
웹기반 3차원 얼굴 모델링 시스템

김응곤*, 송승헌*

Web-based 3D Face Modeling System

Eung-kon Kim, Seung-heon Song

요 약

본 연구에서는 기존의 방법에 비하여 3차원 스캐너나 카메라를 이용하지 않고 비용과 노력을 크게 절감하면서 실감나는 얼굴 모델링을 효율적으로 수행하는 웹 기반 3차원 얼굴 모델링 시스템을 제안한다. 고가의 영상입력장비를 이용하지 않고 정면과 측면사진영상을 이용하여 3차원 얼굴모델을 만들 수 있다.

특정한 플랫폼과 소프트웨어에 독립적으로 웹상에서 얼굴 모델링 서버에 접속함으로써 3차원 얼굴모델을 만들 수 있도록 설계하였다. 얼굴모델러의 3차원 그래픽스 관련 모듈은 개발된 그래픽 라이브러리들의 특성과 편리함을 제공하는 자바 3D API를 이용하여 개발 중이다.

이 얼굴 모델링 시스템은 클라이언트/서버구조로 되어있다. 클라이언트측의 사용자가 본 시스템에 접속하면 자바 애플릿의 얼굴모델러가 실행되며, 사용자는 두 장의 사진을 입력으로 하여 웹브라우저만으로 절차에 따라서 3차원 얼굴 모델을 생성하게 된다.

ABSTRACT

This paper proposes a web-based 3 dimensional face modeling system that makes a realistic facial model efficiently without any 3d scanner or camera that uses in the traditional methods. Without expensive image-input equipments, we can easily create 3D models only using front and side images.

The system is available to make 3D facial models as we connect to the facial modeling server on the WWW which is independent from specific platforms and softwares. This system will be implemented using Java 3D API, which includes the functions and conveniences of developed graphic libraries. It is a Client/Server architecture which consists of user connection module and 3D facial model creating module.

Clients connect with the facial modeling server, input two facial photographic images, detects the feature points, and then create a 3D facial model modifying generic facial model with the points according to the procedures using only the web browser.

키워드

애니메이션, 얼굴모델링, 얼굴 모델러, Java 3D API,

* 순천대학교 컴퓨터과학과
접수일자: 2001. 3. 7

I. 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 불과하고, 소규모 제작 시스템의 가동이 가능하며, 고부가가치를 갖는 무한한 가능성이 있고 개척 가능한 분야라는 점에서 충분히 도전해 볼만하다는 인식을 갖게 되었다[1],[2].

캐릭터 애니메이션 기술 중에서 얼굴 부분의 애니메이션 기술은 특수한 분야로 종종 분류되고 있는데, 이것은 감정을 나타내는 표정과 대화할 때의 입술 모양 애니메이션 기술이 기타 신체 부분의 애니메이션과는 다른 각도의 접근을 필요로 하기 때문이다. 특히 3차원 캐릭터 애니메이션에서 얼굴 부분의 애니메이션은 3차원 공간상의 복잡한 물체에 대한 부분 변형 등 까다로운 부분이 많고 미세한 부분까지 신경을 쓰지 않으면 안되는 등 기술적인 난이도가 높아서 현재까지도 완성된 연구 결과가 드물고 다양한 시도가 이루어지고 있는 단계이다.

최근 3차원 얼굴 모델을 생성하기 위해 레이저 스캐너를 통하여 얻은 데이터를 이용한 모델링 방법이나 모델러를 이용하는 방법이 많이 사용되고 있으나 이러한 방법을 사용할 경우 개인의 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 필요하다. 최근 사이버 캐릭터 애니메이션 기법 중에서 가장 각광받고 있는 것은 모션캡처 방식이다[3]. 이는 센서를 인간의 몸에 부착하고 실제 움직임 정보를 얻어냄으로써 이를 애니메이션에 이용하는 것으로 모션캡처를 위해서 신체부위에 맞게 여러 가지 캡처장비가 필요하며 가격이 수 억원에 달하

여 경제성이 문제가 된다. 그러므로 실감나는 얼굴모델을 자동으로 생성하여 얼굴 표정의 애니메이션을 자연스럽게 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. II장에서는 얼굴 모델링에 관한 관련 연구에 대해 살펴보고, III장에서는 본 논문에서 제시하는 얼굴모델링 방법에 관하여, IV장에서는 본 시스템 구조와 사용자 인터페이스에 관하여, 그리고 V장에서는 결론 및 향후 과제를 제시하고 끝맺는다.

