

기울기 검출에 의한 얼굴영상의 인식의 개선에 관한 연구

正會員 李志範* 正會員 李鎬俊* 正會員 高亨和*

A Study on the Improvement of the Facial Image Recognition by Extraction of Tilted Angle

Ji Bum Lee*, Ho Joon Lee**, Hyung Hwa Ko* *Regular Members*

要 約

본 논문은 얼굴화상에서 국부적인 특징점을 추출하여 기울기에 robust하게 얼굴을 인식하는 새로운 알고리즘을 제안하였다. 바른 자세의 영상과 기운 자세의 영상을 받아 2치화를 한 후 라플라시안 윤곽선 검출기를 이용하여 윤곽선 영상을 얻는다. 윤곽선 영상에서 최외각 윤곽선을 제거하고 내부 윤곽선은 위에서 아래방향으로 주사하면서 나타나는 순서에 따라 네 영역을 각각 A, B, C, D 영역으로 레이블링하고 기준선을 중심으로 좌우로 영역을 분할하고 좌우 영역을 상하로 분할하여 모두 네 영역으로 나눈다.

좌우 눈간 거리, 눈과 눈썹사이의 거리, 눈과 코와의 거리 등을 이용하여 최종적으로 두 눈을 찾고 두 눈의 중심좌표값을 이용하여 기울기를 구한다. 기울기 정보를 이용하여 기운 영상을 바로세우고 난 후 눈 아래 영역에서부터 탐색하여 코와 입을 찾는다. 각 특징점간 거리를 계산하고 이를 두 눈사이의 거리를 기준으로 정규화하여 영상의 크기에 무관하게 한다.

인식 실험 결과 25명에 대하여 기울기를 고려한 경우 88%의 인식율을 보였고 기울기를 고려하지 않은 경우 60%의 인식율을 보였다.

ABSTRACT

In this paper, robust recognition system for tilted facial image was developed. At first, standard facial image and tilted facial image are captured by CCTV camera and then transformed into binary image. The binary image is processed in order to obtain contour image by Laplacian edge operator. We trace and delete outermost edge line and use inner contour lines.

We label four inner contour lines in order among the inner lines, and then we extract left and right eye with known distance relationship and with two eyes coordinates, and calculate slope information. At last, we rotate the tilted image in accordance with slope information and then calculate the ten distance features between element and element. In order to make the system invariant to image scale, we normalize these features with distance between left and right eye.

Experimental results show 88% recognition rate for twenty five face images when tilted degree is considered and 60% recognition rate when tilted degree is not considered.

*光云大學校 電子通信工學科
Dept. of Telecommunication Engineering Kwang Woon Univ.
論文番號 : 93-95

I. 서 론

사람의 얼굴은 우리에게 가장 친숙한 영상이지만 일반적인 다른 영상과는 달리 같은 인물의 영상이라도 나이, 주변환경, 머리 모양, 표정 등에 따라 패턴 자체에 변화가 오기 때문에 컴퓨터를 통한 인식에는 상당한 제한이 따랐고 그 결과 아직은 다른 패턴 인식과는 달리 초보단계에 머무르고 있다. 인간이 가지는 얼굴 지각능력의 조사는 1960년대 후반에서 70년대 초에 걸쳐 활발히 행해졌다.

컴퓨터로 얼굴을 인식하기 위한 연구는 여러가지 방법으로 행해져오고 있다. L.D. Harmon은 옆얼굴 사진에서 9개의 기점(fiducial marks)을 이용하여 기점간 거리, 기점간 기울기, 턱이나 이마 곡면의 반경, 코의 돌출(nose protrusion)정도, 얼굴의 면적 등 모두 11개의 특징값을 이용하여 인식을 시도하였고[1], K.H. Wong은 정면 영상을 이용하여 얼굴 윤곽선(face outline) 및 특징점간 거리 등을 이용하여 거리값의 변화 정도에 따라 가중치를 적용하는 방법으로 인식을 하였다[2].

MIT의 M.A. Turk는 Karhunen-Loeve transform을 이용하여 각각의 얼굴 영상마다 고유인 얼굴(eigen face)을 구하여 인식에 이용하였다[3].

