

다해상도 영상을 이용한 얼굴 구성요소 추출

장 경 식[†]

요 약

이 논문에서는 칼라정보나 움직임 정보를 사용하지 않고 명암 영상에서 얼굴 구성요소를 추출하는 방법을 제안한다. 라플라시안 피라미드를 구성하고 저해상도 라플라시안 영상에서 명암 정보만을 이용하여 눈과 코 후보를 추출한 후 양 눈과 코로 구성될 수 있는 쌍을 구한다. 원 입력 영상에서는 이들 후보점들과 연관된 얼굴 구성요소들의 영역에서 수평 에지와 수직 에지를 찾고 이들 에지 정보를 사용하여 눈, 코, 입을 추출한다. 다양한 얼굴 크기, 위치를 가진 영상들에 대한 실험 결과 좋은 결과를 얻었다.

Face Component Extraction Using Multiresolution Image

Kyung-Shik Jang[†]

ABSTRACT

This paper proposes the method to extract face components without using the color information and the motion information in a gray image. A laplacian pyramid of the original image is built. Eye and nose candidates are extracted using only the gray information in a low resolution laplacian image and pairs are found that consist of two eye candidates and a nose one. At full resolution, horizontal and vertical edges are found in the regions of face components which are established using the candidates. Using those edge informations, face components are extracted. The experiments have been performed for images with various sizes and positions of face, and show very encouraging result.

1. 서 론

컴퓨터의 보급이 보편화되고 그래픽스(graphics) 기술이 발달함에 따라 사용이 편리한 사용자 인터페이스(interface)의 개발에 대한 요구가 증대하기 때문에 휴먼-컴퓨터 인터페이스(human computer interface)를 개발하기 위한 한 분야로서 얼굴 인식 기술에 대한 연구가 많이 진행되고 있다.

얼굴인식에 관한 연구들은 얼굴 영역을 먼저 찾고 눈, 코, 입과 같은 구성요소들을 찾는 연구[1-3]와 구성요소들을 직접 추출하는 연구[4,5]로 나누어 질 수 있

다. 또한, 명암 영상(gray image)을 대상으로 하는 연구[3,4]와 칼라 영상(color image)을 대상으로 한 연구[6,7]가 이루어지고 있으며, 실시간 처리를 요구하는 분야에서는 차 영상(difference image)에 의한 연구[8]가 진행되고 있다.

일단 얼굴영역이 정확히 추출되면, 얼굴 내에서 눈, 코, 입 등이 존재할 수 있는 후보 영역을 쉽게 결정할 수 있기 때문에 임의의 영상 내에서 얼굴의 위치를 정확히 찾아내는 것은 얼굴 인식과정의 첫 단계로서 매우 중요한 문제이다[1,2]. 영상 내에서 얼굴영역을 추출하는 방법에는 모자이크 영상을 이용하는 방법[3], 허프 변환(hough transform)을 이용하는 방법[9], T자 모양의 에지 블록(edge block)을 찾는 방법[10], 스네이크

[†]정 회 원 : 동의대학교 멀티미디어공학과 교수
논문접수 : 1999년 9월 27일, 심사완료 : 1999년 11월 15일

(snake)를 이용하는 방법[11], 칼라정보를 이용하는 방법[6, 7], 차영상을 이용하는 방법[8] 등이 있다. 또한 얼굴의 머리 부분과 다른 부분과의 명암차이 등을 이용하는 방법[12], 얼굴의 색과 얼굴의 움직임 정보를 같이 고려하여 인식하는 방법[13] 등이 있다.

이와 달리 얼굴 영역 안의 눈, 코, 입 등과 같은 구성요소들을 직접 추출하는 방법으로는 저 해상도 영상(low resolution image)에서 눈, 코, 입 등을 하나의 선으로 찾고 이들의 조합 및 위치관계 등을 이용하여 찾는 방법[4], 눈의 위치를 찾기 위해 가변 정합(template)을 사용하는 방법[5], 기울기(gradient) 연산자를 이용하여 방향 성분이 있는 에지를 추출하고 투영을 이용하는 방법[1] 등이 있다.

그러나 얼굴영역을 추출하는 연구들은 얼굴의 피부 색이나 얼굴의 명도(gray)와 비슷한 배경인 경우에, 차영상을 이용하는 방법은 추출하고자 하는 사용자의 움직임 이외에 다른 대상체의 움직임이 존재하는 경우에 얼굴영역을 정확히 추출하기 어려운 문제점이 있다. 또한 얼굴 구성요소들을 추출하는 방법에서는 얼굴영역이 작은 경우에 각 구성요소의 특징 추출이 어렵거나 사용하는 매개변수들의 값을 경험적으로 구해야 하고 얼굴의 크기가 변하는 경우에는 매개변수 값을 변화시켜야 하는 어려움이 있다.