II. 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 면

에서 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 메쉬의 경우 상대적으로 조작성 쉽지만 부드러운 곡면으로 이루어지는 얼굴을 사실적으로 표현하기 위해서는 모델을 구성하는 다각형의 수가 많아져야 한다. 1990년 Waitel[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 개개의 특성에 맞는 얼굴 모델을 생성하기 위해서는 많은 작업시간과 경비가 소요되고 쉽게 애니메이션할 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, 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.

III. 얼굴 모델링

본 논문에서는 3차원 스캐너나 카메라를 이용하지 않으며, 고가인 애니메이션 소프트웨어나 3차원 그래픽스 하드웨어 없이 웹 브라우저만으로도 사진영상으로부터 추출한 얼굴 특징점을 입력으로 하여 실감나는 3차원 얼굴 모델을 효율적으로 생성하기 위한 알고리즘을 제안한다. 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. 특징점으로부터 카메라의 자세를 찾아낸다.
- 마. 특징점의 3차원 좌표를 구한다.
- 바. 특징점의 3차원 좌표를 이용하여 나머지 얼굴 메쉬 정점들의 위치를 계산한다.
- 사. 얼굴 정점들과 입력영상 좌표들을 일치시켜 가면서 표준 얼굴 모델을 변형하여 입력영상에 가장 가까운 얼굴 모델을 생성한다.

1) 특징점 추출

얼굴 성분 특징점 추출은 눈 영역, 눈썹 영역, 코 영역, 입 영역을 대표하는 색상의 분포와 경계선 정보로서 특징점을 찾아내고, 눈썹, 코 영역에서는 영역내의 경계선 위치와 분포 정보가 특징점 추출의 기본 정보가 된다.

이진화된 화소들의 분포는 타원형을 이루며, 이 분포에서 눈과 코에 관계된 특징점은 눈과 코 모양에서 장축과 단축이 만나는 화소점이 되는 것을 알 수 있다. 눈 영역과 코 영역의 화소 분포를 표현하는 방법으로는 이진화된 영상의 화소들 좌표의 고유벡터를 구하는 방법을 사용한다.

이진화된 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 식 (1)과 같이 구하고, 평균 좌표 행렬을 이용한 화소값이 1이 되는 화소 좌표의 Covariance 행렬 $(\sum, 2 \times 2)$ 을 구한다. 그리고 covariance 행렬의 고유값과 고유벡터를 구하면 큰 고유벡터가 입과 코 영역의 장축을 작은 고유벡터가 단축을 나타나게 된다.

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

$$\Sigma = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N p_i, p_i^T - mm^T \dots \dots \dots (1)$$

여기서 N은 얼굴 성분 영역의 화소 개수, T는 경계선의 근사값, p는 비율 값이 된다[9]. 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.

2) 카메라 자세 추출

컴퓨터 비전 기술을 적용하여 입력 사진영상에 대한 카메라의 위치, 방향, 초점거리 등의 관측 파라미터를 추정한다. 또한 얼굴의 특징점을 자동으로 추출하고 특징점에 대한 3차원 좌표를 계산한다. 이를 위해서 본 논문에서는 Szeliski와 Kang이 제안한 비선형 최소자승(non-linear least squares) 방법[10]과 Levenberg-Marquardt 알고리즘을 이용하여 수행시간을 줄이면서 수치적으로 오차를 최소화한다.

