

적은 수의 특징점을 이용한 얼굴 사진의 3차원 모델링 시스템

김중찬*, 박경숙**, 정선인*, 허영남*, 김용곤*

*순천대학교 컴퓨터학과

**여수공업대학 인터넷소프트웨어과

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

Face Picture the 3D Modeling System Using a Small Set of Feature Points

Jong-Chan Kim*, Kyung-Sook Park**, Son-In Jeong*, Yeong-Nam Heo*

Eung-Kon Kim*

*Dept of Computer Science, Sunchon National University

**Dept of Internet Software, Yosu Technical College

요 약

사용자에게 친근감 있는 인터페이스를 제공하는 얼굴 모델링에 대한 연구가 활발히 진행 중이다. 본 논문에서는 기존 방법인 3차원 스캐너나 카메라를 이용하지 않고 얼굴의 정면상과 측면상의 사진을 이용하여 크기와 배경의 복잡성에 상관없이 일반적인 특징점을 추출하여 삼각형 메쉬로 구성된 표준 모델을 생성하고 이를 이용해서 3차원 얼굴의 형태를 생성하는 시스템을 제안한다. 추출된 특징점은 각 개인의 얼굴 형태에 맞게 변형함으로써 좀더 현실적인 3차원 얼굴 모델링을 제공한다.

1. 서론

인간의 얼굴은 사회생활을 영위하는데 중요한 역할을 한다. 시각적인 것 이외에도 다양한 정보를 갖는다. 현재 우리 인간의 얼굴을 모델링 하는 것은 가장 어려운 모델링 기술 중 하나로, 아직 발전 단계에 있다.

3차원 얼굴 모델의 생성과 애니메이션에 관한 연구는 1970년대 Parke[1]가 사진으로부터 정지된 모양을 찾아 모델을 만들고 파라미터를 사용하여 애니메이션을 구현한 것에서 시작 되어 지속된 연구로 첫 매개 변수화된 얼굴 모델을 완성하게 된다.

1980년대에 들어서는 Platt가 얼굴 근육에 의해 조절 되는 얼굴 표정 모델을 제시하였다. 제시된 연구는 얼굴 애니메이션에 대한 획기적인 사건이 되어 3차원적인 얼굴 표정과 립싱크에 대한 첫 컴퓨터 애니메이션의 토대가 되었다. 최근 3차원 얼굴 모델을 생성하기 위해 3D 레이저 스캐너나 모션 캡처 기술을 이용하여 얻은 데이터를 이용한 모델링 방법이 많이 사용되고 있으나 이러한 방법을 사용하면 막대한 시간과 경비가 소요되는 단점이 있다. 따라서 사용자에게 친근감 있고, 시간과 경비를 줄이고, 자연스러운 얼굴 모델링 구현이 요구되고 있다.

본 논문은 다음과 같이 구성되어 있다. 2장에서는 얼

굴 모델링에 관한 기존 연구에 대해 살펴보고, 3장에서는 얼굴 특징점 추출에 관한 알고리즘에 관하여, 4장에서는 개인 얼굴 모델링의 생성과 정합 구조, 5장에서는 결론 및 향후 과제를 제시하고 끝맺는다.

2. 기존 연구

얼굴 영상으로부터 얼굴을 인식하고, 개 개인의 특징을 가장 잘 표현할 수 있는 얼굴내의 특징점은 얼굴 모델 생성 및 얼굴 애니메이션에서 많이 연구되고 있는 부분이다[2][3]. 기존 방법 중 얼굴의 특징점을 추출하는 방법은 크게 3가지 정도로 나눌 수 있다. 첫 번째로 변형판이나 스네이크 방법을 사용하여 얼굴의 특징점을 추출하는 방법이다. 이 방법은 얼굴의 경계선 정보를 추출한 영상에서 미리 얼굴 내에서 추출하고자 하는 모양의 일반적인 템플리트와 가장 차이가 유사한 모양의 경계선을 찾아가거나 이 경계선 모양으로 템플리트를 변형시켜 나온 템플리트의 변수를 얼굴의 특징점으로 결정하는 방법이다.