본 논문에서는 칼라정보나 움직임 정보를 사용하지 않고 배경의 색이나 복잡성에 무관하게 명암 영상에서 얼굴 구성요소를 추출하는 방법을 제안한다. 라플라시안 피라미드를 구성하여 저해상도 라플라시안 영상(laplacian image)을 구한 후 명암정보만을 이용하여 눈과 코 후보를 각각 추출하고 양 눈과 코가 될 수 있는 조합을 구하여 원 영상에서 이들과 연관된 얼굴 구성요소들의 후보 영역에서 에지(edge)를 추출한다. 눈 후보 영역에서 눈꺼풀과 눈동자와의 경계선에서 수평 에지를 추출하고, 코 후보 영역의 콧등 부분에서 수직 에지를 코밑과 인중 사이에서 수평 에지를 추출하면 각각 눈, 코로 인정한다. 또한 입 후보 영역의 입술부분에서 수평 에지를 추출하면 입으로 인정하며 이러한 눈, 코, 입들로 구성되는 얼굴영역에 대한 수직 히스토그램(histogram)을 이용하여 각 구성요소를 최종적으로 결정한다. 이 과정에서 영상에서의 얼굴 크기와 위치에 제약을 두지 않았으며 다양한 얼굴 크기, 위치, 형태를 가진 영상들에 대해 실험한 결과 눈, 코, 입 등을 정확하게 추출할 수 있었다.

2. 얼굴 인식 과정

2.1 눈 후보점과 코 후보점 추출

사람이 물체를 인식하는 방법은 우선 전체적인 형태 및 구성 요소들을 대략적으로 인식하는 과정을 거쳐 특정 부분을 자세히 인식하는 과정을 거친다고 알려져 있다[14]. 이에 따라 대략적인 정보를 이용하여 얼굴을 인식하는 방법으로 단순 평균 영상인 모자이크 영상(mosaic image)을 이용하는 방법[3]도 있으나 이 방법은 저 해상도 영상이 된 영상에 있는 많은 정보를 잃어버린다는 단점이 있다. 이 논문에서는 라플라시안 피라미드 영상(laplacian pyramid image)을 사용하였으며 실험 결과 주변에 비하여 상대적으로 어두운 눈 부분과 밝은 콧등 부분이 확연히 나타남을 확인하였다.

$$f(x, y) * B(x, y) = \frac{1}{2\pi\sigma^2} \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} \exp\left[\frac{-1}{2\sigma^2} ((u-x)^2 + (v-y)^2)\right] dudv \quad (1)$$

$$G_{(p+1)} = RBG_{(p)} \text{ where, } R \text{은 축소 연산자,} \\ B \text{는 Gauss 연산자,} \quad (2) \\ G_{(0)} \text{는 원 영상}(= f(x, y))$$

$$L_{(p)} = G_{(p)} - \epsilon G_{(p+1)} \\ \text{where, } L_{(p)} \text{는 } p \text{단계의 Laplacian 영상} \\ G_{(p)} \text{는 } p \text{단계의 Gaussian 영상} \quad (3) \\ \epsilon \text{는 확장 연산자}$$

라플라시안 피라미드 영상은 식 (1), 식 (2)에 의하여 가우시안 연산자를 적용하고 축소하는 과정을 반복하여 가우시안 피라미드(gaussian pyramid)를 구한 후 식 (3)을 이용하여 가우시안 피라미드에서 인접한 단계의 두 영상 차를 구함으로써 얻어진다[15]. 식 (2), 식 (3)에서 R 과 ϵ 은 각각 영상을 1/2로 축소하고 2배로 확장하는 연산자들이다. (그림 1(a))와 같이 영상에서 얼굴의 크기가 큰 경우에는 (b)와 같이 1/4로 축소된 라플라시안 영상에서 눈, 코, 입 부분을 사람이 인지할 수 있으나 (c)와 같이 얼굴 영역이 작은 영상의 경우에는 얼굴 부분을 구별하기 어렵기 때문에 입력 영상에 대하여 1/2로 축소된 라플라시안 영상을 이용한다.



(그림 1) 라플라시안 피라미드 영상

$$P(x, y) > \max_{(a, \beta) \in S_1} p(x+a, y+\beta)$$

$$\max_{(a, \beta) \in S_1} p(x+a, y+\beta) > \max_{(\gamma, \delta) \in S_2} P(x+\gamma, y+\delta)$$

(4)

$$P(x, y) < \min_{(a, \beta) \in S_1} p(x+a, y+\beta)$$

$$\min_{(a, \beta) \in S_1} p(x+a, y+\beta) < \min_{(\gamma, \delta) \in S_2} P(x+\gamma, y+\delta)$$

