

실시간 캐릭터 애니메이션 시스템의 설계

이지형^o, 김상원, 박찬중
한국전자통신연구원 가상현실연구센터 모션정보팀

The Design of Realtime Character Animation System

^oJi-Hyung Lee, Sang-Won Ghyme, Chan-Jong Park
Motion Information Team, VR Research Center, ETRI

요약

최근 많은 영화나 컴퓨터 애니메이션에는 인간형 3차원 캐릭터의 애니메이션이 등장하고 있다. 이러한 인체 애니메이션에는 인체의 움직임, 손가락이나 얼굴표정이 포함된다. 대부분의 경우에 자연스러운 인체의 움직임을 추적하기 위해 모션캡처를 이용하고 있지만, 이 경우 손가락이나 얼굴표정은 제외되므로 이에 대한 추가 작업이 필요하게 된다.

본 논문에서는 모션캡처 장비, 사이버글러브와 Face Tracker를 통합한 시스템을 소개하며, 이 시스템을 이용하여 실시간으로 캐릭터 애니메이션이 가능하게 한다.

1. 서론

컴퓨터 그래픽스에서 인간은 고전적인 주제중의 하나이다. 컴퓨터 그래픽스를 이용하여 인간을 표현하고, 움직이게 하기 위한 많은 시도가 있었으며, 이 분야를 캐릭터 애니메이션이라고 한다.

캐릭터 애니메이션은 최근 영화, 광고, 게임 및 각종 애니메이션에서 폭발적으로 사용되고 있으나, 그 제작과정상 여러 어려움이 있어 많은 시간이 소요된다. 이는 컴퓨터 그래픽스 기술의 주류가 3차원으로 옮겨갔고, 보다 자연스러운 인간 동작을 흉내내는 캐릭터 애니메이션이 요구되기 때문이다[1].

가상현실 기술이 발달함에 따라, 인간의 움직임을 추적할 수 있는 많은 장비들이 대거 개발되어 캐릭

터 애니메이션에 적용되었고, 인간의 자연스러움을 유지하면서 제작과정의 어려움을 줄일 수 있게 되었다. 그러나 이들은 여러 장비들이 각각의 시스템에서 작동하므로, 실시간으로 전체 인간의 움직임을 보기에는 어려움이 있다.

따라서 본 논문에서는 인간의 움직임을 추적할 수 있는 많은 가상현실 장비를 동시에 이용하여 3차원 캐릭터를 실시간으로 애니메이션 할 수 있는 시스템을 제안한다.

2. 관련연구

인간형(humanoid) 캐릭터는 컴퓨터 그래픽스의 가상 인간(virtual human)에 기반을 둔다. Maya, SoftImage3D, 3D Studio Max, Mirai 등 많은 그래픽

본 연구는 정보통신부의 연구지원을 받고 있음
(과제번호: 9MC2400)

스 패키지들이 가상 인간의 생성 및 애니메이션을 지원하고 있으며, Mannequin Pro, Poser4, Life forms 등 가상 인간을 전문적으로 지원하는 프로그램도 있다.[2] 또한 실제 인간을 데이터로 구성하여 시각화한 Visible Human Project가 있으며, 상업적으로도 일본의 코코다테나 한국의 아담, 류시아 등의 가상배우도 등장하였다[3].

가상현실 분야에서도 다중 참여자를 위한 시스템이 발전함에 따라 3차원 캐릭터인 분신(avatar)가 필요하게 되었으며, 이를 표준화하기 위해 Universal Avatar, H-anim, MPEG-4 SNHC 등의 적극적인 활동이 있다[4].

