

# 개인아바타 자동 생성을 위한 얼굴 구성요소의 추출에 관한 연구<sup>☆</sup>

## A Study on Face Component Extraction for Automatic Generation of Personal Avatar

최 재 영\*  
Jae Young Choi

황 승 호\*\*  
Seung Ho Hwang

황보 택 근\*\*\*  
Taeg Keun Whangbo

양 영 규\*\*\*\*  
Young Kyu Yang

### 요 약

최근 네티즌들은 사이버 공간에서 자신의 정체성을 나타내기 위해 가상 캐릭터 '아바타(Avatar)'를 많이 이용하고 있으며, 더 나아가 사용자들은 좀 더 자신과 닮은 아바타를 요구하고 있다. 본 논문은 자동 아바타 생성의 기반기술인 얼굴 영역과 구성요소의 추출에 대한 연구로써 얼굴 구성 요소의 추출은 ACM과 에지의 정보를 이용하였다. 또한 얼굴 영역의 추출은 얼굴 영역의 면적 변화량을 ACM의 외부에너지로 사용하여 저해상도의 사진에서 발생하는 조명과 화질의 열화에 의한 영향을 감소시킬 수 있었다. 본 연구의 결과로 얼굴영역 추출 성공률은 92%로 나타났으며, 얼굴 구성 요소의 추출은 83.4%의 성공률을 보였다. 본 논문은 향후 자동 아바타 생성 시스템에서 얼굴 영역과 얼굴 구성요소를 정확하게 추출함으로써 패턴 부위별 특징처리가 가능하게 될 것으로 예상된다.

### Abstract

In Recent times, Netizens have frequently use virtual character 'Avatar' schemes in order to present their own identity. there is a strong need for avatars to resemble the users. This paper proposes an extraction technique for facial region and features that are used in generating the avatar automatically. For extraction of facial feature component, the method uses ACM and edge information. Also, in the extraction process of facial region, the proposed method reduces the effect of lights and poor image quality on low resolution pictures. this is achieved by using the variation of facial area size which is employed for external energy of ACM. Our experiments show that the success rate of extracting facial regions is 92% and accuracy rate of extracting facial feature components is 83.4%. our results provide good evidence that the suggested method can extract the facial regions and features accurately. moreover this technique can be used in the process of handling features according to the pattern parts of automatic avatar generation system in the near future.

☞ Keyword : face recognition, ACM, avatar, edge extraction.

## 1. 서 론

과거 네티즌들은 사이버 공간의 익명성에 매료 되었지만 오늘날에는 사이버 공간에서 자신의 이미지를 알리기 위해 가상 캐릭터 '아바타(Avatar)'를 많이 이용하고 있으며 10대부터 30대 직장인에게까지 폭발적인 인기를 누리고 있다[1]. 하지만, 대부분의 아바타들이 기 제작된 데이터를 사용하므로 다양한 형태를 제공할 수 없으며, 사용자들은 자신의 아바타가 다른 사람과 유사하거나 동일한 형태를 나타내는 것에 만족할 수 없다[2].

\* 정 회 원 : 경원대학교 소프트웨어연구소 연구원  
y1001@jaeyoung@cs.ucla.edu(제1저자)

\*\* 정 회 원 : 경원대학교 소프트웨어연구소 연구원  
hsh1052@kyungwon.ac.kr(공동저자)

\*\*\* 중신회원 : 경원대학교 소프트웨어학부 부교수  
tkwhangbo@kyungwon.ac.kr (교신저자)

\*\*\*\* 정 회 원 : 경원대학교 소프트웨어학부 교수  
ykyang@kyungwon.ac.kr (공동저자)

[2004/10/26 투고 - 2004/11/21 1차 - 2005/05/09

2차 - 2005/05/13 심사완료]

☆ 본 연구는 정통부 ITRC 지원사업에 의해 수행되었음

본 논문은 사용자 자신과 닮은 아바타를 생성하게 할 수 있는 기초 연구로써, 자신만의 아바타를 만들기 위해 입력 영상에서 얼굴 영역과 얼굴의 구성요소를 정확하게 추출하는 방법에 관한 연구이다.

일반적으로 얼굴 영상기술은 크게 얼굴을 인식하는 분야, 얼굴의 특징점을 추출하는 분야, 캐리커처 또는 개인 아바타의 생성 등을 위한 얼굴 영역을 추출하는 분야로 나누어 볼 수 있고, 아바타를 위한 얼굴 영역 추출 분야는 기존의 얼굴 인식이나 얼굴 특징 추출과는 달리 정확한 얼굴 형태를 추출할 수 있어야 한다[3,4]. 얼굴추출에 관한 연구는 입력영상의 열화 및 조명의 영향에 민감한 특징이 있으며 특히, 해상도 및 화질이 떨어지는 핸드폰용 카메라에 의해 입력되는 영상에서 더욱 크게 나타나므로 정확한 얼굴 영역의 추출에 어려움이 발생한다[5].

