

# 가상 캐릭터 제작을 위한 얼굴 3D 텍스처의 구성

최창석, 박상운

명지대학교 전자정보통신 공학부

e-mail:(cschoi)@mju.ac.kr

## Construction of the Facial 3D Textures for Generating Virtual Characters

Chang-Seok Choi, Sang-Un Park

Division of Electronics, Information and Communication Engineering, Myongji University

### 요약

본 논문에서는 가상 캐릭터 제작을 위해 표정변화가 가능한 얼굴의 3D 텍스처를 구성하는 방법을 2가지로 제안한다. 하나는 3D 스캐너에서 입력한 얼굴 3D 텍스처에 얼굴의 3D 표준 모델을 정합하여 표정변화가 가능하게 하는 방법이다. 이 경우는 얼굴의 3D 텍스처와 함께 정확한 3D 형상 모델을 얻을수 있는 있으나, 스캐닝 비용이 고가이고, 장비의 이동이 불편하다. 또 하나의 방법은 전후좌우 4매의 2D영상을 통합하여 얼굴의 3D 텍스처를 구성하는 방법이다. 이 방법은 4매의 2D 영상에 3D 형상모델을 정합한 후, 4개의 모델의 높이, 넓이, 깊이를 통합하여, 대체적인 3D 형상모델을 얻고, 4매의 영상을 통합하여 개인 얼굴의 3D 텍스처를 얻게 된다. 이 경우는 2D 얼굴영상을 이용하기 때문에 저가로 널리 이용할 수 있는 방법이다.

### I. 서론

인터넷이 활성화되고 개성을 강조하는 시대에 접어들면서 가상공간에서 가상캐릭터를 활용하는 빈도가 높아지고 있다. 최근, 인터넷에서 제공되는 캐릭터 생성방법은 DB에서 얼굴형과 얼굴부위를 조합하여 자신의 캐릭터로 활용하고 있으나, 2D 만화와 같은 영상으로 캐릭터의 초보적 형태이다.

3D 그래픽에서는 얼굴의 3D 모델을 구성하여, 얼굴의 정면영상에 얼굴의 3D 모델을 정합하는 방법이 많이 이용되어 왔다.<sup>[1]</sup> 이것은 정면영상을 이용하고 있기 때문에, 뒷면을 볼 수 없는 2.5D로서 대체로 15°~20° 정도의 측면얼굴의 합성이 한계이다.

얼굴의 3D모델링은 복수매의 2D영상, 정면과 측면의 2D영상, 3D 스캐너를 이용하는 3가지 방법이 시도되어 오고 있다. 복수매의 2D영상을 이용하는 경우는 임의의 방향과 조명조건에서 얻은 2D영상을 통합하는 방법은 일반적이기는 하지만, 3D모델의 정합과 2D영상의 통합과정이 복잡하다. 정면과 측면의 2D영상을 이용하는 경우는 많은 연구자들이 시도해 온 방법으로 통합텍스처를 얻기가 용이하지만, 뒷면의 영상이 저품질이다.<sup>[2],[3]</sup> 3D스캐너를 이용하는 방법은 3D 모델과 3D텍스처를 얻기가 쉽지만, 고가이면서도 장비이동이 불편하여 이용도가 낮은 편이다.<sup>[4]</sup> 인터넷을 의식한 가상 캐릭터 제작에 있어서는 표정변화, 고품질, 저비용, 간편한 이용이 가능한 얼굴의 3D모델링이 요구된다.

본 연구에서는 가상 캐릭터 제작을 위해 얼굴의 3D

텍스처를 구성하는 방법을 두 가지로 제안한다. 하나는 3D 스캔 데이터로부터 얻는 방법이고, 또 하나는 전후좌우면 4장의 사진을 이용하는 방법이다. 이 방법은 꼭지점의 수, 삼각형의 연결구조가 동일한 표준 모델을 이용하여 얼굴의 3D 텍스처를 구성하므로, 고품질, 간편한 이용, 표정 애니메이션이 가능하다.