(5)

where,

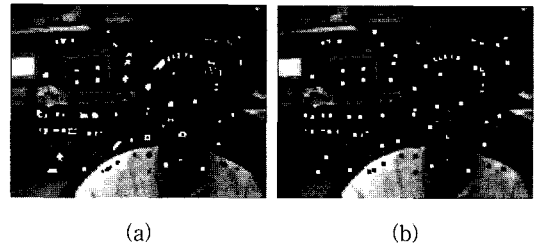
$$S_1 = \{(a, \beta) | -1 \leq a \leq 1, -1 \leq \beta \leq 1, 1 \leq |a| + |\beta| \leq 2, a, \beta \text{는 정수}\}$$

$$S_2 = \{(\gamma, \delta) | -2 \leq \gamma \leq 2, -2 \leq \delta \leq 2, 2 \leq |\gamma| + |\delta| \leq 4, |\gamma\delta| \neq 1, \gamma, \delta \text{는 정수}\}$$

x-2, y+2	x-1, y+2	x, y+2	x+1, y+2	x+2, y+2
x-2, y+1	x-1, y+1	x, y+1	x+1, y+1	x+2, y+1
x-2, y	x-1, y	x, y	x+1, y	x+2, y
x-2, y-1	x-1, y-1	x, y-1	x+1, y-1	x+2, y-1
x-2, y-2	x-1, y-2	x, y-2	x+1, y-2	x+2, y-2

(그림 2) 5*5 마스크

1/2로 축소된 라플라시안 영상에 대하여 매디안 필터(median filter)를 적용한 후 (그림 2)와 같은 5*5 마스크(mask)를 이용하여 식 (4)를 만족하는 점을 눈 후보점으로 정하고 식 (5)를 만족하는 점을 코 후보점으로 정한다. 이들 식에서 P(x, y)는 (x, y) 위치의 화소 값을 의미한다. 이 과정에서 많은 후보 점들이 추출되기 때문에 후보 점들이 뭉쳐서 하나의 영역으로 나타나는 경우가 발생하였다. 이 점들을 각각 하나의 후보 점으로 간주하여 이후의 과정을 수행하면 많은 시간을 필요로 하기 때문에 각 영역의 중심점을 구하고 이들만을 후보 점으로 간주한다. (그림 3(a))는 입력 영상에서 눈과 코 후보점들을 모두 찾은 결과이며, (b)는 각 영역의 중심점만을 구한 것이다. 눈 후보점은 흰 점으로, 코 후보점은 검은 점으로 나타났으며, 코 후보점은 콧등 부분에서 나타남을 알 수 있다. 얼굴이 영상에 모두 포함된 경우만을 고려하기 때문에 영상의 가장자리 부분에서는 눈이나 코가 없다는 가정 하에 이후 과정에서의 처리속도를 고려하여 이 부분에서는 후보점들을 추출하지 않는다. 이후의 얼굴 구성요소를 찾는 과정에서는 원 영상을 대상으로 한다.



(그림 3) 눈, 코 후보점을 찾은 결과

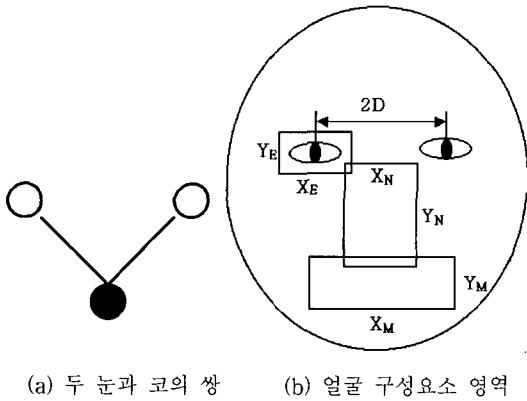
2.2 눈, 코 후보쌍 추출 및 눈 추출

눈, 코 후보점들에서 (그림 4(a))와 같이 양 눈과 코의 상대적 위치관계를 이용하여 비슷한 y좌표를 갖는 두 개의 눈 후보점과 한 개의 코 후보점이 다음 조건들을 만족하는 경우에 하나의 쌍으로 묶는다.

조건 1. 한 코 후보점이 두 눈 후보점보다 아래쪽에 있으며 그 사이에 존재.

조건 2. 한 코 후보점과 두 눈 후보점 사이의 y 좌표 차이가 임계치 이하.

(그림 5(a))는 (그림 3(b))에서 눈과 코 후보점의 쌍을 나타낸 것이다. 이후 눈을 찾기 위하여 원 입력 영상



(a) 두 눈과 코의 쌍 (b) 얼굴 구성요소 영역

(그림 4) 얼굴 구성 요소

에서 눈 후보영역을 결정한다. 눈 후보점을 중심으로 하는 눈 후보영역의 넓이(X_E) 및 높이(Y_E)는 이전 과정에서 찾아진 쌍에서 눈 후보점간의 거리를 이용한 식 (6)에 의하여 구한다. (그림 4(b))와 식 (6), 식 (7), 식 (8), 식 (9)는 이후의 과정에서 사용되는 얼굴의 각 구성요소 영역을 나타낸 것이며 이들 식들에서 (x_{le}, y_{le}), (x_{re}, y_{re})는 각각 1/2로 축소된 영상에서 찾은 왼쪽 눈 후보점과 오른쪽 눈 후보점의 (x, y) 좌표이다.

