

# 웹기반 3차원 얼굴 형상모델링 시스템

김응곤\*, 김종찬\*

\*순천대학교 컴퓨터학과

e-mail: seaghost@cs.sunchon.ac.kr

## Web-based 3D Face Shape Modeling System

Eung-Kon Kim\*, Jong-Chan Kim\*

\*Dept of Computer Science, Suncheon National University

### 요약

본 연구에서는 기존의 방법에 비하여 3차원 스캐너나 카메라를 이용하지 않고 비용과 노력을 크게 절감하면서 실감나는 얼굴 모델링을 효율적으로 수행하는 웹 기반 3차원 얼굴 모델러를 제안한다. 클라이언트측의 사용자가 본 시스템에 접속하면 자바 애플릿의 얼굴모델러가 실행되며, 사용자는 두 장의 사진을 입력으로 하여 웹브라우저만으로 3차원 얼굴 모델을 생성하게 된다.

### 1. 서론

디지털 영상은 컴퓨터기술의 발전에 힘입어 영화, 게임, 광고, 애니메이션에서 활발히 사용되고 있으며, 부가가치가 매우 높은 미래의 핵심산업이 되고 있다. 국내 컴퓨터 애니메이션의 역사는 기껏해야 채 10년을 넘지 못한다. 그러나 컴퓨터 애니메이션이 지닌 산업적 경제성과 세계적으로도 아직 시장 형성 초기에 불과하여, 소규모 제작 시스템의 가동이 가능하고, 고부가가치를 갖는 무한한 가능성이 있고 개척 가능한 분야라는 점에서 충분히 도전해 볼만하다는 인식을 갖게 되었다[1],[2].

최근에 활발히 연구되고 있는 3차원 캐릭터 애니메이션 기술 중 사람 얼굴의 3차원 모델링 기술은 컴퓨터비전 뿐만 아니라 가상현실, 원격화상회의 등에서 필요로 하는 핵심 기반기술이다. 특히 최근에는 광고에서 가상배우가 가구나 자동차와 같은 제품을 설명하거나 방송과 영화 산업 등에서 실세계와 컴퓨터 그래픽으로 만들어진 가상인물이나 환경을 합성하는 기술이 사용되었다. 또한, 인터넷 사용이 보편화됨에 따라 네트워크 상에서 대화형 그래픽 환경이나 원격화상회의 등의 분야에서 3차원 얼굴 애

니메이션의 필요성이 점차 증가하고 있다.

최근 3차원 얼굴 모델을 생성하기 위해 레이저 스캐너를 통하여 얻은 데이터를 이용한 모델링 방법이나 모델러를 이용하는 방법이 많이 사용되고 있으나 이러한 방법을 사용할 경우 개개인의 특성에 맞는 얼굴 모델을 사용하기 위해서는 사용하고자 하는 모든 모델에 대한 작업이 필요하므로 많은 시간과 경비가 소요되고 쉽게 애니메이션할 수 없다는 단점이 있다. 또한 binocular나 trinocular 카메라 입력 시스템을 이용한 모델링 방법은 조밀하고 정확한 깊이 정보를 얻기가 어려우므로 실제의 얼굴과 다르게 나타나거나 영상 보정 작업이 별도로 필요하며, 얼굴의 정면과 측면을 촬영한 두 장의 사진영상을 입력으로 한 시스템은 자연스러운 3차원 얼굴을 생성 어렵다. 최근 사이버 캐릭터 애니메이션 기법 중에서 가장 각광받고 있는 것은 모션캡처방식이다[3]. 이는 센서를 인간의 몸에 부착하고 실제 움직임 정보를 얻어냄으로써 이를 애니메이션에 이용하는 것으로 모션캡처를 위해서는 신체부위에 따라 여러 가지 캡처장비가 필요하며 가격이 수 억 원에 달하여 경제성이 문제가 된다. 그러므로 실감나는 얼굴모형을 자동으로 생성하여 얼굴 표정의 애니메이션을 자

연스럽고 빠르게 수행하기 위한 얼굴모델링 시스템의 개발이 절실히 요구되고 있다.

