

# 얼굴 3D모델을 이용한 계층적 얼굴성형 시스템

\*신 승 철, \*조 은 규, \*유 건 수, \*박 상 운, \*\*최 창 석  
\*(주)미래디지털, \*\*명지대학교  
전화 : 02-872-0110 / 핸드폰 : 011-766-4738

## System for the Hierarchical Face Plastic Surgery Using the Facial 3D Models

\*Seung-Chul Shin, \*Eun-Kyu Cho, \*Gun-Su Yu, \*Sang-Uwn Park, \*\*Chang-Seok Choi  
\*MiraeDigital Co.Ltd, \*\*MyongJi University  
E-mail : jjanggu@miraedigital.co.kr

### Abstract

7 This paper offer to the system for the hierarchical face plastic surgery using of 3D models. For the system, Make hierarchical plastic object of facial 3D models, and special appointment setting of plastic object. In order to give variaty to a scale, type, angle, position of plastic object that developed plastic surgery solution. It is possible to plastic surgery that harmonize with plastic objects, solution, vector by selected user.

### I. 서론

개인의 개성과 외모를 중요시하는 현대 사회문화의 변화와 함께, 성별을 불문하고 성형수술에 대한 관심이 많아지고 있다. 인터넷을 통해 적은 비용과 시간으로 실제 성형수술의 부작용에 대한 부담도 없이, 성형 후 모습을 쉽게 예측하여 볼 수 있는 성형 시스템의 개발이 필요하다.

얼굴성형의 초기 방법으로 사용자가 성형부위에 대해 특징점을 설정하여 성형하는 방법은 성형부위별 특징점을 매번 수동으로 설정해야 하기 때문에, 조작성이 불편하고, 일반 사용자는 성형부위를 정확히 설정

하지 못하는 경우도 많아 어색한 성형결과를 얻기가 쉽다<sup>[1]</sup>. 또한 얼굴 형상모델을 사용하여 눈, 코, 입 등 얼굴의 국부적인 부위를 성형객체로 설정하여 성형하는 경우, 성형부위를 정확히 선택하기는 용이하나, 국부적인 부위만을 주목하여 성형하기 때문에, 얼굴 전체적으로 조화로운 성형결과를 얻기가 쉽지 않다. 즉, 얼굴형을 성형하기 위해서는 주로 턱을 변형하고 있으나, 턱만을 이용하는 경우 얼굴형을 제한적으로 성형할 수 밖에 없다<sup>[2]</sup>.

본 논문은 상기 종래의 문제점을 해결하여, 얼굴 3D 모델을 계층적으로 객체화하고, 객체별로 특징점을 설정하고, 성형객체의 크기, 모양, 각도, 위치를 변화시킬 수 있도록, 각 객체에 적합한 성형방법을 개발한다. 사용자가 선택한 성형객체, 성형종류, 변위량에 따라 특징점을 이용하여 사용자 얼굴영상을 조화롭게 성형할 수 있는 성형시스템을 제공한다.

### II. 얼굴 3D모델의 계층적 성형객체

#### 2.1 계층적 성형객체의 구조

사람의 인상은 눈, 코, 입, 눈썹과 같은 얼굴 부위뿐만 아니라, 얼굴윤곽에 따라서도 많이 좌우되기 때문

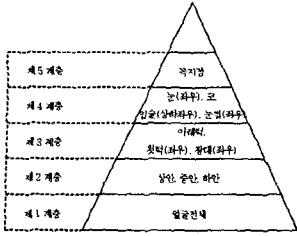
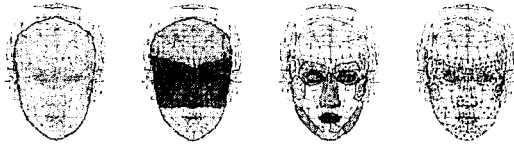