### II. 얼굴 3D 모델의 정합과 2D 평면 모델

#### 1. 얼굴 3D 모델의 정합

얼굴의 표준 3D 모델과 대상 인물의 정면 얼굴을 그림 1과 같이 준비한다. 얼굴 정면 영상에 얼굴 3D 모델을 정합한다. 정합 과정은 통상 얼굴의 크기와 위치 따른 3D 어파인 변환, 얼굴 윤곽의 조정, 얼굴의 부위의 미세 조정으로 이루어진다.<sup>[1]</sup> 정합전후의 영상을 그림 2에 나타낸다. 이렇게 하므로써, 얼굴의 3D 애니메이션은 가능하나, 뒷면을 볼 수 없는 2.5D이고, 대체로 15°~20° 정도의 측면얼굴의 합성이 한계이다.

#### 2. 얼굴의 2D 평면모델

정합된 얼굴 3D 모델로부터 2차원 평면 모델을 얻기 위해, 가상 원통을 설정하여 2단계 매핑을 하고 있다. 즉, 얼굴의 3차 모델을 포함하는 3차원 원통을 설정한 후, 중심축과 3D 형상 모델의 정점의 연장선과 원통이 만나는 점에 매핑한다. 원통상에 매핑된 3D 모델을 그림 3에 나타낸다. 이 원통을 2차원 평면에 매핑하므로써 그림 4와 같은 얼굴의 2D 평면 모델이 얻어진다.

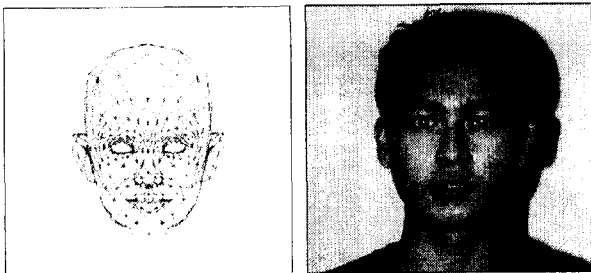
### III. 3D 스캔 텍스처의 이용

#### 1. 3D 스캔 텍스처에 얼굴 2D 모델의 정합

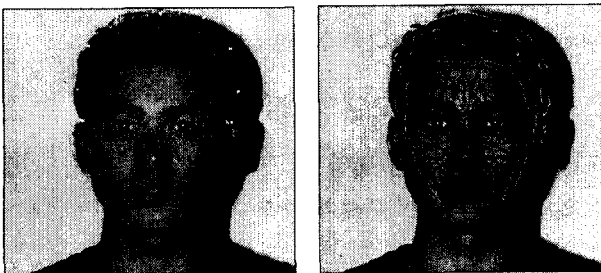
3D 텍스처는 그림5와 같이 3D 스캐너로부터 얻고 있다. 3D 스캐너에서는 본질적으로 3D 텍스처와 3D 형상 모델을 얻을 수 있다. 그러나, 3D 스캐너로 얻어진 3D 모델은 대상 인물에 따라 꼭지점(Vertex)의 수와 삼각형의 연결성(polygon정보)이 각기 다르기 때문에, 표정 애니메이션에는 이용하기가 곤란하다. 이때, 그림 4와 같은 2차원 평면 모델을 3D스캔 텍스처에 정합하여 그림 6과 같은 개인의 2D평면 모델을 얻는다.

#### 2. 3D 스캔 텍스처를 이용한 얼굴 영상 합성

그림 6의 2D평면모델과 3D 스캔 텍스처를 이용한 다양한 방향의 얼굴 합성영상을 그림 7에 나타낸다. 그림 7은 3D 스캔 텍스처에서도 얻을 수 있는 영상이지만, 얼굴 2D 모델 정합 과정을 거치므로써 표정을 자유롭게 합성할 수 있다는 점이 다르다.