따라서 본 연구에서는 기존의 방법에 비하여 3차원 스캐너나 카메라를 이용하지 않고 비용과 노력을 크게 절감하면서 실감나는 얼굴 모델링을 효율적으로 수행하는 웹 기반 3차원 얼굴 모델러를 제안한다. 본 논문은 다음과 같이 구성되어 있다. 2장에서는 얼굴 모델링에 관한 관련 연구에 대해 살펴보고, 3장에서는 본 논문에서 제시하는 얼굴모델링 방법에 관하여, 4장에서는 본 시스템 구조와 사용자 인터페이스에 대하여 살펴보고, 마지막으로 5장에서는 결론 및 향후 과제를 제시하고 끝맺는다.

## 2. 관련연구

얼굴 표정에 대한 연구를 비롯하여 얼굴 부분의 움직임 자체에 대한 연구는 그 동안 의학 및 미술 분야에서 많이 행해져 왔으며 현재 상당한 양의 결과가 축적되어 있다. 그러나 이러한 지식을 바탕으로 3차원 캐릭터 애니메이션에 자연스러운 얼굴 표정을 도입하기 위해서는 많은 기술적 과제가 극복되어야 하며, 아직 세계적으로도 완전한 얼굴 애니메이션을 구현하였다고 할 수 있을 정도의 결과는 얻어지지 않은 상태이다.

얼굴 애니메이션의 연구[3]는 1974년 Parke[4]의 파라메트릭 모델(parametric model)을 시초로 시작되었다. 얼굴 애니메이션 연구의 주된 방향은 감정과 입술 움직임 등을 처리하기 위한 정확하고도 효율적인 방법을 찾는 것으로, 대표적인 것으로는 얼굴에서 변형되는 부분들을 기준으로 얼굴 표현을 계층적 구조를 갖는 영역들로 구조화한 Platt and Badler[5]의 연구와 얼굴의 변형을 안면 근육들의 움직임의 결과를 해석하여 얼굴 변형에 영향을 미치는 근육들을 시뮬레이션한 Waters[6]의 연구 등을 들 수 있다. 이러한 연구들은 대부분 얼굴의 물리적 성질을 이용한 접근 방법을 택했다고 볼 수 있는데, 이러한 방법들은 실제로 인간의 얼굴이 변형되는 방식을 그대로 표현하므로 정확도 면에서 장점을 지니는 반면에 계산의 양이 많고 애니메이션 시스템 구현이 까다롭다는 단점도 갖는다.

얼굴의 애니메이션을 구현하기 위한 방법들은 실제로 얼굴 모습을 표현하는 피부 모델을 어떤 방법으로 만들었는가에 따라 좌우될 수밖에 없는데, 3차원 피부 모델 생성에 가장 흔하게 이용되는 다각형 메시의 경우 상대적으로 조작성 쉽지만 부드러운 곡

면으로 이루어지는 얼굴을 사실적으로 표현하기 위해서는 모델을 구성하는 다각형의 수가 많아져야 한다. 1990년 Waite[7]는 B-스플라인(B-Spline) 곡면을 이용하여 얼굴 모델을 표현하였는데, 이 모델을 얼굴 표정들을 나타낼 때 비교적 적은 수의 데이터로 사실적인 표현을 할 수 있었으나 치아 및 눈썹 등과 같이 세밀한 부분의 처리가 불가능하였다 [8],[2].

