

3차원 모델 기반 영상전송 시스템에서의 특징점 추출과 영상합성 연구

正會員 裴 紋 寬* 正會員 金 東 皓* 正會員 鄭 聖 煥**
正會員 金 南 哲* 正會員 裴 建 星*

A Study on the Feature Point Extraction and Image Synthesis in the 3-D Model Based Image Transmission System

Mun Kwan Bae*, Dong Ho Kim*, Sung Hwan Jung**, Nam Chul Kim*,
Keun Sung Bae* *Regular Members*

要 約

3-D 모델 기반 부호화 시스템에서 특징점 추출과 영상합성에 대하여 연구하였다. 얼굴의 특징점들은 영상처리 기술들과 얼굴에 대한 사전지식을 이용하여 자동적으로 추출된다. 추출된 얼굴의 특징점들을 이용하여 얼굴에 정합된 철선 프레임을 특징점의 움직임에 따라 변형시킨다. 변형된 철선 프레임 위에 초기 정면 영상의 질감을 매핑함으로써 합성영상이 만들어진다. 실험결과, 합성영상은 부자연스러움이 거의 나타나지 않았다.

ABSTRACT

It is discussed. A method to extract feature points and to synthesize human facial images in 3-D model-based coding system, facial feature points are extracted automatically using some image processing techniques and the known knowledge for human face. A wire frame model matched to human face is transformed according to the motion of feature point using the extracted feature points. The synthesized image is produced by mapping the texture of initial front-view image onto the transformed wire frame. Experimental results show that the synthesized image appears with little unnaturalness.

I. 서 론

영상회의, 영상전화 및 영상응답 서비스 등의 영상

미디어(media)의 중요성이 날로 증가함에 따라 고품질 영상부호화에 관한 연구가 매우 활발하게 진행되고 있다. 기존의 부호화 방식들은 프레임내 또는 프레임간의 화소들 사이에 존재하는 상관도와 밝기분포 등의 통계적 지식에 근거한 부호화 방식들이다. 이러한 부호화 방식들은 극히 낮은 전송률에서는 눈에 거슬리는 부자연스런 부호화 잡음이 영상이 많이

*慶北大學校 電子工學科
Dept. of Electronics Eng., Kyungpook Nat'l Univ.
**昌原大學校 電子計算學科
Dept. of Computer Science, Changwon Nat'l Univ.
論文番號: 92-77(接受1992. 4. 29)

나타난다.

최근 모델기반 부호화라는 불리는 영상 부호화 기법이 고압축 동영상 부호화 기법으로 새롭게 개척되는 분야로 제시되고 있다¹⁾. 이 부호화에서는 기존의 부호화 기법과는 달리, 대상물체의 형상에 관한 3차원 모델과 지식을 송수신측에서 준비해 두고, 송신측에서는 그 모델과 지식에 근거하여 입력영상을 분석 인식하고, 수신측에서는 인식결과에 따라 변형된 동영상을 합성해 낸다. 이 부호화 기법은 송신측에서 단지 분석정보에 관한 파라미터만을 보내기 때문에 초저 비트율에서도 동영상 전송을 실현 할 수 있다. 또한, 수신측에서는 물체에 관한 사전지식을 사용하여 영상을 합성해 내기 때문에 부자연스런 부호화 잡음없이 깨끗한 출력영상을 생성시킬 수 있다.

모델기반 부호화의 영상전송 시스템 분야의 연구는 송신측에서 모델과의 정합을 위한 물체의 특징점 추출연구와 수신측에서 영상합성연구 등이 중심이 된다. 현재, 모델기반 부호화에서는 주로 인물의 얼굴을 대상물체로 하고 있고, 일반적인 시스템의 블록도는 그림 1.과 같다.

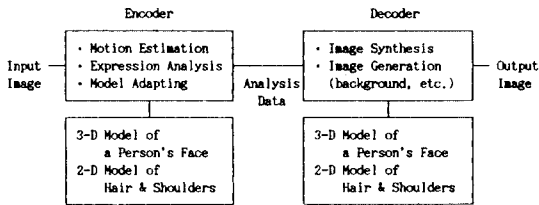


그림 1. 모델기반 부호화 시스템의 블록도
Fig 1. Block diagram of model-based image coding system.

송수신측에서는 일반적인 얼굴형상에 대한 3차원 모델과 얼굴표정 등에 대한 모델을 사전지식으로 공유하고 있다. 송신측의 분석과정에서는 일반적으로 정면을 행하고 있는 얼굴의 특징점을 추출하고, 추출된 특징점을 바탕으로 얼굴형상과 철선 프레임(wire frame)을 정합시킨 후, 매 프레임마다 머리의 3-D 움직임 추정, 얼굴의 특징점 이동식별 및 얼굴표정 추정 등을 통하여 입력영상을 분석, 전송한다. 수신측의 합성에서는 수신된 분석정보에 근거한 모델의 3-D 변형, 표정합성, 질감매핑(texture mapping) 등을 행하여 전체적인 동영상 합성한다.