그림 1. 계층적 성형객체



(a) 1계층 (b) 2계층 (c) 3, 4계층 (d) 5계층

그림 2. 계층적 얼굴 3D모델의 성형객체

에, 얼굴 전체적인 모양과 얼굴부위가 상호 조화로운 성형이 이루어져야 한다. 이러한 얼굴성형의 방법으로, 넓은 부위에서 점차로 좁은 부위에 이르도록 계층적인 객체를 설정하여, 계층적으로 성형하는 방법을 제시한다. 그림1은 얼굴 3D모델을 5개의 계층으로 나누어 각 계층별 객체를 나타낸 그림이며, 그림2는 그림1에 도시된 제 1, 2, 3, 4, 5계층의 성형객체를 얼굴 3D모델에 나타낸 그림이다. 그림(a)의 제1계층에서는 얼굴전체를 하나의 객체로 설정한다. 그림(b)의 제2계층에서는 얼굴을 상안, 중안, 하안으로 나누어 3개의 객체를 설정한다. 여기서, 상안은 두정부에서 미간까지, 중안은 미간에서 코끝까지, 하안은 코끝에서 턱끝까지를 의미한다. 그림(c)의 제3계층에서는 아래턱, 윗턱과 광대뼈는 좌우로 나누어 5개의 객체를 설정하고, 제4계층에서는 눈, 눈썹은 좌우로, 입술은 상하로 분리하여 다시 좌우로 나누고, 코는 하나의 부위로 한다. 그림(d)의 제5계층은 얼굴을 구성하는 꼭지점들을 객체로 구성하여, 총 5개의 계층으로, 19개의 성형객체를 설정한다. 이와 같이, 얼굴을 계층적으로 객체화하면, 제1계층에서는 전체적인 얼굴형을, 제2계층에서는 상안, 중안, 하안의 비율, 제3계층에서는 광대와 턱의 모양을, 제4계층에서는 눈, 코, 입 등의 국부적인 모양을 차례로 성형하므로, 전체적으로 조화로운 얼굴에 접근하기가 쉽다.

## 2.2 성형객체의 특징점 설정

특징점은 성형객체에 포함된 정점들의 이동에 필요한 변위량을 적용하기 위하여, 성형객체에 따른 성형 방법별로 필요한 최소한의 특징점만을 객체별로 설정한다. 그림3은 얼굴 3D모델의 성형객체에 대한 특징점을 설정한 그림이다.



그림 3. 계층적 얼굴 3D모델의 특징점

## 2.3 객체화를 위한 꼭지점 테이블

얼굴의 3D모델은 꼭지점을 나타내는 3차원 벡터와 꼭지점을 연결하는 다각형들로 구성되어 있기 때문에, 성형객체를 설정하기 위하여, 성형객체에 속하는 꼭지점의 번호를 그룹핑하여 꼭지점 테이블을 구성한다. 그림4는 얼굴 3D모델의 꼭지점 테이블을 나타낸 그림이다. 성형객체 테이블은 성형객체에 번호를 부여하여 성형객체명을 나열하고, 성형객체의 꼭지점 테이블은 얼굴표면을 근사하기 위해 연결하는 다각형을 성형객체별로 그룹핑하여, 각 다각형의 꼭지점 번호를 나열하고 있다. 꼭지점의 좌표 테이블은 성형객체의 꼭지점 위치를 3차원 벡터로 나타내고, 성형정보 테이블은 선택된 성형객체, 성형종류, 변위량을 나타내며, 특징점 테이블은 성형객체별로 특징점의 꼭지점 번호를 나열한다. 이와같이 꼭지점 테이블을 구성하면, 계층간, 객체간 독립성이 높아져 조화로운 성형이 가능하고, 성형에 필요한 정보를 빠르게 수집할 수 있으므로, 시스템의 처리속도를 단축시킬 수 있다.

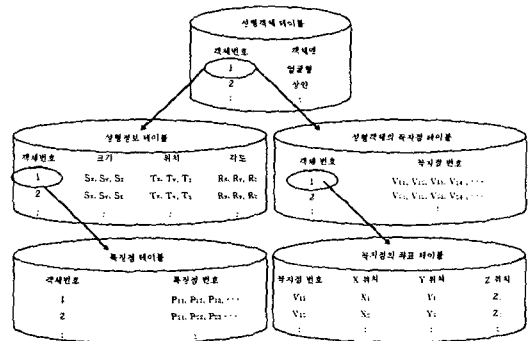


그림 4. 얼굴 3D모델의 꼭지점 테이블

## III. 계층적 성형방법

### 3.1 사용자 인터페이스 구성

계층적으로 구성된 성형객체를 각 계층별로 정리하여, 그림5처럼 사용자 인터페이스를 구성하면, 성형객체가 속하는 계층을 쉽게 알 수 있고, 제1계층부터 제5계층까지 배치된 순서에 따라, 각 계층의 성형객체를

차례로 선택하여 성형하게 되면, 조화로운 얼굴 성형이 가능하다.