최근 3차원 얼굴 모델을 생성하기 위해 레이저 스캐너를 통하여 얻은 데이터를 이용한 모델링 방법이나 모델러를 이용하는 방법이 많이 사용되고 있으나 이러한 방법을 사용할 경우 개개인의 특성에 맞는 얼굴 모델을 생성하기 위해서는 많은 작업시간과 경비가 소요되고 쉽게 애니메이션 할 수 없다는 단점이 있다. Binocular 또는 trinocular 카메라 입력 시스템을 이용한 모델링 방법은 조밀하고 정확한 깊이 정보를 얻기가 어려우므로 실제의 얼굴과 다르게 나타나거나 영상 보정 작업이 별도로 필요하며, 얼굴의 정면과 측면을 촬영한 두 장의 사진영상을 입력으로 한 시스템은 자연스러운 3차원 얼굴을 생성하기가 어려운 문제가 있으며, 최근 방송 등에서 사이버 캐릭터 애니메이션 기법으로 각광받고 있는 모션캡처방식은 센서를 인간의 몸에 부착하고 실제 움직임 정보를 얻어냄으로써 이를 애니메이션에 이용하는 것으로 가격이 수 억원에 달하여 경제성이 문제가 된다.

그림1은 MPEG-4 SNHC Adhoc Group에서는 개개인의 얼굴 모델 생성을 위해 개개인의 얼굴을 표현할 수 있는 43개의 얼굴 표현 변수(FDP: Facial Description Parameter)를 제안하였다. 본 논문 43개 FDP 중에서 2차원 입력 영상에서 추출할 수 있고, 다른 얼굴 모델 연구에도 쉽게 적용할 수 있는 가장 일반적인 31개의 특징점만을 사용하였다.

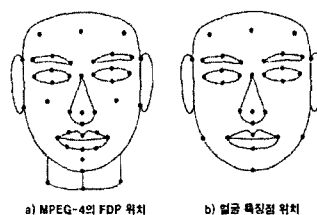


그림1. FDP 위치와 얼굴 특징점 위치

### 3. 얼굴 모델링

본 연구에서는 3차원 스캐너나 카메라를 이용하지 않으며, 고가인 3차원 모델링 소프트웨어나 3차원 그래픽스 하드웨어 없이 웹 브라우저만으로도 사진 영상으로부터 추출한 얼굴 특징점을 입력으로 하여 실감나는 3차원 얼굴 모델을 효율적으로 생성하고 얼굴표정을 자연스럽게 애니메이션하기 위한 알고리즘과 소프트웨어를 개발한다. 이를 위한 시스템 블록도는 다음 그림2와 같다.

정면과 측면에서 각각 촬영한 개인 얼굴과 표정 영상으로부터 추출한 얼굴 특징점을 입력으로 하여 다음과 같은 과정을 거쳐 표준 얼굴 모델을 변형하여 특정 얼굴 모델을 생성시킨다.

- 가. 표준 얼굴 모델을 준비한다.
- 나. 정면 및 측면 방향에서 촬영한 두 장의 얼굴 영상을 입력한다.
- 다. 얼굴 특징점을 추출한다.
- 라. 특징점의 3차원 좌표를 구한다.
- 마. 특징점의 3차원 좌표를 이용하여 나머지 얼굴 메쉬 점점들의 위치를 계산한다.
- 바. 얼굴 정점들과 입력영상 좌표들을 일치시켜 가면서 표준 얼굴 모델을 변형하여 입력영상에 가장 가까운 얼굴 모델을 생성한다.

