

근육모델 기반의 3차원 얼굴표정 생성시스템

이현철, 윤재홍, 허기택
동신대학교 컴퓨터학과

3D Facial Expression Creation System Based on Muscle Model

Hyun-Chul Lee, Jae-Hong Youn, Gi-Tak Hur
Dept. of Computer Science, Dongshin University

E-mail : {hcllee, jhyoun, gthur}@blue.dongshinu.ac.kr

요약

최근 컴퓨터를 이용한 시각 분야가 발전하면서 인간과 관계된 연구가 중요시 되어, 사람과 컴퓨터의 인터페이스에 대한 새로운 시도들이 다양하게 이루어지고 있다. 특히 얼굴 형상 모델링과 얼굴 표정변화를 애니메이션 화하는 방법에 대한 연구가 활발히 수행되고 있으며, 그 용도가 매우 다양하고, 적용 범위가 증가하고 있다. 본 논문에서는 한국인의 얼굴특성에 맞는 표준적인 일반모델을 생성하고, 실제 사진과 같이 개개인의 특성에 따라 정확한 형상을 유지할 수 있는 3차원 형상 모델을 제작한다. 그리고 자연스러운 얼굴 표정 생성을 위하여, 근육모델 기반의 얼굴표정 생성 시스템을 개발하여, 자연스럽게 실제감 있는 얼굴애니메이션이 이루어질 수 있도록 하였다.

1. 서론

인터넷 기술의 발전과 개인용 컴퓨터 성능의 향상, 그리고 컴퓨터 그래픽스 발전으로 사용자의 요구가 단순한 텍스트 정보가 아닌 다양한 형태의 멀티미디어 서비스분야로 확산되고 있다. 또한 인간과 컴퓨터 인터페이스에 대한 연구가 중요시되고, 컴퓨터를 이용한 시각 분야가 발전하면서, 얼굴과 관련된 얼굴의 움직임, 얼굴의 표정변화를 애니메이션 화 하는 방법에 대한 연구가 활발히 수행되고 있다.

사람의 얼굴은 상호간에 대화에 있어 매우 중요한 의미를 갖는다. 상대방의 얼굴 표정으로부터 감정을 전달 받기도 하고, 대화 시에는 음성 뿐 만아니라 상대의 얼굴표정, 눈의 움직임, 입술 모양의 변화도 대화 내용의 이해에 중요한 정보가 된다. 특히 만화, 영화, 컴퓨터 게임, 캐릭터 애니메이션, 광고 등에 사용되는 얼굴 애니메이션의 경우, 실제보다 과장된 얼굴 표정으로 이야기를 진행하기 때문에, 얼굴 표정의 생성 및 자유로운 얼굴 변형에 대한 연구가 활발히 진행되고 있고, 그 상품성과 중요성이 급속히 증가되고 있다. 얼굴표정 생성에 대한 연구는 많이 행해졌으며, 상당한 양의 결과가 축적되어 있다. 그러나 이러한 지식을 바탕으로 3차원 얼굴모델에 자연스러운 얼굴표정을 도입하기 위해서는 많은 양의 기술적 과제가 극

복되어야한다. 특히, 3차원 공간상에 얼굴처리, 표현, 합성, 변형 및 실시간처리 등, 매우 복잡하고 복합적인 처리 부분이 많아서, 아직까지는 세계적으로 완전한 얼굴애니메이션을 구현하였다고 할 수 있을 정도의 결과는 얻어지지 않은 상태이다.

본 논문에서는 정면 혹은 정, 측면 사진 이미지를 이용하여, 개개인의 특성에 맞고, 실제 인물과 같은 3차원 얼굴 모델을 생성한다. 또한 빠르고 사실감 있는 얼굴 표정생성을 위하여, 실제 얼굴의 피부 속 근육을 보고 애니메이션을 수행하는 근육모델 기반의 얼굴 표정생성 시스템을 개발하여, 현실감 있고 자연스러운 얼굴 애니메이션이 이루어질 수 있도록 하였다.