(a) 얼굴의 표준 3D 모델 (b) 정면 얼굴  
그림 1. 얼굴의 표준 3D 모델과 대상 인물의 정면얼굴



(a) 정합전 (b) 정합후  
그림 2. 정면얼굴에 얼굴 3D 모델의 정합 전후의 영상

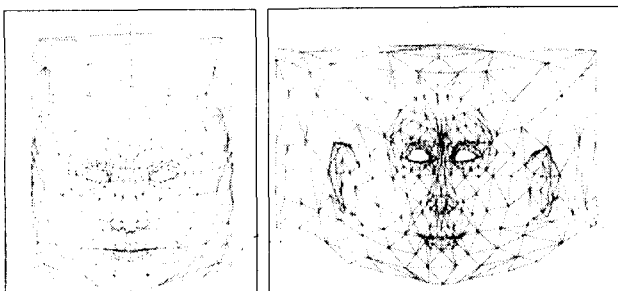


그림 3. 원통에 매핑된 얼굴 3D 모델

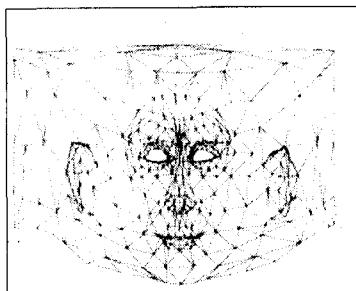


그림 4. 2차원 평면 모델

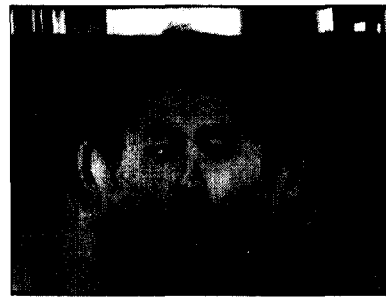


그림 5. 3D 스캐너로 입력한 3D 텍스처

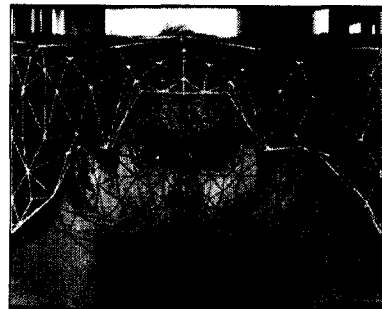


그림 6. 3D 스캔 텍스처에 정합된 2D 평면 모델

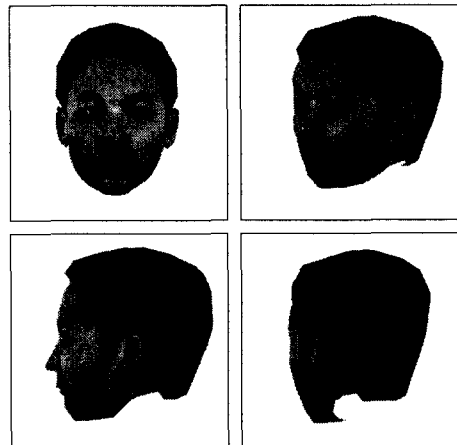


그림 7. 3D 스캔 텍스처를 이용한 다양한 방향의 얼굴합성.

### IV. 전후좌우 4장의 2D 영상을 이용

#### 1. 전후좌우면의 얼굴 영상에 3D 모델의 정합

본 절에서는 전후좌우의 4매 2D 영상으로부터 3D 텍스처를 생성하는 방법을 개발한다. 대상 인물의 정면, 후면, 좌측, 우측의 4장의 2D 사진을 그림 8과 같이 취득한다.

취득한 4면의 사진 각각에 대하여 3차원 모델을 정합한다. 먼저, 정면 모델을 정합한다. 후면 영상의 경우 정합된 정면 모델을 180도 회전시킨 후 재정합에 들어간다. 이와 같은 방식으로 4면을 정합한 결과를 그림 9에 나타낸다. 4면에 정합한 4개의 모델은 2차원 영상으로부터 얻어진 것이기는 하나, 얼굴에 대한 3차원 정보를 내포하고 있다. 즉, 정면과 후면의 모델에서 길이와 폭을 얻을 수 있으며, 좌우면의 모델에서는 깊이를 얻을 수 있다. 이들의 정보를 통합하므로써 얼굴의 대체적인 3차원 형상을 얻을수 있다. 그림 10은 전후좌우가 통합된 모델이다

그림 10의 모델을  $\Pi$ 에서와 같이 원통에 매핑 후, 2D 평면에 그림 11과 같이 매핑한다.

