

실시간 가상 캐릭터 시스템 개발

Development Of The Realtime Virtual Character System

김희정 / 한국방송공사 기술연구소
Kim Hee Jung / Korean Broadcasting System Technical Research Institute

요약

영화, 광고, 방송, 게임, 인터넷 등 여러 매체를 통해 다양한 가상 캐릭터들이 속속 등장하고 있다. KBS 기술연구소에서는 가상 캐릭터의 모든 움직임을 실시간으로 제작하여 방송에 활용하는 것을 목적으로 가상 캐릭터에 대한 연구를 수행하였다. 본 논문에서는 현재 'TV 유치원 하나 둘 셋'에 등장하고 있는 '팡팡(Pangpang)'이라는 가상 캐릭터를 제작하는데 사용하고있는 실시간 가상 캐릭터 시스템과 실제 제작과정에 대한 내용을 기술하고자 한다.

1. 서론

가상 캐릭터는 다양한 매체에 다양한 모습으로 등장하고 있으며, 사전 제작 영역과 실시간 영역의 분야에서 각기 다른 방향으로 발전되고 있다. 사전 제작 영역에서는 실제 연기와 구별할 수 없을 정도의 고품질의 가상 캐릭터를 제작해내고 있는데, 최근 영화 벅스라이프(Bug's Life)나 앤츠(Ants)에 등장하는 곤충들을 비롯하여 사이버 가수인 교코다테(Kyoko Date)나 아담, 그리고 펌시맨을 비롯한 수많은 광고에 등장하고 있다. 이러한 가상 캐릭터들은 외형과 행동에 있어서 사실감을 무엇보다 중시하여 제작된 것이므로 실제 상황에서 즉각적인 반응을 보여야 하는 경우에는 등장하기 어려운 점이 있다. 한편, 실시간 영역에서는 프랑스 Cannel+ 방송사에서 활약하고 있는 벅스 버니(Bugs Bunny), 클레오(Cleo) 등이 출연자들의 말과 행동에 즉시 반응을 보이는 형태로 생방송 토크쇼 진행을 하고 있으며, 축구나 농구 등, 스포츠 및 액션 게임에 등장하는 다양한 캐릭터도 선을 보이고 있다.

KBS 기술연구소는 이러한 실시간 가상 캐릭터를 연구하고 있으며, 현재 TV 유치원 프로그램에 사람처럼 행동하는 개구리 모양의 얼굴을 한 '팡팡'이라는 이름의 가상 캐릭터를 제작, 출연시키고 있다. 2절에서는 가상 캐릭터 제어에 사용된 장비들의 제어 방법과 가상 캐릭터 시스템의 구조와 몸 동작, 얼굴 표정, 가상 환경 제어 기술을 소개하고, 3절에서는 가상 캐릭터 팡팡의 특징을 살린 캐릭터 제작 과정을, 마지막으로 결론 및 향후 연구 방향에 대한 내용을 다루고자 한다.

2. 시스템 구성

팡팡의 얼굴은 개구리와 비슷한 형상을 하고 있으며 신체 비율은 얼굴과 몸이 반반인 이등신으로서, 사람과는 상이한 캐릭터를 제어하기 위한 기술들이 요구되었다. 먼저 연기와 가상 캐릭터의 체형차이를 극복하기 위한 동작 대입 기술을 개발하고, 얼굴 표정 제어를 위하여 모델 기반의 표정 제어 기술을 개발하였다. 얼굴의 상당 부분을 차지하고 있는 눈에 다양한 표정과 움직임을 부여하기 위한 텍스처 변환 기법을 개발하였다. 또한, 가상 환경 하에서 실제 연기와와의 합성을 위해 카메라 제어 및 조명 제어 등 가상 스튜디오와 관련된 기능들도 개발하였으며, 대본에 등장하는 여러 소품들의 등장과 움직임을 제어하기 위한 모듈, 동시에 여러 가지 기능들을 묶어서 실행시킬 수 있도록 하는 편집 기능도 함께 개발하였다.

