

## 불변모멘트를 이용한 얼굴 영상의 특징 추출에 관한 연구

○

정지훈\*, 조창석\*

\*한신대학교 정보통신학과

## A Study on The Extration of Charicteristic Points of The Facial Images Using Central Moments

○

Ji-Hun Jung, Chang-Suk Cho\*

\*Dept. of Information Science and Telecommunications, Hانشin University

### 요 약

본 논문은 CCD카메라 얼굴 영상에서 얼굴의 특징을 추출하여 사이버 캐릭터 그래픽에 적용시키는 것을 목적으로 하고 있다. CCD카메라로 촬영된 얼굴 영상에 기초적 영상 전처리를 실시한 후 불변모멘트의 일종인 센트럴모멘트를 사용하여 눈, 코, 입을 추출하였다. 제안된 방법으로 20명의 얼굴 사진을 대상으로 하여 추출 실험을 한 결과, 일반적인 실내 사무실 조명 환경 하에서는 정확히 추출되는 것을 확인할 수 있었다.

### 1. 서론

사이버 공간 상에서의 아바타[1]를 제작할 때나 컴퓨터 그래픽에 의한 얼굴 그림을 제작하려 할 경우 일반적으로 자신과 닮은 형태의 아바타 캐릭터 혹은 그래픽 결과를 원하게 된다. 이를 제작할 때 가장 큰 문제점은 일반적 얼굴 영상에서 얼굴의 특징을 어떠한 방식에 의하여 자동으로 추출해내느냐 하는 것으로서 이 부분에 가장 큰 어려움이 존재한다.

본 연구에서는 이러한 아바타나 그래픽을 제작하기 위한 얼굴의 특징 추출 방법을 불변 모멘트를 이용하여 구현하여 보았고 이를 20명의 얼굴 영상에 적용시켜 보았다. 실험 결과는 조명 환경에 의하여 그 성공, 실패가 많이 좌우되나 일반 사무실의 조명 환경을 가정한 영상의 경우 추출이 안정적으로 이루어 짐을 관찰할 수 있었다. 얼굴의 특징 추출은 눈, 코, 입을 대상으로 하였다.

### 2. 얼굴의 특징 추출

얼굴의 특징 추출은 얼굴의 주요 특징을 나타내는

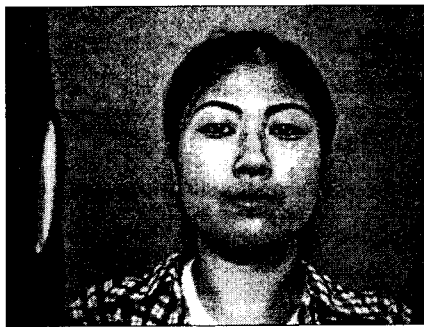
눈, 코, 입의 3부분을 대상으로 하였고 이러한 특징 부위들은 얼굴의 그래픽 표현부분에서 사진상의 얼굴과 닮은꼴의 얼굴 그래픽을 제작하는데 이용된다.

얼굴의 각 특징부위를 추출하기 위해서는 이들 특징 부위의 개형을 구하는 것이 필요하며 이를 위하여 로우패스 필터를 적용하여 군소 잡음을 제거한 후, 균일화[2]를 통해서 영상의 명도 분포를 고르게 하여 2진화를 하였다. 2진화된 영상을 대상으로 라벨링[3]을 하여 불요 영역제거를 한 후, 센트럴 모멘트[4]에 의하여 특징부위의 존재 범위를 확정하였다. 이 영역을 대상으로 수직 및 수평 방향으로 농담 분포를 구한 후 영역 분할 방식에 의하여 눈, 코, 입의 3부분을 추출하였다.

#### 2.1 얼굴의 개형 추출

얼굴의 각 특징부위를 추출하기 위해서는 이들 특징 부위의 개형을 구하는 것이 필요하며, 이를 위하여 원 영상에 로우패스 필터를 적용한 후 균일화를 통해서 영상의 명도 분포를 고르게 하여 정보를 풍부하게 하였다 (그림 1, 2). 위의 방식에 의하여 전 처리된 (그림 2)의 영상을 대상으로 2진화를 진행하

였다. 2진화를 할 때의 기준이 되는 임계값의 결정 방식으로는 판별분석법[5]을 사용하였으며 이는 임계값의 자동결정을 위한 방식 중 판별분석법이 비교적 양호한 결과를 보였기 때문이다. 판별분석법에 의한 임계값 결정방식은 급내 분산과 급간 분산의 비율이 최대치가 되는 농도 값을 임계치로 결정하는 방식이다. (식 1)은 판별분석법에서의 급간분산과 급내분산을 구하는 계산식이다.



