

# 두 장의 2D 사진을 이용한 3D 가상 얼굴 구현

임낙현, 서경호, 김태효  
경남대학교 전자공학과

## A Implementation of 3D Virtual Face using two 2D photographs

Nack-hyun Lim, Kyung-ho Seo, Tae-hyo Kim  
Dept. of Electronics, Kyung Nam Univ.  
leemnh@hanmail.net

### 요약

본 논문에서는 2매의 2차원 얼굴영상으로부터 이들을 합성하여 3차원 얼굴의 가상형상을 복원한다. 여기서 2매의 2차원 얼굴영상은 정면과 측면 영상을 사용한다. 우선 임의의 일반 얼굴에 대한 기준모형을 설정하고, 이 모델에서, 얼굴형상의 특징을 표현하는 귀, 2개의 눈, 코 및 입 부분에 집중적으로 특징점을 규정하고, 그 외에 이마 및 턱 부분에도 특징 점을 규정하여 그 위치좌표를 저장해 둔다. 그 후 정면영상의 좌·우측에 측면영상을 대칭적으로 접속하고 영상의 기하 변환 방법을 적용하여 점차적으로 합성한다. 이때 나타나는 합성부분에 색상 및 명도의 차를 제거하기 위해 선형보간법을 적용하여 자연스런 3차원 가상얼굴을 구현하게 된다. 그 결과 불특정 얼굴형상도 3차원으로 구현할 수 있음을 확인하였다.

### I. 서론

3차원 가상 공간상에서 개인적인 얼굴을 표현하기 위한 많은 방법들이 제시되어왔다. 대부분 3D Studio Max와 같은 3차원 디스플레이 프로그램으로 수작업으로 이루어졌다. 현재 개인적인 3D 가상 사이버 얼굴의 조작에 대한 많은 컴퓨터 기술들이 있지만 작업이 복잡하고 처리속도도 느리다.<sup>[3]</sup>

본 논문에서는 구조적 원리에서 애니메이션 준

비 단계인 사이버인간 생성에 대한 기술로써, 개인적 얼굴 모델링에 대한 효과적인 방법을 제시하고자 한다. 이에대한 기본적인 방법은 개인의 간단한 두 장의 사진으로부터 얼굴의 통계적 특성을 추출하는 것이고, 변형 방법은 얼굴의 특징을 나타내는 최소의 특성점으로 샘플링한 점에 의해 이루어진다. 동시에 각각 개인의 직교 사진은 2D 텍스처 이미지를 만드는데 사용되고 가상의 사이버얼굴의 임의의 샘플링으로부터 특정한 개인의 얼굴을 출력하기 위해 사용된다.

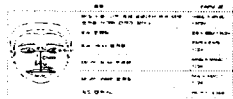
앞과 옆면을 임의적으로 구획하고 결합하여 텍스처 이미지로 사용하는데, 이때 앞과 옆면 사진의 획득과정에서의 환경적 요인에 의해 색상과 명암에서 차이가 나면서 경계효과가 발생한다. 이 경우는 다각형으로 구성된 3차원 모델에 텍스처 이미지를 맵핑시킬 때 다각형의 모양에 따라 이미지가 보간법에 의해 축소되거나 확대되면서 경계효과가 두드러지는 결과를 가져오게 된다.

본 논문에서는 텍스처 이미지의 경계부분을 특성선으로 제한하여 경계효과를 제한한 후에, 색상과 명암보정기법을 사용하여 경계부분에서 얼굴의 특성을 그대로 보존하면서 그외의 부분에서는 이미지 정보의 변화없이 그대로 유지하였다. 그 결과, 특성모델이 개인적 특성을 표현하는데 향상된 효과를 가지게 됨을 보이고자 한다.

## II. 3차원 가상 얼굴 모델링

### 2.1 일반 얼굴 모델 형성

MPEG-4에서 3D 가상 인간에 대한 외형을 설명하는 구체화 파라미터들과 그 움직임에 대한 요소를 설명하는 애니메이션 파라미터들을 제안하고 있다. 구체화 파라미터들은 몸/얼굴 모양과 크기 그리고 무늬에 대한 상세한 정의를 보인다. 애니메이션 파라미터들은 얼굴 표정과 몸 자세의 정의를 보인다. 이들 파라미터들은 동일한 범위에서 과장된 표정과 자세는 물론, 모든 가능한 표정과 자세를 지원하기 위해 설계되었다. 애니메이션 파라미터들은 어떠한 얼굴/몸 모델에서도 정확한 구현을 위해 정확하게 정의되고 있다.<sup>[2]</sup>



