

3차원 스캐닝 기술의 인체에의 적용

전 용 태

KIST CAD/CAM 연구센터

3차원 스캐닝(3D scanning) 기술은 현재 일반 제조업, 스포츠, 영화, 게임, VR 환경구축, 문화재 복원, 의료 분야 등에 사용되고 있다. 여기서는 다양한 응용분야 중에서 인체 형상과 밀접하게 관련되어 있는 분야에 대한 몇 가지 대표적인 예를 소개하고자 한다.

1. 스포츠 분야

2002년 6월 월드컵이 열렸던 대한민국 광주. 16강전에서 이탈리아 선수의 팔꿈치 가격에 코뼈가 부러진 한국의 김태영 선수는 스페인과의 8강전에서 부상당한 부위를 보호하기 위하여 안면 보호대를 쓰고서 경기에 나섰다. 제작된 안면 보호대는 김태영 선수가 부상당한 날 일본의 한 전문가가 한국을 방문하여 김태영 선수의 얼굴부위 정보를 얻어내고서 이를 다시 일본으로 가져간 다음, 얼굴 외양에 잘 맞도록 제작하여 한국으로 다시 공수하였

다고 한다. 김태영 선수는 제작된 보호대를 얼굴에 착용하여 8강전에서도 맹활약할 수 있었다(그림 1).

이번엔 잉글랜드 국가대표 골키퍼인 David Seaman 선수. 일반적으로 골키퍼용 장갑은 골키퍼 손에 잘 밀착되어야 강한 슈팅을 무리 없이 잘 쳐낼 수가 있을 것이다. David Seaman 선수가 평소에 본인 손에 잘 들어맞는 골키퍼용 장갑을 원하고 있다는 소식을 듣고, 영국의 Warwick 대학교에서는 그림 2와 같이 Seaman 선수의 손을 정밀 측정하고 측정된 정보를 이용하여 David Seaman 선수 전용 골키퍼용 장갑을 모 스포츠 용품 제작 회사와 공동으로 제작하여 공급하였다[www.warwick.ac.uk/news/pr/science/102].

이와 같이, 축구 종목 뿐만 아니라, 육상선수의 육상화, 스키/스노우보드 부츠, 아이스하키 골키퍼용 마스크, 공기저항을 최소화 하는 싸이클 선수 운동복과 수영선수의 수영복 등 스포츠 용구의 mass customization을 위한 3D 스캐닝 기술 수



그림 1. 김태영 선수의 안면보호대



그림 2. 골키퍼용 특수장갑 제작을 위한 손 스캐닝

요는 나날이 증가하고 있다.

2. 의료분야

얼굴에 화상을 입은 환자는 치료를 원활히 돕고 또 치료 후 흉터를 최소화하기 위하여 투명한 플라스틱 재료(clear rigid plastic material)로 만든 마스크(contact burn mask)를 화상을 입은 후 일년 내지 일년 반 기간동안 얼굴에 착용해야 한다고 한다[www.totalcontact.com/moremasks.html]. 이러한 화상 치료용 마스크는 환부에 균일한 압력으로 밀착되어야 치료 후의 흉터가 최소화 된다. 따라서, 마스크는 환자 얼굴 형상에 정확히 일치해야만 한다.

기존에는 환자의 얼굴에 petroleum jelly를 먼저 바른 다음, 그 위에 alginate 물질을 다시 바른 뒤에 응고시켜서 마스크를 제작하였다. 그러나 그림 3(a)에서 볼 수 있듯이 호흡을 위하여 환자는 코에 straw를 연결해야만 했다. 더구나 alginate 물질이 완벽하게 굳을 때까지 대략 한 시간 정도를 움직이지 않고 기다려야 하기 때문에 환자에게 큰 고통이 수반되었다.

그러나 그림 4(a)와 같이 최근의 마스크 제작 방법은 얼굴의 형상정보를 얻기 위하여 비 접촉식 스캐너를 사용하여 환자에게 불편함을 제거하였다. 즉, 비 접촉식 스캐너로 얼굴의 3D 정보를 서로 다른 방향에서 수 차례 스캔하고 서로 레지스트레이션 한 다음, 스캔정보 최적화 과정을 통하여