일반적으로, 캐릭터 애니메이션을 위한 기법으로는 키프레임(key frame) 애니메이션, 동작 제어(motion control)에 의한 애니메이션, 모션 캡처(motion capture) 기술의 3가지가 있다[1]. 키프레임이란 애니메이션 프레임 중 캐릭터의 중요한 움직임이 있는 프레임을 키로서 설정한 것으로서, 그 나머지 프레임들은 보간 등을 이용하여 부드럽게 이어주어 전체를 완성하는 방법이다. 동작제어는 물리법칙을 비롯한 일련의 규칙에 의해 동작을 생성하는 기술로서, Univ. of Pennsylvania의 Jack, Georgia Tech의 GUV 등이 그 예이다. Jack은 제어 시스템(control system)과 물리학 기반의 역학을 인체에 적용시켜 시뮬레이션한 것이고, GUV는 자연스러운 인간의 모션을 위해 제어 알고리즘을 연구하고 있다[5]. 마지막으로 모션 캡처는 센서를 인간의 몸에 부착하고 실제 움직임 정보를 얻어냄으로써, 이를 애니메이션에 이용하는 것이다. 모션 캡처를 통한 실시간 애니메이션을 연구하는 MIT AI Lab과 Boston Dynamics Inc., 가상인간에 관한 모든 기술을 집약하려는 스위스의 EPFL 등이 연구를 하고 있으며, 국내에서도 한국전자통신연구원의 가상현실센터에서도 이에 대한 연구가 진행 중이다.

3. 3차원 캐릭터

3.1. 신체

본 논문에서 사용되는 3차원 캐릭터는 실시간을 고려하여, 지오메트릭(geometric) 다면체(polygonal) 모델을 사용한다. 이 모델은 관절에 의해 연결된 각 분절(segment)의 지오메트리 집합으로써 표현된다.

3차원 캐릭터는 17개 분절로 구성된다. 17개 분절은 head, neck, chest, waist, pelvis, left/right upper arm, left/right forearm, left/right hand, left/right upper leg, left/right foreleg, left/right foot이다. 또한 3차원 캐릭터는 21개의 뼈대(skeletal link)로 구성된다. 그러나 캐릭터의 chest가 3개의 뼈대로 구

성되고 pelvis도 3개의 뼈대로 구성되므로 실제 캐릭터는 17개 부분, 16개의 관절을 갖는다. 캐릭터의 계층구조는 그림 1과 같다.

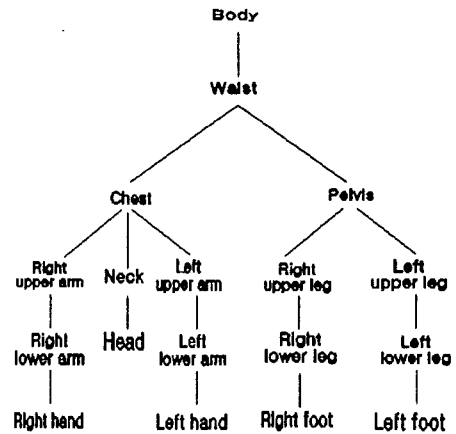


그림 1. 캐릭터의 계층구조

본 논문에서 캐릭터는 <표 1>에 나타났듯이 여러 유형의 관절을 가지고 있고, 각 유형마다 다른 자유도(Degree Of Freedom)를 가진다. 캐릭터는 신체의 각 관절이 갖는 34 자유도와 캐릭터 자체가 갖는 6 자유도를 합쳐, 총 자유도는 40이 된다.

<표 1> 캐릭터의 관절 유형과 자유도(DOF)

관절명	유형	자유도
머리/목	Ball-and-socket	3
목/상체	Ball-and-socket	3
상체/허리	Hinge	1
허리/하체	Ball-and-socket	3
어깨	Ball-and-socket	3
팔꿈치	Hinge	1
손목	Ellipsoid	2
하체/다리	Ellipsoid	2
무릎	Condyloid	2
발목	Ellipsoid	2