2.1 몸동작

가상 캐릭터의 몸동작 제어란 동작 포착 장비로부터 얻어진 동작 정보들을 가상 캐릭터 모델에

대입하여 그 움직임을 표현해 주는 것을 의미한다. 즉, 가상 캐릭터의 몸동작을 제대로 실현하기 위해서는 동작 포착 장비를 이용하여 실시간으로 동작 정보를 추출하고 적절한 잡음 제거 및 보정을 거친 동작 정보를 가상 캐릭터에 대입하는 단계를 거친다.

동작 포착 장비는 미국 Ascension사의 모션스타(MotionStar Wireless)를 사용하였다. 이 장비는 자기장을 이용한 공간 추적 장치로서, 장비가 생성한 일정 부분의 자기장 영역 내에 있는 센서 각각에 대해 공간상의 위치와 회전 각도를 초당 최대 104회 보내 준다. 일반적으로 자기장을 이용하여 동작을 포착하는 장비는 주변의 금속성 물질에 의해 자기장 형성이 휘어지는 등의 영향을 받는다. 따라서, 고품질의 데이터를 얻어내기 위해서는 동작연기자의 연기공간을 확보하는 작업이 중요한 과제이다. 자기장을 이용한 동작 포착 장비의 제약점은 자기장 영역 내에서만 동작 연기자가 움직일 수 있다는 제한이 있고, 센서가 추출 장치로부터 멀어짐에 따라 자기장의 왜곡이 발생되는 현상 등을 들 수 있다. 이러한 제한된 공간에서만 움직일 수 있는 가상 캐릭터의 움직임을 좀 더 넓게 보장하기 위한 한 방법으로 자기장 발생 장치를 동시에 두 대 설치하여 사용하였다.

동작 포착 장비로부터 얻어진 연기자의 동작 데이터에는 환경 및 동작 포착과정에서 발생하는 잡음이 혼합되어 있다. 동작 데이터에 포함되어있는 잡음을 제거하기 위하여 칼만 필터(Kalman filter)를 이용하였다. 칼만 필터는 시스템의 상태를 예측, 추정, 제어하는데 널리 사용되는 일종의 평탄화 필터로서, 동작포착 시스템과 같이 역학적 모델과 관측모델 간에 잡음이 존재하는 시스템에 대해 적합한 것으로 알려져 있다.

몸동작 포착 장비로부터 얻어진 각 관절 마디의 방향은 실제 연기자의 동작 자체를 나타내는 정보이다. 각 관절마디의 방향을 가상 캐릭터에 그대로 대입하여 생성한 동작은 동작의 자연스러움을 유지할 수 있으나, 발이 가상 세트의 바닥을 뚫고 들어가는 말단 위치의 왜곡이 발생할 수 있다. 반면, 연기자의 각 말단의 위치를 가상 캐릭터에 그대로 적용하면 말단 위치의 왜곡이 비교적 적은 동작을 생성할 수 있다. 본 시스템에서는 기본적으로 말단의 위치를 만족시키면서 무릎과 팔꿈치 관절의 중간 관절 마디의 방향을 계산하되 포착된 동작 데이터와 가장 유사한 것을 선택하여 적용하는 방식을 이용하였다. 즉, 두 가지 동작을 적절한 비율로 합성하여 동작을 생성하도록 함으로써, 말단의 왜곡의 문제를 해결하면서도 센서로부터 얻어진 동작의 자연스러움을 유지할 수 있도록 하였다.