$$X_E = 1.8 \times D, Y_E = 1.2 \times D \quad (6)$$

$$X_N = 1.8 \times D, Y_N = 2.7 \times D \quad (7)$$

$$X_M = 3.2 \times D, Y_M = 1.0 \times D \quad (8)$$

$$x_{M_center} = \frac{x_{le} + x_{re}}{2}, y_{M_center} = y_{M0} - 0.8 \times D \quad (9)$$

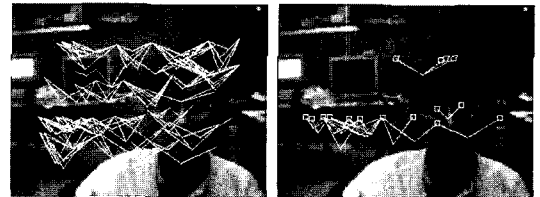
$$\text{where, } D = x_{re} - x_{le}$$

눈을 판정하기 위한 기존의 연구 중에는 눈 영역에서 에지를 구하고 굴곡점을 찾음으로서 눈을 판정하는 방법[11]도 있으나 입력 영상에서 얼굴 부분이 작은 경우에는 눈 부분에서 에지를 찾고 굴곡점을 정확하게 찾는 것이 어렵기 때문에 이를 지양하고 눈에 수평 에지가 많다는 사실을 이용한다. 눈을 감은 경우에는 두 눈꺼풀사이에 수평 에지가 존재하며 눈을 뜬 상태에서는 눈꺼풀과 눈동자와의 경계선이 수평 에지를 이룬다.

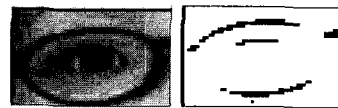
수평 에지를 찾기 위하여 원 영상에서의 눈 후보영역에 기울기(gradient) 연산자를 적용한다. 이후 이진화를 통하여 에지 성분을 찾아내야 하지만 적절한 이진화 임계치를 찾는 것이 어렵고 많은 시간이 걸린다

는 단점이 있다. 또한 눈 부분에서는 눈꺼풀과 눈동자와의 경계선 부분이 가장 확실한 에지이므로 모든 에지를 찾는 방법보다는 가장 확실한 에지를 찾는 방법이 필요하다. 이에 따라 기울기 연산자를 적용한 영상을 8단계로 명도 양자화(gray quantization)시켜 낮은 2단계의 명도를 갖는 점들로 구성된 에지들만을 추출하며, 이 수평 에지들 중에서 가장 큰 에지만을 사용하여 다음과 같은 조건들을 만족하는 경우에 눈으로 판정한다. 이 조건들은 눈을 정확하게 찾기 위하여 사용하는 것이 아니라 기존의 많은 후보 중에서 눈이 될 수 없는 것들을 제거하기 위하여 사용한 것이다.

- 조건 1. 에지의 폭이 눈 후보영역 폭의 2/3 보다 작다.
- 조건 2. 에지의 폭과 높이의 비가 임계치보다 크다.
- 조건 3. 에지 중심의 y좌표가 눈 후보영역 높이의 1/3 보다 크다.



(a) 양 눈과 코 후보점 쌍 (b) 눈 인식 결과



(c) 눈 후보 영역 (d) 에지

(그림 5) 양 눈과 코의 조합 및 눈 인식 결과

검은 테 안경을 착용한 상태에서는 안경의 검은 테에서도 확실한 에지가 나타나기 때문에 다른 조건을 사용한다. 실험 결과 안경테로 인한 에지가 가장 크며 대부분의 경우 (그림 5(d)) 형태로 에지가 추출되었다. 따라서 가장 큰 에지 2개가 영역의 윗 부분과 아래 부분에 있고 그 사이에 작은 에지가 존재하면 눈으로 판정한다. (그림 5(b))는 눈의 위치를 찾은 것이다.

2.3 코, 입 추출

코를 찾기 위한 특징으로 수평 에지와 수직 에지를 사용한다. 코를 포함하는 영역 내에서 코팅의 윗 부분

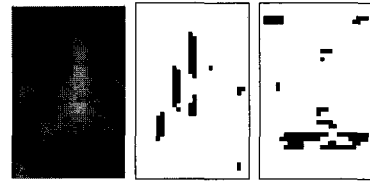
에서 수직 에지가 발생하고 코의 밑 부분과 인중 부분과의 경계선에서 수평 에지가 검출되며, 콧구멍 부분에서 수평 에지가 검출되는지를 조사한다. 실험 결과 콧구멍은 수직 에지 보다는 수평 에지에서 확실하게 나타났다. 이들 에지를 찾기 위한 코 후보영역은 현재 고려 중인 눈과 코의 쌍에서 두 눈 사이의 거리를 기준으로 식 (7)을 이용하여 영역의 넓이(X_N) 및 높이(Y_N)를 구한다. 영역의 중심점은 이전에 얻어진 코 후보점을 사용한다.