( 그림 1 ) 원 영상



( 그림 2 ) 로우패스필터와 균일화 적용

$$\eta(T) = [ \sigma^2_B(T) / \sigma^2_W(T) ]_{\max} \quad ( \text{식 1} )$$

$$\sigma^2_B(T) = \frac{\sum_{k \in N_n} n_k (\bar{x}_k - \bar{x})^2}{\sum_{k \in N_n} n_k}$$

$$N_n = \{1, 2, \dots, N\}$$

$$\sigma^2_W(T) = \frac{\sum_{k \in N_n} \sum_{l \in N_l} (x_{kl} - \bar{x})^2}{\sum_{k \in N_n} n_k}$$

$$N_l = \{1, 2, \dots, n_k\}$$

여기서,  $\sigma^2_B(T)$ 는 급간분산( betweenclass variance

),  $\sigma^2_W(T)$ 는 급내분산( intraclass variance )을 나타내고  $\eta(T)$ 는 급간분산과 급내분산의 비율이 최대치가 되는 값을 나타낸다.



(그림 3) 판별분석법 2진화 적용

## 2.2 얼굴내 불요 영역의 제거

2진화한 얼굴 영상에서의 불요영역 제거를 위하여 라벨링[3] 처리를 실시하였다. 라벨링 처리는 순차적 처리방식의 전형적 예이며 매우 중요한 처리이다. 라벨링을 하는 이유는 특징추출과 관계없는 불요 영역을 제거하기 위함이다.

라벨링 처리는 아래의 방식에 의하였다. 그 방식으로는 아래에서 보듯이  $f_{ij}$ 를 주목화소로 하고 인접점을 래스터스캔 방식에 의하여 채취적으로 조사하여, 라벨을 각 화소에 부착시켜 나간다. 라벨링의 순서는 다음의 아래의 방식으로 하였으며 이는 4연결 라벨링 방식이다. 4연결 방식을 채택한 것은 제거해야할 군소영역의 면적만을 구하면 되기 때문이다. 또한 8방향으로 했을 경우 잡음끼리의 불체 형성으로 불필요한 라벨이 발생하기 때문이다.

STEP1 래스터스캔의 개시점을 대상 영상의 좌상으로 함

STEP2 래스터 주사를 계속하여  $f_{ij}$  에 라벨부착

STEP3 주목화소  $f_{ij} = 0$

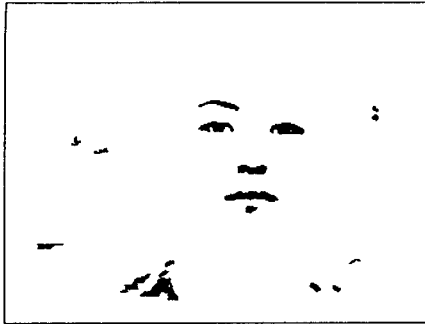
STEP3-1  $f_{i+1,j} = 0$  이면 (i+1,j)에 같은 라벨을 붙이고 STEP3으로 돌아감. 아니면 STEP3-2로 감