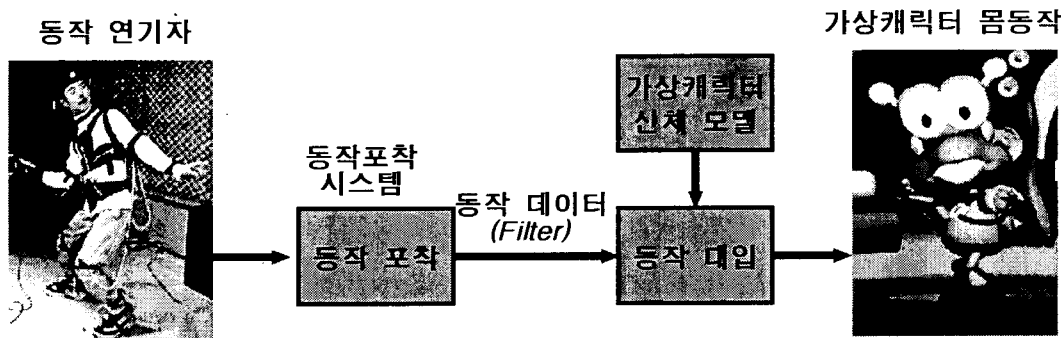


그림1. 몸동작 제어 과정

2.2 손동작

손동작 제어는 동작 연기자의 손 움직임을 가상 캐릭터의 손에 대입하는 것을 의미한다. 손가락의 움직임 정보를 얻어내기 위해서 미국 Virtual Technologies사의 사이버글러브(CyberGlove)라는 장갑 형태의 장비를 이용하였다. 이 장비는 손가락 관절 마디들의 움직임을 포착하기 위해 18개의 굴곡성 센서가 있어서 각 센서의 굴곡 값을 보내준다.

손동작 포착 장치는 각각의 굴곡성 센서의 구부린 정도를 보내주게 되므로, 이를 가상 캐릭터의 손 움직임에 적용하기 위해서는 손가락 관절각 대입을 위한 조율 작업을 거친다. 장갑을 착용한

실제 손과 가상인물의 손 모델의 관절 비가 다른 경우에는 조율 과정에서의 세심한 주의가 요구된다. 현재 보유하고 있는 장치는 엄지를 제외한 네 개의 손가락의 맨 끝마디의 구부림을 감지할 수 없다. 따라서, 주먹을 쥐는 형태 등을 표현하고자 할 때, 가상 캐릭터의 손가락을 자연스럽게 구부려주기 위해서, 맨 끝마디의 움직임이 중간 마디의 움직임과 연관이 있다는 일반적인 현상을 고려하여 맨 끝마디의 관절각을 생성하여 이용하였다.

2.3 얼굴 표정

가상 캐릭터의 표정 생성도 몸동작의 경우와 마찬가지로 실시간을 기반으로 하기 위하여 실제 연기자, 즉 성우의 얼굴에서 표정 정보를 직접 포착하여 가상 캐릭터에게 대입하는 방식의 연기자 기반의 얼굴 표정 애니메이션 방식을 이용하였다. 가상 캐릭터의 표정을 생성하기 위해서는 우선 카메라를 이용하여 얼굴 표정을 포착하고, 포착된 이미지를 분석하여 가상 캐릭터의 표정을 제어하기 위한 표정 데이터를 생성하며, 그 데이터를 기반으로 가상 캐릭터의 얼굴 표정을 애니메이션시키는 과정을 거친다.

카메라 영상으로부터 표정 정보를 추출하기 위해서는 표정을 분석할 수 있는 특징적인 부분 즉, 눈, 눈썹, 입 등의 색상이 피부색과 다르다는 점을 이용하여 이들의 윤곽선을 추출해 내는 방법과 중요 부분에 일정 표식(marker)을 부착하고 그 표식의 움직임을 추적하는 방법으로 구분할 수 있다. 두 번째 방식은 동영상 연기자가 표식을 해야 하는 번거로움과 표식의 위치 및 개수에 제한이 있으나 중요 부분에 부착된 표식을 추적하는 과정을 단순화시킬 수 있다는 장점이 있다.

본 시스템에서는 X-IST Realtime Technology사에서 개발한 X-IST 시스템이라는 얼굴 표정 포착 장비를 이용하였다. 눈, 입 등 특정 부위에 적외선을 반사하는 특수 테이프를 붙인 연기자가 헬멧 모양의 얼굴 표정 포착 장비를 연기자의 머리에 착용하면, 장비에는 적외선 광원과 적외선 카메라가 부착되어 있어서 연기자의 얼굴에 있는 표식들을 실시간으로 추적해 준다. 표식은 얼굴 표정의 변화를 가장 잘 나타낼 수 있는 곳에 부착하여야 하는데, 팡팡 시스템의 경우에는 입모양 움직임을 추적하기 위해 입 주변에 3개의 표식을 붙여 사용하였다.