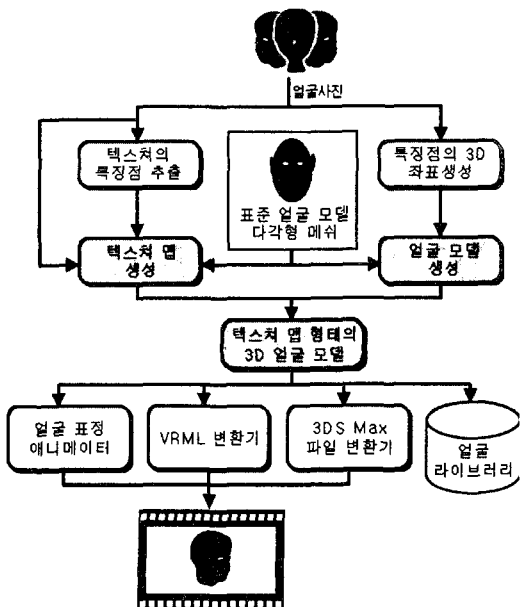


그림 2. 시스템 블록도

얼굴 성분 특징점 추출은 눈 영역, 눈썹 영역, 코 영역, 입 영역을 경계선 정보로서 특징점을 찾아낸다. 영역내의 경계선 위치와 분포 정보가 특징점 추출의 기본 정보가 된다. 경계선 정보를 추출하는 방법은 3\*3 소벨 연산자를 이용하여 경계선 정보를 추출하였다. 눈썹 영역의 특징점 추출은 양끝 가장자리 위치와 눈썹 영역의 양끝 가장 자리 위치를 특징점 후보로 추출한다. 코의 특징점의 위치가 모두 수직, 수평의 경계선에 있다는 것이다. 이진화된 화소들의 분포는 삼각형 모양이 된다. 이 분포에서 장축과 단축이 교차되는 것이 화소점이 된다. 눈 영역과 눈썹 영역, 코 영역의 화소 분포를 표현하는 방법으로는 화소 좌표가 고유 벡터(eigen vector)를 구하는 방법은 다음과 같은 식을 사용한다.

식 (1)과 같이 이진화한 영상의 화소값이 1이 되는 화소 좌표 행렬 ( $p_i(x, y), 2 \times 1$ )의 평균( $m(\bar{x}, \bar{y}), 2 \times 1$ )을 구하고, 식 (2)와 같이 평균 좌표 행렬을 이용한 화소값이 1이 되는 화소 좌표의 covariance 행렬( $\Sigma, 2 \times 2$ )을 구한다. 그리고 covariance 행렬의 고유값과 고유벡터를 구하면 큰 고유벡터가 장축을 작은 고유벡터가 단축을 나타내게 된다. 장축과 단축의 벡터와 영역의 경계선과 만나는 4개의 화소점을 특징점으로 추출한다.

$$m(\bar{x}, \bar{y}) = \frac{1}{N} \sum_{i=0}^N (x_i, y_i) \dots \dots \dots \text{식(1)}$$

$$\Sigma = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N p_i \cdot p_i^T - m m^T \dots \dots \dots \text{식(2)}$$

여기서 N은 얼굴 성분 영역의 화소 개수, T는 경계선의 근사값, p는 비율 값이 된다[9]. 이 covariance 행렬이란 열 공간을 span하는 고유 벡터들이 바로 데이터 공간을 span하는 고유 벡터값들이 되며 각각의 고유 벡터에 대한 고유 값이 그 고유 벡터 방향으로 움직임의 대소를 결정한다. 다시 말하면 고유 값이 크면 데이터 공간(covariance 행렬의 열 공간)에서 고유 값 방향으로 데이터 분포의 분산이 크다는 것을 의미한다.

### 4. 시스템구조 및 인터페이스

시스템의 전체적인 구조는 그림 3과 같다. 본 웹 기반 얼굴모델링 시스템은 클라이언트/서버 구조로 클라이언트는 자바 애플릿을 통하여 웹상에서 접근하고 서버는 자바 애플리케이션으로 접속을 통제하는 접속관리자, 작업 그룹의 동기화를 유지하며 공유된 작업공간을 확보하는 작업관리자, 그리고 3차

원 얼굴 모델링을 수행하는 얼굴모델러로 이루어져 있다.

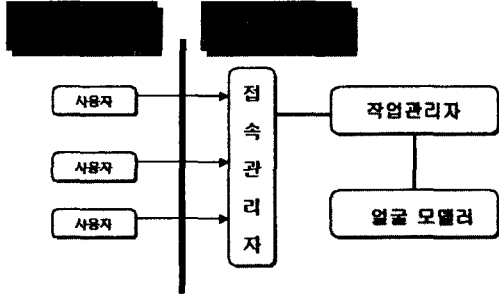


그림 3. 시스템 구조

클라이언트의 사용자가 본 시스템에 접속하게 되면 다음 그림 4와 같은 자바 애플릿의 얼굴모델러가 실행되며, 사용자는 두 장의 사진을 입력으로 하여 웹브라우저만으로 3차원 얼굴 모델을 생성하게 된다. 얼굴모델러의 3차원 그래픽스 관련 모듈은 자바 3D API를 이용하여 개발한다.