영상통신에 지식을 이용하려는 모델기반 부호화에

대한 연구로는 Hatori 등이 얼굴 영상에 대한 동영상 부호화 기법을 제안하였고²⁾, Forchheimer 등도 애니메이션적인 부호화를 제안하였다³⁾. Aizawa 등은 움직임이 많은 눈과 입 부분의 영역을 잘라서 부호화하고, 재생시 붙이는 방법(clip-and-paste method)과 FACS(facial action coding system)에 근거한 부호화법을 제안하였다⁴⁾. 이들 연구는 얼굴 특징점을 대화적(interactive)으로 지정하여 처리하는 한계점이 있다. 따라서 특징점 추출에 관한 연구는 현재 계속 진행중에 있다⁵⁾. 그러나 정확한 위치의 특징점 추출은 매우 어렵고, 특징점에 근거하여 눈, 입 등의 형상을 객사화하므로 입 부분 등에서는 이로 인하여 영상합성시 문제점이 발생할 수도 있다.

본 논문에서는 철선 프레임과의 정합 및 표정합성에 필요한 특징점들을 자동으로 추출하고, 추출된 특징점에 근거하여 영상합성을 수행하는 방법에 대하여 연구하였다. 서론에 이어, 전반부의 특징점 추출에서는 얼굴 구성요소의 명암도와 얼굴에 대한 사전지식에 근거하여 특징점 추출을 서술하였다⁶⁾. 후반부의 영상합성에서는 특징점에 따른 눈, 입, 턱의 변형에 대하여 설명하고, 추출된 특징점 위치의 오차로 인하여 생기는 입 부분에서의 문제점을 위치를 수정하여 보완하였다. 마지막 부분에서는 실제 영상에 대하여 실험한 결과를 보이고 간단히 결론을 맺었다.

II. 특징점 추출과 정합

동영상의 연속적인 영상합성을 위해서는 먼저, 초기 정면 영상과의 정합이 이루어져야 한다. 정합을 위한 특징점 추출방법으로는 스테레오(stereo) 정보나 칼라 영상으로 추출하는 방법이 있으나, 본 논문에서는 정합에 적합하고, 특징점이 얼굴 구성요소의 명암도(intensity)와 얼굴에 대한 사전지식에 근거하여 추출하는 이미 제안한 그림 2.와 같은 비교적 간단한 방법을 사용하였다.

1. 얼굴의 외곽정보 추출

먼저 얼굴의 외곽정보 추출을 위하여 비선형 LOG 연산기⁷⁾로 영교차점을 구하고, 비선형 미분 연산자를 사용하여 영교차점 중에서 경사가 큰 점들을 예지로 추출한다. 이렇게 구하여진 예지정보에 대하여 얼굴 외곽선을 추출해야 하는데, 일반적으로 얼굴영상의 예지들 중에서 얼굴의 외곽선을 나타내는 예지는 연결성 있게 잘 추출되지 않는다. 얼굴 아래부분을

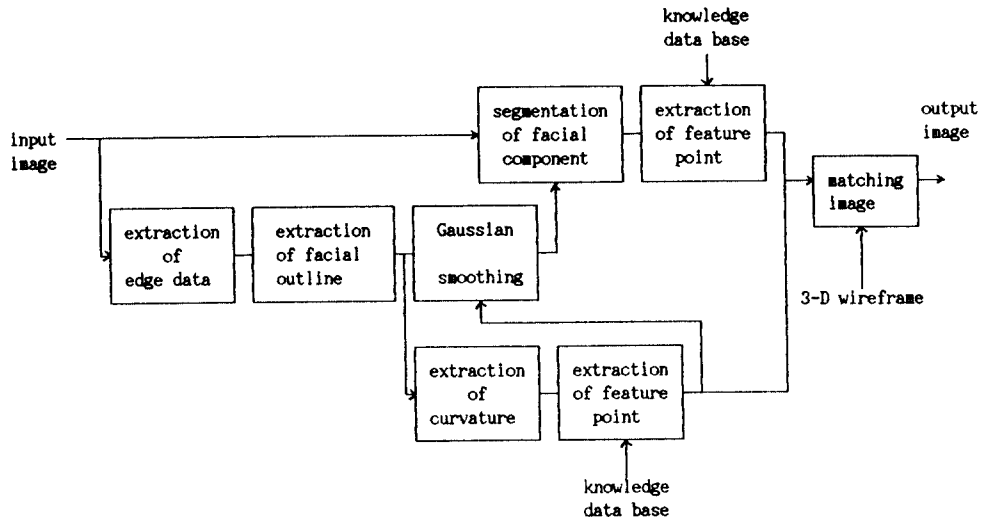


그림 2. 특징점 추출과 철선 프레임 정합 시스템 블록도
 Fig 2. Block diagram of feature-points extraction and wireframe matching system.

나타내는 외곽선을 추출할 때는 에지로 표현된 각 윤곽선의 요면성(concavity)^[8]을 이용하고, 나머지 외곽선의 경우에는 얼굴의 다른 구성요소의 윤곽선보다 바깥에 위치한다는 사실을 이용한다. 얼굴의 외곽선을 나타내면서 부드럽게 연결된 곡선을 추출하기 위하여, 추출되어진 각 정보의 구조적인 특성을 이용하여 연결한다. 그후에 이와 같이 연결된 외곽선을 Gaussian 필터로 평활화하여 부드러운 곡선이 되게 한다.