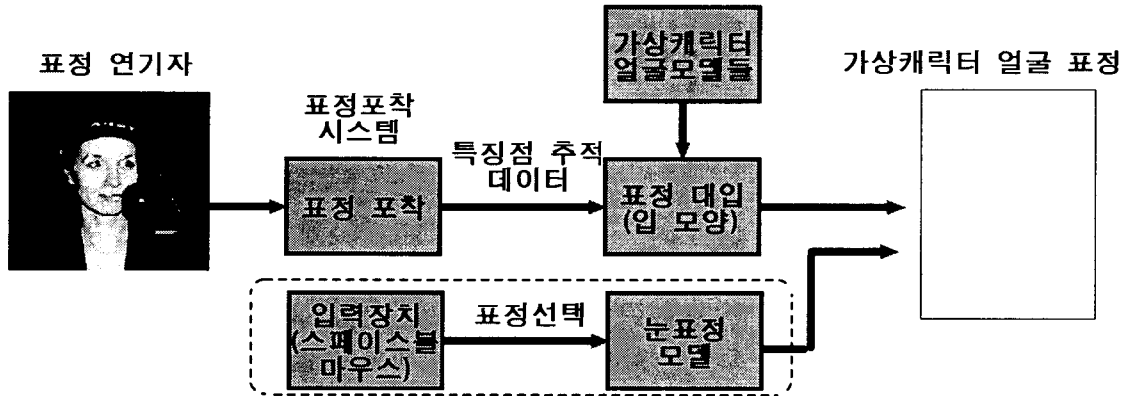


그림2. 얼굴 표정 제어 과정

말과 표정이 연기자에 의해 행해지고, 그 정보를 이용하여 실시간으로 표정을 생성해내는 시스템에서 많이 이용되고 있는 모델 기반 표정 제어 기법은 가상 캐릭터의 특징적인 표정 모델을 여러 개 모델링 한 후, 실제 상황에서는 입력 정보에 따라 비슷한 모델 몇 가지를 선택하여 이들을 보간 하는 방식을 취한다. 디자이너가 모델링 하는 수고를 제외하면, 상황에 적합한 사전 제작된 표정이 반영되므로 상당히 자연스러운 얼굴 표정을 생성할 수 있다는 장점이 있다.

팡팡의 경우에는 얼굴 중에서 입모양 움직임에 모델 기반 표정 제어 기법을 적용하였다. 여러 세트의 입모양 모델을 준비해 놓고 추적한 특징점의 움직임을 반영하여 여러 입모양 모델에 대해 가중치를 계산한 후 이들을 보간 하는 방식으로 입 모양 움직임을 제어하였다. 또한, 텍스처 매핑

으로 표현한 눈에 다양한 표정과 움직임을 부여하기하여 매핑 변환 기법을 개발하고, 이를 스페이스볼을 이용하여 선택 및 제어를 편리하게 할 수 있도록 하였다.

2.4 가상 환경

(1) 카메라 제어

가상 캐릭터가 일반 출연자들과 자연스럽게 합성되기 위해서는 실제 출연자들을 촬영하는 카메라의 상태를 그대로 반영하여 가상 환경하에서의 가상 카메라에 적용하여야 한다. 이는 가상 스튜디오에서 사용되는 기본 기술로서, 본 시스템에서는 현재 KBS에서 운영중인 가상 스튜디오 부조에 설치된 Radamec사의 RP2라는 원격 제어용 카메라 시스템을 이용하였다.

RP2에서는 연결된 카메라를 원격 제어함과 동시에 카메라의 각종 정보들(x, y, z, pan, tilt, zoom, focus)을 스트림(stream) 방식의 데이터 전송 규격을 이용하여 초당 60번의 데이터를 전송해 주고, 가상 캐릭터 시스템에서는 이 정보를 받아서 적절한 변환 과정을 거친 후 가상 카메라에 적용하여 사용하였다.