본 논문에서는 얼굴 영역의 정확한 추출을 위해 다른 색상 공간보다 얼굴 영역의 추출에 효율적인 TSL 색상 공간을 이용하여 얼굴 영역의 후보위치를 선정하였다. 이를 근간으로 초기의 제어점을 생성하였으며, 얼굴 구성요소의 정확한 추출을 위해서 구성요소의 캐니 에지를 이용하여 ACM의 초기 제어점으로 선정하였다. 또한 얼굴 영역의 추출을 위해서는 ACM (Active Contour Model)의 외부에너지를 화소간의 밝기차가 아닌 얼굴 영역의 면적의 변화량을 측정하여 응용하였다. 이에 관한 세부 내용으로 2장에서 TSL 색상 공간과 마할라노비스 거리를 이용한 후보 영역의 선정과정을 기술하고, 3장에서 변형된 ACM 방식으로 보다 정확하게 얼굴을 추출하는 방법과 얼굴 구성요소의 정합에 관하여 서술한다. 4장에서는 제안한 방법의 유효성을 평가하고, 5장에서 결론을 정리하여 향후의 발전방향을 제시한다.

## 2. TSL 색상 공간을 이용한 얼굴 영역 탐색

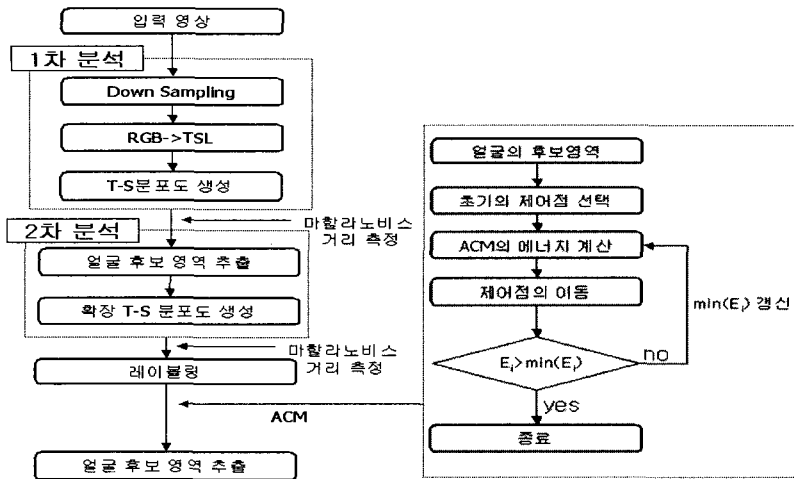
얼굴의 영역을 검출하는 방법은 여러 가지 방법들이 있으나 가장 간단하고 빠른 성능을 보일 수 있

는 것은 얼굴 색상 공간을 이용하는 방법이다. J. C. Terrillon은 다른 색상공간 보다 TSL(Tint, Saturation, Luminance)색상공간이 얼굴의 영역을 추출하는데 적합함을 보였다[6]. 색상공간을 이용하여 얼굴영역을 추출하는 방법은 조명의 영향에 의해 미 검출되는 영역이 존재하는 단점이 있지만, 얼굴에 근사한 영역의 추출이 가능하다. 추출된 얼굴 근사영역의 높이와 넓이를 이용하여 얼굴영역을 포함하는 타원형을 생성한 후 이를 이용하여 ACM의 초기 제어점을 선택하였다. ACM의 제어점을 자동으로 얼굴 및 구성요소에 정합시키는 방법은 3장의 응용 ACM에서 설명하고 이 장에서는 TSL 색상공간과 마할라노비스 거리를 이용한 얼굴 영역의 근사 위치 판단에 대하여 설명하였다.

얼굴 영역의 추출 알고리즘은 그림 1과 같이 구성되어 있고, 2.1에서는 색상공간을 이용한 1차분석 및 2차분석에 관하여 설명하고, 2.2에서는 ACM을 이용한 얼굴 영역의 추출, 에지를 근간으로한 ACM 방법을 이용하여 얼굴 구성요소를 추출하는 방법에 관하여 기술하였다.