2. 구성요소 분리 및 특징점 추출

얼굴 구성요소들을 분리하기 위하여, 먼저 역치를 자동으로 결정할 수 있는 Otsu의 알고리즘^[9]으로 얼굴의 내부를 초기 분할한 후, 영역채색 알고리즘^[10]으로 각 영역들을 분리해 내고, 크기가 작은 영역들을 제거하는 후처리 과정을 행한다. 이렇게 분할되어진 영역 중에서 눈, 눈썹, 코 그리고 입 등과 같이 의미있는 영역들을 분리하고, 분리되어진 영역의 국부적인 특징을 이용하여 국부적인 역치화를 행한다. 눈과 눈썹의 경우는 얼굴의 중심축에서 대칭적인 위치에 있으므로 각 영역의 중심 위치에서 중심축까지의 거리를 판단기준으로 사용하며, 중심축은 다음 절에서 추출할 얼굴 외곽선 상의 특징점들을 이용하여 결정한다. 그리고 코와 입의 영역의 경우에는 영역의

중심이 중심축에 근접하여 있으므로 역시 영역의 중심 위치를 판단 기준으로 사용한다. 그러나 이러한 판단 기준으로 영역 분리를 수행할 경우 중요하지 않은 영역이 추출될 가능성이 있으므로 추가적인 정보로서 영역의 크기, 영역의 밝기값의 평균정보도 함께 이용한다. 각 영역의 특징점은 분리된 영역의 상하 좌우점을 선택하여 각 구성요소에 대한 특징점들로 한다.

3. 외곽선의 곡률 및 특징점 추출

얼굴 외곽선의 곡률(curvature)에 대한 정보는 얼굴 외곽선과 그에 상응하는 철선 프레임의 외곽선과의 정확한 정합을 위하여 필요하다. 정확한 정합을 위해서는 귀에 대한 정보가 매우 중요하다. 이를 위하여 본 연구에서는 Teh-chin 알고리즘^[11]과 수평축과의 각도를 측정의 기준으로 하는 ψ -S곡선^[8]을 이용하였다.

곡률을 측정하는 대부분의 알고리즘들은 국부적인 곡률의 정도는 고려하지 않고, 곡률의 정도를 측정하는 범위 k (region of support)를 대화적으로 지정하여 주기 때문에, 국부적으로 중요한 외곽선상의 특징점을 찾지 못하는 단점이 있다. 이러한 단점을 극복하기 위하여 곡률의 측정 범위를 입력 변수가 필요없이 자동적으로 결정하여주는 Teh-Chin 알고리즘을

사용한다. 곡률의 측정 범위를 결정한 후, ψ -S 곡선을 이용하여 얼굴의 외곽선 중에서 중요한 특징점을 찾는다.

4. 원영상과 철선 프레임과의 정합

추출된 특징점들에 근거하여 원영상과 철선 프레임과의 기본적인 정합은 Aizawa 등이 사용한 방법¹²⁾으로 그림 3(a)에 나타난 A B C D 네개의 특징점이 이용된다. 길이 BC, AD는 각각 x, y축에 대한 스케일링 계수로 사용되고, 깊이좌표는 다음 (1)식으로 근사화하여 구한다.

$$Z_{face} = Z_{model} \frac{AD_{face}}{AD_{model}} \quad (1)$$

이러한 방법은 인물과 모델과의 정합에서 얼굴 아래부분에서는 기껏지 정합될 수 되어 있으므로 이 부

분의 좌표는 다음 (2)식으로 수정하여 구한다.

$$\hat{P}_i = P_i(1 - |\hat{P}_0 - P_0| / |P_0|) \quad (2)$$

기본적으로 전체적인 철선 프레임의 (x,y,z)성분을 조정한다 다음, 각각의 얼굴 구성요소의 상하 좌우의 특징점들을 기준으로 하여 철선 프레임의 각 좌표들을 선형변형시켜 최종적으로 인물과 정합시킨다.

III. 영상 합성

입, 눈, 턱 부분 등의 중요한 특징점들의 변화를 정합된 철선 프레임에 먼저 반영시키고, 실제감이 있는 최종영상을 만들기 위하여 질감매핑을 수행하여 영상을 합성한다.

1. 특징점에 따른 형상의 변형

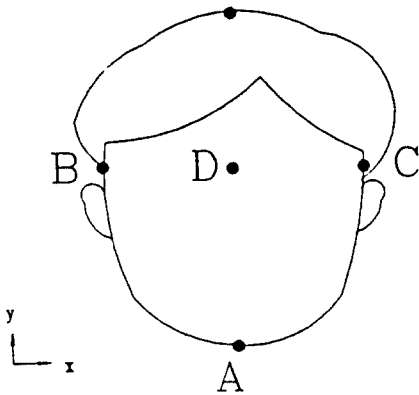
3차원 모델을 매개로 하여 동영상의 움직임을 표현하기 위해서는 입과 눈 혹은 얼굴의 윤곽에 관하여 형상을 파악한 다음, 형상의 시간적 변화, 혹은 위치 변화로 움직임을 추출해 내는 것이 필요하다. 원영상으로부터 입과 눈 부분의 움직임과 같이 형상변화의 핵심이 되는 특징점들의 이동을 추정함으로써 움직임 정보를 얻게 된다. 이러한 움직임 정보에 근거하여 정합된 철선 프레임을 변형시킨다.

1.1. 입 부분

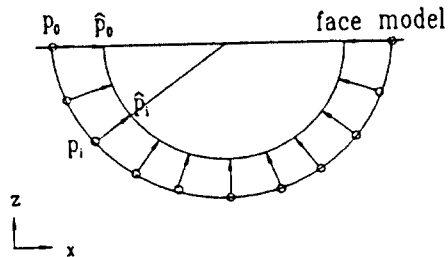
입 부분에 관해서는 그림 4(a)에 나타난 바와 같이 6개의 특징점을 가지며, 움직임이 작다는 가정아래 추출된다. 이것들은 원영상에 대하여 Otsu의 역치화 방법으로 입영역을 분리하여 상하 좌우점을 선택한 것이다.