2. 관련연구

Parke는 1972년에 처음으로 인간의 얼굴에 대해 컴퓨터로부터 데이터를 얻는 방법과 이를 애니메이션 하는 기술들을 설명하였고, 1982년에 파라미터 화 된 3차원 얼굴 모델을 제시하였다. 파라미터 방법은 몇 개의 파라미터 입력으로 얼굴을 합성할 수 있고, 파라미터를 증가하면 다양한 얼굴을 합성할 수 있다. 또한 처리속도가 빠르기 때문에 일반적인 얼굴 모델 제작에 많이 이용하는 방법이나 제작자가 직접 파라미터를 지정해야하고, 기본 형상외의 다른 Topology에는

부합되지 않은 특성으로 인해 개개인의 특성에 따라 정확하게 얼굴형상을 맞추는데 어렵다는 단점이 있다.

1981년에 Olatt와 Badler가 얼굴의 움직임을 근육과 피부의 탄성에 기반하여 설명하였다. 그리고 1987년 Waters는 피부 속 근육을 보고 근육의 움직임을 피부 조직의 움직임으로 설명하였다. 이 방법은 실제모습을 생성할 수 있고, 사실적이지만, 구조적 특징으로 인해 복잡한 얼굴의 안면근육 및 표정근을 이해해야 한다는 단점이 있다. 1995년에는 Demetri Terzopoulos와 Keith Waters가 물리에 기반 한 얼굴 모델링을 하였다. 여기서는 피부조직을 여러 층의 합성 조직으로 설명하였으며, 체적 보존의 힘까지 고려하는 등 물리적인 성질을 많이 반영하려고 노력하였다. 자연스럽고, 사실에 가까운 얼굴 표정을 생성 할 수 있으나, 수치가 어렵고, 계산 량이 많기 때문에 애니메이션 속도가 느리고 모델링 방법이 까다롭다는 단점이 있다.

3. 얼굴표정 생성시스템

3.1 시스템 개요

본 논문에서는 정, 측면 사진 이미지를 이용하여 한국인의 표준적인 일반모델과 정합하고, 특징선을 통해 세부적인 얼굴 변형이 가능하도록 하여, 얼굴의 정확한 형상을 얻을 수 있도록 하였다. 그리고 좀더 자연스럽고 현실감 있도록 표현하기 위해서 실제 인간의 얼굴구조와 유사한 피부조직 및 근육에 대한 모델을 구성함으로써 정확한 얼굴표정을 생성 할 수 있도록 하였다. 전체적인 시스템 개요는 다음 그림 1 과 같다.

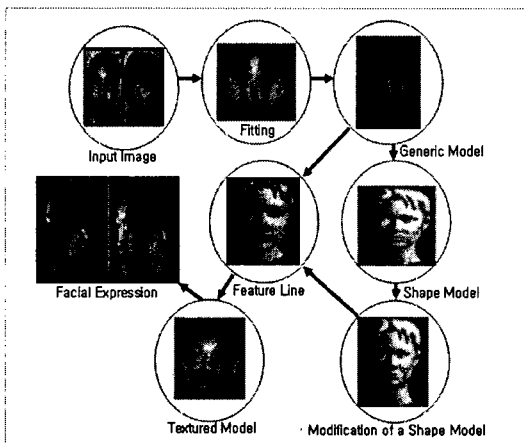


그림 1. 전체적인 시스템 구성도

3.2 3차원 얼굴모델링

2차원 사진이미지를 이용하여 특정한 사람의 얼굴 모델 생성 시, 한국인의 표준적인 특징을 가지고 있으면서 외형적으로 유사한 표준적인 일반모델(Generic Model)을 사용한다. 이를 위해 한국인의 표준 얼굴에 관한 연구결과 및 각종 얼굴형태 보고서, 한국인의 외형적인 얼굴 치수 자료, 한국인 얼굴의 특징을 고려하여, 표준화된 얼굴형상의 프로타입을 생성하고, 이를 이용하여 얼굴의 형태별 얼굴모델을 각각 제작 하였다.