코 후보영역에 대하여 기울기 연산자를 적용하고 수직, 수평 에지를 얻는다. 눈의 경우와 마찬가지로 콧등과 코의 밑 부분의 에지는 이 영역에서 가장 확실하게 나타나기 때문에 얻어진 결과영상을 8단계로 명도 양자화하고 낮은 2단계의 명도를 갖는 점들로 구성되는 에지들을 찾은 후 각각 수직, 수평 방향으로 크기가 가장 큰 것을 선택한다. 수직 에지는 콧등에 나타나기 때문에 에지의 중심 y 좌표가 위에서 정한 코 후보영역의 윗 부분에 나타나면 콧등 부분으로 인정한다. 또한 수평 에지의 중심 y 좌표가 현재 고려중인 코 후보영역의 아래 부분에 나타나고 에지의 폭과 높이의 비가 임계치 이상이면 코 밑 부분으로 인정한다. 코 등에 대한 조건과 코 밑 부분에 대한 조건이 동시에 만족하면 코로 인정한다.

또한 콧구멍에 해당하는 수평 에지를 찾으면 코로 인정한다. 모든 수평 에지에 대하여 다음 단계를 거쳐 콧구멍 부분에 해당하는 에지가 존재하는지 조사한다.

- 단계 1. 비슷한 y 좌표값을 가지며 두 에지의 폭이 비슷한 쌍을 찾는다.
- 단계 2. 쌍을 이루는 두 에지에 대하여 에지의 중심 y 좌표가 코 후보영역의 아래부분에 존재하는 것들이 있는지 조사한다. 존재하면 그 중에서 크기가 가장 큰 쌍을 선택한다.

이 과정에서 코로 인정되지 않으면 현재의 코 부분이 코 후보에서 제거될 뿐만 아니라 이와 연결된 눈 후보도 제거된다. 이 논문에서는 코의 위치를 코 밑 부분으로 정하고 인식결과를 나타낼 때 그 부분을 표시한다. 콧구멍이 인식된 경우에는 그 부분의 y 값을 코 위치의 y 좌표로, 수직 에지와 수평 에지를 이용하여 코를 인식한 경우에는 수평 에지의 y 좌표값을 코 위치의 y 좌표로 정한다. 코 위치의 x 좌표는 두 눈 사이의 중간 점을 취한다. (그림 6(d))는 코의 위치를 찾



(a) (b) (c)



(d) (e)

(그림 6) 코와 입 인식 결과

은 것이고 (a), (b), (c)는 코 후보영역과 수직에지, 수평에지를 각각 나타낸 것이다.

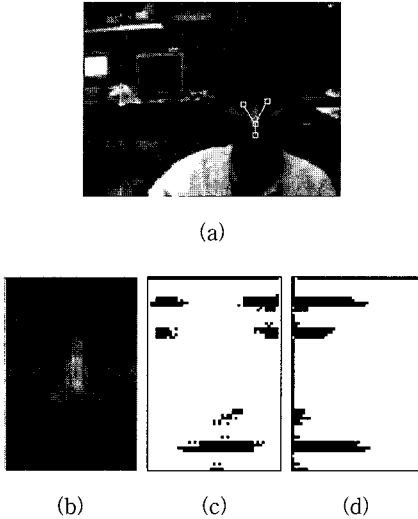
입은 수평 에지가 많은 부분이며 입 부근에서 입술의 경계선으로 인하여 나타나는 에지는 다른 에지보다 확실하게 나타난다. 이들 에지를 찾기 위한 입 후보영역의 넓이(X_M) 및 높이(Y_M)는 식 (8)을 이용하여 구하며, 이 영역의 중심좌표는 이전 과정에서 찾은 코의 y 좌표인 y_{n0} 를 기준으로 식 (9)를 이용하여 구한다. 이 영역에 대하여 기울기 연산자를 적용하여 수평 에지를 얻은 후 8단계로 명도 양자화시켜 낮은 2단계의 명도 값을 갖는 점들로 구성되는 에지들을 찾는다. 이때 이진화 과정에서 에지가 잘려지는 가능성을 고려하여 두 입술 사이의 입술선에서 하나의 에지가 발생하는 경우와 이 에지가 중간 부분에서 잘라져서 두 부분으로 나누어진 경우를 고려하여 다음 조건 중 하나를 만족하면 입으로 인정한다. 이를 만족하지 않는 경우에 현재의 입 후보와 연관된 눈, 코의 조합은 제거된다. (그림 6(e))는 입을 찾은 결과이다.

