

환경에 불변한 인식 정보의 추출 및 퍼지 관계 행렬에 의한 정면 얼굴의 인식

正會員 조 동 옥*, 최 동 선**, 조 용 환***

Extraction of Recognition Parameters Regardless of the Environment and Recognition of the Full Face Image by Fuzzy Relation Matrix

Dong Uk Cho*, Dong Sun Choi**, Yong Hwan Cho*** *Regular Members*

요 약

본 논문에서는 기준점으로 눈의 위치를 검출함으로써 기운 영상이나 입력 영상의 크기에 관계 없이 정면 얼굴 영상의 인식 파라미터를 추출하고 인식하는 방법을 제안한다. 입력 영상을 이진화한 후 라벨링된 2진 영상에 체인 코드를 적용하여 면적, 둘레의 길이, 원형도 등을 구하여 이를 바탕으로 눈의 위치를 검출하였다. 또한 추출된 눈의 위치를 기준으로 기운 영상의 보정과 입력 영상의 크기에 무관한 인식 파라미터를 추출한다. 그리고 추출된 인식 파라미터로부터 퍼지 관계 행렬을 생성하여 최종적인 인식을 행하였다. 끝으로 본 논문의 유용성을 실험에 의해 입증하고자 한다.

ABSTRACT

This paper proposes a method for full face recognition regardless of the tilt and the size. This goal is achieved by extracting the recognition parameters from the detected eyes position as reference point. Firstly, an input image is converted into binary codes and put labelled on them. After that, the eyes position are extracted by calculating area, perimeter and circleness from the chain coded image. Secondly then recognition parameters such as the distances and angles among feature point are used as parameters to recognize full face regardless of the tilt and the size. Thirdly, the recognition is done by applying the fuzzy relation matrix. Finally, the effectiveness of this system is demonstrated by the experiments.

*서원대학교 정보통신공학과 부교수
 **중경공업전문대학 전자공학과 교수
 ***충북대학교 컴퓨터공학과 교수
 論文番號:97387-1025
 接受日字:1997年 10月 25日

I. 서론

계산기에 의한 얼굴 영상 인식은 정지 영상이든 비디오 영상이든 간에 저장된 얼굴 영상 DB와 주어진 얼굴 영상으로부터 한 사람 또는 여러 사람에 대한 얼굴을 인식하는 것을 뜻한다. 이같은 얼굴 영상 인식 분야는 범 집행에 필요한 범인의 얼굴 사진 인식과 동영상 감시에서부터 상업적 응용 분야인 여권, 신용카드, 주민등록증, 운전면허증 등 대단히 많은 곳에 응용이 가능한 분야이다[1, 2, 3]. 얼굴 영상 인식 분야는 그 취급 영상에 따라 정면 얼굴 인식 분야[4, 5, 6], 측면 얼굴 인식 분야[7, 8, 9], 거리 영상을 입력으로 한 분야[10]과 같이 크게 세 분야로 나눌 수 있다. 그러나 거리 영상은 현실적으로 취득하기가 어려우며, 측면 영상은 그 응용 분야가 한정되어 있기 때문에 대부분의 얼굴 영상 인식은 정면 얼굴 영상 인식 분야로 집중되어 있다. 본 논문에서는 이같은 관점에서 정면 얼굴 영상 인식 시스템을 제안하고자 한다. 기존의 정면 얼굴 영상 인식 시스템에 대해서 많은 연구가 있었다[11, 12, 13]. 그러나 Sakai[11]의 방법은 조명의 방향에 크게 좌우된다는 단점이 있으며 Yuille[12]의 방법은 가변 템플레이트의 기술 방법이 대단히 복잡하여 계산의 복잡성이 존재한다는 문제가 있다. 또한 Manjunath[13]은 곡률을 계산해야 하는데 이는 알고리즘의 복잡도와 직결되는 단점이 존재한다. 따라서 올바른 얼굴 영상 인식 시스템을 구축하기 위해서는 조명의 방향에 영향을 안 받으며 계산의 복잡도(time complexity)도 감소시킬 수 있는 알고리즘이 개발되어야만 한다. 이에 덧붙여 얼굴 영상이 기울어 있거나 카메라의 촬영 위치에 따라 얼굴 영상 크기가 변하는 문제도 해결할 수 있어야만 한다. 따라서 본 논문에서는 이상과 같은 문제를 해결하기 위해 회전과 크기에 무관한 인식 파라미터를 추출하고 피지 관계 행렬을 생성하여 인식하는 방법을 제안하고자 한다. 아울러 제안한 시스템에 대한 실험을 수행하여 제안 방법의 유용성을 입증하고자 한다.