또 다른 연구 접근 방법으로는 신경회로망을 이용해서 특징점을 찾는 방법으로 British Telecom 연구소의 J.M. Vincent는 다층 퍼셉트론을 이용하여 저 해상도 영상에서 탐색 영역을 대강 찾고 고 해상도 영상에서 탐색영역을 중심으로 특징점을 찾는 방법을 사용했고[4], 같은 연구소의 R.A. Hutchinson은 여러가지 전처리 기법과 다층 퍼셉트론을 이용하여 특징점을 찾는 방법은 사용했다[5]. 영국의 I. Crawford 얼굴 영상에서 이미 알려진 특징점간의 위치관계를 이용하여 저 해상도에서 탐색 영역을 찾고 높은 해상도에서 특징점을 찾는 방법을 이용했다[6]. 일본의 NTT 연구소의 Takaaki Akimoto는 정면 얼굴과 측면 얼굴을 두대의 카메라를 이용하여 동시에 찍어서 측면 영상의 굴곡 특성을 이용하여 정면 영상에서 특징점을 찾는 방법을 사용했다[7]. C. von der Malsburg는 Gabor 함수를 이용하여 graph 매칭 방법에 의해 얼굴 영상을 인식하였다[8].

영상의 특징에는 전체 영상을 하나로 본 전체적인 특징(global feature)과 각 부분별 특징을 나타내는 지역적 특징(local feature)들 즉 눈, 코, 입, 귀 등으

로 구성되어 있다. 지역적인 특징값을 이용하기 위해서는 쉽고 정확하게 특징점을 추출하는 것이 중요하다. 본 논문에서는 20° 이하의 기울기에 무관하게 특징점을 찾을 수 있는 알고리즘을 제안하고 영상의 기울기를 고려한 실험과 기울기를 고려하지 않은 실험을 각각 행하여 실험 결과를 비교하였다.

II. 인식 시스템

2.1 전체 개요

본 논문에선 특징점간 거리관계를 이용한 인식을 하므로 정면 얼굴 영상을 이용한다. 국내 연구를 살펴보면 기존의 인식 시스템에서는 눈을 찾기 위해서 주로 히스토그램 방법(투영도)을 이용하거나[9], 눈의 감박임 방법을 이용했다[10]. 히스토그램을 이용한 방법의 경우 행(row)이나 열(column)을 중심으로 투영하기 때문에 영상의 기울어져서 같은 행이나 열상에 특징점이 위치하지 않으면 특징점을 정확히 추출할 수 없다. 눈의 감박임 방법을 이용하는 경우는 프레임 그래버의 영상정보를 실시간적으로 디스크에 저장할 수 있게 해주는 실시간 저장 디스크의 설치가 필요하다는 문제가 있다. 본 논문에선 20° 이하의 기울기에 무관하고, 실시간 디스크를 설치할 필요가 없이 특징점을 찾을 수 있는 방법을 제안한다.

CCTV 카메라를 이용하여 앉아있는 사람의 정면 얼굴 영상을 획득하고 이를 FG-100 AT 영상 처리 보드를 이용하여 디지털화 시켰다. 256 그레이 레벨 512×512 크기의 원 영상은 잡음 성분이 포함되거나 경계선 성분이 뚜렷하지 않아 정확한 윤곽선 추출이 어려우므로 영상의 크기를 컴퓨터에서 처리하기에 적당한 크기로 축소시킨다. 이때 축소된 영상의 각 화소는 그 화소에 해당하는 원 영상의 화소들의 평균 명암값을 갖게되며 원 영상에서 나타났던 작은 특징들은 축소 영상에서 나타나지 않고 큰 특징들만 나타나므로 이 축소 영상에서 윤곽선을 추출하는 것이 원 영상에서 직접 추출하는 것보다 쉽고 처리 시간이 덜 걸리게 된다. 본 논문에서는 영상을 256 그레이 레벨의 118×118 크기로 축소하여 사용하였다.

축소된 영상을 이용하여 먼저 Sobel 연산자를 이용하여 2차화를 시키고 2차화된 영상에 Laplacian edge 검출기를 이용하여 윤곽선 영상을 구한다. 윤곽선 영상에서 최외곽에 존재하는 윤곽선은 제거하고 윤곽선 영상의 내부의 영역에서 두 눈을 찾고 두 눈의 중심 좌표를 각각 구한다. 중심 좌표값을 이용하



그림 1. 원영상
Fig. 1. original image.

여 영상의 기울기를 구하고 영상을 회전시켜 바로 세운다. 바로 세워진 영상에서 최종적으로 각 특징점을 찾고, 특징점간 거리값을 두 눈 중심간 거리로 정규화한다. 정규화된 실수값을 특징값으로 이용하고 입력된 영상의 특징값과 저장된 영상의 특징값의 유클리드 거리를 구하여 거리가 최소인 영상을 서로 매칭되는 영상으로 간주한다.

본 논문의 전체적인 구성은 그림 2와 같다.