### 2.1 색상공간의 분석

TSL색상공간을 이용한 얼굴 영역의 추출에서는 얼굴에 정확한 위치를 결정하기 보다 향후 ACM에 적용될 초기의 제어점의 위치를 얼굴 영역에 근사할 목적으로 사용되기 때문에 화질의 중요성보다 잡음의 제거가 더 중요하다. 본 논문에서는 이러한 조명의 영향을 최소화하기 위하여 입력영상에 다운 샘플링을 적용하였다. 다운 샘플링은 세로를 50화소로 고정하고 가로는 입력영상의 가로:세로 비율에 의해 자동으로 설정되게 하였다. 입력된 영상은 핸드폰의 특성상 조명의 영향을 많이 받으며, 영상의 질 또한 일반적인 영상들보다 많이 떨어지는 현상이 나타나게 된다. 이러한 입력 영상은 RGB 색상으로 입력되므로 식 (1)을 이용하여 TSL 색상 공간으로 변환하였다[7]. 그림 2의 (a)는 붉은색을 0으로 하고 파란색을 128



〈그림 1〉 얼굴 영역 추출 알고리즘

로 하여 변화하는 색상값이 TS 공간에서 나타나는 것을 보여준다. 또한 그림 2(a)에서는 붉은색의 제열은 T값이 0.5에서 0.7사이로 나타나고, 이 영역이 얼굴 생상이 나타나는 공간임을 알 수 있다. 붉은색의 색상의 면화를 채도에 따라 나타낸 그림이 그림 2의 (b)이다. 이 그림은 검은색을 0으로 하고 붉은색을 255로 하여, 그 색상값을 TS 공간에서 나타내었다.

$$T = \begin{cases} \arctan(r'/g')/2\pi + 1/4, & g' > 0 \\ \arctan(r'/g')/2\pi + 3/4, & g' < 0 \\ 0, & g' = 0 \end{cases}, \quad (1)$$

$$S = [9/5(r'^2 + g'^2)]^{1/2}$$

$$L = 0.299R + 0.587G + 0.114B$$

where  $r' = (r-1/3), g' = (g-1/3)$   
 $r = R/(R+G+B), \text{ and } g = G/(R+G+B)$

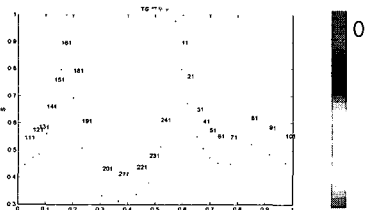
또한, 이러한 얼굴 색상 공간의 특징은 그림 3의 (b)와 같이 타원형의 구조를 가지고 있으므로, 입력영상에서의 얼굴 중심 영역에 해당하는 T-S 값을 근간으로 마할라노비스 거리에 의한 얼굴 영역을 선정하였다. 마할라노비스 거리측정은 식 (3)와 같고, 이에 의한 얼굴 후보 영역의 추출은 그림 3의 (c)와 같다.

$$P(X(i,j) | K) = \frac{\exp[-\frac{1}{2}((X(i,j) - m_K)^T C_K^{-1} (X(i,j) - m_K))]}{2\pi |C_K|^{1/2}} \quad (2)$$

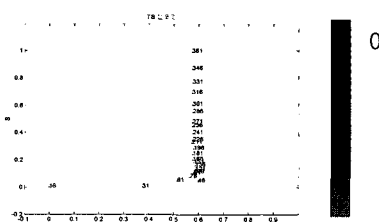
$$[\lambda_K(i,j)]^2 = [X(i,j) - m_K]^T C_K^{-1} [X(i,j) - m_K] \quad (3)$$

X : 입력영상

K : 얼굴색 공간



(a) 색상별 T-S 분포



(b) T-S 공간내의 명암의 변화

〈그림 2〉 T-S 공간 분석

$C_K$  :  $K$ 의 공분산

$m_K$  :  $[m_{T_k} m_{S_k}]^T$ 로 평균벡터

$X(i,j)$ 를 좌표  $i, j$ 에서의  $[T(i,j) S(i,j)]^T$  벡터로 표현 가능하다고 할 때,  $X(i,j)$ 가 얼굴색 공간  $K$ 에 포함될 조건 확률함수를 2차원 가우시안 확률 밀도 함수로 나타내면 식 (2)와 같다. 여기서  $C_K$ 를 얼굴색 공간  $K$ 의 공분산이라 하고,  $m_K$ 를  $[m_{T_k} m_{S_k}]^T$ 로 표현되는 평균 벡터라 가정하면 마할라노비스 거리  $\lambda_K(i,j)$ 는 식 (3)과 같다. 여기서 중심은  $m_K$ 가 되며, 중심축은 공분산  $C_K$ 에 의하여 결정된다[7].

## 2.2 얼굴영역 추출

얼굴 영역의 추출과정은 그림 3과 같이 입력영상 (a)가 들어오면, 식 (3)에 의해 얼굴 영역에 대한 마할라노비스 거리 측정을 하고, 그림 3의 (b)의 타원 안에 해당하는 화소를 추출할 수 있으며, 추

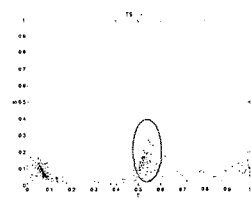
출된 영역은 그림 3의 (c)와 같이 나타난다. 그림 3에서 누적 히스토그램의 중심부터의 연결성을 판단한 후 A와 B처럼 분리된 영역이 나타나고, 나타난 영역이 실험에 의한 임계값(1.4) 'th'보다 작은 영역이라면 얼굴 후보 영역에서 제거하여 영역 B만을 선택한다.