그림 3. (a) Alginate을 이용한 기존의 마스크 제작방법 (b) 제작된 마스크

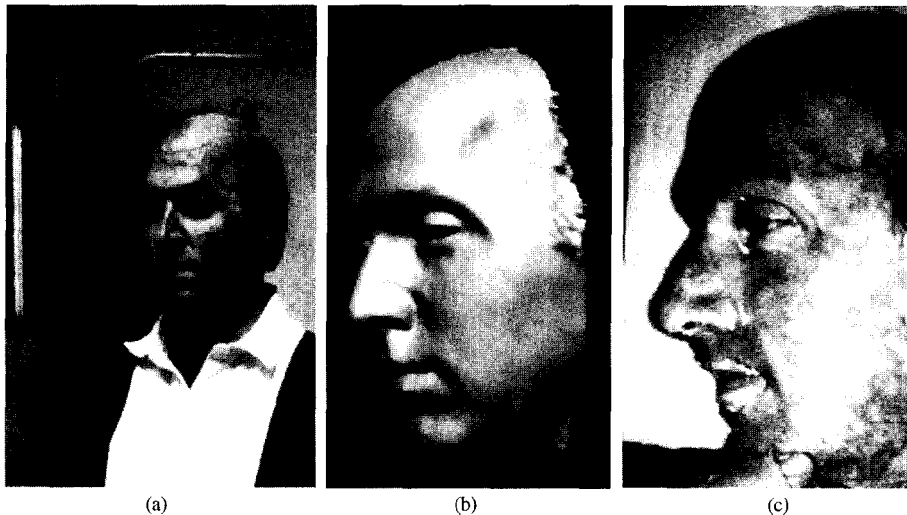


그림 4. (a) 환부 스캐닝 (b) 마스크 형상모델 (c) 마스크 착용

원벽한 마스크 정보를 산출하게 된다(그림 4(b) & (c)). 환자에게 고통을 주지 않으면서도 더욱 정밀한 마스크를 만들 수 있게 된 것이다.

이와 같이 3D 스캐닝 기술은 인체 모델을 디지털 영상정보로 변환시켜 주므로 화상치료 뿐만 아니라 치아 교정, 보청기, 성형수술 시뮬레이션, 인공관절 제작 등에 폭 넓게 활용이 되고 있다.

3. 게임/Web3D 분야

최근 들어 Web3D, 광고, 게임, VR 환경 구축 등의 분야에서 실사 수준의 디지털 콘텐츠 제작에 대한 관심이 꾸준히 증가하고 있다. 이와 같은 목표를 달성하기 위한 한 방법으로 3D 스캐닝 기술에 대한 수요도 늘어나고 있다. 즉, 게임의 주요 캐릭터, Web3D 분야의 3D 아바타(Avatar) 등 다양한 분야에 인체에 대한 스캐닝 정보가 적극적으로 사용되고 있다.

여기서는 3D 아바타를 제작하는 기본 과정에 대하여 소개하고자 한다. 현재 컴퓨터 통신 등에 사용되어지고 있는 2D 아바타는 대개 만화식으로 구축되어진 데이터베이스에서 사용자가 직접 적절한 얼굴 특징을 조합하여 사용한다. 따라서 실제 얼굴과는 상이하여 리얼리즘이 높지 않는 경우가 대부분이다.

이에 반하여 3D 아바타는 실제 얼굴의 형상과 텍스처를 직접 스캔하고 이를 표준 정보인 MPEG-4 와 연동시켜서 표정변화와 간단한 얼굴 움직임이 가능하도록 구현된 리얼리즘이 크게 향상된 모델이다. 그러므로 상기한 기능이 탑재된 3D 아바타를 제작하기 위해서는 3차원 스캐닝 기술, 얼굴의 특징형상 추출기술, 그리고 애니메이션 기술 등이 필요하다. 그림 5는 기술적인 흐름도를 보여준다.