[그림 1] 애니메이션 파라미터

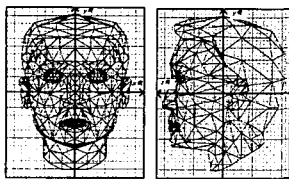


[그림 2] 구체화 파라미터

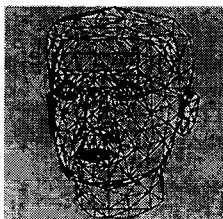
본 논문에서는 앞면과 옆면의 얼굴사진을 이용하여 개인적 특성을 표현하는 3D 사이버얼굴을 만든다. 먼저 개인적인 얼굴로 변형하기 위한 준비 단계로서 마치 마네킹과 같은 일반 얼굴 모델을 구성한다. 3차원의 일반 모델을 구성하기 위한 364개의 점들의 각각  $x, y, z$ 축에서의 위치를 부여하기 위해 구성하고자 하는 일반 모델의 앞면과 옆면을 도시한다.

일반 모델은 3D공간에서 364개의 점으로 표현하였다. 각 부분에서의 점을 나타내면 눈(76개), 코(31개), 입술(29개), 귀(42개), 이마(46개), 볼(50개), 목(44개), 머리카락(46개)의 각각의 수들을 가지고 있다. 사람마다의 특성을 잘 나타내는 눈, 코, 입 부분에 많은 수의 구성점을 부여하였다.

[그림 4]는 다각형 표면을 그물(mesh)같이 엮어서 하나의 3D 형태의 일반 모델을 형상화한 것이다.



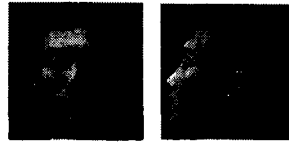
[그림 3] 일반모델의 점들을 구성하기 위한 앞과 옆면의 도면



[그림 4] 일반 모델

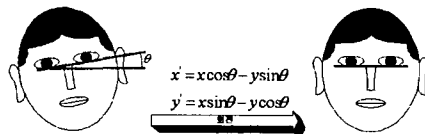
## 2.2 개인적 특성 얼굴 모델 형성

이 일반 얼굴 모델을 앞면과 옆면의 사진으로부터 미리 정의해둔 얼굴의 각 부분 특성점들을 이용하여 개인적 특성 모델을 유도한다.<sup>[5][6]</sup>

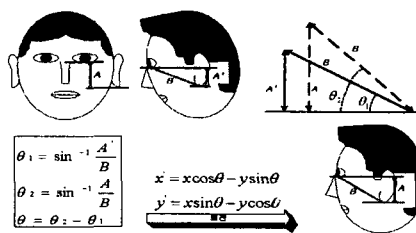


[그림 5] 특성모델을 위한 앞과 옆면 사진

두 장의 사진이 항상 같은 크기의 얼굴을 가질 수 없으므로, 얼굴의 특징을 많이 포함하는 앞면 사진의  $y$  좌표, 즉 머리의 높이를 기준으로 한다. 앞면 사진의 경우, 사진을 획득할 때 구도적 요인에 의해 얼굴이 한쪽으로 기울어져 있을 경우가 있다. 본 논문에서는 이를 보정하기 위해 영상을 적절하게 회전시킨다. 이렇게 앞면사진을 보정한후 이를 이용하여 옆면사진 보정에 참고한다. 옆면사진을 확대하거나 축소한 후, 고개를 끄덕이는 방향으로 기울어져 있을 수 있으므로 앞면 사진의 눈동자 아래부분과 귀 아래부분 사이의 폭을 옆면에 적용하여 옆면사진을 회전한다.



[그림 6].(a) 앞면사진의 기울어짐 보정



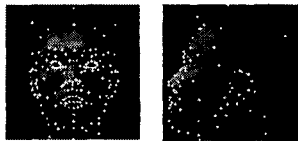
[그림 6].(b) 옆면사진의 기울어짐보정

보정된 두 장의 사진으로부터 새로운 개인 머리에 대한 특징적인 점들을 샘플링하고 이 점들에 의해 일반모델을 변형한다.