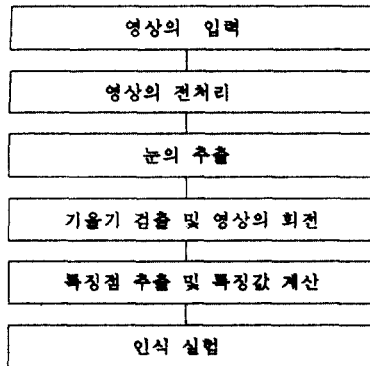


그림 2. 전체 시스템의 구성
Fig. 2. Block diagram of the system.

2.2 전처리

본 논문에서는 식(1)과 같이 소벨 연산자를 이용하여 2치화를 하였다.

$$S_0 = \text{abs}(X_4 + 2X_3 + X_2 - X_6 - 2X_7 - X_8) + \text{abs}(X_4 + 2X_5 + X_6 - X_2 - 2X_1 - X_8) \quad (1)$$

$$X_0 = \begin{cases} 1 & \text{for } S_0 \geq \text{Threshold} \\ 0 & \text{else} \end{cases}$$

X_4 $i-1, j-1$	X_3 $i-1, j$	X_2 $i-1, j+1$
X_5 $i, j-1$	X_0 i, j	X_1 $i, j+1$
X_6 $i+1, j-1$	X_7 $i+1, j$	X_8 $i+1, j+1$

그림 3. 3×3 마스크내의 9화소
Fig. 3. Nine pixel in a 3×3 mask.

잡음제거는 5×5마스크를 이용하여 연결성이 없는 점들을 제거하였다. 잡음 제거 후에 라플라스 윤곽선 검출기를 이용하여 윤곽선을 구한다.

2.3 눈의 추출

윤곽선을 검출하기 위해 일반적으로 소벨 연산자를 이용한다. 2진 영상에서 소벨 연산자를 이용하는 경우에는 윤곽선이 경계 부분에서 두 점씩 나타나므로 본 논문에서는 연결성이 있고 하나의 점 만이 나타나 세선화 과정이 필요 없는 Laplacian edge detector를 이용한다[11]. 아래의 그림은 흑백 경계 영역에서 소벨 연산자와 라플라스 연산자를 이용했을 때 검출되는 윤곽선을 나타낸다.

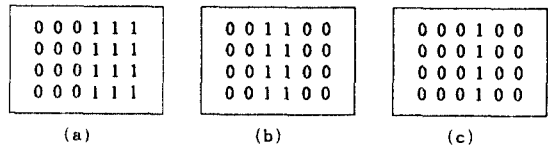


그림 4. (a)원영상
(b)소벨 윤곽선 검출기 적용
(c)라플라스 윤곽선 검출기 적용

Fig. 4. (a)Original image.
(b)Application of Sobel edge detector.
(c)Application of Laplacian edge detector.

연속 영역에서의 영상 함수 $F(x,y)$ 의 윤곽선 라플라시안은 다음과 같이 정의된다.

$$G(x,y) = -\nabla^2 \{F(x,y)\} \quad (2)$$

여기서 Laplacian은

$$\nabla^2 = \frac{\partial^2}{\partial x^2} + \frac{\partial^2}{\partial y^2} \quad (3)$$

이산 영역에서의 계산은 각 축을 중심으로 기울기의 차를 구하여 한다.

즉,

$$\begin{aligned}
 G(i,j) &= [F(i,j) - F(i,j-1)] - [F(i,j+1) - F(i,j)] \\
 &\quad + [F(i,j) - F(i+1,j)] - [F(i-1,j) - F(i,j)] \\
 &= 4F(i,j) - F(i+1,j) - F(i-1,j) \\
 &\quad - F(i,j+1) - F(i,j-1) \quad (4)
 \end{aligned}$$

원영상에서 그림 3의 마스크를 이용하여 중심화소에 서의 Laplacian을 계산하면 다음과 같다.

$$B(X_0) = -(X_1 + X_3 + X_5 + X_7) + 4X_0 \quad (5)$$

$$Y_0 = \begin{cases} 1 & \text{for } B(X_0) \geq 1 \\ 0 & \text{else} \end{cases}$$

원 영상에서의 윤곽선 영상은 Y_0 가 1인 위치에 해당하는 원영상의 화소 값을 1로 Y_0 값이 0이면 원영상의 화소 값을 0으로 바꿔주면 된다.