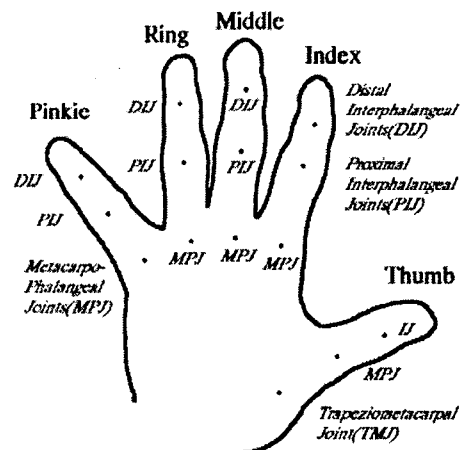


그림 2. 손의 관절 및 명칭

3.2. 얼굴

캐릭터의 얼굴은 18개의 근육이 설정되고, 실시간으로 얼굴 애니메이션을 하기 위해 12개의 마커 위치 및 정보가 세팅된다.[6]

3.3. 손

캐릭터의 손은 손바닥과 다섯 개의 손가락으로 구성되며, 각 손가락에는 3개의 관절이 있다[7]. 손가락 관절의 명칭과 위치는 그림 2와 같다.

4. 실시간 캐릭터 애니메이션 시스템

실시간 캐릭터 애니메이션을 위해서는 인체의 움직임을 추적하는 장비, 장비로부터의 데이터를 받아들이는 인터페이스, 행위자(performer, 장비를 착용한 사람)의 움직임을 그대로 흉내낼 가상의 캐릭터, 가상의 캐릭터와 실제 장비를 착용한 사람과의 움직임간의 차이(gap)을 줄여 주는 보정(calibration), 가상의 캐릭터의 움직임을 화면에 보여줄 디스플레이, 이러한 결과를 레코딩하는 모듈이 필요하다.

본 논문에서 이를 위해 제안하는 실시간 캐릭터 애니메이션 시스템의 구성도는 그림 3과 같다.

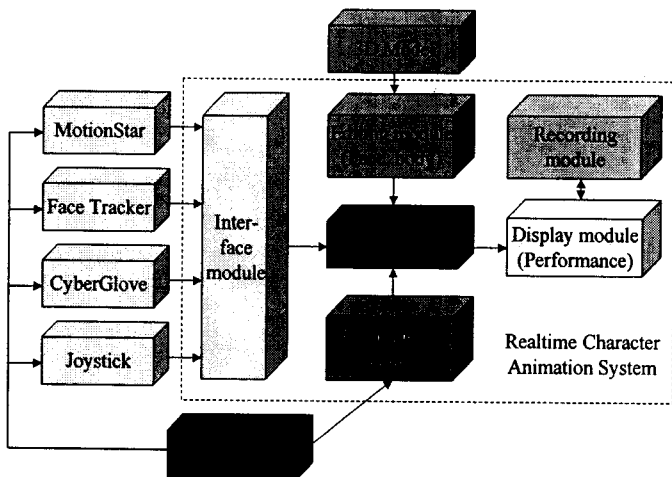


그림 3 실시간 캐릭터 애니메이션 시스템 구성도

4.1. Interface module

본 논문에서 제안하는 시스템은 인간의 움직임을 추적하기 위해 많은 가상현실 장비를 사용한다. 그림 2에서 인체의 움직임을 얻을 수 있는 모션캡처 장비인 MotionStar는 네트워크를 통해 시스템과 연결되며, TCP/IP 기반의 Birdnet3 프로토콜을 사용한다. 이는 Ascension사에서 자사의 장비간의 연결 프로토콜이다[8].

Face Tracker는 얼굴에 12개의 마커를 붙이고, 컴퓨터 비전을 이용하여 마커의 움직임을 추적하는 장비이다. 이 움직임을 이용하여 얼굴의 표정의 움직

임을 추정할 수 있게 한다. 이 장비는 시리얼 포트(serial port)를 이용하여 시스템과 연결된다[9].