3) 데이터 보간

앞에서 구한 특징점들의 3차원 좌표를 이용하여 나머지 표준 얼굴 메쉬 정점들의 위치를 변형한다. 이를 위하여 원래의 점의 위치와 표준 얼굴 모델의 메쉬에 변화된 위치간의 3차원 변이가 매끄러운 보간 함수로 다음 식 (2)와 같은 radial basis 함수를 이용한다.

$$f(p) = \sum_i c_i \phi(\|p-p_i\|) \dots\dots\dots (2)$$

여기서 p_i 는 특징점의 좌표, ϕ 는 radially symmetric basis 함수이다.

4) 형태 보정

표준 얼굴 모델을 새로운 형태로 변형한 후, 최소자승법을 이용하여 관측광선의 교차점에 가장 가까운 특징점들을 새로 구하여 정점들과 입력 영상 좌표들 사이를 서로 일치시켜 추정된 얼굴형태를 개선시킨다.

5) 텍스처 추출

재구성한 3차원 얼굴 모델이 사진과 같은 실제감을 갖도록 렌더링을 위한 텍스처 맵을 추출한다. 입력 사진 영상과 앞에서 구한 관측 파라미터 및 생성된 얼굴 모델을 이용하여 얼굴 모델의 각 점 p에 대하여 텍스처 칼라 $T(p)$ 를 계산한다. 각 점 p는 하나 이상의 사

진영상에서 나타나므로 각 사진에서 대응하는 점을 식별하여 다른 사진 영상에 있는 값들을 어떻게 서로 결합하여 텍스처 칼라를 구할 것인가를 결정해야 한다.

본 연구에서는 시점에 관계없이 일정한 텍스처 맵과 시점의 방향에 따라 가중치를 두어 계산하는 텍스처 맵의 두 가지로 나누어 식(3)을 기본으로 하는 텍스처 값을 구한다. 또한 카메라 위치에서 얼굴 모델의 메쉬를 구성하는 점들의 가시도를 빠르게 검사하기 위하여 먼저 얼굴 모델을 렌더링하고 Z-buffer에 있는 깊이 맵(depth map)을 저장한 다음, 관측변환을 수행하고 그 결과의 깊이를 깊이 맵에 있는 대응하는 값과 비교하는 방법을 적용한다.

$$T(p) = \frac{\sum_k m^k(p) I^k(x^k, y^k)}{\sum_k m^k(p)} \dots\dots\dots (3)$$

여기서, I^k 는 k번째 사진의 각 픽셀에 대한 칼라 함수 이고, (x^k, y^k) 는 점p를 k번째 영상평면에 투영한 영상좌표이다. 가중치 맵 m^k 는 각 얼굴 표면상의 점에서의 텍스처에 대한 k번째 사진의 분포이다.

6) 얼굴 표정 애니메이션

동일 인물의 얼굴 표정을 나타내는 키 프레임 사이를 연속적으로 변화시켜주는 애니메이션을 생성하기 위해서 본 연구에서는 얼굴 표정의 각 키 프레임에 대한 3차원 텍스처 얼굴모델을 생성하는 효율적인 알고리즘을 제안한다. 3차원 다각형 메쉬로 된 얼굴 모델을 morphing하기 위해서는 각 모델간의 수많은 대응점을 찾아야 하므로 어려운 문제이나 우리는 두 키 프레임의 topology를 동일하게 생성함으로써 간단하게 선형 보간법에 의해 중간 모델들을 구할 수 있다.

다음은 본 논문에서 얼굴 표정을 애니메이션하기 위한 절차이다.

- ① 얼굴 표정 키 프레임들에 대한 얼굴 메쉬를 각각 구한다.
- ② 키 프레임 얼굴 메쉬들 사이의 중간 얼굴 표정에 대한 기하 모델을 구한다.
- ③ 이미지 morphing에 의하여 중간 얼굴 표정의 텍스처맵을 구한다.

- ④ 원하는 시점에 대한 텍스처 맵된 얼굴 모델을 그린다.

IV. 시스템구조 및 인터페이스

시스템은 클라이언트/서버 구조로 클라이언트는 자바 애플릿을 통해 웹 상에서 접근하고 서버는 자바 애플리케이션으로 접속을 통제하는 접속관리자, 2차원 얼굴 영상을 받아 3차원 얼굴 모델을 생성하는 모델러, 여기서 얻어진 모델에 표정정보와 음성을 받아서 애니메이션하는 애니메이터로 이루어져있다. 아래 그림1은 웹기반 3D 얼굴모델러의 전체 구조를 보여주고 있다[11].