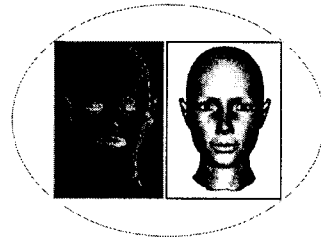


그림 2. 메쉬 및 텍스처화된 일반모델

3.3 텍스처 매핑

얼굴모델을 구현하기 위한 방법들은 실제로 얼굴 모습을 표현하는 피부 모델을 어떤 방법으로 만들었는가에 따라 좌우된다. 3차원 피부 모델 생성에 일반적으로 사용되는 것이 폴리곤 메쉬 방법이다. 이 기술은 사실적인 표현을 위해 피부를 표현하는 다각형의 개수를 늘리지만 그에 비례해 조작이 복잡해지므로, 물리적 성질에 기반 한 적은 수의 파라미터만으로 자연스러운 조작이 가능한 제어 프로그램의 추가 개발이 필수적이다. 또 한 가지 얼굴 모델링 방법으로는 직교 사진(Orthogonal Photographic Image)에 의한 모델링 방법이 있다. 이는 측정될 점들의 위치를 표시한 얼굴의 사진을 촬영하고, 이 사진들로부터 각 점들의 3차원 좌표를 계산해 내는 방식이다.

또한 얼굴특성에 맞고 정확한 형상을 유지할 수 있는 3차원 얼굴 형상모델을 제작하기 위해서 정면과 측면 사진 이미지를 이용하여 3차원 얼굴 모델을 생성 한다. 모델을 생성하기 위해 정, 측면 사진이미지를 각각의 2차원 영상 평면에 프로젝션시키고, 입력된 2차원 얼굴 영상에 대하여 몇 개의 특징점들을 중심으로 일반모델이 대상 인물에 정합되어, 각 개인 얼굴의 3차원 형상모델을 얻어낼 수 있다.

그리고 3차원 모델을 정면 이미지를 중심으로 상하, 좌우로 모델을 변형시켜, 모델이 더 실제 사람의 얼굴에 가깝도록 3차원 모델을 변형한다.

모델링과정을 통해 생성된 모델들은 모두 동일한 색의 표준 질감을 갖는데 사실적인 이미지의 생성을 위해서는 텍스처 매핑 기법을 이용하여, 사실감 있는 렌더링으로 구현해야하고, 모델 표면의 질감을 개별적으로 정의해야 한다. 즉, 표면의 빛 반사정도나 빛의 경계부분 처리 등 표면의 속성을 정의하는 셰이딩(Shading)과 2차원 평면 이미지를 모델의 표면에 입히는 매핑(Mapping)을 적용해야 한다.

3.4 특징선 제어를 이용한 모델변형

개인에 적합한 얼굴을 생성하기 위해 개 개인의 얼굴 특성에 맞도록 전체적인 크기와 방향을 바꿔야 한다. 사람의 얼굴에서 식별 가능한 특징점에는 눈, 코, 입, 눈썹, 머리카락, 및 얼굴 외곽선 등이 있다. 2차원 사진에서 이와 같은 특징점을 이용하여 얼굴을 변형시킨다.