II. 전체 시스템의 구성

본 논문에서 제안하고자 하는 시스템의 전체 구성도는 아래와 같다.

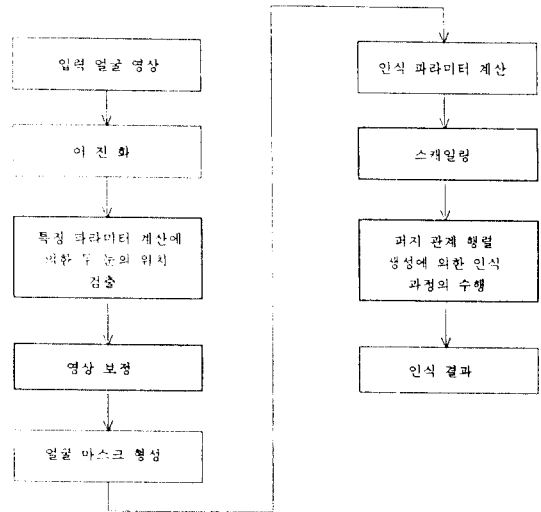


그림 1. 전체 시스템의 흐름도
Fig. 1 Flowchart of the system

위의 그림에서 알 수 있듯이 본 시스템은 우선 입력 영상을 2진화한 후 눈을 기준점으로하여 입력 영상의 크기와 기운 영상에 무관한 인식 파라미터를 추출하고 이를 저장되어 있는 DB와 피지 관계 행렬을 생성하여 인식하는 방법에 대해 제안하고자 한다. 이를 위해 면적, 둘레의 길이, 원형도 등과 같은 형태 특징을 분석하여 눈의 위치를 검출하고, 두 눈 사이의 각도를 이용하여 기운 영상의 보정을 행한다. 또한 두 눈 사이의 거리를 이용하여 입력 영상의 크기에 관계없는 인식 파라미터를 추출하여 DB에 저장되어 있는 정보와 입력 영상과의 피지 관계 행렬을 생성하여 최종적인 정합 과정을 수행하고자 한다. 그리고 위의 그림 1에서 진한 선으로 되어 있는 블록이 구성된 전체 시스템 중 본 논문에서 제안한 부분이며 그의 부분은 기존에 통상 사용하는 방법을 적절히 채택하여 시스템을 구성하였다.

III. 눈의 위치 검출 및 기운 영상의 보정

1. 눈의 위치 검출

눈의 위치 검출을 위해 우선 카메라로부터 입력 영상을 2진 영상화[14]한다. 또한 눈의 특징은 얼굴 전체의 특징과 마찬가지로 둥글고 폐영역을 이루고 있으므로 전체 영상에서 얼굴 영역만을 추출한 후 눈의

위치를 검출하여야 한다. 이를 위해 이진화된 영상으로부터 폐영역에 대해 연결도를 이용하여 라벨을 부여하고 라벨링된 영역에 체인 코드를 이용하여 면적, 둘레와 원형도(이상을 형태 특징이라고 하자)를 계산한다. 이때 원형도에 대한 수식은 아래와 같다.

$$e = \frac{4\pi \times \text{면적}}{(\text{둘레의 길이})^2} \quad (1)$$

또 얼굴 요소를 이루고 있는 N개의 화소 $P(x_i, y_i)$ 들에 대한 중심 좌표 (\bar{x}, \bar{y}) 는 아래 식에 의해 구해진다.

$$\bar{x} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^{N-1} x_i$$

$$\bar{y} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^{N-1} y_i \quad (2)$$

이제 위에서 구한 형태 특징과 중심 좌표로부터 폐영역에 대해 면적 얼굴 영역을 추출하고 이후 눈의 위치를 검출해야 한다. 이에 대한 알고리즘은 다음과 같다.