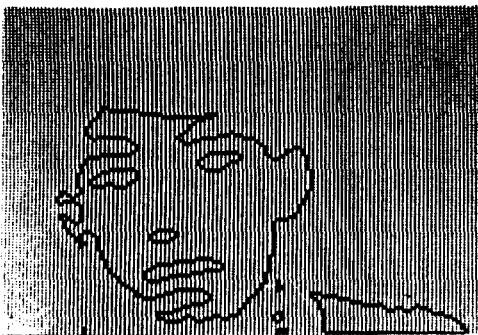


그림 5. 윤곽선 영상
Fig. 5. Contour image.

윤곽선 영상의 중심에서 좌, 우, 상, 하로 최외각 윤곽선이 존재하고 내부에는 눈썹, 눈, 코, 입 등의 내부 윤곽선이 존재한다. 윤곽선 추적 알고리즘[13]을 통하여 우선적으로 최외각 윤곽선을 추적하여 제거하고 나머지 내부의 윤곽선을 좌에서 우로, 위에서 아래 방향으로 추적을 하면서 나타나는 순서에 따라 모두 4개의 영역을 각각 A, B, C, D영역으로 레이블링하고 그 외의 윤곽선은 모두 제거한다. 이 네 영역을 포함하는 블럭(min_x1, max_x1, min_y1, max_y1)을 구성하여 블럭내에서 좌우에서 우로 종방향 추적을 하면서 화소의 값이 1을 하나도 갖지 않는 열을 기준선(reference line)으로 정의한다. 기준선을 기준으로 좌측에서 기준선까지, 우측에서 기준선까지 주사하면서 각각을 윗 영역과 아래 영역으로 나누어 4등분된 상태에서 임시로 아래 영역은 눈으로, 윗 영역은 눈썹의 후보 영역으로 레이블링한다.

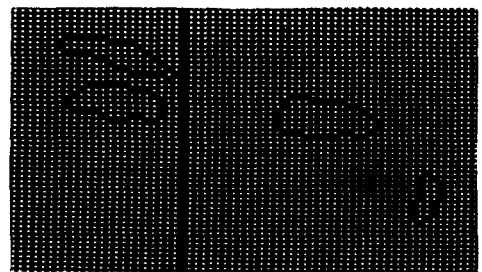
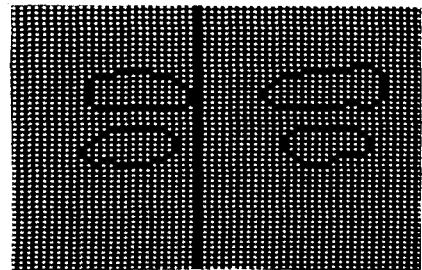


그림 6. 기준선의 예
Fig. 6. Example of reference line.

기준선 설정시 다음과 같은 특수한 예가 있다.

1) 두눈과 코 또는 입이 나타나는 경우에서 입영역이 좌우로 넓게 나타나는 경우에는 기준선을 구할 수 없으므로 이때는 가장 아래의 영역은 제거하고 최소

한 기준선이 한번은 검출될 때까지 반복적으로 기준선을 찾는다.

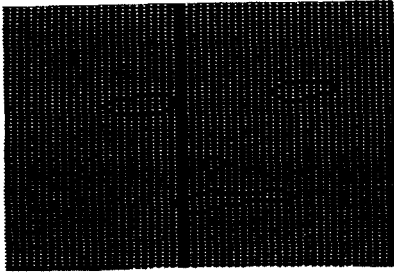


그림 7.1)의 경우
Fig. 7. Case of 1).

2) 기준선 상위 영역에 3개의 영역이 존재하고, 기준선이 두번 검출되는 경우, 두번째로 선정된 기준선이 전체 내부 영역의 사이의 최대 수평거리의 1/2 ($(\max_x1 - \min_x1)/2 + \min_x1$)의 1.2배 보다 작으면 이 기준선의 왼쪽영역중에서 가장 아래에 있는 영역은 잡음으로 간주하고 제거한다.

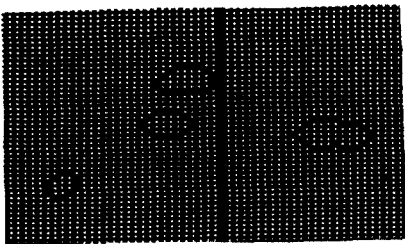


그림 8. 2)의 예
Fig. 8. Case of 2).

3) 1.2배 이상의 거리에 있으면 두번째로 선정된 기준선은 무시하고 첫번째로 선정된 기준선을 기준으로 우측으로 가장 아래에 있는 영역은 잡음으로 판별하고 제거한다.