초기 정합과정에서의 특징점 M5, M6 점은 위치의 오차로 인하여 합성시 아래 입술이 윗 입술로, 윗 입술이 아래 입술로 매핑될 수 있어 시각적으로 매우 기슬리는 현상이 일어날 수 있다. 이러한 현상을 보완하기 위하여 특징점 M5, M6는 각각 1~2 화소씩 상하로 이동시킨 점으로 한다. 이렇게 함으로써, 그림 4(b)의 점선의 상하 부분만 질감 매핑에 관계하므로 눈에 기슬리는 현상을 제거할 수 있다.

그림 4(c)의 변형된 M5', M6' 점은 빛의 반사로 인하여 영역구분이 명확하지 못하여 추출이 용이하지 않으므로 MA, MB의 길이를 이용하여 추정한다.



(a) four feature points.



(b) adjustment of lower face outline points.

그림 3. 철선 프레임 모델과 얼굴영상의 정합
Fig 3. Matching wire frame model and facial image.

또한, 구해진 특징점으로부터 입형상은 M_1-M_5 , M_5-M_2' (또는 M_1-M_6 , M_6-M_2')로 각각 포물선으로 근사화 한다. 이 경우 $M_1-M_5-M_2'$ 전체를 한개의 포물선으로 근사화 하는것에 비해서 입의 비대칭적인 것도 표현할 수 있고, 형상에 자유도도 갖게 할 수 있다. 입 부분의 형상변화에 따라서 입 주변(턱 부분)도 변화하므로 이를 변형시켜 영상합성에서 자연스런 변화를 표현한다.

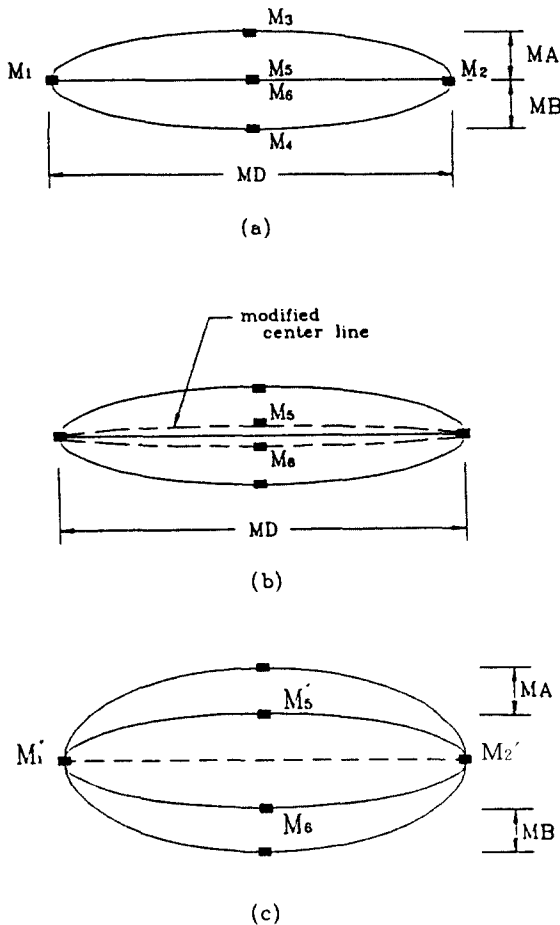


그림 4. 입 형상을 나타내는 특징점들
Fig 4. Feature points to represent the shape of mouth.

1.2. 눈 부분

눈 부분의 취급도 기본적인 처리는 입 부분과 동일하다. 눈에 관한 특징점은 그림 5와 같이 4개의 특징

점으로 한다. 눈 형상은 새로이 구해진 특징점에 일치시킨후, 입형상의 이동추정과 같이 E_1-E_3 , E_3-E_2' 로 각각 포물선으로 근사화한다.

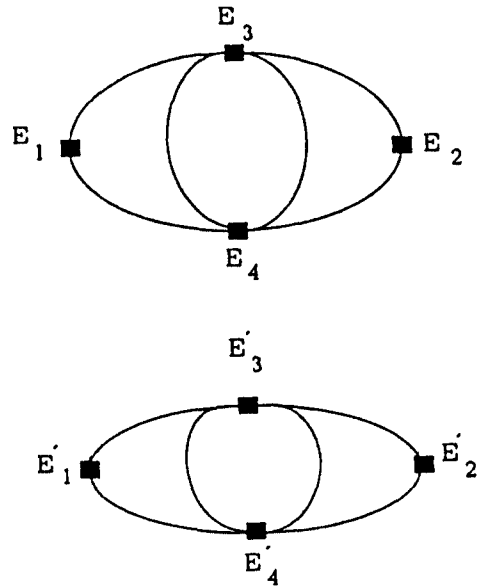


그림 5. 눈 형상을 나타내는 특징점들
Fig 5. Feature point to represent the shape of eye.

1.3. 턱 부분

입 부분의 움직임을 표현할 경우, 입의 주변이 고정되어 있어서 입 부분의 형상만이 변화하는 수는 없기 때문에, 입 부분의 움직임에 따라 턱 부분도 움직이는 편이 자연스럽다. 턱의 움직임은 그림 6.에 표시된 바와 같이, C_1 점을 중심으로 하여 턱을 포함하는 입의 아래부분을 각도 θ 만큼 회전시키는 것에 의해, 턱의 움직임을 표현할 수 있다. 회전각 θ 는 입의 2차원 평면내에서의 외관상의 열고 닫음에 대응하여 결정한다.

$$\theta \approx \frac{dm}{r} \quad (3)$$

여기서 θ 는 턱의 회전각을 나타낸다.