Facial Tracker는 얼굴 위에 마커를 붙이기 때문에 눈동자나 혀 같이 마커를 붙일 수 없는 부위의 움직임을 추적할 수 없다. 눈동자나 혀의 움직임은 캐릭터의 자연스러움을 높여 주는 것들로서 이들의 움직임을 joystick에 연결하여 임의로 처리할 수 있도록 하였다. 그러나 이들의 움직임을 추적하여 캐릭터 애니메이션에 바로 적용하는 것은 향후 과제라 하겠다.

CyberGlove는 손가락과 손의 굽힘 정보를 추출하여 손 관절의 움직임을 얻어낼 수 있다[7]. 본 논문에서 사용하는 CyberGlove는 18개의 값을 추출할 수 있다[7]. 이 장비는 시리얼 포트를 이용하여 시스템과 연결된다[7]. 그러나 양손을 위해서는 CyberGlove가 두 개 필요하고, 두 개의 시리얼 포트가 필요하게 된다. 앞서 언급하였듯이 Face Tracker 역시 한 개의 시리얼 포트를 사용하므로, 총 3개 이상의 시리얼 포트가 필요하게 되는데, 일반적으로 PC는 2개의 시리얼 포트만을 지원한다. 이를 해결하기 위해서 시리얼 포트 확장기를 사용하였다.

본 논문에서 제안하는 시스템의 인터페이스 모듈은 이들 장비들로부터 동시에 데이터를 받아들일 수 있도록 네트워크와 시리얼 포트를 적절히 나누어 사용하였으며, 네트워크 연결에는 소켓(socket)을 사용하였고, 시리얼 포트 처리를 위해 windows thread를 사용하였다.

4.2. Editing module

이 모듈은 3D 모델을 입력받아 편집한다. 얼굴의 경우 3D 지오메트리를 편집한 후, 얼굴 근육 및 마커에 대한 정보를 설정한다[6].

신체 모델은 다양한 크기를 갖고 있고, 정면이 향하는 위치와 방위각(orientation)도 다르다. 따라서 크기, 회전, 이동 Manipulator를 이용하여 신체 지오메트리를 편집한다.

4.3. Calibration module

행위자는 애니메이션 할 가상 캐릭터와 많은 차이를 가지고 있다. 따라서 보다 정확하게 행위자의 움직임을 캐릭터의 움직임으로 나타내기 위해서는 이들간의 차이를 줄이는 것이 필요하고, 관련된 모든 행위를 보정이라 한다.

먼저 본 연구에 연동된 각각의 장비들이 가지고 있는 좌표계들 각각과 가상공간상의 좌표계간의 보정이 필요하다. 본 연구에서는 이들 좌표계를 일치시킨 후 전체 데이터를 정규화(normalize)하였다.

두 번째로 가상공간상의 캐릭터와 실제 행위자간의 보정이 필요하다. 행위자와 가상캐릭터의 신체 사이즈는 다르고, 관절의 위치도 다르므로 이에 대한 보정이 필요하다. 또한 이러한 보정에는 얼굴과 손의 보정도 관련된다. 얼굴의 보정에는 마커의 위치 및 정보 편집뿐 아니라, 각 근육의 움직임에 따라 마커의 위치 변이 최대/최소값을 알아내는 절차가 필요하다. 이들 정보는 얼굴의 움직임으로 나타날 수 있는 극한값을 나타내므로, 보다 현실감 있는 애니메이션에 도움을 준다. 이를 위해 무표정, 눈 크게 뜨기, 눈감기, 입 크게 벌리기(세로, 가로)일 때의 값을 얻어 이용하였다. 손을 위한 보정으로는 손가락을 구부릴 때, 손가락을 폈을 때 및 손을 최대한 벌렸을 때의 값을 사용하였다.

4.4. Display module

본 논문에서 사용되는 장비들은 높은 프레임율(frame rate)를 가지고 동작한다. 모션 캡처 장비는 초당 86Hz, face tracker는 초당 30~60Hz등으로 인간의 움직임을 추적하고, 이 데이터를 전송한다.