4) 양측에서 귀가 나오거나 코가 두 영역으로 나타나는 경우에는 기준선이 모두 세번 선정되는데 이 경우 두번째로 선정된 기준선을 새로운 기준선으로 하고 가장 아래에 있는 두 영역은 잡음으로 판별하고 제거한다.

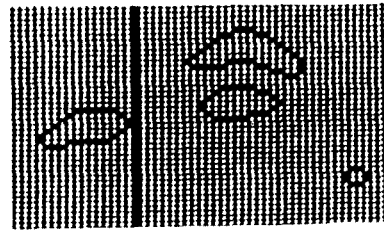


그림 9. 3)의 예
Fig. 9. Case of 3).

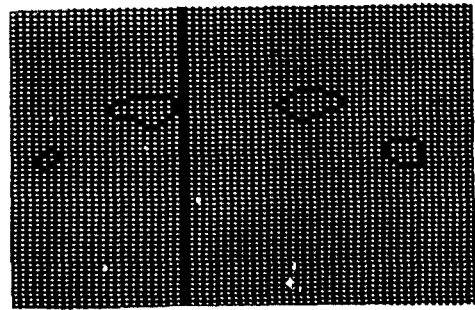


그림 10. 4)의 예
Fig. 10. Case of 4).

최종적으로 선정된 영역에서 윗 영역은 눈썹, 아래 영역은 눈으로 임시로 정의를 한다. 여기서 눈을 찾기 위해 다음의 일반적인 특성을 이용한다.

1. 두 눈간의 거리는 눈과 눈썹간의 거리의 1.8배 이상이다.
2. 두 눈썹과 두 눈과의 거리는 서로 1.5배이상 차이 날 수 없다.
3. 눈과 코와의 거리는 눈과 눈 사이의 거리보다 크다.

4. 눈과 눈썹과의 거리는 눈과 코와의 거리의 1/2이하이다.

2.4 기울기 검출 및 영상의 회전

왼쪽눈의 중심 좌표를 각각 cen_y_l, cen_x_l이라 하고, 오른쪽 눈의 중심 좌표를 각각 cen_y_r, cen_x_r이라 하면 기울기는 다음과 같이 구한다.

$$\theta = \tan^{-1}(\text{cen_y_r} - \text{cen_y_l}) / (\text{cen_x_r} - \text{cen_x_l}) \quad (6)$$

영상의 일반적인 회전은 식 7과 같이 표현된다. 본문에서 사용된 영상의 크기가 118×118이므로 영상의 중심값인 X축 59, Y축 59 인점을 영상의 회전축 좌표로 이용하였다.

회전식은 아래와 같다.

$$\begin{bmatrix} X_{\text{new}} \\ Y_{\text{new}} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos\theta & \sin\theta \\ -\sin\theta & \cos\theta \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X \\ Y \end{bmatrix} \quad (7)$$

$$X_{\text{new}} = \cos\theta * (X - 59) + \sin\theta * (Y - 59) + 59 \quad (8)$$

$$Y_{\text{new}} = -\sin\theta * (X - 59) + \cos\theta * (Y - 59) + 59$$

2.5 특징점 추출 및 특징값의 계산

영상을 바르게 한 후 두 눈 아래 영역에서부터 순서대로 코와 입을 찾는다. 코와 입의 경우는 가로폭이 가장 큰 부분을 기준으로 각각의 중앙 위치를 구했다. 눈의 폭, 눈의 길이, 눈과 코와의 거리, 눈과 입과의 거리 등 10개의 실수 값을 크기에 무관하도록

두 눈간의 중심거리를 정규화한 9개의 인수를 특징값으로 사용하였다. 다음에 특징값의 정의와 입력 영상 BSH2와 데이터 베이스 저장 영상 BSH1의 특징값을 표 1에 나타냈다.

- Fe[0] 왼쪽 눈 중심과 오른쪽 눈 중심의 유클리드 거리
- Fe[1] 왼쪽 눈과 오른쪽 눈의 내부거리
- Fe[2] 눈의 중심과 코의 중심간 수직거리
- Fe[3] 눈의 중심과 입의 중심의 수직거리
- Fe[4] 왼쪽 눈 중심과 코의 유클리드 거리 + 오른쪽 눈 중심과 코와의 유클리드거리의 평균
- Fe[5] 왼쪽 눈 중심과 입의 유클리드 거리 + 오른쪽 눈 중심과 입의 유클리드거리의 평균
- Fe[6] 왼쪽 눈 길이
- Fe[7] 오른쪽 눈 길이
- Fe[8] 왼쪽 눈 폭
- Fe[9] 오른쪽 눈 폭