**2. 얼굴 3D 텍스처의 통합**

전후좌우의 2D 영상을 얼굴 3D 텍스처로 통합하는 과정은 2D 평면모델에 2D 영상의 텍스처 매핑, 통합을 위한 영역 구분, 얼굴 곡면에 따른 조명의 보상, 얼굴 텍스처의 혼합으로 이루어진다.

먼저, 그림 12와 같이 전후좌우의 영상을 2D 평면 모델에 텍스처 매핑한다. 매핑된 영상은 정면과 좌우측면, 좌우측면과 후면이 상호 중첩된다.

중첩된 영역을 2D영상에서 잘 보이는 영역, 중간영역, 잘 보이지 않는 영역의 3개 영역으로 구분한다. 구분하는 방법은 각 영상에서 정합된 3D 모델의 삼각형의 법선벡터를 구하여, 법선벡터와 정면벡터의 내적을 이용하고 있다. 그림 12에서의 E는 정면얼굴이 잘 보이는 영역이고, 측면은 잘 보이지 않는 영역이다. F는 정면과 측면의 중간영역이다. G는 측면 얼굴이 잘 보이고, 정면이 잘 보이지 않는 영역이다.

중간영역에 속하는 삼각형은 법선벡터의 방향에 따라 휘도치가 달라진다. 이 영역에 속하는 꼭지점에서 법선벡터(Vertex Normal)를 구하여, 잘 보이는 영역의 법선벡터와 유사하도록 휘도치를 보상하고 있다.

마지막으로 중간영역에서 그림 13과 같이 혼합비율을 조정하여 통합하면 그림 14와 같이 얼굴의 3D 텍스처를 얻게 된다.

**3. 전후좌우면의 텍스처를 이용한 얼굴 영상 합성**

그림14의 통합한 텍스처로부터 그림10의 통합된 3D 모델을 360도 회전하면서 텍스처 매핑을 한 영상을 그림 15에 나타낸다. 어느 방향에서나 자연스러운 합성 영상을 얻을 수 있음을 알 수 있다.