- 조건 1. 가장 큰 에지의 폭이 입 영역 폭의 1/4 이상, 입 영역의 중간 부분에 존재.
- 조건 2. 입 영역 폭의 1/2 이하인 폭을 가지는 두 에지가 비슷한 y 좌표 상에 있으면서 입 영역의 양쪽에 있고 크기가 비슷.

2.4 얼굴 영역 검증

입을 찾는 과정까지 제거되지 않은 눈, 코, 입의 쌍

에 대해 실제 얼굴 영역인지를 조사하기 위하여 수직 히스토그램을 이용한다. 얼굴 후보 영역의 중심(x_{center} , y_{center})은 식 (10)을 이용하여 구하고 식 (11)을 이용하여 얼굴 영역의 폭(X)과 높이(Y)를 설정한다. 식 (10)에서 y_n 은 저해상도 영상에서 추출한 코 후보점의 y좌표이며, 식 (11)의 D는 식 (9)에서 구한 값이고 y_m 은 이전 과정에서 찾은 입의 y좌표이다. 얼굴 영역에서 눈, 입 부분은 가장 어두운 부분이기 때문에 8단계로 명도 양자화시킨 후 낮은 2단계의 명도값을 갖는 점들만 남김으로써 이진화를 수행하고 y 축으로 투영시켜 수직 히스토그램을 얻은 후 식 (12)의 E_{th} 값을 구한다.



(그림 7) 얼굴 영역과 히스토그램

식 (12)에서 E_E 는 추출한 눈의 y좌표와 히스토그램에서 눈에 해당하는 지역적 최대치가 나타나는 y좌표와의 차이이고, E_M 은 추출한 입의 y위치와 입에 해당하는 지역적 최대치가 나타나는 y좌표와의 차이이며 Y는 얼굴 영역의 높이이다. 이 논문에서는 한 사람만 있는 영상을 가정하기 때문에 이 값이 가장 작은 것을 최종 얼굴 영역으로 설정하며 (그림 7)은 최종적으로 얼굴 영역으로 판정한 부분과 이때의 얼굴 부분에 대한 수직 히스토그램을 나타낸 것이다.

$$x_{center} = \frac{x_{le} + x_{re}}{2}, \quad y_{center} = y_n \quad (10)$$

$$X = 3.0 \times D, \quad Y = 1.8 \times \left(\frac{y_{le} + y_{re}}{2} - y_m \right) \quad (11)$$

$$E_{th} = \frac{(E_E + E_M)}{Y} \quad (12)$$

3. 실험 및 고찰

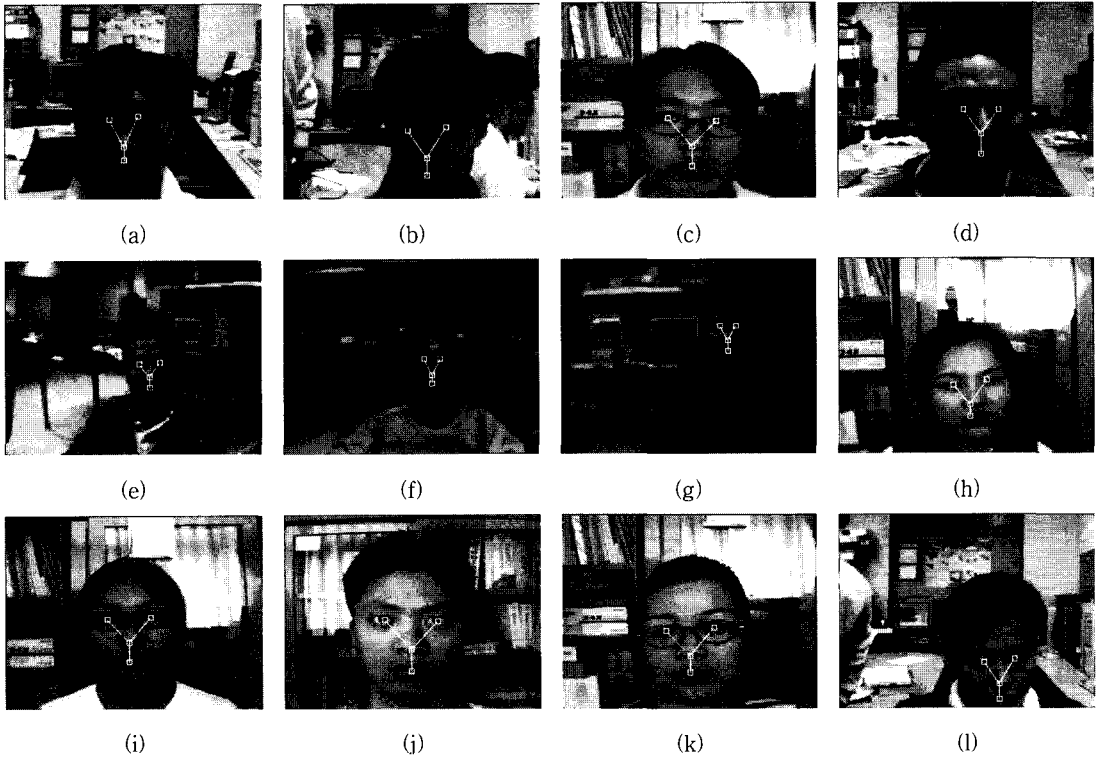
15명의 얼굴 영상 150개에 대하여 인식 실험을 수행하였다. 입력 영상의 크기는 320 * 240이며 다양한 얼굴 크기 및 형태를 갖는 영상에 대해 실험하였다. 즉, 얼굴의 크기가 큰 것과 작은 것, 안경을 쓴 것과 쓰지 않은 것, 은테 안경과 검은 테 안경을 쓴 것, 정면을 응시하는 것, 약간 좌우를 응시하는 것, 얼굴을 약간 든 상태 및 숙인 상태의 영상들을 사용하였다. 이들 영상은 모두 실내에서 얻은 것이다.