161개의 특성점들이 개인을 표현하기 위한( 입, 눈, 코, 턱, 등등) 적절한 점들로 결정된다. 이 점들을 눈, 코, 입, 귀, 이마, 볼, 머리카락, 목의 순서로 각각의 특성점들을 앞면과 옆면의 사진으로부터 구하고 나머지 머리를 구성하는 점들은 기하학적 변환에 의하여 구한다. 일반 모델의 구성

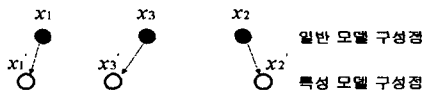
점들중에서 개인적 특징을 나타낼 수 있는 점들을 선택하여 처리속도를 향상시킨다.

앞면의 특성점들을 이용하여 특성 모델의  $x, y$  축상의 위치를 구하고 옆면의 특성점을 이용하여 특성 모델의  $z$  축상의 위치를 구하는데 사용한다. 다음 [그림 7]에 앞면과 옆면에서의 특성점들의 위치를 보인다.



[그림 7] 앞면과 옆면 사진에 특성점 부여

이렇게 추출한 특성점을 이용하여 일반 모델에서 특성점 외의 점들의 위치를 기하학적으로 변형한다. 특성점들과 조정된 나머지 점들이 개인적 특성 모델을 형성한다. 다음 [그림 8]에 일반 모델로부터 특성 모델로 구성점들의 이동의 예를 보이고 (식 1)에 두 개의 특성점이나 이미 구해진 두 개의 점들로서 미지의 구성점의 위치를 교정하기 위한 기하학 방법을 보인다. 본 논문에서는 간단한 선형수식을 이용하였다.



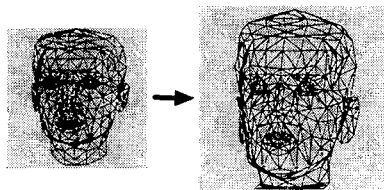
[그림 8] 구성점 이동의 예

$$x_2 - x_1 : x_2 - x_1 = x_2 - x_3 : x_2 - x_3 \quad (\text{식 1(a)})$$

$$(x_2 - x_1) \times (x_2 - x_3) = (x_2 - x_1) \times (x_2 - x_3)$$

$$x_3 = x_2 - \left( \frac{(x_2 - x_1) \times (x_2 - x_3)}{x_2 - x_1} \right) \quad (\text{식 1(b)})$$

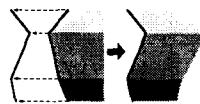
이렇게 특성점들과 미지의 구성점들의 위치를 모두 정의하게 되면 개인적 특성 모델이 구성된다. 다음 [그림 8]은 일반 모델로부터 개인적 특성 모델로 변환한 것이다.



[그림 8] 앞면과 옆면 사진으로 일반 모델에서 특성 모델로 변환

### 2.3 텍스처 맵핑

두 장의 사진을 특성점에 의해 적절히 분리하고 변형하여 전체적으로 우측, 앞, 좌측으로의 결합된 영상을 구한다. 기하학적 변환을 이용한 미리 정해진 특정선에 따라 두 이미지를 연결한다. 본 논문에서 제안한 특성선으로 3차원 모델을 구성하는 다각형들의 결합부분에 경계부분을 제한하여 경계효과를 억제한다. 특성선은 16개의 특성점으로 구성한다. 머리 정두리에서부터 좌우측 이마, 눈썹 양끝, 눈 양끝, 광대뼈부분, 볼, 입술 양끝, 앞쪽 턱경계, 목과 턱경계 순으로 이어지는 특성점 연결선을 이용하여 앞면과 옆면의 사진을 결합한다.



[그림 9] 옆면을 앞면에 맞게 변환



[그림 10] 특성선에 맞추어 옆면변형

특성선으로부터 구분된 앞면 사진과 변형된 옆면 사진을 결합하여 개인적 특성 모델에서 텍스처 맵핑 작업에 사용할 텍스처 이미지를 만든다.



[그림 11] 특성선으로 분리된 앞과 옆면 사진을 하나로 결합

[그림 11]에서 보듯이, 여기에서 어떠한 접친부분이나 모양적으로 어긋난 부분으로 없으나, 앞면과 옆면사이엔 큰 경계를 볼수 있다. 아무리 사진 배경으로 조정을 하더라도, 경계는 발생한다. 이 문제를 수정하기위해, 본 논문에서 색상 보정기법과 명암 보정기법을 사용한다.

색상 보정기법은 특성선상에 있는 특성점들의 앞면과 옆면에 대한 경계에서 각각 좌,우의 픽셀의 색상값들을 비교하고, 이웃하는 특성점들과 색상값 차이를 비율적으로 가중치를 두어 앞면과 옆면 경계들의 색상차를 점진적인 색상 보정방법으로 경계를 완화시킨다.



