

# 모델 독립적 얼굴 표정 애니메이션 도구

이지형<sup>o</sup>, 김상원, 박찬중  
한국전자통신연구원 가상현실연구센터 모션정보팀

## Model-Independent Facial Animation Tool

<sup>o</sup>Ji-Hyung Lee, Sang-Won Ghyme, Chan-Jong Park  
Motion Information Team, VR Research Center, ETRI

### 요약

컴퓨터 그래픽스에서 인간의 얼굴 표정을 생성하는 것은 고전적인 주제중의 하나이다. 따라서 관련된 많은 연구가 이루어져 왔지만 대부분의 연구들은 특정 모델을 이용한 얼굴 표정 애니메이션을 제공하였다. 이는 얼굴 표정에는 얼굴 근육 정보 및 부수적인 정보가 필요하고 이러한 정보는 3D 얼굴 모델에 종속되기 때문이다.

본 논문에서는 일반적인 3D 얼굴 모델에 근육을 설정하고 기타 정보를 편집하여, 다양한 3D 얼굴모델에서 표정 애니메이션이 가능한 도구를 제안한다.

### 1. 서론

사람의 얼굴은 상호간의 대화에 있어 매우 중요한 의미를 갖는 신체 부위이다. 상대방의 얼굴 표정으로부터 감정을 전달받기도 하고, 대화에서 음성뿐 아니라 상대의 입술모양의 변화도 대화 내용의 이해에 중요한 정보가 된다. 이러한 것들은 캐릭터 애니메이션에서도 동일하게 적용된다.

얼굴 표정 및 움직임에 관한 연구는 의학, 미술 분야에서 많은 연구결과가 축적되었고, 컴퓨터 그래픽스에서도 이를 활용하여 얼굴에 대한 연구가 있었다. 그럼에도 불구하고 많은 기술적 과제가 극복되어야 하며, 아직도 세계적으로 완전한 얼굴 애니메이션이 구현하였다고 할 수 있을 정도의 결과는 얻어지지 않은 상태이다[1].

이러한 기술적 과제중 하나가 다양한 얼굴 모델을 이용한 얼굴 애니메이션이다. 많은 기술적인 어려움이 존재하지만, 대부분의 연구가 특정 얼굴 모델을 얼굴 애니메이션을 표현하고 다른 얼굴 모델을 고려할 수 있는 편집도구를 제공하지 않기 때문이다.

본 논문에서는 여러 얼굴 모델로 애니메이션이 가능하도록 다양한 얼굴 모델을 편집가능한 도구를 제안하고, Face Tracker를 이용하여 실시간으로 얼굴 애니메이션을 구현한다.

### 2. 관련 연구

얼굴은 뼈, 근육, 피부 등의 조직으로 이루어져 있으며, 이들에 대해 해부학과 미술분야에서 많은 연구가 진행되었다. 안면근육은 구조적 특성으로 인해

본 연구는 정보통신부의 연구지원금을 받고 있음  
(과제번호: 9MC2400)

다양한 표면 변화를 가지고, 이를 표정이라고 하며, 심리학자들의 오랜 연구대상이었다. Ekman은 얼굴의 움직임에 대한 해부학적 분석으로 Facial Action Coding System(FACS)를 개발하였고, 얼굴 표정에 따라 46개의 Action Unit(AU)를 정의하였다[2].

이러한 연구성과들은 컴퓨터 그래픽스를 이용한 얼굴 애니메이션에 많은 영향을 주었다. Parke는 3차원 모델을 이용하여, 파라미터 변화에 의한 표정 변화방법을 제안하였고, Platt은 얼굴의 하부구조를 정의하여 표정을 생성하는 방법을 제안하였다.

Waters는 근육의 움직임과 유사한 움직임을 표현하였고, Terzopoulos는 이를 피부조직까지 확장하였다. Thalmann은 추상적인 근육을 이용한 표정 생성을 제시하였으며, Waite와 Wang은 B-Spline을 이용하였다[2].