<표 1>은 실험 결과이며 펜티엄(Pentium) II PC에서 수행 결과 약 4~7초 정도의 시간이 소요되었다. (그림 8)은 실험에 사용한 영상들과 인식결과의 예이다. (a)의 영상은 얼굴 왼쪽에 얼굴 색과 유사한 색을 갖는 물체가 있는 경우이다. 색을 중요 정보로 이용하였을 경우에는 얼굴을 올바르게 인식하지 못하는 결과를 얻을 수 있으나 명암 정보만을 사용하였기 때문에 정확한 결과를 얻었다. 또한 (b)와 (c)는 얼굴의 형태가 비교적 긴 경우와 넓은 경우의 결과이며 (e), (f), (g)는 비교적 작은 크기의 얼굴을 갖는 영상에서 눈, 코, 입을 찾은 결과이다. (i), (k)에서와 같이 검은 테 안경을 착용한 얼굴의 경우에도 정확하게 인식하였다.

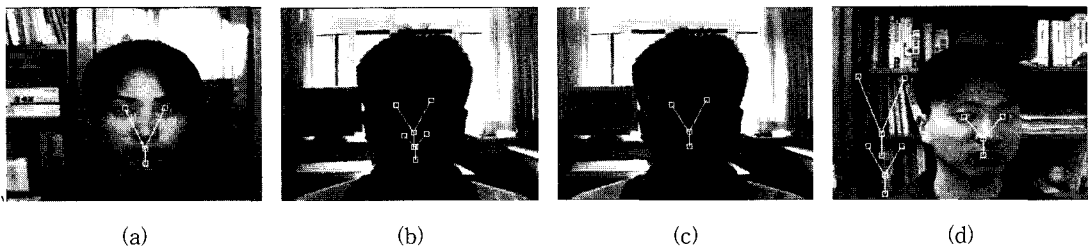
<표 1> 실험 결과

	눈, 코, 입 인식	검증과정 오류	눈, 코 인식 실패	전체
영상 개수	141	4	5	150
%	94 %	2.7 %	3.3 %	100 %

(그림 9)는 오 인식된 결과들이다. (a)는 코를 잘못 인식하여 그 효과가 입을 인식하는 과정에 영향을 주어 입도 오 인식한 결과이다. 즉, 윗입술과 인중 부분을 코로 인식하고 아래 입술 부분을 입으로 인식한 것이다. 이는 코 후보영역에 윗입술이 포함되어 이 부분을 코의 수평 예지로 인식하였기 때문이다. (b)는 얼굴 검증 과정 전 단계까지 눈, 코, 입을 찾은 결과이다. 이 영상은 역광 상황이기 때문에 얼굴 부분이 전체적으로 어두워 눈후보점을 찾는 과정에서 눈썹 부분을 눈후보점으로 추출하였다. 이는 눈 후보점을 찾는 과정에서 입력 영상의 상황에 무관하게 엄격한 조건을



(그림 8) 인식 결과



(그림 9) 오 인식 결과

적용하여 발생한 것이기 때문에 해당 영역의 어두운 정도를 감안하여 눈 후보점을 찾는 조건을 변화시키면 정확하게 찾을 수 있을 것으로 생각된다. 이 경우 히스토그램을 사용한 검증 과정을 거쳐 (c)의 결과를 얻었다.

이외에 (그림 9(d))에서와 같이 구성요소들을 모두 찾았으나 히스토그램을 이용한 검증과정에서 얼굴 좌측에 있는 책장 부분이 최종 얼굴로 인식되는 경우도 있었다. 또한 인위적으로 조명을 옆에서 비춘 입력 영상인 경우 조명 쪽의 코 부분이 밝게 되어 코 후보점이

밝은 쪽의 코 부분에 나타나기 때문에 코 후보영역이 코가 있는 부분에서 벗어나게 되어 코의 인식과정에서 실패하는 경우도 발생하였다.