하지만, 1차 분석에 의한 영상은 그림 4의 (a), (c)와 같이 얼굴 영역 내의 많은 부분들이 추출되지 못함을 볼 수 있다. 또한 그림 4의 (c)에서의 좌측처럼 잡영이 얼굴 영역으로 판단되는 부분이 나타나는데, 이러한 잡영의 제거를 위한 추가적인 알고리즘이 필요하다.

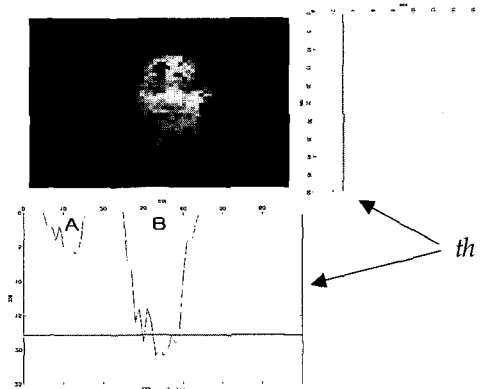
본 논문에서는 레이블링을 이용하여 얼굴 후보 영역을 추출하였다. 하지만, 그림 4의 (a)와 (c)와 같은 경우처럼 얼굴내부의 미 추출된 요소에 의해서 레이블링시 얼굴 영역이 분할되는 문제가 발생한다. 이러한 문제를 보완하기 위하여 2차 분석의 단계로 마할라 노비스 거리를 확장하여 적용하였



(a) 입력영상

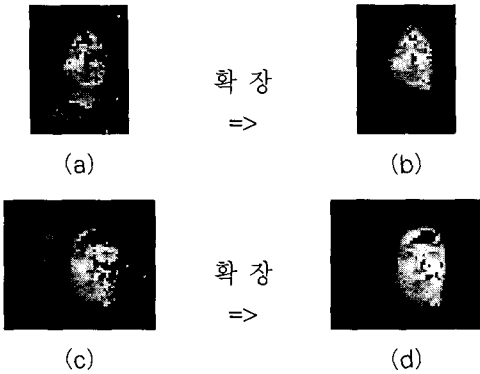


(b) 마할라노비스 거리



(c) 얼굴 후보 영역과 가로 세로 히스토그램

<그림 3> 얼굴 후보 영역 추출

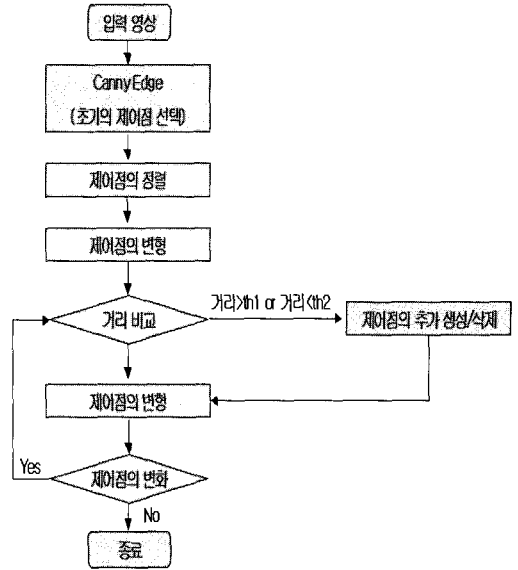


〈그림 4〉 확장 추출된 얼굴 후보 영역

다. 즉, 이 방법은 마할라 노비스 거리의 확률값을 증가시키므로 좀더 많은 얼굴 색상을 구하는 것이다. 본 논문에서는 1차 추출보다 20% 정도 추가하여 임계값을 “1.7”로 설정하여 확장하였다. 본 논문에서 최초로 마할라 노비스의 거리를 충분히 확장하지 않은 것은 배경과 얼굴 영역과의 분리를 위함이었다. 즉 최초로 마할라 노비스에 의한 거리를 확장하였으면, 그림 3의 (c)에서 배경으로 판정된 부분의 색상 또한 증가하게 되고, 얼굴과 배경의 분리가 불가능하다. 본 논문에서는 1차 추출시 마할라 노비스의 거리를 작게 선정하여 배경을 제거한 후에 마할라 노비스 거리를 확장함으로써 배경을 배제하고, 얼굴영역은 더 많이 추출할 수 있다. 이러한 연산을 한 후 얼굴 후보 영역을 레이블링 연산하면 보다 정확한 얼굴 후보 영역의 추출이 가능하다. 그림 4의 (a)와 (c)는 1차 추출 후의 영상이고, (b)와 (d)는 2차 추출 후의 영상이다. (a)와 (b)를 비교하면 1차 추출에 의한 잡영이 2차 추출 과정에서 사라졌고, 1차 추출에서는 목 부위가 선택되었던 반면, 2차 추출에서는 제거되었음을 확인할 수 있다. 또한 (c)와 (d)를 비교하면, 1차 추출시 얼굴의 좌측 뺨 부분에서 미 추출된 영역이 2차 추출에 의해서 많이 추출되었다.