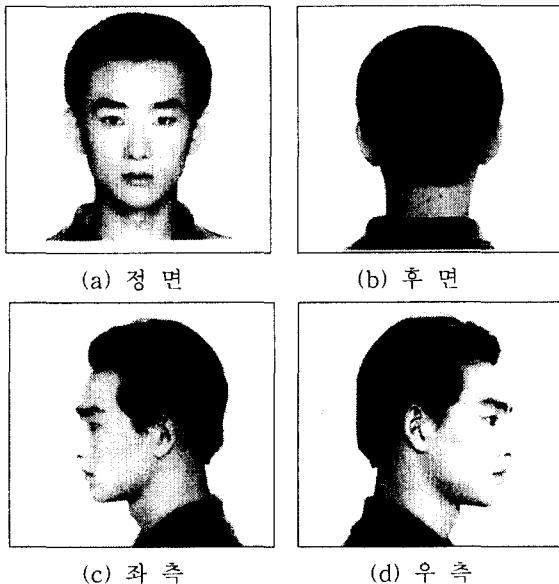


그림 8. 2D 카메라로 입력된 전후좌우면의 얼굴 사진

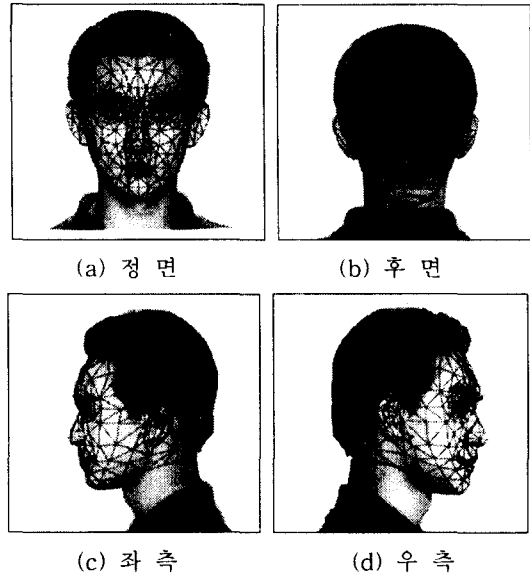


그림 9. 전후좌우면의 얼굴 사진에 3D 모델 정합

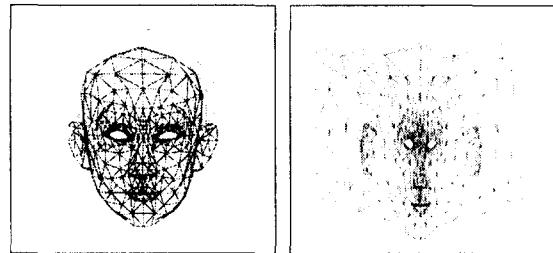


그림 10. 전후좌우 모델을 통합한 3D모델      그림 11. 통합된 2D 평면 모델

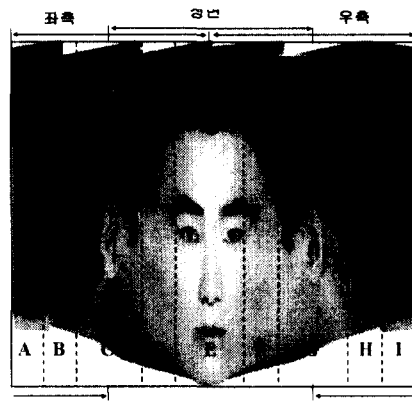


그림 12. 전후좌우 영상의 통합방법

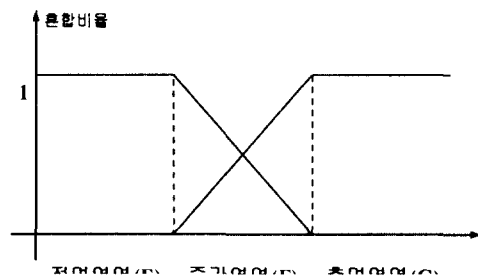


그림 13. 중간영역에서 혼합비율 변화



그림 14. 전후좌우면을 통합한 3D 텍스처

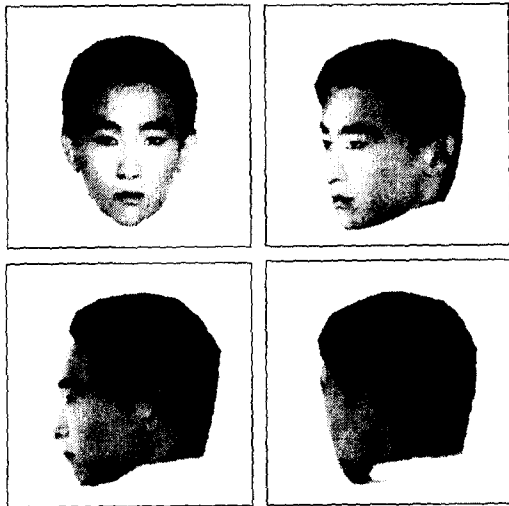
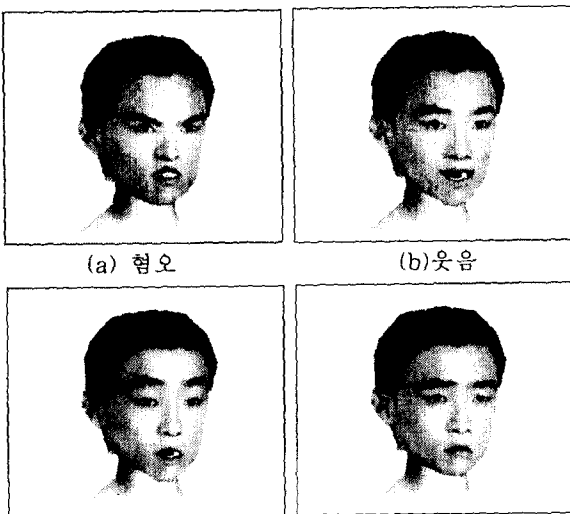