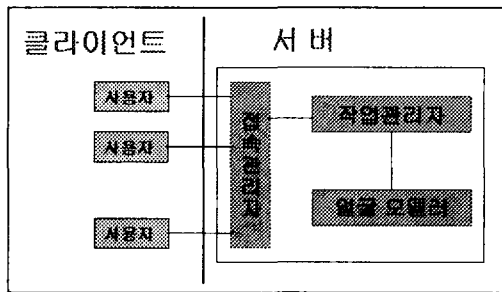


그림 1. 시스템 구조

1) 접속관리자

접속관리자는 웹서버를 통하여 들어온 클라이언트의 서비스 요청을 받아 분석하여 메시지로 세션관리자에게 보내고, 처리된 결과를 웹 문서의 형태로 클라이언트에 전송한다. 사용자의 ID에 따라 접속을 설정하거나 해제할 수 있고, 작업하는 동안 클라이언트의 접속을 계속 유지시키는 역할을 한다. 포트 번호를 이용해서 서버 소켓을 생성하고 포트에 접근하는 클라이언트를 기다린다.

여러 이용자가 접근할 수 있도록 각 노드들의 세션 연결에 관한 정보를 가지고 있으면서 클라이언트가 입장하거나 퇴장할 때 세션 정보를 관리한다. 그림 2는 접속관리자의 구조를 보여준다.

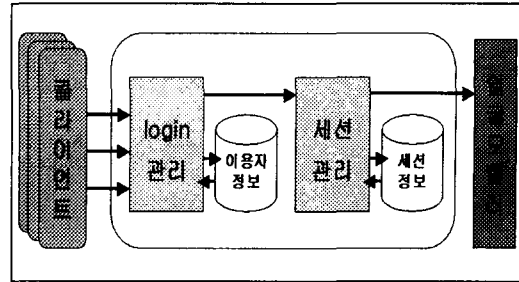


그림 2. 접속관리자 구조

2) 얼굴의 모델링

모델러는 정면, 양 옆면 사진의 2차원 영상을 먼저 입력받는다. 이 3장의 영상을 얼굴부분과 배경영상을 색상에 따라 세그멘테이션하여 각각을 분리해낸다.

분리된 영상 중 얼굴부분에서 눈, 코, 입의 위치와 윤곽선 부분 등의 특징점들을 찾아낸다. 특징점들의 위치를 찾아낸 후 얼굴의 일반모델에서의 특징점과 입력된 영상에서 추출해 낸 특징점을 이용하여 일반모델을 전체적으로 주어진 영상에 맞게 변형시켜 3D 얼굴 영상을 생성한다. 그림 3은 모델러의 구조를 보여주고 있다.

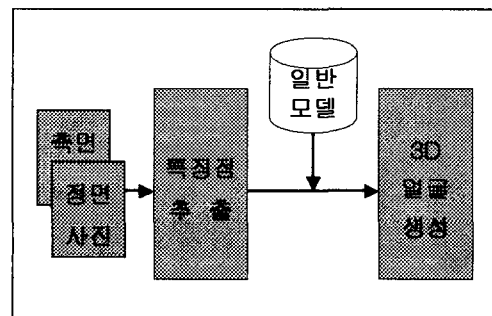


그림 3. 모델러의 구조

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 개발 중이다.

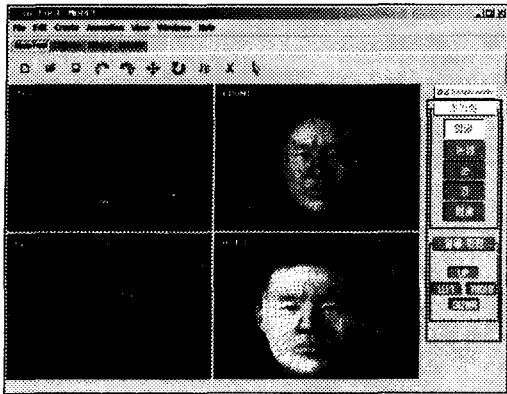


그림 4. 3D 얼굴모델러 사용자 인터페이스

이 인터페이스[11]에서 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.