2. 질감매핑

특징점의 이동에 의한 얼굴 형상의 변화를 정합된 절선 프레임의 변형으로 표현한 다음, 실제 영상을

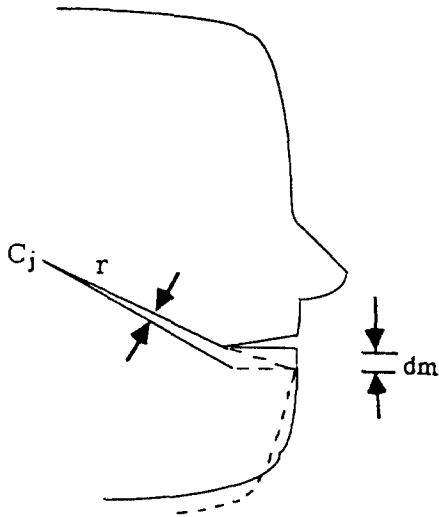
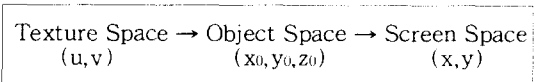


그림 6. 턱의 움직임
Fig 6. Motion of jaw.

합성하기 위하여 질감매핑^[12]을 수행한다.

명암법^[13]에 의하여 인위적으로 얼굴 형태를 표현하면, 단지 빛에 의하여 명암도가 결정되므로 실제 물체 고유의 질감을 제대로 표현할 수 없다. 이 문제의 해결방안으로 질감매핑을 이용하면 자연스런 영상을 얻을 수 있다. 다음은 질감매핑에 관한 과정을 나타낸 것이다.



먼저 질감공간(texture space)에서 물체공간(object space)으로 파라미터화가 이루어진다. 다음, 3차원 물체 공간에서 2차원 스크린 공간(screen space)으로 투영된다.

본 논문에서는 질감공간에서 스크린 공간으로 직접 매핑을 수행하였다. 질감매핑 형태는 affine 변환에 의한 역(inverse) 매핑법을 사용하였다.^[14] 역 매핑법은 스크린 공간의 중복되는 매핑이 일어나지 않으므로 빠른 수행이 이루어진다.

2.1. Affine 변환에 의한 질감매핑

질감매핑을 위해 사용된 affine 변환의 기본식은 다음 (4)식과 같다.

$$\begin{aligned} u &= a_0 + a_1 \cdot x + a_2 \cdot y \\ v &= b_0 + b_1 \cdot x + b_2 \cdot y \end{aligned} \tag{4}$$

여기서, (x,y)는 스크린 공간상의 좌표값이고, (u,v)는 질감 공간상의 좌표값을 나타낸다. 깊이(depth) 좌표는 선형보간에 의하여 구해지며, 은면제거(hidden surface removal)^[14]를 위해 사용된다.

질감 매핑을 위하여 다음 두가지 단계가 수행된다.

- i) affine 변환으로 만들어진 새로운 좌표가 계산된다.
- ii) 새로운 좌표에 해당하는 화소의 밝기값이 계산된다.

첫번째 과정에서 affine 변환 계수 a_i, b_i(i=0-2)는 질감영역과 스크린 영역의 각 점 P_i와 P'_i로부터 구해진다. 그림 7.에서 두 좌표계 사이의 3점의 좌표(x_i, y_i), (u_i, v_i)를 (4)식에 대입하여 a_i에 대한 식으로 표현하면 다음 (5)식과 같다.

$$\begin{aligned} u_0 &= a_0 \cdot x_0 + a_1 \cdot y_0 + a_2 \\ u_1 &= a_0 \cdot x_1 + a_1 \cdot y_1 + a_2 \\ u_2 &= a_0 \cdot x_2 + a_1 \cdot y_2 + a_2 \end{aligned} \tag{5}$$

(5)식을 행렬 형태로 나타내면 다음과 같다.

$$\begin{bmatrix} u_0 \\ u_1 \\ u_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} x_0 & y_0 & 1 \\ x_1 & y_1 & 1 \\ x_2 & y_2 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a_0 \\ a_1 \\ a_2 \end{bmatrix} \tag{6}$$

따라서, 계수 a_i는 (6)식으로부터 다음 (7)식과 같이 구해진다.

$$\begin{bmatrix} a_0 \\ a_1 \\ a_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} x_0 & y_0 & 1 \\ x_1 & y_1 & 1 \\ x_2 & y_2 & 1 \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} u_0 \\ u_1 \\ u_2 \end{bmatrix} \tag{7}$$

계수 b_i에 대해서도 a_i를 구한 방법과 같은 방법으로 구해지고, 이들 계수로 부터 삼각형 내부의 모든 좌표는 계산된다. 그러나 단계i)로부터의 구해진 (u, v) 좌표는 정수치가 아니므로 질감공간 상의 그리드(grid)에 정확하게 대응되지 못한다. 따라서 화소치 f(u,v)는 보간되어 진다. 보간함수는 인접 4 화소의 거리에 가중치를 고려한 쌍 일차(bilinear) 보간함수가 사용된다. 그림 7.로부터 f(u,v)에 대한 추정치 $\hat{f}(u,v)$ 는 다음 (8)식과 같이 계산된다.