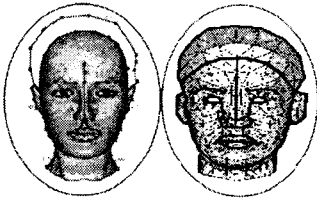


그림 3. 얼굴모델의 특징 선

3.5 근육모델

피부와 근육은 사람의 얼굴 표정이나 움직임에 나타내는 물리적인 작용을 하는 것으로 알려져 있다. 이는 실제 인간의 얼굴 구조와 유사하도록 피부 조직 및 근육에 대한 모델을 구성함으로써 정확한 얼굴 표정을 생성할 수 있다. 실제로 얼굴은 많은 근육들로 구성되어 표정을 짓게 된다. Waters는 얼굴 표정 변화의 힘을 얼굴 피부 속에 묻혀 있는 근육으로 보고, 근육에 의해 얼굴 애니메이션을 수행하였다. 근육의 구조를 살펴보면 한쪽은 얼굴의 골격에 붙어 있고, 다른 한 부분은 피부 조직에 묻혀 있다. 얼굴 표정을 생성하기 위해 각 근육에 대해 근육의 영향이 미치는 범위, 강도, 근육이 수축하기 시작하는 부분과 이완하는 부분을 정의하여 각 근육이 움직임에 따라 그와 연관된 피부의 점들이 움직이게 된다.

얼굴에 나타나는 근육은 선형근육(Linear Muscle), 팔약근(Sphincter Muscle), 판근육(Sheet Muscle) 등 크게 3가지로 분류한다. 선형근육은 전반적인 얼굴의 움직임에 대하여 작용하는 근육이며, 팔약근은 타원 주변 즉, 눈 주변과 입 주변의 움직임을 작용하는 근육이다.

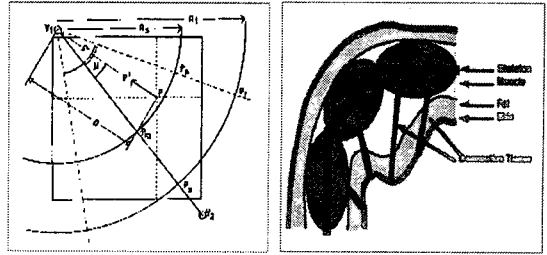


그림 4. Waters 선형 근육 모델

판근육은 주로 이마부위와 같이 평편한 부위에 작용하는 근육이다. 표정을 나타내게 해주는 얼굴근육들에 대한 일반구조는 그림 5와 같고, 대표적 안면근육과 기능은 표 1과 같다. 이러한 근육에 따라 메쉬가 변형하도록 하여 피부의 움직임과 표정을 생성한다.

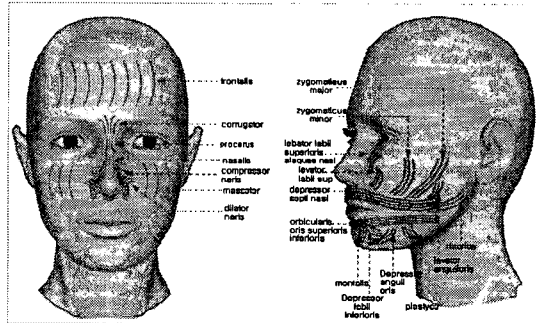


그림 5. 해부학적 정면 및 측면 얼굴근육

표 1. 대표적 얼굴 표정근과 기능

Muscle	Action
Ffrontalis	눈썹 올림, 이마에 횡주름 생성
Orbicularis oculi	눈 꼭 감고, 눈썹 내림
Orbicularis oric	입술 오므림
Procerus	코끝의 횡단 주름 생성
Nasalis ala Portion	콧구멍 넓힘
Nasalis transverse Portion	구각 위로 당김
Zygomaticus major	입 양끝 위쪽으로 당김
Zygomaticus minor	윗입술 위로 당김
Corrugator	양 미간 사이 수직 주름 생성
Depressor labii inferioris	아랫입술 끌어 내림
Depressor angyli oris	구각 아래로 내림
Mentalis	턱 끌어내림

3.6 3차원 얼굴표정애니메이션

표정생성을 애니메이션 할 수 있는 원동력이 되는 근육 모델은 Waters의 근육 모델에 필요한 근육을 추가하여 사용하였다. 이러한 근육을 자연스럽게 조절하여 다양한 얼굴표정을 생성하였다.

