

두 장의 2D 사진을 이용한 3D 가상 얼굴의 구현

Realization of 3D Virtual Face Using two Sheets of 2D photographs

임낙현, 서경호, 김태호

Nack-hyun Lim, Kyung-ho Seo, Tae-hyo Kim

요 약

본 논문에서는 2매의 2차원 얼굴영상으로부터 이들을 합성하여 3차원 얼굴의 가상형상을 복원한다. 여기서 2매의 2차원 얼굴영상은 정면과 측면 영상을 사용한다. 임의의 일반 얼굴에 대한 기준모델을 정하고, 이 모델에서, 얼굴형상의 특징을 표현하는 귀, 눈, 코 및 입 부분에 집중적으로 특징 점을 규정한다. 그 외에 이마 및 턱 부분에도 특징 점을 지정하여 그 위치좌표를 저장해 둔다. 그 후 정면영상의 좌·우측에 측면영상을 대칭적으로 접속하고 영상의 기하변환 방법을 적용하여 점차적으로 합성한다. 합성을 효과적으로 처리하기 위해 측면 영상을 정면 영상에 정합될 수 있도록 기하변환을 이용한다. 이때 나타나는 합성부분에 색상 및 명도의 차를 제거하기 위해 스무딩필터(3×3 화소의 마스크)를 적용하여 자연스런 3차원 가상얼굴을 구현하게 된다. 그 결과 불특정 얼굴형상도 3차원으로 구현할 수 있음을 확인하였다.

ABSTRACT

In this paper, a virtual form of 3 dimensional face is synthesized from the two sheets of 2 dimensional photographs. In this case, two sheets of 2D face photographs, the front and the side photographs are used. First of all, a standard model for a general face is created, and from this model the feature points which represents a construction of face form are densely defined on part of ears, eyes, a nose and a lip, but the other parts, for example, forehead, chin and hair are roughly determined because of flat region or the less individual points. Thereafter the side photograph is connected symmetrically on the left and right sides of the front image, and it is gradually synthesized by use of affine transformation method. In order to remove the difference of color and brightness from the junction part, a linear interpolation method is used.

As a result, it is confirmed that the proposed model which has general model of a face can be obtain the 3D virtual image of the individual face.

Key words : 3D virtual face, image synthesizing, general face model, individual face model.

I. 서론

3차원 가상 공간상에서 개인의 얼굴을 표현하기 위한 많은 방법들이 제시되어 왔다[1~3]. 대부분 3D Studio Max와 같은 3차원 그래픽용 Tool을 사용하여 수작업으로 처리하였다[4~6]. 현재 개인에 대한 3D 가상 사이버 얼굴의 조작성을 위해 많은 컴퓨터기술에 의한 방법들이 있지만[4] 작업이 복잡하고 처리속도도 느리다.

본 논문에서는 구조적 원리에서 애니메이션 준비단계인 사이버 인간 생성에 대한 기술로써, 개인적 얼굴 모델링에 대한 효과적인 방법을 제시하고자 한다. 이에 대한 기본적인 방법은, 개인의 간단한 두 장의 사진으로부터

얼굴의 형태를 표현할 수 있는 통계적 특징을 추출하는 것이고, 추출된 이들 특징 점들과, 이전에 모델화한 일반 모델의 특징 점들에 맵핑시키기 위해 얼굴의 특징을 나타내는 최소의 특징 점으로 샘플링하여 처리한다[7]. 동시에 각각 개인의 직교 사진은 2D 텍스처 영상을 만드는데 사용하고 가상의 사이버 얼굴은 임의의 샘플링으로부터 특정한 개인의 얼굴을 출력하기 위해 사용된다.

정면과 측면을 임의적으로 구획하고 결합하여 텍스처 이미지로 사용하는데, 이때 정면과 측면사진의 획득 과정에서 환경적 요인에 의해 색상과 명암에서 차이가 나면서 경계효과가 발생한다. 이 경우는 다각형으로 구성된 3차원 모델에 텍스처 이미지를 맵핑시킬 때 다각형의 모

의 얼굴영상을 적절하게 회전시킨다.



그림 5. 특정 모델용 정면 및 측면 사진.
Fig. 5 Front and side photographs for special model.

회전은 그림 6의 (a)와 같이 두 눈의 아래쪽 에지 부분을 검출하여 연결하여 기울어진 각도를 계산하고 그 각도만큼 회전시킨다. 이렇게 정면사진을 보정한 후 이를 이용하여 측면사진 보정에 참조한다. 측면사진을 정면의 얼굴영상의 높이에 맞추기 위해 확대하거나 축소한 후, 역시 에지 검출에 의해 정면사진의 눈동자 아래 부분과 귀 아래 부분 사이의 폭을 측면에 적용하여 측면사진의 얼굴영상을 그림 6의 (b)와 같이 회전시키시 보정한다.