### 3. 응용 ACM

입력영상들은 눈, 눈썹, 입등의 구성요소를 포함



〈그림 5〉 구성요소 정합 알고리즘

하는 영상이다. 이러한 영상들은 케니의 방법을 이용하여 윤곽선을 구하고 제어점들을 선정하게 된다. 선정된 제어점들의 집합을  $S$ 라하면 집합  $S$ 는 폐곡선을 이루어야하며,  $S$ 의 원소들은 순서를 가지고 있어야한다. 이러한 순서를 가지기 위해 제어점들은 정렬하고, 그 후 ACM을 이용하여 제어점을 변형한다. 제어점간의 거리에 멀 경우 새로 제어점을 생성하고, 가까울 경우 제어점을 삭제하여 제어점간의 거리가 일정한 거리를 유지하도록 하였다. 이러한 알고리즘은 최대 75회 반복하며, 그전에 제어점간의 변화가 없을 경우 종료하게 된다. 이러한 구성요소의 정합은 그림 5과 같이 나타나며, 3.1에서는 응용 ACM을 이용하여 얼굴영역을 정합시키는 방법에 관하여 기술하고, 3.2에서는 edge를 이용한 ACM으로 구성요소를 정합시키는 방법에 관하여 설명한다.

### 3.1 얼굴 영역의 정합

ACM은 찾고자 하는 영상의 주위에 제어점을 근간으로 하는 폐곡선을 생성시킨 후 생성된 제어점들을 관심 객체의 윤곽선에 매칭을 시키는 과정으

로 이루어진다. M. Kass가 제안한 이 알고리즘은 물체의 윤곽선을 능동적으로 찾아주기 때문에 영상분할이나 객체 추적과 같은 분야에서 널리 적용되어지고 있다[8,9].

초기의 제어점의 선택은 얼굴의 후보영역의 최외곽 사각형에 내접하는 타원형으로 선택을 하였고, ACM의 에너지는 식 (4)와 같이 표현된다.

$$E = \int_0^1 (\alpha E_{inner}(v(S)) + (\beta E_{ext}(v(S)))) ds \quad (4)$$

$$S = [v_1, v_2, \dots, v_n]$$

$$v_i = (x_i, y_i)$$

여기서  $S$ 는 제어점의 집합이고,  $v_i$ 는 각각의 제어점들의 좌표를 나타며,  $E_{inner}$ 는 내부에너지,  $E_{ext}$ 는 외부에너지를 나타낸다. 일반적인 내부에너지는 식 (5)와 같이 제어점들의 곡선의 성질을 이용하고, 외부에너지는 식 (6)과 같이 영상에서의 화소값들의 변화량을 이용하여 에지에 근접하도록 하는 방법을 사용한다. 이렇게 계산된 에너지  $E$ 를 최소화 하는 방향으로 제어점을 움직이며 윤곽선을 찾아내는 것이다. 하지만, 모바일 영상에서는 조명의 영향이나 화질의 열화에 의해 화소값의 변화량이 일정하지 않게 나타난다.

그렇기 때문에 본 논문에서의 내부에너지는 일반적인 방법과 동일하게 제어점들의 곡선성을 식 (5)와 같이 사용하였으며, 외부에너지는 일반적으로 식(6)과 같이 화소값의 변화를 이용하지만, 본 논문에서는 얼굴 영역의 면적 변화를 식 (7)을 이용하여 하는 것을 제안하였다.

$$E_{inner} = \frac{1}{2} (\alpha(S) |g'(s)|^2 + \beta(S) |g''(s)|^2) \quad (5)$$

$$E_{ext} = \frac{G_{min} - G_j}{G_{max} - G_{min}} \quad (6)$$

$G_{max}$  : 최대 밝기값

$G_{min}$  : 최소 밝기값

$$\Delta E_{ext} = Area(S_i) - Area(S_{i-1}) \quad (7)$$

$Area(S_i)$  :  $i$ 번째 시간의 얼굴 화소수

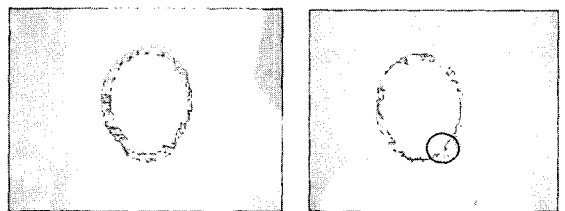
$Area(S_i)$ 는 폐곡선  $S$ 의 얼굴 영역 면적을 계산한 것이다. 이렇게 계산 되어진 전체 에너지  $E$ 를 최소화하는 폐곡선  $S$ 를 이동하게 되는데, 외부 에너지에 의한 제어점의 변화는 영상의 중심으로 이동하게 되고, 면적이 얼굴 영역에 일정하게 수렴할 때 종료하게 하였다. 그림 6에서의 최초의 제어점은 T-S 색상 공간 분석에 의해 추출된 얼굴 후보 영역에 내접하는 타원을 생성하여 선정하였다. 그림 6의 (a)의 선은 최외