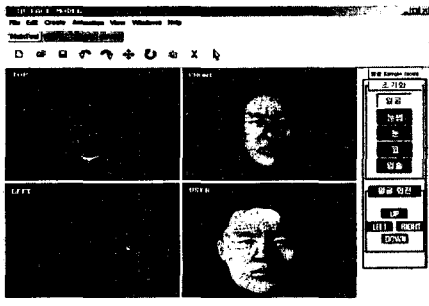


그림4. 3D 얼굴모델러 사용자 인터페이스

이 인터페이스에서 얼굴의 3차원 형상모델은 3각형으로 구성되며 각 3각형의 꼭지점의 좌표가 얼굴의 각 특징점의 위치를 나타낸다. 형상모델의 정보는 크게 삼각형을 구성하는 방식을 결정하는 링크 정보와 각 꼭지점의 좌표값으로 나뉜다. 꼭지점의 좌표값 파일에는 각 점의 파라미터 2개와 3차원 좌표인 x, y, z 값이 함께 저장된다.

### 5. 결론 및 향후 과제

본 논문에서는 기존의 방법에 비하여 3차원 스캐너나 카메라를 이용하지 않고 비용과 노력을 크게 절감하면서 실감나는 얼굴 모델링을 효율적으로 수행

하는 웹 기반 3차원 얼굴 모델러를 제안하였다.

사용자는 두 장의 사진을 입력하여 웹브라우저만으로 3차원 얼굴 모델을 생성하게 된다. 얼굴모델러의 3차원 그래픽스 관련 모듈은 자바 3D API를 이용하여 개발한다.

이 시스템은 게임이나 웹 상에서 자신을 나타낼 수 있는 아바타를 제작하기 위한 도구로 사용하거나, 3D 캐릭터의 제작, 영화, 컴퓨터 애니메이션 등과 같은 다양한 부분에 응용될 수 있을 것으로 보인다.

향후 과제로는 현재 개발중인 얼굴 모델러를 자바 3D API를 이용해서 모델러를 완성하여 웹 상에서 서비스하는 문제이다.

### 감사의 글

본 연구는 2000년도 정보통신부에서 지원하는 대학교 연구지원사업으로 수행되었음.

### 참고문헌

- [1] 남우원, 박종만, "CG 애니메이션 시장동향", 정보과학회지, 제 17권 2호, pp.18-28, 1999.
- [2] 고육, "첨단 디지털 영상제작기술", 정보과학회지, 제 17권 2호, pp.4-17, 1999.
- [3] 김용순, 김영수, "3차원 캐릭터 애니메이션 기술 동향", 정보과학회지, 제17권 2호, pp.48-59, 1999.
- [4] F.I. Parke, "A Model for Human Faces that allows Speech Synchronized Animation", Computer graphics, Pergamon Press, 1975.
- [5] S.M. Platt and N. Badler, "Animating Facial Expressions", Computer Graphics, Vol. 15, No. 3, pp. 245-252, 1981
- [6] K. Waters, "A Muscle Model for Animating Three-Dimensional Facial Expression", Computer Graphics, Vol. 21, No. 4, pp.17-24, 1987.
- [7] C.T. Waite, facial Action Control Editor, Face: a Parametric Facial Expression Editor for Computer Generated Animation, Master Thesis, MIT, 1990.
- [8] P. Ekman, Unmasking the Face: A Guide to Recognizing Emotions from Facial Clues, Prentice Hall, 1975.
- [9] 함상진 "얼굴 특징점 추출 및 모델 생성에 관한 연구" 연세대학교 대학원 석사 학위 논문 pp23-24 June 1998.