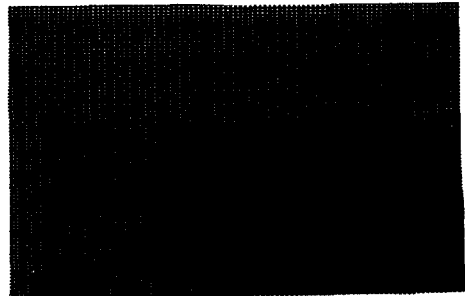
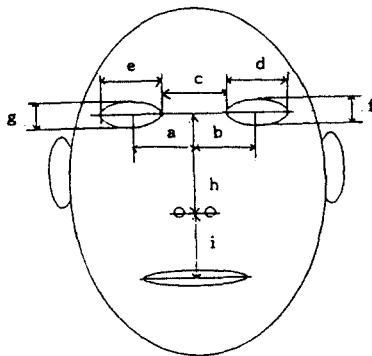


그림 12. 특징값 계산을 위한 영상의 예
Fig. 12. Example of face image for feature value.



- Fe[0] = a + b
- Fe[1] = c
- Fe[2] = h
- Fe[3] = h + i
- Fe[4] = ((a² + h²) + (b² + h²))/2
- Fe[5] = ((a² + (h + i)²) + (b² + (h + i)²))/2
- Fe[6] = d
- Fe[7] = e
- Fe[8] = f
- Fe[9] = g

그림 11. 특징값의 구성
Fig. 11. Configuration of feature value.

표 1. BSH1과 BSH2 영상의 특징값

Table 1. Feature values of BSH1 and BSH2 image.

	BSH1	BSH2
Fe[0]	23.02173	25.50490
Fe[1]	0.608121	0.588122
Fe[2]	0.847026	0.872381
Fe[3]	1.368273	1.382087
Fe[4]	0.983414	1.005468
Fe[5]	1.456624	1.469729
Fe[6]	0.390935	0.393081
Fe[7]	0.390935	0.431290
Fe[8]	0.260623	0.274457
Fe[9]	0.260623	0.235249

III. 실험 결과 및 고찰

실험에 사용한 데이터는 안경을 착용하지 않은 남녀 학생을 대상으로 하였다. 얼굴 윤곽선이 살아 남도록 배경은 어두운 색을 바탕으로 하였고, 조명은 500와트 램프 4개를 앞과 좌우로 배치하였다. 영상 획득은 CCTV 카메라를 통해서 앉아있는 사람의 어깨선 이상을 기운 자세와 바른 자세의 두가지 자세로 하여 얻었고 이를 FG-100 AT 영상 보드에서 처리하고 실험은 SUN 4/470 워크스테이션에서 C-언어를 이용하여 처리하였다.

실험은 두 가지로 하였다. 먼저 기울어진 영상을 바로 세워서 인식하는 실험과 기운 영상 그대로를 인식에 이용하는 실험을 하였다.

30명분 데이터 60개 중에서 55개는 특징값을 정확히 찾았고 나머지 5개는 실패하였다. 실패의 원인은 기울기가 커' 눈 부위가 조명을 받지 못해서 그림자가 생기는 경우 또는 눈 부위가 얼굴 윤곽선에 포함되어 초기에 제거되는 경우와 눈과 눈썹간의 거리가 너무 가까울 때 발생했다. 그림 13에 특징점 추출 실패의 예를 나타냈다. 2차화된 영상에서 윤곽선 검출 연산자를 이용하여 윤곽선 영상을 얻고, 윤곽선 영상에서 외부 윤곽을 제거한 후 내부 요소만을 레이블링하고 기본적인 눈과 눈썹, 눈과 코와의 거리특성을 이용하여 두 눈을 찾았다. 이와 같은 방법을 이용하여 본 논문에서는 20° 이하의 기울기에 무관하게 눈을 추출할 수 있었다. 두 눈을 추출한 후 눈의 중심좌표값을 이용하여 기울기를 구하고 이를 바탕으로 기울어진 영상을 바로 세워서 최종적으로 각 특징점을 찾아 특징

점간 거리값을 구하였다.