■ 눈의 위치 검출 알고리즘

- 단계 1: 형태 특징에 의해 전체 영상으로부터 얼굴 영역을 찾는다.
- 단계 2: 각 라벨 영역에 있어 형태 특징에 대한 유사도를 계산한다.
- 단계 3: 각 라벨 영상 중심 사이의 기하학적 거리를 계산한다.
- 단계 4: 단계 1을 반복한다.
- 단계 5: 형태 특징에 대한 전체 유사도와 기하학적 거리에 의해서 눈을 추출한다.

이상의 내용을 보다 자세히 기술하면 아래와 같다.

우선 단계 1에서는 면적은 10 이하, 500 이상, 둘레는 20 이하, 400 이상 그리고 원형도는 0.2 이하, 0.9 이상을 제거하면 얼굴 영역과 배경, 어깨 부분에 대한 분리가 가능하다. 또한 단계 2에서 라벨 번호 i 와 k 의 면적의 유사도를 S_{aik} , 둘레의 유사도를 S_{pi} , 원형도의 유사도를 S_{cik} 라 하면 이는 아래와 같이 계산되어진다.

$$S_{aik} = \frac{l_{ai} + l_{ak} - |l_{ai} - l_{ak}|}{l_{ai} + l_{ak}} \times 100\%$$

$$S_{pi} = \frac{l_{pi} + l_{pk} - |l_{pi} - l_{pk}|}{l_{pi} + l_{pk}} \times 100\% \quad (3)$$

$$S_{cik} = \frac{l_{ci} + l_{ck} - |l_{ci} - l_{ck}|}{l_{ci} + l_{ak}} \times 100\%$$

여기서 l_a, l_p, l_c 는 각각 라벨링된 영역의 면적, 둘레, 원형도의 값이다. 그리고 단계 6에서 전체 유사도 S_{ik} 는 아래와 같다.

$$S_{ik} = \frac{\alpha S_{aik} + \beta S_{pi} + \gamma S_{cik}}{3} \quad (4)$$

위 식에서 α, β, γ 는 각 형태 특징에 대한 가중치로서 1 이하의 상수로 하였다.

2. 기운 영상의 보정

피촬영자의 위치 등에 의해 기운 영상을 얻을 수 있으므로 이에 대한 보정 알고리즘이 필요하다. 이는 앞절에서 눈의 위치 추출 알고리즘에 의해 두 눈의 좌표 $P_1(x_1, y_1)$ 과 $P_2(x_2, y_2)$ 를 추출하였으므로 보정 각 θ 는 아래의 식에 의해 구해 질 수 있다.

$$\theta = \tan^{-1} \left(\frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1} \right) \quad (5)$$

이에 (6) 식과 같이 원점을 중심으로 θ 만큼 회전을 행하여 기운 영상의 보정을 수행한다.

$$[x' \ y' \ 1] = [x \ y \ 1] \begin{bmatrix} \cos\theta & \sin\theta & 0 \\ -\sin\theta & \cos\theta & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (6)$$

IV. 인식 파라미터의 추출

1. 인식 파라미터의 추출

이제 인식에 필요한 인식 파라미터를 추출해야 하는데 이를 위해서는 우선 추출된 눈으로부터 마스크를 만들어 눈, 코, 입 등 얼굴 특징 요소의 특징점을 추출해야 한다. 그림 2가 이같은 특징점을 추출하기 위한 마스크의 형태이며 이를 추출된 눈을 기준으로 그림 3과 같이 얼굴 영상에 적용한다. 또한 특징 파라미터의 경우 좌·우 끝점은 두 눈의 중심 좌표를 잇는

직선에 평행 되는 각 얼굴 요소의 중심을 기준으로 직각 슬릿을 만들고 라인히스토그램을 이용하여 찾으며 그림 4가 이같은 방법으로 찾은 특징점들의 위치들이 된다. 최종적으로 그림 4의 특징점을 기준으로 인식 파라미터를 표 1과 같이 선정하였다.