STEP3-2  $f_{i,j+1} = 0$  이면 (i, j+1) 에 같은 라벨을 붙이고 STEP3으로 돌아감. 아니면 STEP3-3으로 감

STEP3-3  $f_{i-1,j} = 0$  이면 (i-1, j) 에 같은 라벨을 붙이고 STEP3으로 돌아감. 아니면 STEP3-4로 감

STEP3-4  $f_{i,j-1} = 0$  이면 (i, j-1) 에 같은 라벨을 붙이고 STEP3으로 돌아감. 아니면 라벨 증가

STEP4 래스터스캔이 대상 영상의 우하에서 종료



( 그림 4 ) 라벨링 적용

2.3 센트럴 모멘트의 적용

영상 인식의 경우 소규모의 위상차 및 크기 등이 악영향을 미칠 경우가 많으며 특히 얼굴을 대상으로 할 경우는 각 개인에 따른 얼굴 기관의 크기가 다르다는 문제가 발생한다. 센트럴 모멘트는 영역내 농도분포상의 분포특징을 찾아내기 위한 것이며 소규모의 위상차, 회전 및 확대축소 등의 기하학적 변화에 불변인 특징 값을 나타낸다. 따라서 본 연구에서는 얼굴내의 각 기관(눈, 코, 입)별로 특징 템플레이트를 구성한 후 각 템플레이트에 대한 센트럴 모멘트를 계산하고, 얼굴 영상내의 모든 점을 중심으로 한 일정크기 영역내 센트럴 모멘트 값을 계산하여, 템플레이트의 모멘트 값과 가장 근접한 값을 지닌 영역을 찾아내었다. 찾아진 영역은 그 영역 내에 해당 기관이 존재함을 나타낸다.

다음의 (식 2)는 센트럴 모멘트의 계산식이다.

$$\mu_{pq} = \sum_x \sum_y (x - \bar{x})^p (y - \bar{y})^q f(x, y) \quad (\text{식 2})$$

$$\bar{x} = \frac{m_{10}}{m_{00}}, \quad \bar{y} = \frac{m_{01}}{m_{00}}$$

$$m_{pq} = \sum_x \sum_y x^p y^q f(x, y), \quad p, q = 0, 1, \dots$$

최종 계산되는 센트럴 모멘트  $\eta_{pq}$  는 (식 3)으로 구해진다.

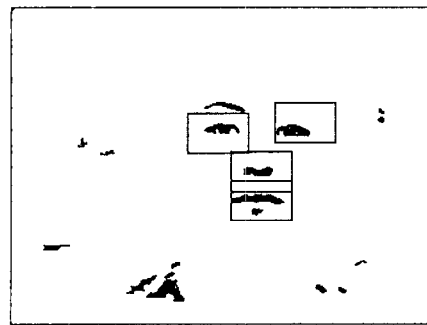
$$\eta_{pq} = 1000 \times \frac{\mu_{pq}}{(\mu_{00})^y} \quad (\text{식 3})$$

$$y = (p + q + 2)/2, \quad p + q = 2, 3, \dots$$

위의 과정을 통하여 구해진 영역에는 템플레이트에 대한 해당 기관이 존재함을 나타내고, 이 영역을 대상으로 수직, 수평의 영역분할을 하여 영역내 기관의 특징을 추출해내었다.

2.4 얼굴의 특징 추출

얼굴의 특징을 추출하기 위해서, 엣지를 강조한 후 서술한 방식에 의거하여 2진화를 하는 것에 의해 얼굴의 개형을 구하였다. 또한 잡음에 의한 영향을 줄이기 위하여 2진화한 영상에 대하여 라벨링 처리를 한 후, 면적 5 이하의 영역의 제거를 하였다. 처리된 영상을 대상으로 센트럴 모멘트를 적용, 특징 부위의 존재범위를 정한 후, 해당 영역을 대상으로 수직, 수평방향으로의 영역분할을 행하여 눈, 코, 입의 영역을 추출하였다.



( 그림 5 ) 센트럴모멘트 적용

1) 수직 방향의 영역분할

정면 얼굴 영상에 대한 수직축(y축)을 기준으로 하여 x방향으로 투영데이터  $P_x(y)$ 를 구해서, 수직 방향의 영역을 분할한다. 그 순서는 다음과 같다.

STEP1: 탐색범위 내의 x 방향의 투영 데이터  $P_x(y)$ 를 구한다. 여기서 y 좌표  $y_1$ 의 투영 데이터  $P_x(y_1)$ 은  $y_1$ 과 상하 2라인 ( $y_1-1, y_1+1$ ) 계 3라인의 슬리트의 중의 1(2진화 시의 흑점을 표시)의 픽셀의 수의 평균값을  $P_x(y_1)$ 으로 한다. 이것은 단순히 1라인씩 1값의 픽셀 수를 합쳐해서 만드는 투영 데이터와 비교하여, 잡음의 영향을 덜 받는 검출이 가능하다.

STEP2: 투영 데이터의 수직 방향으로의 영역분할

투영데이터에  $P_x(y)$ 에 대하여 경험적으로 정한 임계값을 넘는  $y$  좌표를 영역의 개시점으로 하여, 다음으로 임계값을 하회하는  $y$  좌표를 그 영역의 종점으로 한다.