이외에도 텍스처 매핑을 이용하여 얼굴표정을 생성하는 방법들이 사용되기도 했는데, Yau, Waters, Morishima 등이 대표적이다.

Williams는 실제 모델의 얼굴에 점을 찍고, 비디오 카메라로 변화를 찍은 후 얼굴의 점들에 따라 모델을 변화시키는 표정 생성 시스템을 개발하였다.[3]

표정생성과 말에 의한 입모양과의 동기화는 얼굴 애니메이션에서 또 다른 축을 이루고 있으며, Lewis, Parke, Wyvill, Welsh, Morishima, pelachaud 등이 연구하여 왔다.

최근에는 다중 참여자 가상 현실 시스템에 사용되는 분신이 인간을 닮아감에 따라 얼굴 표정이 첨가되었고, H-ANIM, MPEG-4 SNHC의 그룹에서 이들을 표준화하는 활동을 하고 있다[4].

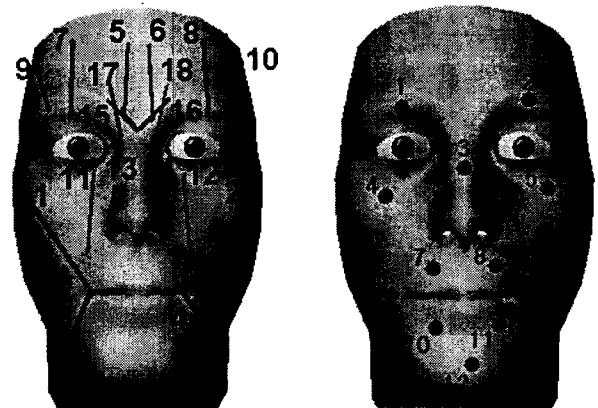
### 3. 얼굴

얼굴은 뼈, 연조직, 근육, 신경, 혈관, 지방, 연관조직, 피부와 머리카락 등으로 이루어져 있다[2]. 이들 중 컴퓨터 그래픽스에서는 얼굴 애니메이션을 위해 근육에 중점을 두며, 근육 움직임에 따라 피부에 미치는 영향을 고려하여 표정을 생성한다.

이를 위해서 Hjortsjo는 얼굴에서 23가지의 근육을 분류하였고, 좌우 대칭을 생각하면 46개 근육이 존재한다[5]. 본 논문에서는 이 근육전부를 사용하는 것이 아니라, 이를 좀 더 간략화 시켜 9가지 근육, 총 얼굴 전체 18개의 근육을 이용한 Waters의 SimpleFace를 참고하였다[6]. 이 18개 근육의 위치는 그림 1의 (a)에 있으며, 근육의 명칭은 <표 1>에 나타나 있고, <표 1>의 번호는 그림 1 (a)의 근육에 붙여진 번호에 대응된다.

본 논문에서는 Face Tracker를 이용하여 얼굴 애니메이션을 수행한다. Face Tracker에서는 얼굴에

마커(marker)를 부착하여 얼굴의 움직임을 얻는데, 이때 얼굴에 부착된 마커의 위치는 그림 1의 (b)에 나타나 있다. 현재 12개의 마커가 붙는다.



(a) 얼굴 근육도 (b) 마커 위치

그림 1. 얼굴 근육 및 마커위치

<표 1> 얼굴 근육 명칭

번호	근육명
1	Left_Zygomatic_Major
2	Right_Zygomatic_Major
3	Left_Angular_Depressor
4	Right_Angular_Depressor
5	Left_Frontalis_Inner
6	Right_Frontalis_Inner
7	Left_Frontalis_Major
8	Right_Frontalis_Major
9	Left_Frontalis_Outer
10	Right_Frontalis_Outer
11	Left_Labi_Nasi
12	Right_Labi_Nasi
13	Left_Inner_Labi_Nasi
14	Right_Inner_Labi_Nasi
15	Left_Lateral_Corigator
16	Right_Lateral_Corigator
17	Left_Secondary_Frontalis
18	Right_Secondary_Frontalis