곽이 초기의 제어점이고, 이들이 에너지에 의해 변형되면서 얼굴 영역으로 잘 정합되어진 것을 확인할 수 있고, 그림 6의 (b)는 하단에 얼굴 영역과 유사한 영역이 존재하기 때문에 원형영역에서처럼 제어점의 이동이 잘못되어졌지만, 대체적으로 얼굴 영역에 거의 유사하게 정합하였음을 알 수 있다.

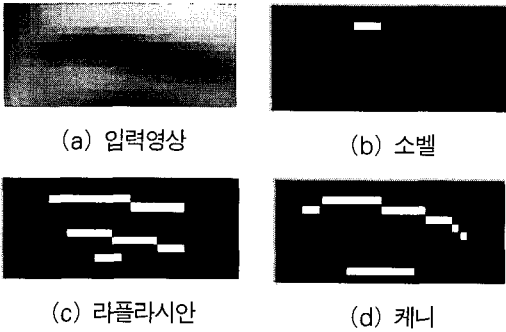
### 3.2 얼굴의 구성 요소의 정합

얼굴 영역 추출한 후, 얼굴의 구성요소의 초기 위치선정은 기하학적 구조에 의하여 선정한다[10]. 이러한 기하학적 구조를 가지는 facial map에 의해 분할된 얼굴 영역에서 얼굴의 구성 요소의 추출은 얼굴 구성 요소의 에지를 이용하는 방법을 사용하였으며 에지를 추출하는 알고리즘은 케니, 소벨, 라플라시안 등 여러 가지 알고리즘이 있다. 그림 7은 이러한 다양한 에지를 테스트한 결과이다.

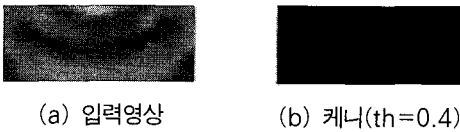
그림 7의 (b)와 같은 소벨의 경우 얼굴의 구성 요소를 표현하기에 에지가 너무 적게 나오고 (c)와 같은 라플라시안의 경우는 반대로 조명에 민감하게 반응하는 결과를 보이는 반면 (d)의 케니 에지는 적당한 에지가 나타나므로 본 논문에서는 이



〈그림 6〉 추출된 얼굴 후보 영역



〈그림 7〉 눈썹에 관한 여러 가지 에지의 추출

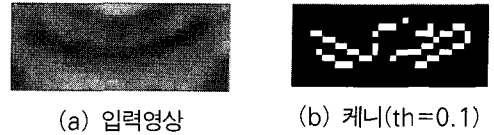


〈그림 8〉 입술영역의 에지 추출

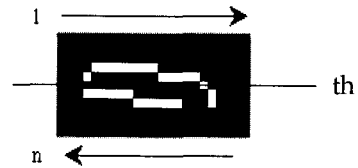
중 가장 성능이 좋은 알고리즘인 케니 알고리즘을 이용하여 에지를 추출하였다. 하지만, 입술과 얼굴 색과 같이 밝기값의 차이가 적을 경우 그림 8과 같이 에지지가 불분명하게 생성되거나 에지가 나타나지 않는 경우가 발생하게 된다. 본 논문에서는 이러한 입술 영역에 대한 에지의 추출을 위해서 케니 에지의 임계값을 0.1으로 하여 미세한 에지들도 추출하고자 하였다. 이렇게 추출된 강조된 에지들은 그림 9과 같이 나타난다.

ACM의 알고리즘에서 내부에너지의 계산을 위하여 제어점들은 순차적으로 존재하여야 한다. 즉 제어점들은 서로 인접한 제어점들 순으로 정렬되어야 한다. 본 논문에서는 이러한 순서를 그림 10과 같이 정하기 위하여 그림 11과 같은 알고리즘으로 에지들을 재정렬하는데 이는 제어점의 세로축의 최소값과 최대값을 계산하여 이에 대한 평균을 구하고, 평균의 위에서 나타는 제어점은 좌측에서 우측으로 순서를 주고 반대의 경우 우측에서 좌측으로 순서를 정하였다.