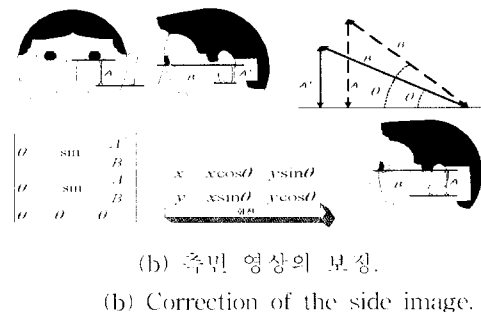
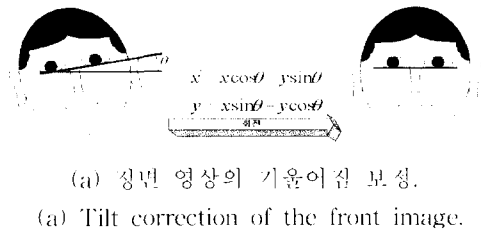


그림 6. 영상의 기하 보정.
Fig. 6. geometric correction of the face image.

보정된 두 장의 사진으로부터 특정 개인의 머리에 대한

특정 점들을 샘플링하고 이 점들에 의해 일반모델을 변형시켜 특정모델로 맵핑시킨다. 본 논문에서는 지리속도를 향상시키기 위해 일반모델에서 주어진 364개의 특징 점들을 2:1의 서브샘플링하고 추가로 머리카락이 있는 부분을 생략하여 그림 7과 같이 161개의 특징 점으로 개인을 표현하였다. 특징 점의 추출은 형상의 특징이 있는 부분을 위주로 직접 선택하였다.

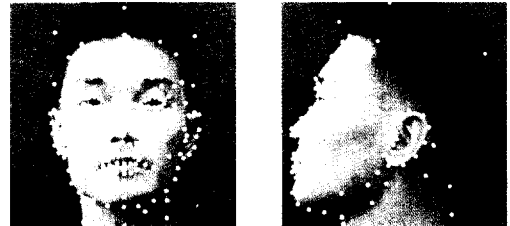


그림 7. 특정 모델의 특징 점 추출 결과.
Fig. 7. Result of feature points for the special model.

이 점들을 눈, 코, 입, 귀, 이마, 볼, 머리카락, 목의 순서로 각각의 특징 점들을 정면과 측면의 사진으로부터 구하고 나머지는 머리카락 부분을 표현하는데 이용하였다. 여기서 특징 점들의 맵핑은 식 (1 a) 및 (1 b)를 이용하여 그림 8과 같이 구한다. 일반 모델의 특징 점들 중에서 개인적 특징을 나타낼 수 있는 점들로 서브샘플링하여 지리속도를 향상시킨다.

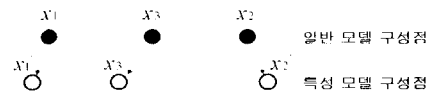


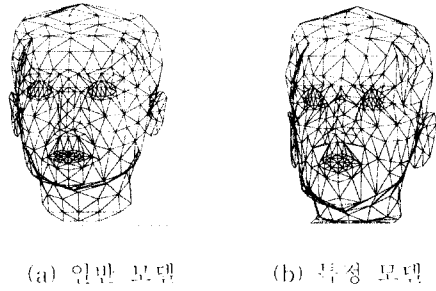
그림 8. 일반 및 특정 모델간의 특징 점 맵핑 관계.
Fig. 8. Relationship of feature points mapping between the general and individual face model.

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

$$x_2 - x_1 : x_2' - x_1' = x_2 - x_3 : x_2' - x_3'$$

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

그림 9는 일반 모델로부터 맵핑 처리에 의해 변환된 특정 모델을 보인 것이다.



(a) 일반 모델 (b) 특정 모델
 (a) General model (b) Special model
 그림 9. 일반 모델에서 특정 모델 변환 결과.
 Fig. 9. Transformation result for the special model from the general one.

3. 텍스처 맵핑

두 장의 사진을 특정 점에 의해 적절히 분리하고 변형하여 실제적으로 우주, 앞, 좌측으로 영상을 결합시키면서 합성한다. 여기서 정면 사진의 얼굴과 측면 사진의 얼굴을 최적으로 합성하기 위해 본 논문에서 제안한 알고리즘은 그림 10과 같이 측면 얼굴의 형상을 변형시키는 과정이다. 그림 10의 좌측 그림은 기하적 변환 과정을, 우측은 그 결과를 보인 것이다.