두 번째의 얼굴 특징점 추출 방법은 정규화된 얼굴의 대칭을 이용하는 방법이다[4][5]. 얼굴의 경계선 정보를 추출한 영상에서 경계선의 각 화소 중 그 주변 화소에 대하여 대칭성이 많은 점을 특징점으로 추출하는 방법이다.

세 번째의 얼굴 특징점 추출 방법은 Gabor 웨이블릿 필터를 이용하는 방법이다.[4] 이 방법은 얼굴 영상 내에 Gabor 웨이블릿 필터를 적용하여 얼굴내의 경계선 중 곡률이 높은 곳의 점을 특징점으로 추출하는 방법이다. 그런데 이러한 각각의 연구에서 제시하고 있는 특징점은 연구의 목적과 의도의 따라 다른 위치의 특징점을 사용하였다.

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

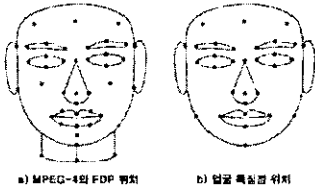


그림1. FDP 위치와 얼굴 특징점 위치

3.얼굴 특징점 추출

얼굴내의 특징점 추출은 눈 영역, 눈썹 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 가운데 가장 위 위치가 되므로 눈썹 영역의 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 이진화된 영상의 화소 좌표의 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 (\bar{x}, \bar{y}) , 2×1 을 구하고, 식 (2)와 같이 평균 좌표 행렬을 이용한 화소값이 1이 되는 화소 좌표의 covariance 행렬

(Σ , 2×2)을 구한다. 그리고 covariance 행렬의 고유값(eigen value)과 고유 벡터를 구하면 큰 고유 벡터가 장축을 작은 고유 벡터가 단축을 나타나게 된다. 장축과 단축의 벡터와 영역의 경계선과 만나는 4개의 화소점을 특징점으로 추출한다.

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

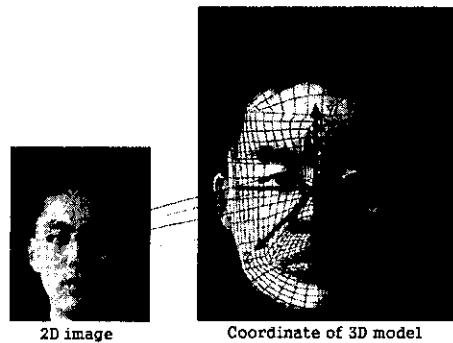
$$\Sigma = \frac{1}{N} \sum_{i=0}^N p_i p_i^T - m m^T \tag{2}$$

여기서 N 은 얼굴 성분 영역의 화소 개수, T 는 경계선의 근사값, p 는 비율 값이 된다 [6]. 이 covariance 행렬이란 열 공간을 span하는 고유 벡터들이 바로 데이터 공간을 span하는 고유 벡터값들이 되며 각각의 고유 벡터에 대한 고유값이 그 고유 벡터 방향으로 움직임의 대소를 결정한다. 다시 말하면 고유 값이 크면 데이터 공간에서 고유 값 방향으로 데이터 분포의 분산이 크다는 것을 의미한다.

이처럼 제안된 방법은 2매의 사진에서 3차원 얼굴 모델링이 가능한 것은 얼굴이 좌우대칭이라고 가정하기 때문이다.



(a) 얼굴 정,측면상 (b) 특징점 추출



(c) 결과 영상

그림2. 3차원 형상모델의 변형 방법
그림2에서 (a)대상인물, (b)에서 코 영역의 화소좌

표 행렬을 이용하여 화소점을 구하고, 특징점 후보로 추출하여, (d)는 2차원의 특징점을 3차원의 모델에 적용한 결과 영상이다.

이런 특징점 추출의 방법들을 기반으로 3차원 얼굴 모델링 인터페이스를 그림 3와 같이 제안한다.

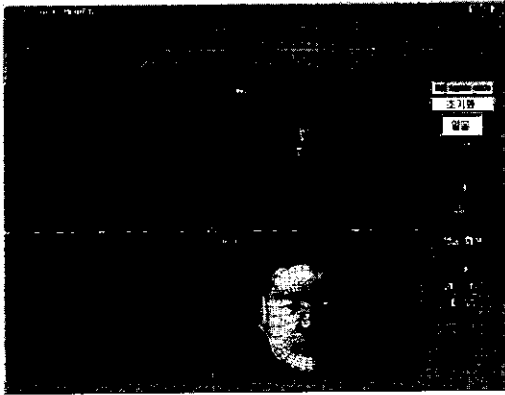


그림3. 3D 얼굴모델링 인터페이스

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.