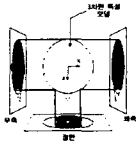
[그림 12] 색상보정기법으로 경계효과 완화

명암 보정기법은 경계부근에서 앞면에서 옆면 방향으로 점진적인 명암의 차이를 극복하는 것이다. 경계부근에서 명암 보정 가중치를 최대로 하고 좌우 양끝으로 갈수록 참고하는 명암의 가중치를 점진적으로 낮추어 명암의 변화를 억제하였다. [그림 13]에 색상 보정을 거친 영상을 다시 명암 보정을 적용한 것을 보인다.

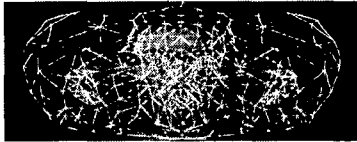


[그림 13] 명암보정기법으로 경계효과 완화

보정에 의해 구하여진 좌, 우, 앞면의 영상에서 앞면과 옆면의 영상을 분할한 후 특성 모델에 그대로 맵핑을 취하면 된다.



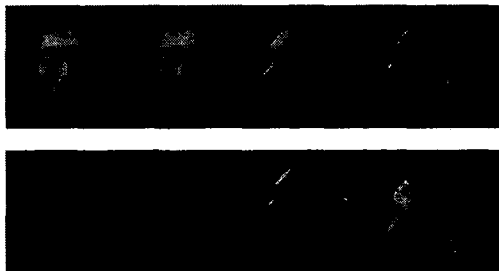
[그림 14] 위에서 내려다본 3차원모델 텍스처 맵핑



[그림 15] 특성점에 대한 텍스처 맵핑

### III. 모의 실험 및 고찰

텍스처 맵핑된 개인적 특성 모델을 완성하여 3차원 공간상의 가상 얼굴을 구성하였다. [그림 16]은 완성된 가상 얼굴을 회전하면서 완성도를 살펴본 것이다.



[그림 16] 여러 방향에서 표현된 3D 특성 모델

어느 방향에서도 개인적인 특성을 잘 나타내고 있다. 대통령의 앞과 옆면의 두 장의 사진을 이용하여 본 논문에서 제안한 방법으로 3차원 가상 모델을 만들었다. 대통령의 밝은 미소가 잘 표현되었다.



[그림 17] 대통령의 3차원 가상 모델

### IV. 결론.

2매의 2D 사진을 이용하여 일반모델에서 특성 모델을 유도하고 텍스처 이미지를 생성하여 3D 가상 얼굴을 구현하였다. 적은 수의 점으로 이루어진 얼굴 모델로 모델링한 결과에서 배경과의 경계부분이 다소 각이져 보인다. 얼굴 모델의 구성점들을 더욱 늘리면 부드러운 얼굴 모양을 얻을 수 있다.

이와같은 개인적인 3D 사이버 얼굴을 이용하여 컴퓨터 3D 디스플레이에 관련된 여러 분야에서 향상된 효과를 위해 응용될 수 있을 것이다. 원거리 통신상에서 사실감있는 사이버 회의가 이루어질 수 있고, 홈페이지나 인터넷 광고상에서 자신의 3D 가상 얼굴을 이용하여 다른 사용자들의 시선을 쉽게 끌 수 있으며, 3D 게임상에서 자신이나 특정 인물 얼굴을 이용하여 게임의 재미를 향상시킬 수도 있다. 3D 가상 공간의 어디에서든 그 사용 효과를 향상시킬 수 있을 것이다.

### V. 참고문헌

- [1] Mason Woo Jackie Neider Tom Davis, "OpenGL Programming Guide", Addison Wesley Developers, 1997
- [2] "MPEG 알고리즘 및 구현", 반도체설계교육센터, 2000. 8. 24
- [3] 우상수, "OpenGL 프로그래밍", 사이버출판사, 1998, p193-p241
- [4] Rechard s. Wright JR Michael Sweet, 신현주 역, "OpenGL superbible", 에프.원, 1999
- [5] WON-SOOK LEE, "Cloning and Aging in a VR Family", MIRALab, CUI, University of Geneva, Switzerland. 1999
- [6] YIN WU, "MPEG-4 Compatible Faces from Orthogonal Photos", MIRALab, CUI, University of Geneva, Switzerland. 1999