영상의 크기에 무관하게 특징값을 얻기 위해서 두 눈의 중심간의 거리값을 이용하여 각각 정규화를 시켰다. 특징점 추출에 성공한 25명분의 영상중 기울기가 없는 영상의 특징값을 저장하였다. 입력된 얼굴 영상의 인식은 입력 영상의 각 특징값과 저장된 영상들의 각 특징점들간의 거리를 구한다. 예를 들어 입력 화상의 각 특징값을 $Fe = \{X_1, X_2, X_3, \dots, X_9\}$ 라 하고, 임의의 저장된 영상의 특징값을 $Fe_1 = \{Y_1, Y_2, Y_3, \dots, Y_9\}$ 라 하면 입력 영상과 저장 영상의 유클리드 거리 U는 다음과 같다.

$$U = |X_1 - Y_1| + |X_2 - Y_2| + \dots + |X_9 - Y_9| \quad (9)$$

표 2. 각 영상간의 유클리드 거리

Table 2. Euclidian distance between each image.

Input	CPU1	BSH1	KEJ1	PSH1	HAK1
BSH2	0.346	0.175	0.433	0.450	0.418
	LHS1	JYB1	JBG1	JJS1	KKC1
	0.590	0.420	0.415	0.510	0.390
	KDS1	LGY1	KO1	KON1	KTH1
	1.120	0.339	0.527	0.478	0.646
	KYT1	LDH1	MJM1	OJH1	PJK1
	0.559	0.688	0.752	0.579	0.528
	SSG1	SYH1	LTH1	OSY1	LSO1
	0.572	0.363	0.792	0.406	0.394

인식 실험은 입력 값과 저장된 값과의 유클리드 거리가 최소가 되는 영상을 동일 영상으로 간주하였으며 실험에선 25명의 데이터 중에서 22명을 정확히 인식하였다. 오인식의 경우는 표정 변화에 의한 경우가 있고, 그림 14에 그 예를 나타냈다. 오인식된 3명의 영상 중에서 3명 모두 제 2후보로 인식되었다. 기울기를 고려하지 않고 인식을 한 경우 15명을 인식하여 기울기를 고려한 경우 28%의 인식율 개선이 있었다. 표 3에 두 실험에 대한 인식율을 비교하였다.

표 3. 인식율의 비교

Table 3. Comparison of recognition rates.

	인식	오인식	인식율
기울기 고려	22	3	88%
기울기 무시	15	10	60%

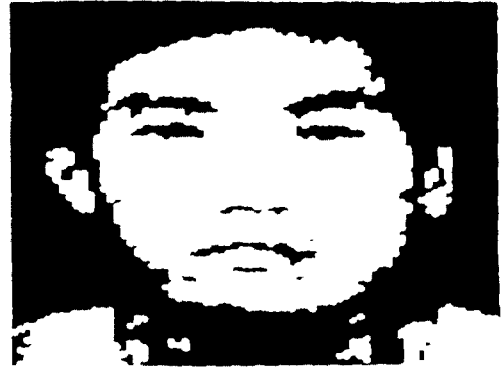
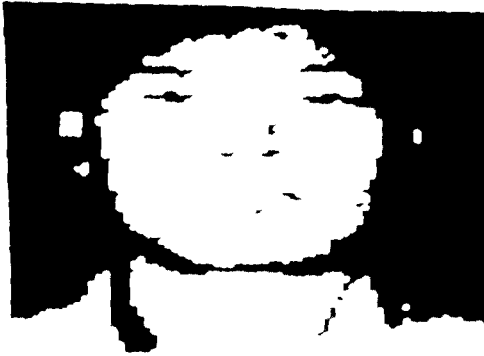


그림 13. 특징점 추출 실패의 예
Fig. 13. Examples of feature extraction failure.

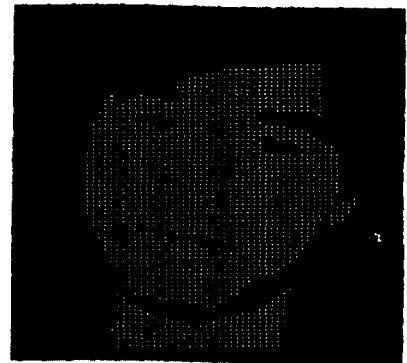
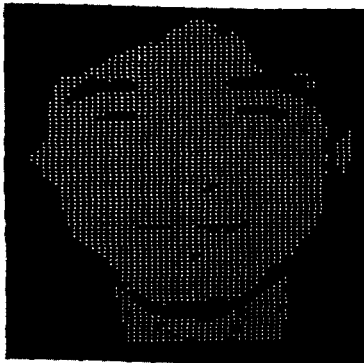


그림 14. 오 인식의 예
Fig. 14. Example of erroneous recognition.