V. 결론 및 향후 과제

본 논문에서는 기존의 방법에 비하여 3차원 스캐너나 카메라를 이용하지 않고 비용과 노력을 크게 절감하면서 실감나는 얼굴 모델링을 효율적으로 수행하는 웹 기반 3차원 얼굴 모델러를 제안하였다.

사용자는 두 장의 사진을 입력으로 하여 웹브라우저만으로 3차원 얼굴 모델을 생성하게 된다. 얼굴모델러의 3차원 그래픽스 관련 모듈은 자바 3D API를 이용하여 개발 중이다. Java 3D를 이용하여 개발함으로써 웹 상에서 많은 그래픽 라이브러리들의 특징과 편리함을 이용하며 쉽게 렌더링하고 애니메이션할 수 있다. 시스템은 클라이언트/서버 구조로 클라이언트는 자바 애플릿을 통해 웹 상에서 접근하고 서버는 자바 애플리케이션으로 접속을 통제하는 접속관리자, 2차원 얼굴 영상을 받아 3차원 얼굴 모델을 생성하는 모델러로 이루어져 있다.

접속관리자는 웹서버를 통하여 들어온 클라이언트의 서비스 요청을 받아 분석하여 메시지로 세션관리자

에게 보내고, 처리된 결과를 웹 문서의 형태로 클라이언트에 전송한다.

모델러는 정면, 양 옆면 사진의 2차원 영상을 먼저 입력받아 얼굴부분과 배경영상을 색상에 따라 세그멘테이션하여 각각을 분리해낸 후 얼굴부분에서 눈, 코, 입의 위치와 윤곽선 부분 등의 특징점들을 찾아낸다. 얼굴의 일반모델과 추출해 낸 특징점을 이용하여 3D 얼굴 영상을 생성한다.

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 이용하여 완성하여 웹 상에서 서비스하는 문제이다.

감사의 글

본 연구는 2000년도 정보통신부에서 지원되는 대학기초연구지원사업으로 수행되었음.

참고 문헌

- [1] 남우원, 박종만, "CG 애니메이션 시장동향", 정보과학회지, 제 17권 2호, pp.18-28, 1999.
- [2] 교육, "첨단 디지털 영상제작기술", 정보과학회지, 제17권 2호, pp.4-17, 1999.
- [3] 김용순, 김영수, "3차원 캐릭터 애니메이션 기술동향", 정보과학회지, 제 17권 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.
- [10] Richard Szeliski and Sing Bing Kang, “Recovering 3D Shape and Motion from Image Streams using Nonlinear least Squares.”, Journal of Visual Communication and Image Representation, 5(1):10-28, March 1994.
- [11] 김응곤, 김종찬, “웹기반 3차원 얼굴 형상모델링 시스템”, 2001년 한국정보처리학회 춘계 학술발표 논문집 제 8권 제 1호, pp.1213-1216, 2001.



김 응 곤(Eung-kon Kim)
1980년 조선대학교 공학사
1987년 한양대학교 공학석사
1992년 조선대학교 공학박사
1984년 8월~1986년 8월 금성반도

체(주) 연구원
1987년~1991년 국방과학 연구소 선임연구원
1991년~1993년 여수수산대학교 컴퓨터공학과 전임강사
1997년~1998년 미국 University of California, Santa Cruz Post Doc.
1993년 3월~현재 순천대학교 컴퓨터공학과 부교수
※관심분야 컴퓨터그래픽스, 영상처리



송 승 현(Seung-heon Song)
1998년 서남대학교 학사
2000년 순천대학교
정보과학대학원 석사
2001년~현재 순천대학교 컴퓨터과
학과 박사과정

※관심분야 : 컴퓨터 그래픽스