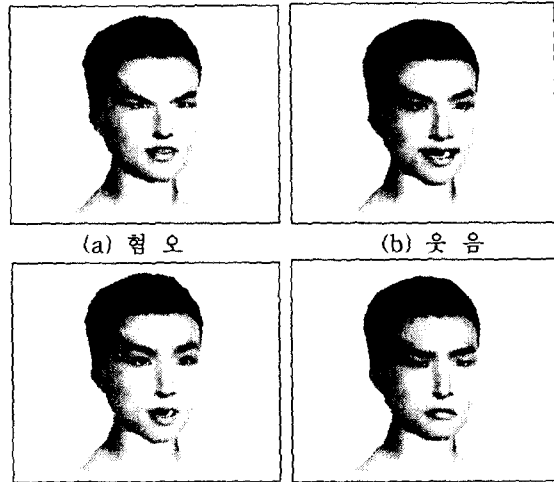
그림 15. 2D 전후좌우면을 통합한 3D 텍스처로부터 다양한 방향의 얼굴 합성

### V. 3D 텍스처를 이용한 표정변화

3D 얼굴의 텍스처가 구성되면 표정변화가 가능하다. 표정변화는 얼굴 근육의 수축과 이완에 따라 생기는 것이므로, 얼굴 3차원 모델을 근육의 움직임에 따라 변형한 후, 얼굴의 3D 텍스처(그림5, 그림14)를 매핑하면 그림16과 같은 표정변화를 합성할 수 있게된다. 표정변화는 필자들이 연구해 온 문헌<sup>11)</sup>을 참고하고 있다.



(a) 혐오 (b)웃음  
(c) 놀람 (d) 슬픔  
그림 16. 얼굴표정의 방향 변화



(a) 혐오 (b)웃음  
(c) 놀람 (d) 슬픔  
그림 17. 다른 인물 얼굴표정의 방향 변화

### VI. 결론

얼굴표정 변화가 가능한 가상 캐릭터의 제작을 위해, 얼굴 3D 텍스처를 2가지 방법으로 구성하고 있다. 하나는 3D 스캔 텍스처를 이용하는 방법이고, 다른 하나는 전후좌우의 4매 2D 영상을 이용하는 방법이다.

3D 스캔 텍스처는 본래 3D 텍스처이기는 하나, 얻어지는 3D 모델이 스캔대상 인물에 따라 달라지기 때문에 표정합성은 곤란한 편이다. 이러한 이유로, 정면영상으로부터 얻어진 2D 평면모델을 3D 스캔데이터에 정합하므로써, 3D얼굴 표정합성을 가능하게 하고 있다. 이 방법은 본래 3D 데이터를 얻는 장점이 있지만, 스캔 비용이 고가이고, 장비 이동이 불편하고, 스캔시간이 17초 정도로 모델이 긴장하여, 자연스런 얼굴을 얻기 어렵다는 단점이 있다.

4매의 2D사진을 이용하는 경우는, 4매의 영상에 3D 모델을 정합하고, 통합하여 얼굴 3D 텍스처를 구성하고 있다. 이 방법은 2D영상을 이용하고 있기 때문에, 저가이면서도 장비의 이동이 편리하고, 2D영상을 얻기가 용이한 장점이 있다. 또한, 실제 인물의 3차원 형상에 정확히 부합하지는 않으나, 대체로 근사한 3D모델을 얻을 수 있다. 얼굴 캐릭터를 구성시, 응용에 따라 다르지만, 대체로 4매의 2D사진의 이용이 용이할 것으로 보인다.

본 논문은 한국과학재단 목적기초연구  
(2000-2-51400-001-3)지원으로 수행되었음

### 참고 문헌

- [1] C.S.Choi, K.Aizawa, H. Harashima and T. Takebe, "Analysis and Synthesis of Facial Image Sequences in Model-Based Image Coding", IEEE Trans. Circuit. Syst. Video. Tech., vol.4, no.3, pp.257 -275, 1994.
- [2] W.S.Lee, M.Escher, G.Sannier and N.M.Thalmann, "MPEG-4 Compatible Faces from Orthogonal Photos", Proc. IEEE Comput. Anim., pp.186-194, 1999.
- [3] T.Akimoto, Y.Suenaga and R.S.Wallace, "Automatic Creation of 3D Facial Models", IEEE Comput. Graph. Appl. vol.135, pp.16-22, 1993.
- [4] Y.Suenaga and Y.Watanabe, "A Method for Synchronized Acquisition of Cylindrical Range and Color Data", IEICE Trans., vol.E74, no.10, pp3407-3416, 1991.