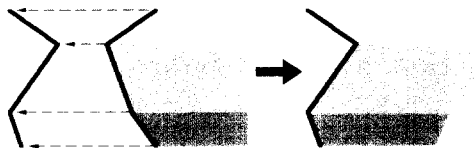


그림 10. 합성을 위한 영상 변환.
 Fig. 10. Geometric transformation for image synthesis.

이 과정을 특정 모델의 측면 사진에 적용한 예를 그림 11에 보았다.



그림 11. 합성을 위한 전처리.
 Fig. 11. Preprocessing for synthesis.

그림 11에서 정면 얼굴 및 측면 얼굴에 합성되는 부분을 흰 선으로 표시하였으며, 이 흰선의 표시는 정면과 측면의 영상을 합성할 때 최적의 합성을 위해 그림 11의 가운데 영상을 우측의 영상과 같이 형상의 기하적 변형

을 한다. 합성은 정면 사진의 얼굴에 측면 사진의 얼굴을 양측에 대칭적으로 합성하기 때문에 합성되는 면을 보이기 위해 그림 11에 나타낸 것이다.

최적 합성을 위한 특정 선의 추출은 16개의 특징 점으로 구성하였는데, 이는 머리의 정면 사진의 얼굴 영상의 정점에서부터 좌 우주 이마, 눈썹의 양끝, 눈의 양끝, 광대뼈 부분, 볼, 입술 양끝, 앞쪽 턱의 경계, 목의 경계 부분 순으로 이어지는 특정 점들을 연결하는 선을 만들고 정면과 측면의 사진을 결합하게 된다. 특정 선으로 구분하는 정면 사진과 변형된 측면 사진을 결합하여 개인적 특정 모델로부터 텍스처 맵핑에 사용할 텍스처 이미지를 만든다.



그림 12. 정면과 양 측면 영상의 합성.
 Fig. 12. Synthesis of the front and both side images.

위 과정에 따라서 우측 측면 사진의 얼굴 영상을 반전시켜 좌측에 복사한 후 좌우영상을 정면 얼굴 영상에 합성해 간다. 그림 12는 이 과정을 보인 것이다.



그림 13. 컬러 및 휘도성분의 스무딩처리 결과.
 Fig. 13. Smoothing processing result for the color and brightness components.

이 과정에서 발생되는 정면과 측면 사진의 얼굴에 대한 화소의 값에 차이가 생기므로 부자연스런 합성이 이루어지게 된다. 이러한 현상을 제거하기 위해 컬러 및 휘도성분은 영상처리에서 일반적으로 많이 사용되는 3x3 마스크를 이용한 스무딩필터를 적용한다. 그림 13은 그 결과를 보인 것이다. 이와 같은 모정에 의해 구하여진 좌 우주 측면 및 정면의 영상에서 얻은 와이어프레임을 그림 13

의 모델에 그대로 맵핑 처리 한다. 그림 14는 맵핑 처리 과정을 보인 것이다[9~11].

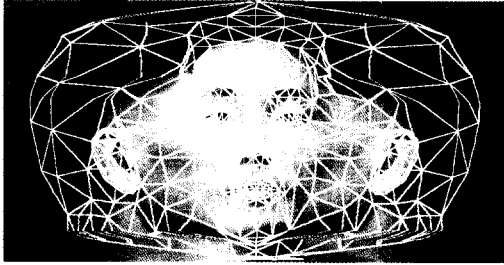


그림 14. 특징 점에 대한 텍스처 맵핑.
Fig. 14. Texture mapping for feature points.

III. 결과 및 고찰

텍스처 맵핑된 개인적 특정 모델을 완성하여 3차원 공간상의 가상 얼굴을 구성하였다. 그림 14의 좌우 특징 점을 서로 정합하기 위해 Open-GL Tool을 이용하여 합성 처리한 결과, 그림 15를 얻었다. 이는 어느 방향에서 보아도 개인적인 특성을 잘 나타내고 있음을 알 수 있다.

또 다른 예를 보이기 위해 그림 16에 보인 대통령의 정면 사진과 측면의 사진을 적용하여, 분



그림 16. 대통령의 정면 및 측면 사진.
Fig. 16. Front and side photographs of Mr. President.

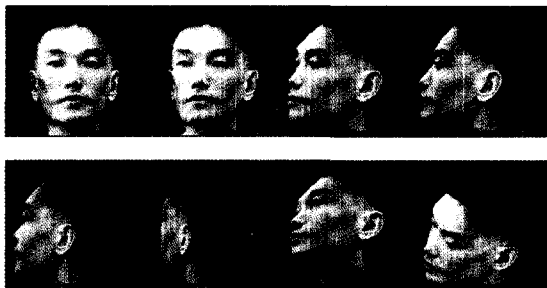


그림 15. 구현된 특정 모델의 3D 가상 얼굴.
Fig 15. Realized 3D virtual faces for the special model.