여기서  $th$ 는 선택된 영역의  $y$ 축 평균값을 나타낸다. 입력된 제어점이 평균보다 위로 나타나면, 이를  $up\_cnt$ 에 저장하고, 반대의 경우  $down\_cnt$ 에 저장을 한다. 그 후  $up\_cnt$ 의 제어점들은  $x$ 값들의



〈그림 9〉 강조된 케니에지



〈그림 10〉 제어점의 정렬

```

th = (max(cnt_y)-min(cnt_y))/2
if (th <= cnt(i,j))
cnt(i,j) ∈ up_cnt
else
cnt(i,j) ∈ down_cnt
end
sort_up(up_cnt)
sort_down(down_cnt)
cnt=up_cnt @down_cnt
    
```

〈그림 11〉 제어점의 정렬 알고리즘

크기가 작은 것부터 순서로 정렬하고,  $down\_cnt$ 에 저장된 제어점들은  $x$ 값이 큰순으로 정렬한다.

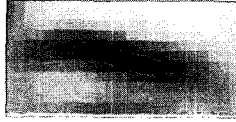
정렬된 제어점의 변형은 식 (5)와 (6)와 같은 ACM을 이용하여 그림 12과 같이 구성요소의 추출을 하였다. 이는 전체적으로 구성요소의 형태에 맞게 추출이 되었으며, 에지가 폐곡선을 나타내지 않는 영역에서도 제어점이 정확하게 추출되어진 것을 확인할 수 있다.

#### 4. 성능평가

기존의 ACM을 이용한 얼굴 영역 추출에 대한 대부분의 연구가 에지를 이용하였으나, 모바일 영상의 특성상 조명 및 해상도의 영향이 크고, 이에 의해 정확한 에지의 추출이 어려운 문제가 있었다. 그 뿐 아니라 ACM의 성능은 제어점의 초기 위치에 많이 의존하므로 이에 대한 초기 위치 선정이 어려운 문제들이 있었다. 이에 본 논문에서



(a) 눈 추출



(b) 눈썹 추출



(c) 입 추출

〈그림 12〉 구성요소의 추출

는 T-S공간 분석을 이용하여 보다 효율적인 제어점 선정을 하고, 얼굴 영역의 면적 변화량을 외부 에너지로 한 ACM을 적용함으로써 얼굴 영역을 정확하게 추출할 수 있었다. 또한 구성요소의 추출을 위해 에지를 근간으로 하는 ACM의 방법을 제안하였다.

본 논문에서 실험에 사용된 영상은 웹에서 모바일 카메라로 얼굴영역만을 촬영한 사진들 중에서 너무 어둡거나 밝은 조명을 나타내는 사진들을 제외하였다. 또한 입력영상은 얼굴영역이 다른 객체에 의해 가려져선 안 된다는 제한과 정면을 응시한 영상으로 포즈를 제한하였다. 표 1은 실험결과를 나타내며, 구성요소는 각 입력영상에서 5개(두 눈, 두 눈썹과 입)의 구성요소를 테스트 한 결과이다. 얼굴영역의 추출률이 구성요소의 추출률보다 더 좋은 결과를 나타내었다. 이는 ACM의 성능이 초기의 제어점의 위치에 의해 크게 좌우되는 특징 때문에, 구성요소의 에지가 구성요소와 일치되는 않으면 정확한 추출이 어렵기 때문이다.

## 5. 결 론

사진에서의 구성요소의 경계가 한 화소 또는 두 화소로 선정되는 것은 아니기 때문에 입력 영

상에서의 얼굴영역이나 구성요소나 화소단위로 정확하게 분리할 수는 없다. 그렇기 때문에 본 논문에서의 평가는 추출된 영역이 원 영상의 형태를 유지하며, 원하는 위치에 존재하였을 때를 추출한 것으로 평가하였다. 얼굴 영역은 항상 입력영상에서 중앙에 위치한다는 제한 사항이 있으므로, 얼굴 영상의 색상정보를 이용하여 TSL색상의 분석함으로써 92%의 성능을 나타냈으며, 구성요소는 각 입력영상에서 5개(좌우측 눈과 눈썹 그리고 입)를 선택하여 테스트한 결과 83.6%의 성능을 나타내었다. 이러한 결과는 일반적인 ACM을 이용한 얼굴 영역 추출에 비해 10%의 성능향상으로 보였으며, 얼굴 구성 요소추출에서는 캐니에지를 적용한 방법 보다 성능이 4.8% 향상되었다. 구성요소의 영역은 얼굴의 영역 보다 크기가 적기 때문에 조명에 대하여 더 민감하여 추출률이 8.4% 더 낮게 나타난다. 이러한 문제점들은 좋은 해상도의 카메라들이 계속해서 개발되면서 좀 더 좋은 성능을 나타낼 수 있을 것으로 예상된다.

