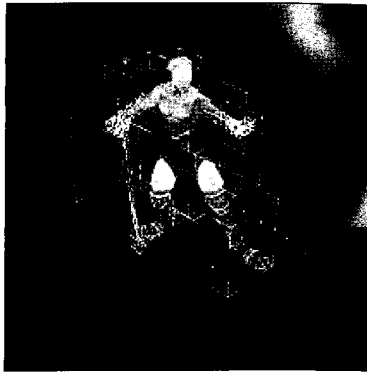


그림 21 3D 모델링 도구에서의 캐릭터 모델

#### 4. 결 론

게임의 오락성과 몰입성은 게임 캐릭터와 사용자의 상호작용을 통하여 이루어진다. 그러므로 게임의 중요한 구성 요소 중 하나는 게임 캐릭터라고 할 수 있다. 게임에서의 캐릭터는 애니메이션 동작을 포함하여야 하는데 기존의 애니메이션 생성 방법은 사실적이고 자연스러운 동작을 생성하는 데 시간이 많이 걸린다. 모션 캡처 시스템을 사용하면 캐릭터의 실제 대상이 되는 움직임 그대로 빠르고 정확하게 연결할 수 있어 캐릭터 애니메이션의 제작 시간을 엄청나게 단축할 수 있다. 다양하고 창의적이며 양질의 게임 캐릭터의 개발은 에듀테인먼트에서도 중요한 역할을 한다고 할 수 있다. 효율적인 게임 캐릭터 애니메이션을 생성하는 방법인 모션 캡처 시스템의 활용을 통하여 양질의 게임 캐릭터를 만들고 결과적으로 많은 양질의 에듀테인먼트 콘텐츠를 생성할 수 있다.

#### 참고문헌

- [ 1 ] 전충현, 디지털에듀테인먼트의 새 패러다임과 지향점. KERIS 1차 세미나 자료, 2005.
- [ 2 ] 이인호, 박찬중, 모션캡처 기술의 현황과 응용분야, 한국멀티미디어학회지 제3권 제1호 1999년.
- [ 3 ] Understanding Motion Capture for Computer Animation and Video Games, Alberto Menache, Morgan Kaufmann, 2000.
- [ 4 ] The Animator's Motion Capture Guide Organizing, Managing, and Editing, Matt Liverman, Charles River Media, 2004.
- [ 5 ] Animating Real-Time Game Characters, Paul Steed, Charles River Media, 2003.
- [ 6 ] EvaRT Manual, Motion Analysis.
- [ 7 ] 모션빌더 매뉴얼, 발해게이트, 2005.

---

#### 이 용 희



1988. 2 서울대학교 계산통계학과 (이학사)  
 1990. 2 서울대학교 계산통계학과 (이학석사)  
 1996. 8 서울대학교 계산통계학과 (이학박사)  
 1996. 9~2001. 12 현대전자산업(주) 메모리연구소 책임연구원  
 2002. 1~2003. 8 (주)다산C&I 연구소 수석연구원

2003. 9~현재 한국산업기술대학교 게임공학과 조교수  
 관심분야 : 게임프로그래밍, 게임엔진, 게임애니메이션  
 E-mail : louis@kpu.ac.kr

---