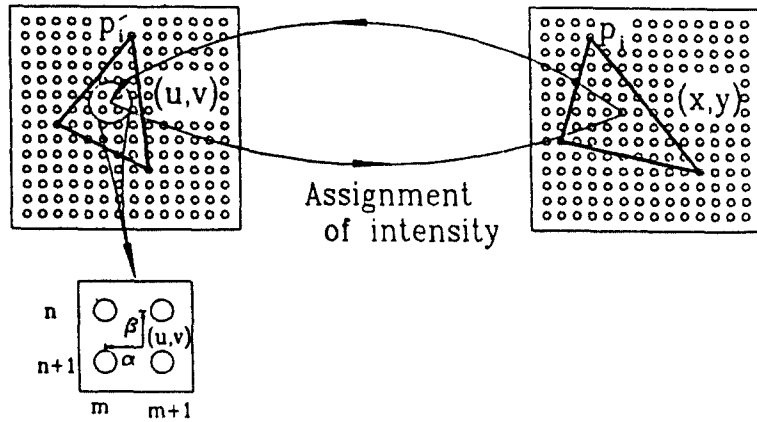


그림 7. Affine 변환에 의한 역 질감매핑
Fig 7. Inverse texture mapping by affine transform.

$$\begin{aligned} f'(u,v) &= (1-\alpha) \cdot (1-\beta) \cdot f(m,n) + (1-\alpha) \cdot \beta \cdot f(m,n+1) \\ &+ \alpha \cdot (1-\beta) \cdot f(m+1,n) + \alpha \cdot \beta \cdot f(m+1,n+1) \end{aligned} \quad (8)$$

IV. 실험결과 및 검토

먼저, 본 연구의 특징점 추출부분에서는 256×256 얼굴영상의 특징점을 자동으로 추출하는 실험을 하였다. Gaussian 필터($\sigma=1$)와 창(window) 크기가 5×5인 비선형 미분 연산자 등을 사용하여, 그림 8(a)와 같은 얼굴영상의 에지를 추출하였으며, 그 결과는 그림 8(b)이다. 그림 8(c)는 얼굴 외곽선이 얼굴의 다른 특징들에 비해 외곽에 위치한다는 사실과 얼굴 윤곽선에 대한 요면성을 이용하여 얼굴의 외곽선을 추출한 결과이다. 그림 8(d)는 턱의 외곽정보의 가운데 위치와 양 끝점 위치와의 기울기를 이용하여 추출된 외곽선을 연결하고, Gaussian 평활처리를 한 결과이다.

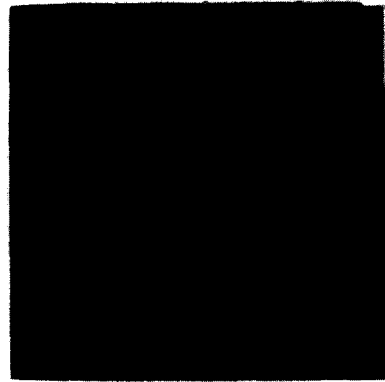
추출된 외곽선 내부에 해당되는 영역만을 Otsu의 역치화법으로 역치화하여, 얼굴의 구성요소에 해당되는 영역에 대해 그림 9(a)와 같이 부분적인 역치화를 수행하였다. 역치화된 결과에 영역채색을 한 후의 총 영역수는 105개이며, 후처리로 비슷한 영역을 병합하고 크기가 작은 영역을 제거한 후의 총 영역은 12개로 줄었다. 그림 9(b)는 이러한 영역채색과 후처리 과정을 수행한 후의 영상이다. 얼굴 구성요소의

분리과정에서 그림 9(b)의 결과와 함께 눈썹, 눈, 입 및 코의 영역크기, 평균밝기, 중심의 위치등의 부가적인 정보도 함께 추출하였다. 이러한 영역들의 정보들을 이용하여 얼굴의 특징점들을 찾았다. 이 때 눈과 눈썹 부분은 영역의 대칭성과 영역의 밝기값을 이용하였고, 코와 입 부분은 영역의 상대적인 위치를 이용하여 특징점들 찾았다. 외곽선 부분의 특징점은 Teh-Chin의 알고리즘과 ψ -S 곡선을 이용하여 얼굴 외곽선의 곡률을 측정하여 찾았다. 얼굴영상에 대하여 추출된 특징점은 모두 28개이며, 대부분이 그림 10.에 나타나 있다. 이러한 특징점을 기준으로 그림 11.과 같은 기본적인 철선 프레임을 선형변환시켜 원영상에 정합한다. 철선프레임에 대한 기본 데이터 베이스는 247개의 점점, 669개의 에지, 434개의 삼각형으로 구성되어 있다.^[15]

영상합성 부분에서는 송수신측에서 공유하고 있는 얼굴형상에 대한 3차원 모델정보와 수신된 특징점 이동정보를 이용하여 영상을 합성한다. 그림 12(a)는 초기 정면영상이고, (b), (c)는 추출된 특징점에 의하여 초기 정면영상에 철선 프레임이 정합된 모습을 나타낸다. 이들로 부터 실제 변형된 최종 합성영상은 그림 13.에 나타나 있다. (a)는 원영상들이고 (b)는 초기 정면영상으로 부터 합성된 영상들이다. 이 결과에서 합성영상들은 원영상과 비교하여 속눈썹 부분을 제외하고는 시각적으로 크게 그슬림없이 잘 나타나 있음을 알 수 있다. 따라서 부호화에 적용하면 눈과 입의 특징점 위치정보 등과 3차원 변환 정보의 전