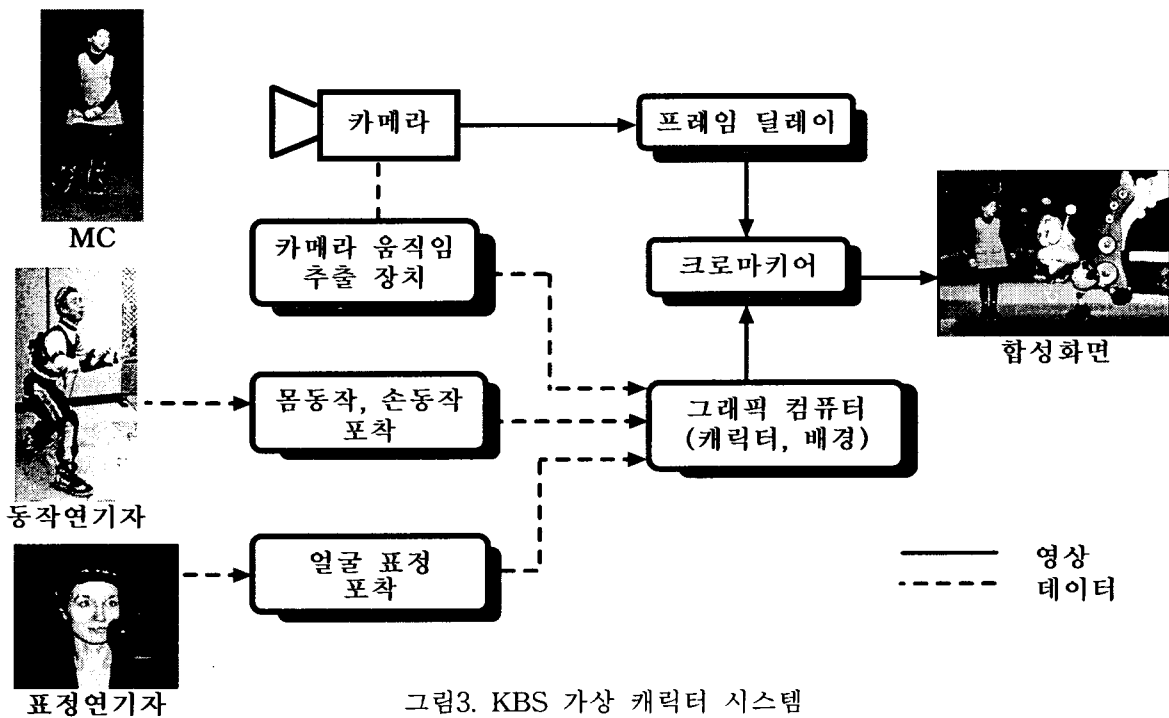


그림3. KBS 가상 캐릭터 시스템

(2) 프레임 딜레이

동작 포착 장비로부터 얻어낸 움직임 정보를 가상 캐릭터의 움직임에 대입하여 그래픽 영상을 만들어 내기까지는 카메라로부터 촬영한 실 영상에 비해 실제로 3프레임 정도의 지연이 발생하였다. 따라서, 카메라 연동을 반영한 자연스런 합성영상을 얻어내기 위해, 영상 합성하기 이전에 카메라 영상에 대해 디지털 프레임 딜레이를 이용하여 3프레임을 딜레이 시킨 후, 두 영상을 합성하였다. 또한, 성우의 입모양으로부터 얻은 정보를 가상 캐릭터의 입모양에 대입하여 얼굴 그래픽 영상을 제작하는데, 이 과정에서도 지연이 발생하였고, 이를 보정해 주기 위해 음성의 경우도 영상의 합성과 마찬가지로 성우의 목소리에 대해 오디오 딜레이를 이용하여 성우의 목소리와 팡팡의 입모양을 일치시켰다.

(3) 크로마키어

가상 캐릭터 시스템에서 렌더링한 영상과 스튜디오 카메라에서 촬영한 영상을 합성하기 위해 디지털 비디오 이미지 합성 장치인 Ultimatte사의 Ultimatte-8을 이용하였다. Ultimatte-8은

CCIR-601 시리얼 컴포넌트 디지털 표준에 근거한 입출력을 지원하며, 카메라, 녹화기, 스위처 및 그래픽 시스템 등 모든 시스템과 연결하여 사용할 수 있다.