### 4. 모델 독립적 얼굴 애니메이션 도구

얼굴 애니메이션이 모델 독립적이 되기 위해서는 얼굴 지오메트리의 편집이 가능해야 하며, 얼굴 애니메이션에 필요한 모든 정보를 설정 및 편집 가능해야 한다. 이러한 정보는 단순히 텍스트로 편집 가능한 것도 있는 반면, 3차원 공간상에서 여러 얼굴 정보간의 관계를 설정해야 하는 것도 있다.

본 논문에서 제안하는 모델 독립적 얼굴 애니메이션 도구는 그림 2에 나타나 있는 절차로 얼굴 및 얼굴 정보를 편집하고 애니메이션 하게 된다.

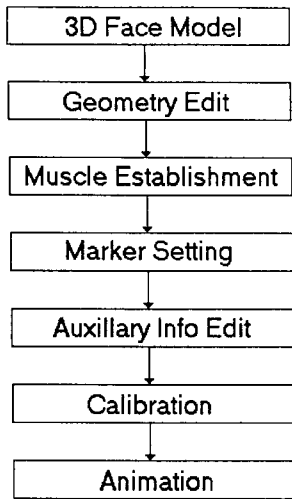


그림 2 얼굴 도구의 절차도

#### 4.1. 얼굴 지오메트리 편집

먼저 3D 얼굴 모델을 입력받는다. 이 모델은 현재 Inventor 또는 VRML 포맷으로 입력되어야 하며, 다른 포맷에 대해서는 추후 확장할 것이다. 모델은 다양한 크기를 갖고 있고, 얼굴 정면이 향하는 위치와 방위각(orientation)도 다르다. 얼굴 애니메이션 도구는 이들을 바로 잡을 수 있는 크기, 회전, 이동 Manipulator를 제공하여 지오메트리를 편집한다.

본 논문에서는 얼굴 모델을 폴리곤 모델로 제한하며, 곡면을 이용한 모델의 처리는 추후 추가할 것이다.

#### 4.2. 얼굴 정보 편집

편집된 얼굴 모델을 애니메이션 하기 위해서는 근육 및 마커에 대한 정보를 설정하여야 한다. 그림 3은 이를 설정하는 윈도우의 스크린 샷(shot)이다.

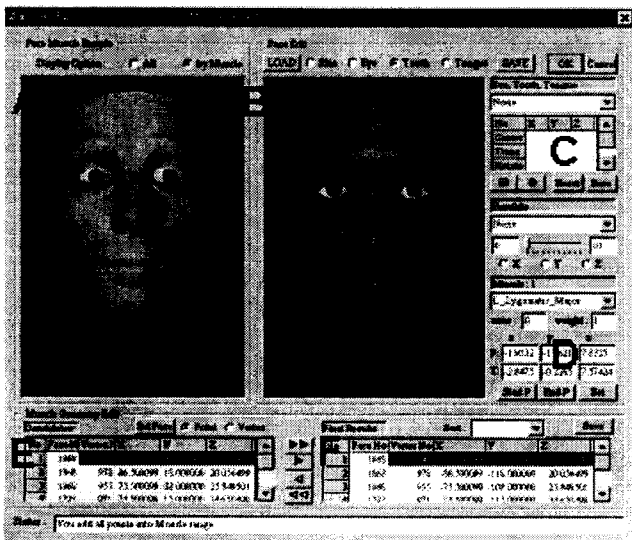


그림 3 얼굴정보 편집기

그림 3에서 A 영역은 옵션에 따라 얼굴 전체 근육 또는 원하는 근육의 위치를 나타내어 준다. 이는 근육의 이름만 가지고는 근육이 어떻게 분포하는 지를 잘 모르는 사용자를 위한 것으로, 이 영역에서 데이터의 편집이나 입출력은 없다. B 영역은 실제 사용할 얼굴 데이터를 나타내며, 3차원 데이터를 조작하면서, 여러 위치를 클릭하여 데이터를 설정할 수 있다. 한 근육을 설정하기 위해서는 D 영역에서 원하는 근육을 선택한 후 시작점과 끝점을 B 영역의 얼굴 위에서 클릭하면, 자동으로 클릭된 얼굴 위의 점 좌표를 찾아 시작점과 끝점을 설정한다. 이 설정은 계속하여 바꿀 수 있다. 이 과정을 전체 근육에 반복하면 근육의 설정이 끝난다.