(a)Original image



(b)Contour image



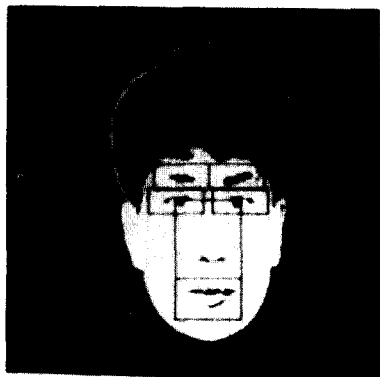
(c)Unconnected facial outline



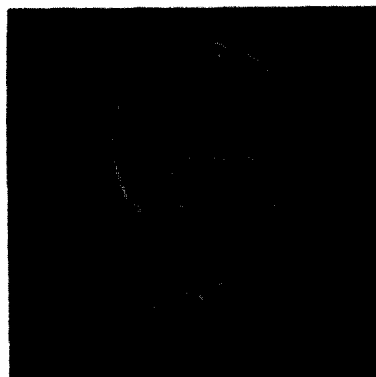
(d)Connected facial outline

그림 8. 원영상과 얼굴의 윤곽선 추출

Fig 8. Original image and extraction of facial outline.



(a)Component windowing



(b)Facial component

그림 9. 얼굴구성 요소의 분리

Fig 9. Segmentation of facial component.



그림 10. 추출된 특징점들
Fig 10. Extracted feature points.



(b) Extracted feature points

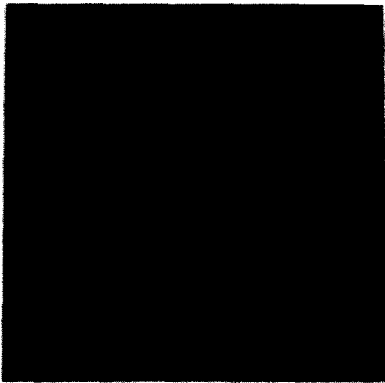
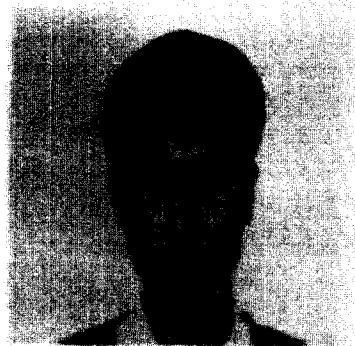
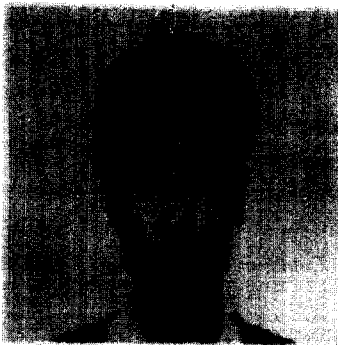


그림 11. 일반적인 철선 프레임
Fig 11. General wire frame.



(c) Matched wire frame model

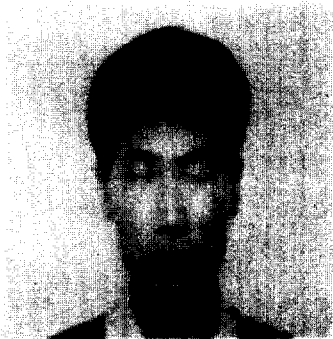
그림 12. 특징점들과 정합된 철선 프레임
Fig 12. Feature points and adjusted wire frame.



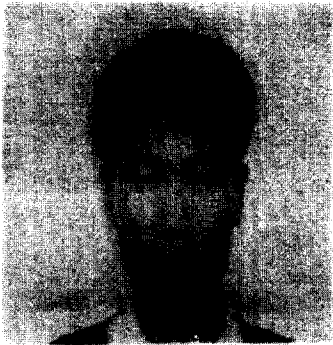
(a) Initial front view image



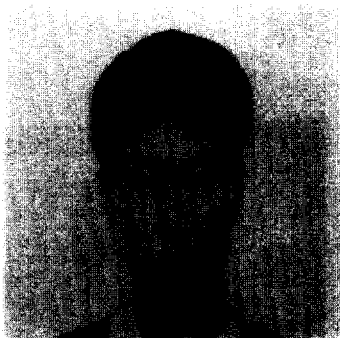
(a) Original



(b)Synthesized image



(a)Original



(b)Synthesized image

그림 13. 원영상과 합성영상들
Fig 13. Original images and synthesized images.

송만으로 영상합성이 가능하므로 극도의 높은 압축율로 동 영상부호화를 이룰 수 있을 것으로 기대된다.

V. 결 론

본 논문에서의 인물의 3차원 얼굴모델을 기반으로 하여 에지추출 연산자, 영상을 이진화시키는 역치화 기법, 영상 평활화기술 및 곡률 측정기법 등을 이용하여 특징점의 자동적인 추출을 수행하였다. 그리고 추출된 특징점에 근거하여 영상 합성법에 대해 연구하였다.

3차원 영상모델은 칠선 프레임 구조로 제작되었고, 이것은 입의의 형태로의 변환과 애니메이션, 음영 처리가 가능하도록 되어있다. 실제 얼굴에 대하여 변형된 얼굴영상의 합성을 시도하였고, 입부분에서의 영상합성시 문제점은 특징점 위치의 수정을 통해 보완하였다.