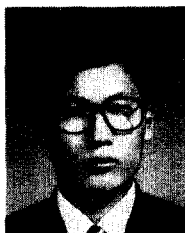
IV. 결 론

본 논문에서는 기울어진 영상에서도 두 눈을 추출할 수 있는 알고리즘을 제안하였고, 제안한 알고리즘을 이용한 실험결과 특징점 추출율은 약 92%로 양호한 편이었다. 올바르게 특징점이 추출된 영상에 대한 인식 실험을 한 결과 기울기를 고려한 경우에는 88%의 인식율을 얻었고, 기울기를 고려하지 않았을 경우에는 약 60%의 인식율을 얻었다. 본 논문에서 제안한 방법에 의한 실험 결과 인식율은 28%정도 개선되었다. 실험을 비교해 보면 기울기를 고려한 경우 28%정도의 인식율의 개선을 보여준다.

본 연구에서는 2차원 얼굴 화상에 대한 인식에 대해 연구했는데, 인식에 있어서 여러 특징점을 찾는 실마리가 되는 눈을 정확히 찾는 것이 중요하며, 또한 얼굴들의 유사성을 고려해 볼 때 개인간에 독립적이고 차이가 큰 특징값을 구하는 것도 중요하다. 본 논문에서 사용된 특징값이 9개로 대규모의 얼굴 영상 인식에는 부족하므로 앞으로 더 많은 특징값과 불변성을 갖는 특징값의 개발이 필요하다. 또한 조명에도 어느 정도 불변한 특징값의 개발도 필요하다. 안경을 착용한 영상은 대상에서 제외를 했는데 앞으로 이런 제한의 해결에 대한 연구가 계속되어야겠다.

참 고 문 헌

1. L. D. Harmon, "Identification of human face profiles by computer," Pattern Recognition, vol.10, pp.301-312, 1978.
2. K. Wong, H. Law and P. Tsang, "A system for recognition human faces," Proc. ICASSP, pp. 1638-1642, May, 1989.
3. M.A. Turk and A. Pentland, "Face recognition using eigenfaces," Proc. CVPR, pp.586-591, June, 1991.
4. J.M. Vincent, "Facial feature location in coarse resolution image by multi-layered perceptorns," Artificial neural networks, North-Holland, pp. 821-826, 1991.
5. R.A. Hutchinson, "Development of an MLP feature location technique using preprocessed images," International neural network conference, vol.1, pp.67-70, July, 1990.
6. I. Craw, H. Ellis and J.R. Lishman, "Automatic extration of face-feature," Pattern Recognition Letters, vol.5, pp.183-187, 1987.
7. T. Akimoto, R. Wallac and Y. Suenaga, "Feature extraction from front and side views of faces for 3d facial model creation," MVA '90, NTT Human Interface Lab., pp.291-294, 1990.
8. J. Buhmann, J. Lange and C. von der Malsburg, "Distortion invariant object recognition by matching hierarchically labeled graphs," IJCNN, vol.1, pp.155-159, June, 1989.
9. 류근택, 권영도, 최동선, 이주신, "Line 히스토그램을 이용한 얼굴 형상의 특징 추출," 한국통신학회 하계학술 발표회, vol.11, No.1, pp.498-502, 1992.
10. 임경만, 오경환, "얼굴 인식 시스템," 서강대학교 석사 학위 논문, 1991.
11. R.C. Gonzalez and P. Wintz, Digital image processing. Addison-Wesley, pp.338-340, 1987.



李志範(Ji Bum Lee) 정회원
 1991년 2월: 광운대학교 전자통신공학과(공학사)
 1993년 2월: 광운대학교 대학원 전자통신공학과(공학석사)
 1993년 3월~현재: 광운대학교 대학원 전자통신공학과 박사과정

※주관심분야: 화상처리 및 인식, 신경회로망

李鎬俊(Ho Joon Lee) 정회원
 1988년 2월: 광운대학교 전자통신공학과(공학사)
 1992년 2월: 광운대학교 대학원 전자통신공학과(공학석사)
 1992년 3월~현재: 광운대학교 대학원 전자통신공학과 박사과정
 ※주관심분야: 화상처리 및 인식, 영상압축



高亨和(Hyung Hwa Ko) 정회원
 1979년 2월: 서울대학교 전자공학과(공학사)
 1982년 2월: 서울대학교 대학원 전자공학과(공학석사)
 1989년 2월: 서울대학교 대학원 전자공학과(공학박사)
 1979년~1980년: 금성사 중앙연구소 기사

1980년~1983년: 서울대학교 전자공학과 조교

1985년~현재: 광운대학교 전자통신공학과 부교수

※주관심분야: 화상처리 및 인식, 영상압축, 신경회로망 및 퍼지이론