4 결 론

이 논문에서는 칼라정보나 움직임 정보를 사용하지 않고 명암영상에서 얼굴 구성요소들을 추출하는 방법을 제안하였다. 얼굴 영역을 직접 추출하는 방법은 배경에 많은 영향을 받는 문제점이 있기 때문에 1/2로 축

소된 라플라시안 영상에서 명암 정보만을 이용하여 눈과 코의 후보점들을 추출하고 이를 이용하여 눈, 코, 입의 후보 영역을 정하였다. 원 영상에 대해 눈 후보 영역에서의 수평 에지, 코 후보 영역에서의 수평 에지와 수직 에지, 입 후보 영역에서의 수평 에지 등에 대한 정보를 사용하여 눈, 코, 입을 인식하였다. 제안한 방법을 사용하여 다양한 얼굴 크기, 위치, 형태를 가진 영상을 사용하여 실험한 결과 눈, 코, 입 등을 정확하게 추출할 수 있었다. 그러나 얼굴 검출과정에서의 문제점 개선과 실시간 응용을 위한 알고리즘의 수행시간의 개선에도 보다 많은 연구가 이루어져야 할 것이다.

참 고 문 헌

[1] Robert Brunelli and Tomaso Poggio, "Face Recognition : Feature versus Templates," PAMI, Vol. 15, No.10, October, pp.1042-1052, 1993.

[2] Kah-Kay Sung and Tomaso Poggio, "Example-Based Learning for View-Based Human Face Detection," PAMI, Vol.20, No.1, January 1998.

[3] Guangzheng Yang, Thomas S.Huang, "Human Face Detection in a Complex Background," Pattern Recognition, Vol.27, No.1, pp.53-63, 1994.

[4] Kin Choong Yow and Roberto Cipolla, "Towards an Automatic Human Face Localization System," In Proceedings 6th British Machine Vision Conference, Vol.2, pp.701-710, Birmingham, 1995.

[5] A. L. Yuille, D. S. Cohen and P. W. Hallinan, "Feature Extraction from Faces Using Deformable Templates," Proc. Int. Conf. on Computer Vision and Pattern Recognition, pp.104-109, 1989.

[6] Thomas C. Chang, Thomas S. Huang, "Facial feature Extraction from Color Images," International Conference on Pattern Recognition, Vol II, pp.39-43, 1994.

[7] Demas Sanger, Yoichi Miyake, et al. "Algorithm for Face Extraction Based on Lip Detection," Journal of Imaging Science and Technology, Vol.41, No.1, Jan./Feb., 1997.

[8] Srivatsan Krishnan, Daniel Raviv, "2D Feature

Tracking Algorithm for Motion Analysis," Pattern Recognition, Vol.28, No.8, pp.1103-1126, 1995.

[9] Xiaobo Li and Nicholas Roeder, "Face Contour Extraction From Front-View Images," Pattern Recognition, Vol.28, No.8, pp.1167-1179, 1995.

[10] Toshiaki Kondo, Hong Yan, "Automatic Human Face Detection and Recognition under Non-uniform Illumination," The Fourth International Conference on Control, Automation, Robotics and Vision (ICARCV '96) Singapore, pp.3-6, December, 1996.

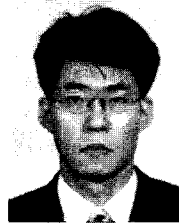
[11] Kin-Man Lam, Hong Yan, "Locating and Extracting the Eye in Human Face Images," Pattern Recognition, Vol.29, No.5, pp.771-779, 1996.

[12] 이승훈, 라채우, 이필규, "신경망을 이용한 얼굴 영역 추출", 정보과학회 논문지(B), 제25권, 8호, pp.1259-1269, 1998, 8.

[13] 남시욱, 박강령, 정진영, 김재희, "얼굴의 칼라 정보와 움직임 정보를 이용한 얼굴 영역 추출", 1997년 대한전자공학회 하계 종합학술대회, 논문집, pp.905-908, 1997.

[14] Samal, A., P.A.Iyengar, "Automatic recognition and analysis of human faces and facial expressions : a survey," Pattern Recognition, Vol.25, pp.65-77, 1992.

[15] Bernd Jahne, Digital Image Processing, 3rd Ed., Springer, 1995.



장 경 식

e-mail : ksjang@hyomin.dongueui.ac.kr
 1989년 연세대학교 전자공학과 졸업(학사)
 1991년 연세대학교 대학원 전자공학과 졸업(공학석사)
 1996년 연세대학교 대학원 전자공학과 졸업(공학박사)
 1994년~1998년 2월 대우전자 전략기술 제 1 연구소 선임연구원
 1998년~현재 동의대학교 멀티미디어공학과 전임강사
 관심분야 : 컴퓨터 비전, 인공지능, 대화형 멀티미디어 시스템 등