실시간 애니메이션을 위해서는 12개 마커의 위치 및 마커의 영역을 설정해야 하는데, 마커의 번호를 설정한 후 B 영역에서 마우스로 클릭하면 그 영역에 대한 정보가 E 영역에 나타난다. 이 정보를 수집, 편집한 후 F 영역으로 보낼 수 있다. F 영역은 최종적인 마커 정보가 되는데 여기서도 편집은 가능하다. 이 영역에서 얻는 정보는 다음과 같고, Load/Save가 가능하여 나중에도 편집 가능하다.

```

struct FMDLG_POINTSET {
    int faceNo;
    int vertexNo;
    float coord[3];
};
  
```

C 영역은 눈동자, 혀, 치아 등에 관련된 수치 정보를 편집할 수 있고, 텍스트로 처리된다. 이때 처리되는 정보는 중심점의 위치와 이동/회전/스케일 값, 이동 최대/최소, 회전 최대/최소 값이다. 이들 정보 역시 load/save가 가능하며, 추후 편집 가능하다.

#### 4.3. 얼굴 애니메이션

모든 정보가 입력되었으면, 얼굴 애니메이션이 가능하다. 이때, Face Tracker를 이용시 보정(calibration)이 필요하다[7].

#### 5. 실시간 얼굴 감정 표현

실시간 얼굴 애니메이션을 위해 본 연구에서는 Motion Analysis사의 FaceTracker RT를 이용한다. FaceTracker RT는 머리에 고정된(head mount) 카메라와 카메라에서 받은 영상에서 마커를 추적하는 영상처리 보드가 장착된 PC로 구성된다. 따라서 이 마커의 위치를 실시간으로 받기 위해서는 이 PC와 RS-232C cable을 이용하여 연결하고, 이를 통해 데이터를 받게 된다[8].

12개 마커 위치 데이터는 초당 30 프레임 이상으로 전송된다. 그러나 실시간으로 마커들의 위치만을 전송하여 주므로, 자연스러운 얼굴 애니메이션을 위해서는 이들 정보의 가공이 필요하고, 이는 근육정보를 이용하여 해결한다. 그림 4는 얼굴의 움직임에 따라 얼굴 애니메이션이 진행되는 모습이다.

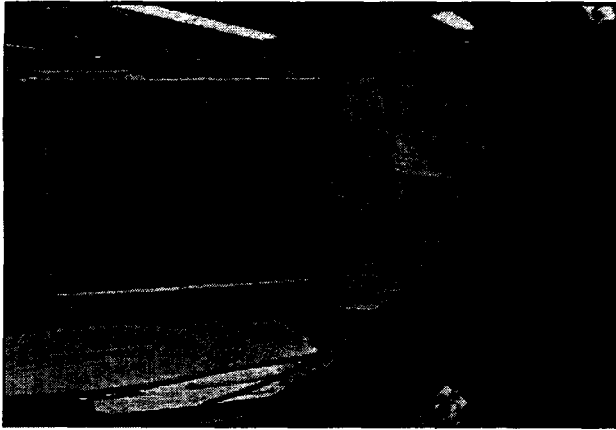


그림 4 실시간 얼굴 애니메이션

## 6. 실험 및 결과

본 논문은 Pentium II 450MHz PC의 한글 MS windows NT 4.0 상에서 MS Visual C++ 5.0을 이용하여 구현되었다. 그래픽처리를 위해 TGS Open Inventor 2.5.2를 이용하였으며, PC상에서 그래픽처리의 한계를 극복하기 위해 3차원 그래픽 가속기를 사용하였다.