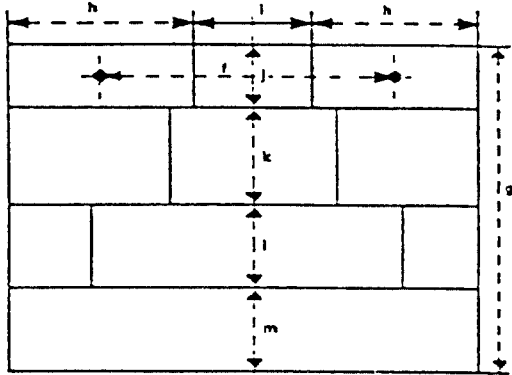


그림 2. 특징점 추출을 위한 마스크
Fig. 2 Mask to extract feature points

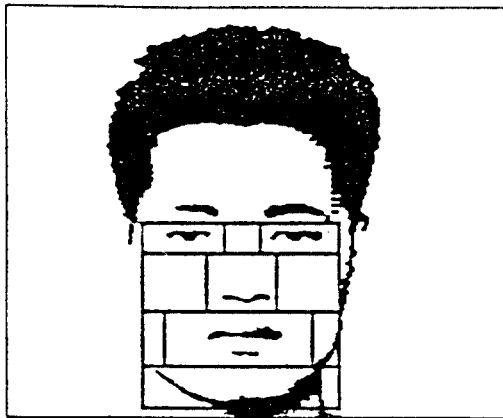


그림 3. 두 눈을 기준으로 한 얼굴 마스크
Fig. 3 Face mask based on two eyes

표 1. 정면 얼굴의 인식 파라미터
Table 1. Recognition Parameters

번호	내용	번호	내용
1	P 1, 2의 거리	6	P14, 15의 거리
2	P 1, 3의 거리	7	P2, 1, 3의 각도
3	P 3, 4의 거리	8	P 3, 6의 거리
4	P16, 17의 거리	9	P 3, 7의 거리
5	P10, 11의 거리		

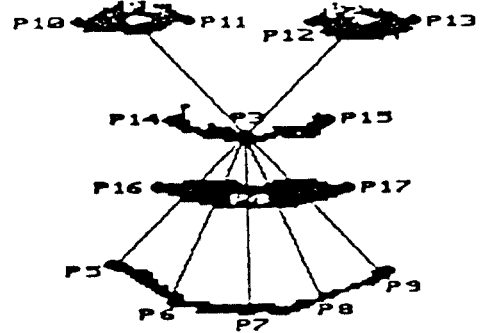


그림 4. 정면의 특징점들
Fig. 4 Feature points of full face

2. 스케일링

이제 카메라의 위치에 관계 없이 일정한 인식 파라미터를 얻기 위한 스케일링이 행해져야 한다. 이를 위해 두 눈 사이의 거리를 이용하여 스케일링 하고자 한다. 직교좌표계 xoy 를 원점 O 를 중심으로 m 배 확대시켜 얻어진 새로운 좌표계를 XOY 라 하면, 두 좌표계 사이의 관계식은 아래와 같다.

$$\begin{pmatrix} X \\ Y \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} m & 0 \\ 0 & m \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix} \quad (7)$$

위 식에서 $X=mx$, $Y=my$ 가 된다. $dX=mdx$, $dY=mdy$ 이므로 두 좌표계의 선요소(line element) ds , dS 사이의 관계식은 다음과 같다.