실험결과, 정면영상으로부터 인물의 다양한 표정 변화를 나타낼 수 있음을 알았다. 변형된 실제의 영상과 추출된 특징점을 이용하여 합성한 영상을 비교한 결과, 시각적으로 크게 거슬림 없이 나타났다. 따라서 부호화에 적용할 경우, 송신측에서는 특징점의 위치 정보만 전송하면 되므로 매우 높은 압축률로 부호화할 수 있다.

이상과 같은 모델기반 영상 합성법은 영상응답 서비스, 미디어 변환, 컴퓨터의 지능형 Man-Machine Interface 등 다방면에 응용될 수 있다.

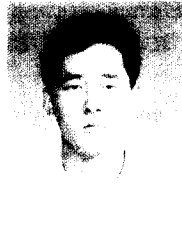
참 고 문 헌

1. R. Forchheimer and T. Kronander, "Image coding From waveforms to animation," *IEEE Trans. Acoust. Speech, Signal Processing*, Vol.37, No.12, pp.2008-2023, Dec. 1989.
2. K. Aizawa, H. Harashima and T. Saito "Model-based analysis synthesis image coding system for a person's face," *Signal Processing Image Commun.*, Vol.1, No.2, pp.139-152, Oct. 1989.
3. M. Kaneko, Y. Hatori, A. Koike, "Coding of Facial Images Based on 3-D Model of Head and Analysis of Shape Changes in Input Image Se-

- quence," *The Trans. Inst. Electron. Inform. Communi. Eng. Japan(IEICEJ) B*, Vol. J71-B, No.12, pp.1554-1563, Dec. 1988.
4. K. Aizawa, H. Harashima and T. Saito "Model-Based Analysis Synthesis Image Coding Scheme," *IEICEJ B-I* Vol. J72-B-I No.3 pp.200-207 Mar. 1989.
 5. 김동호, 홍원학, 김남철, 배건성, "3차원 모델기반 부호화에서 자동적인 특징점 추출 및 정합," 신호처리합동학술대회 119-122, 1991년 9월.
 6. H. Agawa, G. Xu, Y. Nagashima and F. Kishino, "Image analysis for face modeling and facial image reconstruction," *SPIE'90*, Vol. 1360, pp.1184-1197, 1990.
 7. N.C. Kim, T.S. Kim and S.M. Lee, "Image reconstruction from HVS-based sketch contours," *Picture Coding Symp. (PCS'91)*, Press. No. 12.2, Tokyo, Japan, Sep. 1991.
 8. D. H. Ballard and C. M. Brown, *Computer Vision*, Prentice Hall, 1982.
 9. N. Otsu, "A threshold selection method from gray-level histogram," *IEEE Trans on Sys. Man and Cybern.*, Vol. SMC-9, pp.62-66, Jan. 1985.
 10. 이상미, "두 변환검출 마스크를 이용한 3차원 영상분할 초저속 동영상 부호화." 경북대학교 박사학위논문, 1989년 12월.
 11. C. H. Teh and R. T. Chin, "On the detection of dominant points on digital curve," *IEEE Trans. Pattern Analysis Machine Intelligent*, Vol. PAMI-11, No. 8, pp.859-872, Aug. 1989.
 12. Paul S. Heckbert, "Survey of Texture Mapping," *IEEE Computer Graphics and its Application*, vol.6, No 11, pp.56-67, Nov. 1986.
 13. Alan Watt, *Fundamental of Three-Dimensional Computer Graphics*, Addison Wesley, 1990.
 14. E. Catmull, "A Hidden Surface Algorithm with Anti-aliasing," *Computer Graphics*, Vol.12, pp.6-10, 1978.
 15. 배문관, "3차원 모델기반 부호화에서 특징점을 이용한 얼굴 영상합성," 경북대학교 석사학위 논문, 1991년 12월.



裊 紋 寬 (Mun Kwan Bae) 정회원
 1966년 3월 20일생
 1990년 2월 : 경북대학교 전자공학과 졸업(공학사)
 1992년 2월 : 동대학원 전자공학과 졸업(공학석사)
 ※주관심분야 : 영상부호화, 영상처리, 컴퓨터 그래픽스등임



金 東 皓 (Dong Ho Kim) 정회원
 1967년 2월 12일생
 1990년 2월 : 경북대학교 전자공학과 졸업(공학사)
 1992년 2월 : 동대학원 전자공학과 졸업(공학석사)
 현재 : 금성사 TV연구소에서 근무 중
 ※주관심분야 : 영상부호화, 영상처리, 컴퓨터 그래픽스등임

鄭 聖 煥 (Sung Hwan Jung) 정회원
 1956년 8월 9일생
 1975년 3월~1979년 2월 : 경북대학교 공과대학 전자공학과(B.S.)
 1981년 3월~1983년 8월 : 경북대학교 대학원 전자공학과(M.S.)

金 南 哲 (Nam Chul Kim) 정회원
 1991년 vol.16, no.11참조

裊 建 星 (Keun Sung Bae) 정회원
 1953년 11월 9일생
 1973년 3월~1977년 2월 : 서울대학교 전자공학과(BS)
 1977년 3월~1979년 2월 : 한국과학원 전기 및 전자공학과(MS)
 1984년 8월~1989년 5월 : 미국 Univ. of Florida(Ph.D)
 1979년 3월~현재 : 경북대학교 전자공학과 부교수
 ※주관심분야 : 디지털 신호처리, 음성신호처리, 디지털통신 등임.