그림 5. 사용자 인터페이스

### 3.2 계층별 성형객체의 성형방법

각 계층별 성형객체에 대한 성형방법으로, 먼저, 제 1계층의 얼굴형, 제2계층의 상안, 중간, 하안의 성형에는 포물선, 사다리꼴, 점진적세로, 폭, 길이의 변화가 있다. 그림6은 제 1, 2계층에 대한 성형방법을 나타낸 그림으로, 그림(b)(c)는 얼굴형에 대한 폭, 길이의 성형 방법이다. 이를 위해, 그림(a)와 같이 두정점에 점 T, 턱 끝에 점 B, 얼굴의 좌측 끝점에 점 L, 우측 끝점에 점 R을 설정하고, 이 들을 포함하는 가상의 사각형을 설정한다. 점 O는 사각형의 중심이다. 폭의 변화는 식(1)과 같이, 길이변화는 식(2)와 같이 얼굴 3D모델의 꼭지점을 이동한다.

$$x' = (x - x_0) * S_x + x_0, y' = y, z' = z \quad (1)$$

$$x' = x, y' = (y - y_0) * S_y + y_0, z' = z \quad (2)$$

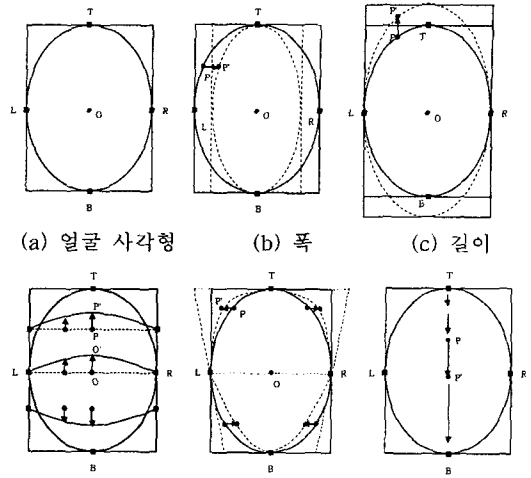
식(1), 식(2)에서  $P = (x, y, z)^T$  와  $P' = (x', y', z')$  는 각각 성형변화 전후의 얼굴 3D모델의 꼭지점의 좌표이고,  $O = (x_0, y_0, z_0)$ 는 중심의 좌표이다.  $S_x, S_y$ 는 폭과 길이 변화로서 사용자가 지정한다.

그림(d)는 포물선 변화의 그림이다. 포물선 변화는 사각형의 얼굴을 계란형으로 바꾸기 위해, 점 R과 L을 지나는 포물선을 식(3)과 같이 설정한다.

$$x' = x, y' - y = B_p * (x - x_R)(x - x_L), z' = z \quad (3)$$

여기서,  $B_p$ 는 포물선의 변화정도를 나타내는 양의 계수로서, 사용자가 지정한다.

그림(e)는 사다리꼴 변화의 그림이다. 최근에 음식물의 영향으로 턱이 퇴화되어, 얼굴이 역삼각형으로 진화되고 있는 추세를 반영하기 위한 방법으로, 얼굴을



(a) 얼굴 사각형 (b) 폭 (c) 길이

(d) 포물선 (e) 사다리꼴 (f) 점진적

그림 6. 제 1, 2계층의 성형방법

계란형 또는 역삼각형으로 변화시킨다. 얼굴 두정부의 변화비를  $T_p$ , 턱끝부위의 변화비를  $-T_p$ 로 설정한다. 임의의 점 P에 대한 변화비 R은 식(4)와 같다.

$$R = 1 + T_p * (y - y_0) / (y_T - y_0) \quad (4)$$

점 P가 이동한 위치 P'에 대한 x좌표는 식(5)와 같다.

$$x' - x_0 = R * (x - x_0), y' = y, z' = z \quad (5)$$

여기서,  $T_p$ 는 사용자가 지정하는 변화비로, 양수이면 역삼각형 얼굴이 되고, 음수이면 턱을 강조한 삼각형의 얼굴이 된다.

그림(f)의 점진적세로 변화는 상안에 비해 상대적으로 중간, 하안이 길어 보이거나, 짧아 보이는 얼굴을 점차로 조화롭게 수정하기 위한 방법으로, 두정점을 중심으로 하여 얼굴을 세로방향으로 점차로 많이 변화시킨다. 점진적 변화를 위한 변화비를  $G_p$ 라하면, 점 P에 대한 변화비 R은 식(6)과 같다.

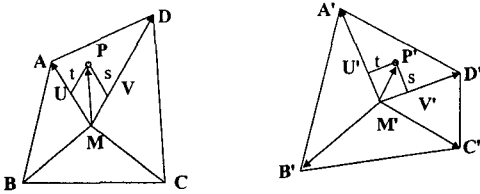
$$R = 1 + (y_T - y) / (y_T - y_B) * G_p \quad (6)$$

여기서,  $G_p$ 는 사용자가 지정하는 변화비로, 양수이면 중간과 하안이 점차로 길어지고, 음수이면 짧아지게 된다. 점 P는 식(7)에 의하여 P'로 이동된다.