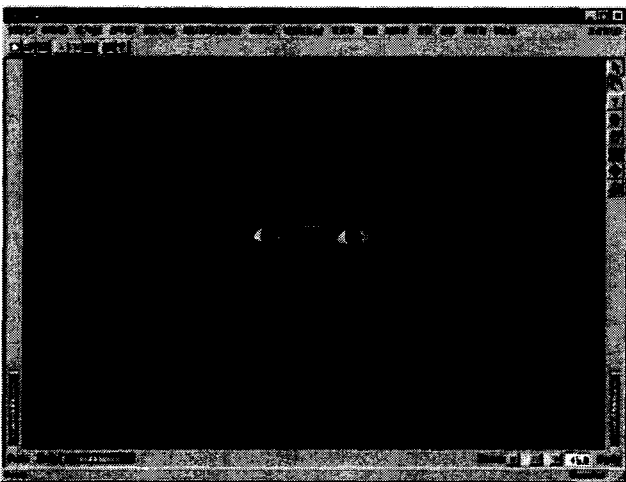


그림 5 다양한 얼굴 데이터를 이용한 애니메이션

그림 5는 3차원 스캐너로 입력된 얼굴을 애니메이션하는 스크린 샷이다. 한국전자통신연구원에서 개발한 3차원 스캐너를 이용하여 얼굴 데이터를 얻은 후, 얼굴 부분을 잘라내어, 약 2000개 내외의 메쉬로 데이터를 간략화하였다[9]. 이 데이터를 Inventor

파일 포맷으로 변환하여, 본 논문에서 제안한 얼굴 애니메이션 도구를 거쳐 애니메이션 한 것이다.

## 7. 결론 및 향후 과제

본 논문에서는 여러 얼굴 모델로 애니메이션이 가능하도록 다양한 얼굴 모델을 편집가능한 도구를 제안하고, Face Tracker를 이용하여 실시간으로 얼굴 애니메이션 하였다.

향후 과제로서 inventor 이외의 포맷 데이터를 받아들이는 것과, 폴리곤뿐 아니라 곡면 모델의 편집도 가능하도록 확장해야 할 것이다. Face Tracker는 눈동자와 혀 움직임 추적이 불가능하여, 현재 임의로 움직이고 있으나, 이들 움직임을 추적하는 방안이 필요하다. 또한 국제적인 표준으로 자리 잡아가는 MPEG-4 SNHC의 규격을 따라야 할 것이다.

## 참고 문헌

- [1] 김용순, 김영수, "3차원 캐릭터 애니메이션 기술 및 시장동향," 소프트웨어 기술동향 Vol.2 No.1, 시스템공학연구소, 1998
- [2] F. I. Parke, K. Waters, "Computer Facial Animation", A.K.Peters, 1996.
- [3] Lance Williams, "Performance-Driven Facial Animation", Computer Graphics '90, vol.24, no.4, pp.235-242, 1990.
- [4] Caspar Horne, "SNHC Verification Model 5.0," International organization for standardization ISO/IEC JTC1/SC29/WG11 N1821r, July, 1997
- [5] C. H. Hjortsjo, "Man/s Face and Mimic Language", Student literature Lund, Sweden, 1970.
- [6] <http://www.crl.research.digital.com/publications/books/waters/Appendix1/appendix1.html>,
- [7] 이지형, 김상원, 박찬중, "실시간 캐릭터 애니메이션 시스템의 설계", '99 감성과학회 추계 학술 발표대회, 1999.
- [8] "FaceTracker RT User's Manual Rev 1.09", MotionAnalysis, 1996.
- [9] <http://human.etri.re.kr/mmit/실물모델링팀.htm>, "3차원 시각정보 자동 추출 및 실감 표현 기술 개발과제", 한국전자통신연구원.