본 시스템은 Ultimatte-8을 제어하여 스튜디오내의 두 대의 카메라 출력 영상을 선택하여 합성할 수 있도록 하였으며, 선택된 카메라의 추출 정보를 가상 캐릭터 시스템의 가상 카메라에 적용하여 그래픽 영상을 생성하였다.

(4) 그래픽 컴퓨터

그래픽 하드웨어 메인 시스템은 미국의 Silicon Graphics사의 Onyx IR을 이용하였으며, 소프트웨어는 Performer, OpenGL, C++, X/Motif를 이용하였다.

3. 가상 캐릭터 제작

방송에 출연할 가상 캐릭터는 출연 프로그램의 주요 시청자들의 연령층을 고려하여 대상 시청자들에게 호응을 얻을 수 있는 캐릭터를 설정하는 작업이 무엇보다 중요하다. 이는 방송에 출연하는 모든 출연자들에게도 마찬가지로 적용될 것이다. 시청자 층을 고려한 캐릭터의 외모, 성격 등을 설정하면서 가상 캐릭터의 윤곽은 점차 드러나게 된다. 또한, 가상 캐릭터의 제작 기술 수준을 고려한 외형의 움직임도 고려하여야 한다.

캐릭터 디자인이 완성되면 3차원 모델링 작업을 하게 된다. 팡팡의 모델링은 Alias|Wavefront사의 Power Animator를 이용하여 제작하였는데, 가상 캐릭터의 움직임을 실시간으로 제어하기 위해서 신체를 자유롭게 구부릴 수 있도록 다관절체(articulated body)로 모델링 하였다. 또한, 가상 캐릭터의 섬세한 표현도 중요하지만, 가상 캐릭터 시스템이 실시간으로 동작하기 위해서 모델의 다각형 수를 10,000여개로 제한하였으며, 각 모델 파일은 Inventor 데이터 파일인 'IV' 형식을 이용하였다.

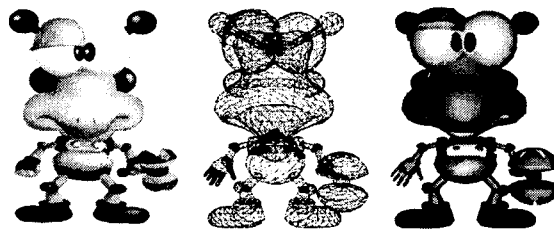


그림4. 팡팡의 디자인, wireframe 모델, 렌더링 모델

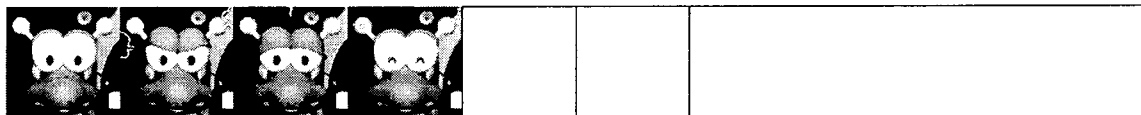


그림5. 팡팡의 눈 표정 모델

○ 몸

동작 센서로부터 포착된 각 관절의 움직임을 적용하기 위해 모델은 몸통, 팔, 다리 등 신체의 각 부분을 독립적으로 모델링하고, 움직일 때 자연스러움을 유지하기 위해 관절 부분을 중첩시켜서 제작하였다.

○ 얼굴

얼굴에서 눈은 팡팡의 표정을 나타내는 부분으로서 대표적인 표정 및 표현을 나타내기 위해 8가지 모델을 준비하였으며, 입은 성우의 입모양을 자연스럽게 표현할 수 있도록 12가지의 모델을 제작하였다.

○ 액세서리

팡팡 왼손에 들고 있는 기본 도구는 뽕망치이다. 크기를 마음대로 조절할 수 있으며, 요술을 부

리거나 필요에 따라 마이크, 나팔, 시계, 포크, 프라이팬 등 다른 물체로 변신시켜서 사용할 수 있도록 여러 가지 소품을 준비하였다. 그밖에, 팡팡을 활기찬 꼬마 친구로서의 성격에 보탬을 주는 움직이는 더듬이, 헤드폰, 에너지팩, 표정을 강조하는 표정 사인 등의 모델을 제작하였다.