$$dS = \sqrt{dX^2 + dY^2} = m \sqrt{dx^2 + dy^2} = mds \quad (8)$$

이 두 좌표계 사이의 Jacobian은

$$\frac{\partial(X, Y)}{\partial(x, y)} = \begin{vmatrix} \frac{\partial X}{\partial x} & \frac{\partial X}{\partial y} \\ \frac{\partial Y}{\partial x} & \frac{\partial Y}{\partial y} \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} m & 0 \\ 0 & m \end{vmatrix} = m^2 \quad (9)$$

따라서 두 좌표계의 면적소(area element) $dxdy$, $dXdY$ 사이의 관계식은 다음과 같다.

$$dXdY = \left| \frac{\partial(X, Y)}{\partial(x, y)} \right| dxdy = m^2 dxdy \quad (10)$$

직교좌표계 xOy 를 원점 O 를 중심으로 각 θ 만큼 회

전시켜 얻어진 새로운 좌표계를 XOY 라 하면 두 좌표계 관계식은

$$\begin{pmatrix} X \\ Y \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \cos\theta & \sin\theta \\ -\sin\theta & \cos\theta \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix} \quad (11)$$

위 식에서

$$X = x\cos\theta + y\sin\theta, \quad Y = -x\sin\theta + y\cos\theta$$

$$dX = dx\cos\theta + dy\sin\theta, \quad dY = -dx\sin\theta + dy\cos\theta$$

이므로, 두 좌표계 선 요소 ds, dS 사이의 관계식은 다음과 같다.

$$dS = \sqrt{dX^2 + dY^2} = \sqrt{dx^2 + dy^2} = ds \quad (12)$$

Jacobian 식(13)에 의해 두 좌표계 면적소 $dXdY, dXdY$ 사이의 관계식은 식(14)과 같다.

$$\frac{\partial(X, Y)}{\partial(x, y)} = \begin{vmatrix} \frac{\partial X}{\partial x} & \frac{\partial X}{\partial y} \\ \frac{\partial Y}{\partial x} & \frac{\partial Y}{\partial y} \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} \cos\theta & \sin\theta \\ -\sin\theta & \cos\theta \end{vmatrix} = 1 \quad (9)$$

$$dXdY = \left| \frac{\partial(X, Y)}{\partial(x, y)} \right| dx dy = dx dy \quad (10)$$

따라서 그림 3에서 $P1$ 과 $P2$ 사이의 거리를 j 라 할 때 모든 거리를 j 로 나누어주면 카메라의 위치에 관계없이 거리에 대해 일정한 인식 파라미터를 얻을 수 있고, 면적인 경우는 j^2 으로 나누어주면 면적에 대한 일정한 인식 파라미터를 얻을 수 있다는 결론을 내릴 수 있다. 본 논문에서는 인식 파라미터로 표 1에서 알 수 있듯이 8개의 거리와 1개의 이루는 각을 선정하였으므로 8개의 거리에 대해선 $P1$ 과 $P2$ 사이의 거리인 j 로 나누어주어 카메라의 위치에 관계없이 일정한 인식 파라미터를 얻을 수 있는 스케일링을 행하였다. 또한 이루는 각은 영상의 크기에 영향을 받는 요소가 아니므로 아무런 추가 작업이 필요하지 않다.

V. 퍼지 관계 행렬에 의한 인식 과정의 수행

1. 퍼지 관계 행렬의 생성

퍼지 집합은 원소 x 가 집합 A 에 속하기 위한 소속도를 $\mu_A(x)$ 로 나타내는 것이다. 또한 퍼지 관계 R 은 관계 R 이 집합 A 에서 집합 B 로의 관계를 나타낼 때 $x \in A, x \in B$ 에 대해 $\mu_R(x, y)$ 는 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$\mu_R: A \times B \rightarrow [0, 1] \quad (15)$$