문에서 제안한 방법으로 3차원 가상 모델을 구현한 것이다. 특징 점의 수를 적게하여 다소 부자연스런 면이 있으나, 특징 점의 수를 증가시키면, 더욱 정교한 3D 영상을 얻을 수 있게 된다.



그림 17. 그림 16의 가상얼굴 처리 결과.
Fig. 17. Processing result of virtual face for fig. 16.

IV. 결론

정면 및 측면의 2D 사진 2장을 이용하여 일반모델에서 특정모델을 유도하고 텍스처 이미지를 생성하여 3D 가상 얼굴을 구현하였다. 본 논문에서 제안한 일반 모델로부터 임의의 개인 얼굴을 합성할 수 있음을 확인하였고, 특히 얼굴 형상의 합성과정에서 제안한 측면영상의 정합부분의 기하적 형상변환과 보정으로 적은 수의 특징 점으로 이루어진 얼굴 모델로 모델링한 결과 배경과의 윤곽부분이 다소 왜곡되지 못하지만 충실한 3D 가상 얼굴을 구현할 수 있었다. 얼굴 모델의 특징 점들을 더욱 늘리면 부드러운 얼굴 모양을 얻을 수 있다.

이와 같은 개인적인 3D 사이버 얼굴을 이용하여 컴퓨터 3D 디스플레이에 관련된 여러 분야에서 보다 효과적으로 이를 응용할 수 있을 것이다. 원거리 통신상에서 사실감 있는 사이버 회의가 이루어질 수 있고, 홈페이지나 인터넷 광고상에서 자신의 3D 가상 얼굴을 이용하여 다른 이용자들의 시선을 쉽게 끌 수 있으며, 3D 게임 상에서 자신이나 특정 인물 얼굴을 이용하여 개인의 현실감을 향상시킬 수 있을 것이며, 3D 가상 공간의 어디에서든 그 사용 효과를 향상시킬 수 있을 것으로 판단된다.

접수일자 : 2001. 8. 29

수정완료 : 2001. 10. 23

V. 참고문헌

[1] Peter L. Hallinan, Gaile G. Gordon, A. L. Yuille, "Two- and Three- Dimensional Patterns of the Face, AK PETERS, 1999.
[2] Y. Amit, D. German, "A Computational Model for Visual Selection, Neural Computation," Neural Computation, Vol.8, pp. 1321-1340, 1999.
[3] I. Biederman, P. C. Gerhardstein, "Recognizing Depth rotated Objects," J. Expert Physical Haman Perception Perform, Vol. 19, pp.

1162-1182, 1993.

[4] WON SOOK LEE, "Cloning and Aging in a VR Family", MIRALab, CUI, University of Geneva, Switzerland, 1999.

[5] YIN WU, "MPEG-4 Compatible Faces from Orthogonal Photos", MIRALab, CUI, University of Geneva, Switzerland, 1999.

[6] N. Haig, "The effect of feature displacement on face recognition," Perception, Vol. 13, pp. 505-512, 1984.

[7] L. Iverson and S. Zucker, "Logical-linear operators for image curves," IEEE Trans. Patt. Anal. and Mach. Intell. vol. 17, pp. 982-996, 1995.

[8] M. Leyton, "Symmetry-curvature duality," Comp. Vis., Graphics and Image Processing, vol. 38, pp. 327-341, 1987.

[9] Mason Woo Jackie Neider Tom Davis, "OpenGL Programming Guide", Addison

[10] 이상수, "OpenGL 프로그래밍", 사이버출판사, pp. 193-241, 1987.

[11] Richard s. Wright JR Michael Sweet, 신현주 역, "OpenGL superbible", 예프.윈, 1999.



임낙현(Nack Hyun Lim)

正會員

1999년 경남대 전자공학과 (공학사)

2001년 경남대 대학원 전자공학과
(공학석사)

2000년 11월~현재 LG 정보통신 근무
관심분야 : 영상신호처리, 컴퓨터비전,
컴퓨터그래픽



서경호(Kyung-ho Seo)

正會員

1994년 경남대학교

전자공학과(공학사)

1996년 경남대학교 대학원

전자공학과(공학석사)

1997년 동 대학원

박사과정 수료

관심분야 : 컴퓨터비전, 영상신호처리



김태효(Tae-hyo Kim)

正會員

1977년 영남대학교

전자공학과(공학사)

1980년 영남대학교 대학원

전자공학과(공학석사)

1988년 영남대학교 대학원

전자공학과(공학박사)

1990. 12 - 1991. 12 웰실마니아대학

전기공학과 박사후과정

관심분야 : 영상신호처리, 영상압축, 컴퓨터비전