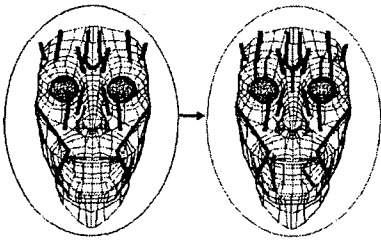


그림 6. Waters의 얼굴모델 및 추가된 근육

다음 그림 7은 얼굴 형상모델과 간단한 얼굴표정을 나타낸 얼굴모델이다.



그림 7. 3차원 얼굴 모델 및 표정

4. 결론

본 논문에서는 사진 이미지를 이용하여 3차원 메쉬로 구성된 표준적인 일반 모델에 정합하여 3차원 얼굴 모델을 생성하였다. 또한 얼굴 영상 합성 및 질감 교체 기술을 적용하여, 특징선 제어를 통해 개개인의 특성에 맞는 정확한 3차원 얼굴 형상모델을 생성하였다. 그리고 자연스러운 얼굴 표정합성을 위하여, 실제 얼굴의 근육 및 피부 조직 등 해부학적 구조에 기반한 표정 생성시스템을 개발하여, 현실감 있고 자연스러운 얼굴 애니메이션이 이루어질 수 있도록 하였다.

향후 연구과제로는 본 시스템에 사용한 근육 모델은 각각 독립적으로 피부 조직에 영향을 미치는데, 보다 정확한 모델링을 하기 위해서는 근육들 사이에 서로 영향을 주는 정확한 강도 및 범위에 대해서도 모델링을 할 필요가 있다. 또한 좀더 자연스럽고, 다양한 얼굴 표정을 생성하며, 더 나아가 실제감 있는 피부조직과 머리카락, 주름살을 구현함으로써, 단순한 얼굴표정변화 중심의 얼굴 애니메이션이 아니라 실시

간 처리의 상호 대화 가능한 애니메이션을 제작하는 것이다.

[참고문헌]

- [1] 김용순, 김영수, "3차원 캐릭터 애니메이션 기술 동향", 정보과학회지, 제17권 2호, pp49-59, 1999.
- [2] 이혜진, "근육 모델 기반의 자연스러운 3차원 얼굴 표정 애니메이션", 한국정보춘계학술발표논문집 제9권 제1호, pp265-268, 2002
- [3] 최창석외, "한국인 얼굴의 기본형 분류와 지방별 얼굴 생성", 대한전자공학회, Vol. 15, No2.
- [4] 한태우, "실감있는 얼굴표정 애니메이션을 위한 3차원 얼굴모델링 시스템", 한국과학기술원 석사학위논문, 1997.
- [5] Ebroul Izquierdo M. and Silko Kruse, "Image analysis for 3D modeling , rendering, and virtual view generation," Computer vision and Image understanding, Vol. 71, No. 2, 1998.
- [6] F.I. Parke, "Computer Generated animation of faces", MS thesis, Univ. of Utah, Salt Lake City, December 1974.
- [7] F.I. Parke, Keith Waters, "Computer Facial Animation", A K Peters Wellesley, 1996
- [8] Jun-yong Noh, Ulrich Neumann, "A Survey of Facial Modeling and Animation Techniques", Integrated Media Systems Center, University of Southern California
- [9] Keith Waters, "A Muscle Model for Animation 3D Facial Expression", Computer Graphics, Vol.2, No.4, July, 1987
- [10] Kin-Man Lam, "A fast approach for detecting human faces in a complex background", Circuits and Systems, 1998. pp. 85 -88, Vol.4
- [11] P.Ekman, W.V. Friesen, "Facial Action Coding System". Consulting Psychologists Press Inc, 577 College Avenue, 1978
- [12] Shepard, D. "A Two-Dimensional Interpolation Function for Irregularly Spaced Data", Proc. 23rd National Conference of the ACM, pp 517-524. 1968.
- [13] Yuencheng Lee, Demetri Terzopoulos, Keith Waters, "Realistic modeling for facial animation ", SIGGRAPH, pp55-62, 1995