○ 배경 세트와 소품

팡팡의 배경 세트는 DJ박스가 있는 무대 세트, 연못과 나무, 꽃들이 있는 야외 세트, 어린이 방을 표현하는 실내 세트 등을 제작하여 대본에 따라 적절한 가상 세트를 선택할 수 있도록 하였다. 시스템의 렌더링 속도를 고려하여 가상 세트와 등장 소품 모델들의 다각형 수는 5,000여개로 제한하였다. 모델을 최대한 단순하게 제작하는 데서 오는 렌더링 품질 저하의 문제는 자체 개발한 프리 렌더링 소프트웨어를 이용함으로써 실시간 렌더링의 품질을 향상시켰다. 프리 렌더링 소프트웨어는 모델을 Alias에서 제공하는 고품질의 자체 렌더링 기능을 이용하여 렌더링한 후, 모델을 단순화 시켜주고, 렌더링한 이미지를 단순화시킨 모델의 텍스처 이미지로 이용하게 해 주는 소프트웨어이다.

가상세계에서 진행하는 재미를 더해주기 위하여, 세트별로 등장 소품들을 준비하였다. 특히, 오리, 물고기, 말하는 나무 등 잠깐씩 등장하는 보조 출연자로서의 가상 캐릭터들이 아이들의 관심을 끌고 있다. 이들의 애니메이션은 각본대로 미리 예정된 애니메이션 경로를 정한 후, 실시간 녹화시에는 등장 소품들과 그 애니메이션 경로를 그대로 적용하는 방식을 이용하였다.

4. 결론

본 시스템은 KBS 기술연구소에서 연구중인 가상 캐릭터 제어 연구 중에서 현재 방송에 출연중인 가상 캐릭터 팡팡의 제어 기술에 관한 내용을 주로 다루었다. 이밖에도 사람과 비슷한 가상 캐릭터를 제어하기 위한 얼굴 표정 제어 기법과 중첩된 관절들로 구성된 가상 캐릭터 모델의 팔꿈치나 무릎 등에서 나타나기 쉬운 현상인 관절의 시각적 결함을 해결하기 위한 모델 변형(deformation) 기술 등을 연구하고 있다. 차기 프로그램에 출연하게 될 가상 캐릭터에 대해서는 캐릭터의 외형에 따라 이러한 기능들을 실시간 제어가 가능한 한도내에서 부분적으로 추가할 계획이다.

또한, 동작 포착 장비로부터 포착된 동작 데이터를 데이터베이스화하고 이들 데이터를 편집, 가공하여 재사용 할 수 있도록 하는 연구를 함으로써, 동작 포착 장비의 공간적 제약을 극복하는데 이용하고, 동작 포착 장비 없이도 필요에 따라 원하는 동작들을 쉽게 재현하는데 응용함으로써 가상 캐릭터의 활용 분야를 더욱 넓혀 갈 예정이다.

미래에는 더욱 많은 가상 캐릭터들이 더욱 다양한 모습으로 등장하게 될 것이다. 최신의 컴퓨터 그래픽 기술을 지속적으로 도입하고, 급속하게 향상되고 있는 컴퓨터 하드웨어 부분에서의 발전에 힘입어, 시청자에게 보다 친숙하고 매력적인 캐릭터를 제작하여 다양한 방송 프로그램에 출연시킴으로써 시청자에게 다양한 볼거리를 제공함과 동시에 가상 캐릭터 분야에 독자적인 응용 기술을 확보하고자 한다.

참고문헌

- [1] 한국방송공학회, 방송공학회지 제3권 2호, 특집 가상인물, 1998년 2월.
- [2] 한국방송공사, 버추얼 스튜디오 연구 보고서, 1998년 12월.
- [3] <http://www.sgi.com/features/studio/perfanimation/>
- [4] <http://www.SimG.com/>
- [5] <http://www.demon.co.uk/mlab/>