**STEP3: 분할한 영역의 통합처리**

(1) 인접 영역 상호간의 간격이 임계값(4라인) 이하의 경우, 이들 2개의 영역을 하나의 영역으로 하여 통합함.

(2) (1)의 처리 후 영역이 임계값(2라인) 이하일 때, 이들 영역은 잡음으로서, 잘라 버림.

**STEP4: 수직 방향으로 분할한 영역 수와 그 영역을 산출**

2) 수평방향의 영역분할

앞에서 구해진 수직방향으로 분할된 각각의 영역에 대하여  $y$  방향으로 투영된 데이터  $P_y(x)$ 를 구하여 수평방향으로 영역을 분할한다. 그 순서는 다음과 같다.

**STEP1: 수직방향으로 분할된 영역에 대하여 수직축( $y$ )을 기준으로 하여  $y$  방향의 투영데이터  $P_y(x)$ 를 구한다. 구해진 투영 데이터  $P_y(x)$ 의 양 끝의 1의 값 픽셀수가 5이하가 아니면 수평탐색 폭을 10 라인 늘려서 STEP1으로 복귀한다. 그렇지 않으면 STEP2로 진행한다.**

**STEP2: 투영데이터  $P_y(x)$ 의 수평방향으로의 영역 분할 투영데이터  $P_y(x)$ 에 대하여 경험적으로 정한 임계값을 넘는  $x$  좌표를 영역의 개시점으로 하여, 다음으로 임계값을 하회하는  $x$  좌표를 그 영역의 종점으로 함.**

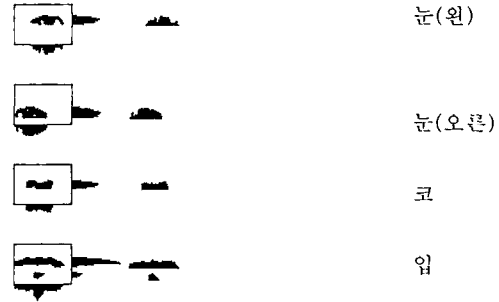
**STEP3: 분할한 영역의 통합처리**

(1) 인접한 영역끼리의 간격이 임계값(3라인) 이하인 경우, 이들 영역을 하나의 영역으로 통합한다.

(2) (1)의 처리 후, 영역이 임계값(10라인) 이하인 경우, 이들 영역은 잡음으로서 잘라 버린다.

3) 눈, 코, 입 영역의 특징값 산출

눈, 코, 입의 영역을 추출한 후, 눈, 코, 입의 크기 데이터를 추출해 내었다. 추출된 데이터는, 얼굴 그래픽 모델링시 피 촬영자의 얼굴 특징을 반영하기 위하여 사용되었다.



( 그림 6 ) 추출 결과

3. 결론 및 검토

본 연구에서는 아바타나 얼굴 그래픽을 제작하기 위한 얼굴의 특징 추출 방법을 불변 모멘트의 일종인 센트럴 모멘트를 이용하여 구현하여 보았고 이를 20명의 얼굴 영상에 적용시켜 보았다. 불변모멘트를 이용한 이유는 조명이나 얼굴의 특징 형태에 보다 영향을 덜 받기 위함이었다.

실험 결과는 강한 조명 근처나 야외에서의 입의 조명환경 같은 환경 하에서는 추출이 불안정하였으나 일반 사무실의 조명 환경을 가정한 영상의 경우 추출이 안정적으로 이루어짐을 관찰할 수 있어 논문에서의 제안 방법의 유효성을 확인할 수 있었다.

참고문헌

[1] 김용순, 김영수, "3차원 캐릭터 애니메이션 기술 동향", 정보과학회지 제17권 제2호, 1999. pp.48~59

[2] Ioannis Pitas, "Digital image processing algorithms", Prentice Hall, 1993, pp.155-158

[3] H.Ono, C.S.Cho, H.Minamitani, "Neural network recognition of facial expressions using invariant moment", Trans.IEE of Japan, Vol.115-C, No.12, 1995, pp.1568-1569

[4] 천인국, 윤영택, "영상처리", 기한재(출), 1998, pp.185-186