향후에는 이렇게 추출된 얼굴 영역과 구성요소들에 색조 단순화를 적용하여 개인 아바타의 생성이 가능할 것이다. 또한 ACM에서 추출된 제어점은 3D 아바타 생성을 위한 특징점으로 사용 가능할 것으로 생각된다. 3D 아바타를 생성하기 위해

〈표 1〉 구성요소의 추출율

		제안한 방법			
		실험 영상	추출된 영상	미추출된 영상	추출율
얼굴	제안한 방법	50	46	4	92%
	ACM	50	42	8	82%
구성요소	제안한 방법	250	209	41	83.6%
	캐니 에지	250	197	53	78.8%



서는 ACM의 제어점에서 3D 모델에 매칭을 위한 특징점을 선정하는 연구가 진행 되어야 할 것이다.

## 참 고 문 헌

- [1] 여영인, 원광연, "3D 아바타 현황 : Survey on 3D Avatar", KAIST 기술자료, p. 2, 2003. 9
- [2] 이장희, 이지용, 강훈, "Interactive Evolutionary Computation을 이용한 아바타 자동생성에 관한 연구", 정보통신연구소 논문집, vol. 4, no.1, pp.13-21, 2002.
- [3] R.Brunelli and T. Poggio, "Face Recognition : Features versus Templates," IEEE Trans. Pattern Analysis and Machine Intelligence, vol. 15, pp. 1638-1642, 1989.
- [4] 권해인, "히스토그램과 영역분할 기법을 이용한 얼굴추출에 관한 설계 및 구현", 컴퓨터정보통신공학과, 건국대학교, 2002.
- [5] R.-L. Hsu, M. Abdel-Mottaleb and A. K. Jain, "Face Detection in Color Images," IEEE Trans. Pattern Analysis and Machine Intelligence, vol. 24, no. 5, pp. 696-706, May 2002.
- [6] J. C. Terrillon and S. Akamatsu, "Comparative performance of different chrominance spaces for color segmentation and detection of human faces in complex scene image," Proc. of the 4th IEEE Int'l Conf. on Automatic Face and Gesture Recognition, pp. 54-60, 2000.
- [7] 최재영, "얼굴인식 향상을 위한 얼굴의 다양한 포즈 및 표정의 정규화에 관한 연구", 전자계산학과, 경원대학교, 2004.
- [8] M. Kass, A. Witkin and D. Terzopoulos, "Snakes : active contour models," International Journal of Computer Vision, vol. 1, no. 4, pp. 321-331, 1998.
- [9] Vytautas Perlibakas, "Automatic detection of face features and exact face Contour," Pattern Recognition Letters, vol. 24, pp. 2977-2985, 2003.
- [10] 차영주, "색상정보와 기하학적 특성에 기반한 효율적인 얼굴 영역 검출에 관한 연구", 전자계산학과, 경원대학교, 2002.

◎ 저자 소개 ◎



**최재영 (Jae Young Choi)**

1995년 경원대학교 수학과 1졸업(학사)

1999년 경원대학교 전자계산학과(석사)

2004년 경원대학교 전자계산학과(박사)

관심분야 : 디지털 영상 처리, 멀티미디어, 패턴인식, 컴퓨터 비전, etc.

E-mail : jy1001@kyungwon.ac.kr



**황승호 (Seung Ho Hwang)**

2001년 경원대학교 수학과 졸업(학사)

2003년 경원대학교 전자계산학과 졸업(석사)

관심분야 : 디지털 영상 처리, 멀티미디어, etc.

E-mail : hsh1052@kyungwon.ac.kr



**황보택근 (Taeg Keun Whangbo)**

1983년 고려대학교 금속공학과 졸업(학사)

1987년 CUNY대학교 대학원 Computer Science학과 졸업(석사)

1995년 S.I.T대학교 대학원 Computer Science학과 졸업(박사)

1997년 ~ 현재 경원대학교 소프트웨어학부 교수

관심분야 : 정보가시화, Computer Graphics, 영상처리, etc.

E-mail : tkwhangbo@kyungwon.ac.kr



**양영규 (Young Kyu Yang)**

1972년 서울대학교 공과대학 졸업(학사)

1974년 서울대학교 환경대학원 졸업(석사)

1984년 Texas A&M University 졸업(박사)

1973년 ~ 1979년 KIST전산실 연구원, 선임연구원

1984년 ~ 1998년 시스템공학연구소 연구부장

1998년 ~ 2002년 ETRI 컴퓨터, 소프트웨어기술 연구소 센터장

2002년 ~ 2003년 Univ of California at Irvine 객원 연구원

2003년 ~ 현재 경원대학교 소프트웨어대학 교수

관심분야 : 모바일서비스, 공간정보처리기술, etc.

E-mail : ykyang@kyungwon.ac.kr