4. 개인 얼굴 모델링의 생성과 정합 구조

시스템의 전체적인 구조도는 그림 4와 같다. 첫 번째는 얼굴의 정면상, 측면상을 3차원 표준 모델과 정합하고, 두 번째는 얼굴 전체의 크기 및 위치조정, 얼굴 윤곽의 미세조정, 얼굴 각 부위의 미세조정으로 이루어진다. 얼굴의 크기 및 위치조정은 인물의 정면상에 특징점이 일치하도록 3차원 어핀 변환을 행한다. 어핀 변환에서는 눈 안쪽의 특징점 2개의 중점을 이용하고 있다. 얼굴 윤곽의 조정은 좀 더 정확한 윤곽선을 맞추기 위해서 머리의 윤곽선 점들을 이용하여 어핀 변환으로 얼굴의 크기 및 위치가 선형적으로 대략적으로 정합된다. 얼굴 부위의 점은 복잡하고 세밀하기 때문에, 가능한 적은 수의 특징점을 이용하여, 미세조정을 가능하게 하고 있다. 얼굴형상을 합성하기 위하여 얼굴의 3차원 형상 모델을 표정 파라미터로부터 변형하고, 두부의 3차원 운동 파라미터로부터 이동한 후 텍스처 매핑을 한 다음 마지막으로 애니메이션을 한다.

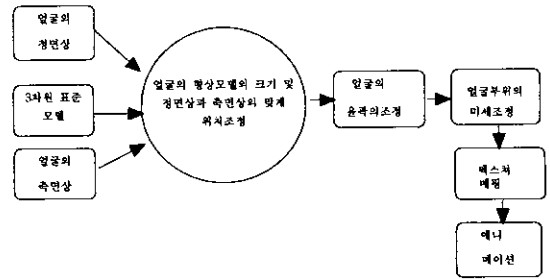


그림4. 3차원 얼굴의 모델링 정합 순서

5. 결론 및 향후 과제

본 논문에서는 사용자에게 보다 친숙하고 편리한 인터페이스를 제공하고 사실감 있는 3차원 얼굴모델 생성 시스템을 제안하였다. 제안한 시스템은 2차원 영상들을 이용하여 일반 모델을 변형하여 특정한 사람에 대한 3차원 모델을 얻을 수 있다.

이 시스템은 게임이나 Web 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, 얼굴 애니메이션 변수를 사용하여 얼굴 각 부위의 표정변화와 입모양 합성 방법 등 다양한 연구가 요구된다.

감사의 글

본 연구는 2000년도 정보통신부에서 지원하는 대학교 연구지원사업으로 수행되었음.

참고문헌

- [1] F. I. Parke, "Computer generated animation of faces", ACM National Conference, pp451-457, ACM, 1972
- [2] A. L. Yuille, D.Chen, P.Hallinan, "Feature Extraction From Face Using Deformable Templates", Proceedings of IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, pp.104-109, 1989.
- [3] Litanage C. De Silva, Kyoharu Aizawa, Mitsutoshi Hatori, "Detection and Tracking of Facial Features by using edge pixel counting and deformable circular template matching", IEICE Trans. Information and System, Vol. E78-D, NO. 9, pp. 1195-1207, Sept. 1995
- [4] D.Reisfeld and H. Wolfson and Y.Yeshurun, "Detection of Interest Points Using Symmetry", Proceedings of the 3rd International Conference on Computer Vision, p.62-65, Dec. 1990.
- [5] R.Brunelli and T.Poggio, "Face Recognition: Features Versus Templates", IEEE Trans. PAMI, Vol 15, no.10, 1042-1052, Oct. 1993
- [6] 함상진 "얼굴 특징점 추출 및 모델 생성에 관한 연구" 연세대학교 대학원 석사 학위 논문 pp23-24 June 1998