일상적으로 실시간은 초당 24 프레임 이상을 의미한다. 본 논문에서는 초당 24 프레임으로 디스플레이를 하도록 필터링하여 프레임율을 조절하였다.

4.5. Recording module

제안하는 시스템은 실시간으로 장비들로부터 데이터를 얻어 캐릭터 애니메이션 하는 것이지만, 이 데이터를 저장하여 언제라도 애니메이션을 재생할 수 있는 레코딩 모듈이 탑재되어 있다. 현재로는 저장된 모션을 재생하는 수준이지만, 이 모션을 편집할 수 있는 편집기를 제공하도록 확장할 것이다.

5. 실험 및 결과

본 논문은 Pentium II 450MHz PC의 한글 MS windows NT 4.0 상에서 MS Visual C++ 5.0을 이용하여 구현되었다. 그래픽처리를 위해 TGS Open Inventor 2.5.2를 이용하였다. PC상에서 그래픽처리의 한계를 극복하기 위해 3차원 그래픽 가속기를 사용하였다.

3차원 캐릭터의 몸의 움직임을 추적하기 위한 모션캡처 장비로서 Ascension technology사의 Motion Star Wired를 사용하였으며, 손가락의 움직임을 추적하기 위해 Virtual technologies사의 CyberGlove를 사용하였다. 또한 Motion analysis사의 Face Tracker RT를 사용하여 얼굴 표정의 움직임을 실시간으로 얻을 수 있었다.

그림 4는 모션 캡처 장비를 행위자의 몸에 장착하

고 움직이는 모습과 그때 실시간으로 PC에서 행해지는 캐릭터 애니메이션의 스크린이다.

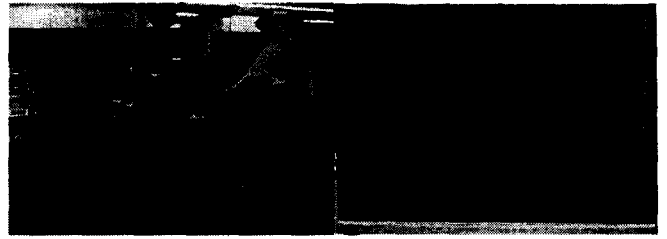


그림 4 실시간 캐릭터 애니메이션

6. 결론 및 향후 과제

본 논문에서는 모션캡처 장비, 사이버글러브와 Facial Tracker를 통합한 시스템을 제안하였으며, 이 시스템을 이용하여 실시간으로 캐릭터 애니메이션이 가능하게 하였다.

향후 과제로는 레코딩된 데이터를 편집할 수 있도록 확장하는 것과 현재 캐릭터의 국제 표준으로 자리 잡아가는 H-ANIM의 VRML Humanoid를 사용하여 실시간 캐릭터 애니메이션 하는 것이다.

참고 문헌

- [1] 김용순, 김영수, "3차원 캐릭터 애니메이션 기술 및 시장동향," 소프트웨어 기술동향 Vol.2 No.1, 시스템공학연구소, 1998
- [2] Bruce Damer, "Avatars!," Peachpit Press, 1998
- [3] 시스템공학연구소, "본신의 행동양식처리 및 상호작용 S/W 개발," 정보통신부 9P00200-019-822-F, 1997.
- [4] <http://www.nist.gov/itl/div894/ovrt/projects/vrml/h-anim/jointInfo.html>
- [5] <http://graphics.snu.ac.kr/IP/institute.html>
- [6] 이지형, 김상원, 박찬중, "모델독립적 얼굴표정 애니메이션 도구", '99 감성과학회 추계 학술 발표대회, 1999.
- [7] "CyberGlove user's manual", Virtual Technologies, Inc., 1997.
- [8] "Birdnet3 protocol revision 3.00a", Ascension Technology corp., 1996.
- [9] "FaceTracker RT User's Manual Rev 1.09", MotionAnalysis, 1996.