$$x' = x, y' - y_B = R * (y - y_B), z' = z \quad (7)$$

또한, 제 2계층의 상안, 중간, 하안 중의 어느 하나의 넓이를 변화시키면, 그에 접한 부위도 함께 변화시키

지 않으면, 부자연스럽게 된다. 이러한 변화를 실현하기 위해, 그림8은 가상의 사각형 ABCD의 내부에 있는 얼굴 3D모델의 꼭지점 P를 사각형 A'B'C'D'의 내부의 점 P'로 변화시키는 2차원 선형변형의 도면이다. 이 방법은 성형부위를 포함하는 상하 4개의 특징점을 이용하여, 높이변화, 넓이변화, 평행이동을 동시에 수행할 수 있을 뿐만 아니라, 사각형 ABCD가 직각이 아닌 일반 사각형에도 적용되는 일반적인 방법이다. 먼저, 그림(a)의 특징점 A, B, C, D를 사용자가 입력한 변위량에 의하여 그림(b)와 같이 A', B', C', D'로 이동한다. 사각형 ABCD를 무게중심 M을 이용하여 네개의 삼각형으로 분할한다. 분할된 삼각형 AMD내의 점 P를 그림(b)에 대응하는 삼각형 A'M'D'내의 P'에 매핑한다.



(a) 변화 전 (b) 변화 후

그림 7. 가상의 사각형 내부에 있는 얼굴 3D모델의 성형방법

$$P = s*(A - M) + t*(D - M) + M \quad (8)$$

$$P' = s*(A' - M') + t*(D' - M') + M' \quad (9)$$

위 식(8)에서 x와 y좌표를 이용하여 s, t를 구한 후, 식(9)에 적용하면 P의 대응점 P'을 구할 수 있게 된다. 즉, 중앙의 넓이를 변화시키는 경우, 이와 같은 변화를 상안과 하안에 적용하면, 중앙의 인접부분이 모순없이 자연스럽게 변화된다.

제3계층의 아래턱, 윗턱, 광대뼈에서도 그림7의 방법을 이용하여 특징점의 위치를 조정함으로써, 폭, 길이, 깊이의 성형이 가능하다. 그림8은 제3계층의 윗턱을 성형한 그림으로, 윗턱의 특징점 P<sub>1</sub>과 윗턱과 아래턱이 공유하는 특징점 P<sub>2</sub>를 각각 P<sub>1</sub>', P<sub>2</sub>'로 위치를 조정하면, 그림7의 방법에 의하여 윗턱과 함께 아래턱도 자연스럽게 변화된다.

제 4계층의 눈, 코, 입, 눈썹에 대한 성형종류는 크기

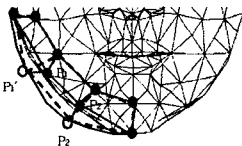


그림 8. 제 3계층의 성형방법

변화, 위치변화, 각도변화가 있다. 크기변화와 위치변화는 특징점을 이동한 후, 그림7의 방법을 이용하고, 각도변화는 적절한 점을 중심으로 각 부위를 회전시키며, 제 5계층에서는 위치변화만이 가능하다.

#### IV. 얼굴성형의 결과

얼굴 3D모델의 계층적인 객체와 특징점의 설정, 계층적 성형방법에 따른 성형계층, 성형객체, 성형종류의 선택을 거쳐, 변형된 결과를 그림9에 나타낸다. 그림(a)의 원본 얼굴영상에 대해, 그림(b)의 제1계층에서는, 얼굴형을 사다리꼴 변화를 통해 계란형으로 만들고, 그림(c)의 제2계층에서는, 상안과 중안을 줄이고, 그림(d)의 제4계층에서는, 눈과 코의 변형을 통하여, 조화로운 성형결과를 얻을 수 있다.



(a) 원본얼굴 (b) 제1계층 (c) 제2계층 (d) 제4계층

그림 9. 계층적 성형방법을 이용한 성형결과

#### V. 결론

본 논문에서는, 조화로운 얼굴성형을 위하여 얼굴 3D모델을 이용한 계층적 성형방법을 제안했다. 먼저, 얼굴 3D모델을 5개의 계층으로 나누어, 19개의 성형부위로 객체화하고, 객체별로 특징점을 함께 설정한다. 성형객체의 크기, 모양, 각도, 위치를 변화시킬 수 있도록, 각 객체에 적합한 성형방법을 개발한다. 사용자가 선택한 성형객체, 성형종류, 변위량에 따라 특징점을 이용하여 얼굴 3D모델을 계층적으로 변형함으로써, 일반 사용자도 다양한 개인얼굴의 형상에 대해, 만족할 수 있는 얼굴형에 쉽게 접근할 수 있는 성형시스템을 제공한다.

본 연구는 한국문화콘텐츠진흥원 디지털문화콘텐츠기술개발사업( 1-02-2002-001-1009-00-0029 )지원으로 수행되었음.

#### 참고문헌

[1] <http://howphoto.lycos.co.kr>

[2] IMA Technology(<http://www.imatech.co.kr/>)