먼저 인체 눈에 무해한 비접촉식 스캐너를 이용

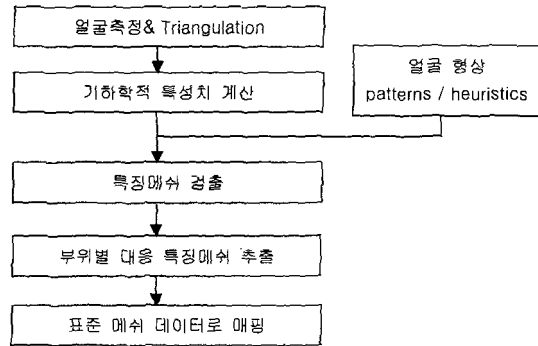


그림 5. 3D 아바타 제작 흐름도

하여 얼굴 부위의 형상과 이미지를 스캔한다. 얻어진 스캔 점 데이터는 보통 수 천 개에서 수십만 개의 점들로 이루어지게 되는데 이로부터 삼각면들을 생성시킨다. 생성된 삼각면에 여러 가지 삼각면 편집과정(구멍메움, 텍스매이션, 스무딩 등)을 통하여 데이터를 정제하고 경량화 한다. 이와 같이 정제된 삼각면들의 특성값(곡률, 법선, 색)들의 변화량과 얼굴에 대한 다양한 휴리스틱으로부터 특징형상의 경계가 되는 삼각면을 검출하고, 곡률계산으로 얻어진 특징 삼각면과 기 구축된 기본 패턴의 마스터(master) 삼각면을 서로 비교하여, 이로부터 일



그림 6. 얼굴의 특징형상



그림 7. 표정 애니메이션 [www.miralab.ch]

굴의 눈, 코, 입등 부위별 대응 특징 삼각면을 다시 추출한다(그림 6).

마지막으로 추출된 부위별 특징형상 삼각면들을 MPEG-4 표준 삼각면 데이터에 매핑하면 다양한 표정을 얻어낼 수 있으므로 여러 applicatio에 응용할 수 있다. 그림 7은 구현된 3D 아바타의 다양한 표정을 보여준다.

4. 영화에서의 특수분장 (Special Make-up)

컴퓨터그래픽이 영화제작에 사용된 기술로는 오브젝트를 모델링, 텍스처 매핑(texture mapping), 렌더링(rendering), 그리고 움직임을 주는 애니메이션, 모핑(morphing)기술 등이 많이 사용되고 있다. 1930년대 영화 프랑켄슈타인(Frankenstein) 이후로 시작된 특수분장은 초창기에는 특수분장 재료를 이용하여 만든 가면(dead mask)을 연기가 직접 얼굴에 쓰고 연기를 하였다. 따라서 특수분장사는 점차 월등한 재료를 만들어야 하기 때문에 미술적인 재능과 화학재료에 대한 응용 능력이 요구되었으며 영화 감독은 가면을 쓴 연기자의 연기에 실감을 주기 위하여 많은 연기 지도가 필요하였다.

그러나 최근 들어 그래픽 기술과 3D 스캐닝 기술 발달에 힘입어, 연기자는 불편한 가면을 쓰지 않고도 괴물이나 외계인 역할을 훌륭하게 수행할 수 있게 되었다. <스타워즈 에피소드1>은 90% 이상을 컴퓨터 그래픽으로 입힌 디지털 영화라고 알려져 있다[www.starwars.com]. 그림 8은 Gungan 종족의 Jar Jar Binks 라는 캐릭터이다. 영화의 Jar Jar Binks 캐릭터를 생성하기 위하여 감독은 특수재료로 만든 Jar Jar Binks 두상을 먼저 만들고 이를 3차원 스캐닝하여 디지털 재료로 변환하였다. Jar Jar Binks 역할을 연기한 연기자는 단순히 움직임에만 몰두하였고, 후에 그래픽 편집과정에서



그림 8. 영화산업의 3D 스캐닝 기술 응용

얼굴 표정과 머리 움직임은 그래픽 데이터에서 만들어져서 연기자의 움직임과 합성되어 전체 캐릭터가 완성되었다.

5. 일반 신체밀착형 제품의 Mass Customization

인간의 신체에 직접적으로 접촉되어져서 사용되는 제품은 실생활에서 쉽게 찾아볼 수가 있다. 의복, 가발, 가구, 신발, 안경테, 자전거 안장, 특수 헬멧/배낭 등 우리 주변에는 많은 종류의 신체 밀착형 제품이 있다. 앞으로 스캐닝 장비와 스캐닝 정보 처리 소프트웨어 등 관련 기술이 보편화되면 우리 모두는 거의 모든 제품을 자신의 신체형상에 맞게 주문 생산할 날이 올 수도 있을 것이다.

필자는 지금까지 인체에 응용되고 있는 3차원 스캐닝 기술의 적용분야에 대하여 몇 가지 예를 들어 간단하게 소개하였다. 이와 같은 인체에 대한 3차원 스캐닝 기술은 고부가가치 영역으로 수요는 점차 증가하고 있다. 따라서, 현재 국내의 몇몇 연구소, 대학, 기업체 등에서 연구하고 있는 3차원 스캐닝 기술에 대한 투자를 확대하여 국제적인 경쟁력을 더욱 향상시켜야 할 것으로 판단된다.