여기서 $\mu_R(x, y)$ 는 소속도라기 보다는 관계의 강도(strength)로 해석 할 수 있다. 이산적인 경우 이같은 퍼지 관계는 퍼지 관계 행렬로 나타낼 수 있다. 이제 이같은 개념을 바탕으로 어떻게 퍼지 관계행렬을 생성하는지 알아보도록 하자. 퍼지 관계 행렬 R 을 생성하기 위해 두 개의 집합 M 과 F 를 정의해 보자. 이때 M 은 모델로서 인식의 대상이 되는 집합이며 F 는 인식 파라미터가 된다. 즉, $M = \{M_1, M_2, \dots, M_n\}$ 으로서 이 집합의 원소는 데이터 베이스에 저장해 놓은 모델이 되며 $F = \{F_1, F_2, \dots, F_g\}$ 로서 g 개의 인식 파라미터가 된다. 따라서 $\nu_R(F_i, M_j)$ 는 입력의 i 번째 인식 파라미터와 j 번째 모델의 i 번째 인식 파라미터와의 관계의 강도 즉, 유사도를 나타내게 된다. 결국 퍼지 관계 행렬 R 은 아래의 식과 같이 표현될 수 있다.

$$\begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{j1} & a_{j2} & \dots & a_{jn} \end{pmatrix} \quad (16)$$

위 식에서 행은 모델을, 열은 인식 파라미터를 나타내게 된다.

2. 유사도의 계산

이제 퍼지 관계 행렬의 원소들의 값인 유사도를 계산하여야 한다. 유사도는 거리(표 1에서 1~6, 8, 9)와 이루는 각(표 1에서 7번째 인식 파라미터)으로 나누어 계산한다. 우선 거리에 대한 유사도의 계산 과정을 살펴보도록 하자. 모델에 있는 인식 파라미터 1번 값을 10등분($a_1 \sim a_{10}$)하여 이를 크게 세 부분으로 나눈다. 즉, 인식 파라미터 1번 값을 기준으로 그 차이가 '크다(Large:L)', '중간(Medium:M)', '적다(Small:S)'로 나누며 이에 대한 수식은 아래와 같다.

$$\mu_L(x) = 1, a_1 \leq x \leq a_2$$

$$= \frac{a_3 - x}{a_3 - a_2}, a_2 \leq x \leq a_3$$

$$\mu_M(x) = \frac{x - a_2}{a_3 - a_2}, a_2 \leq x \leq a_3$$

$$= 1, a_4 \leq x \leq a_7$$

$$= \frac{a_8 - x}{a_8 - a_7}, a_7 \leq x \leq a_8$$

$$\mu_S(x) = \frac{x - a_7}{a_8 - a_7}, a_7 \leq x \leq a_8$$

$$= 1, a_9 \leq x \leq a_{10}$$

또한 '크다'와 '적다'에 대한 함수를 보다 자세히 나타내면 아래와 같다.

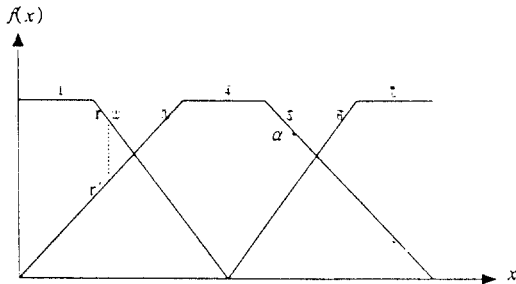


그림 5. '크다'와 '적다'에 대한 함수
Fig. 5 Function of 'Large' and 'Small'

이때 유사도는 표 2와 같이 계산한다.

표 2. 유사도의 계산

Table 2. Calculation of Similarity Measure

②, ③	일치도 연산	②, ④	$f(r')$
⑥, ⑤		⑤, ⑦	
③, ④	$f(x)$	④, ⑥	$f(r') - 0.1$
④, ⑤		①, ③	
⑥, ⑦		③, ⑤	
		그외	0

또한 '중간'에 대한 함수를 자세히 나타내면 다음과

같이 정의 가능하다.

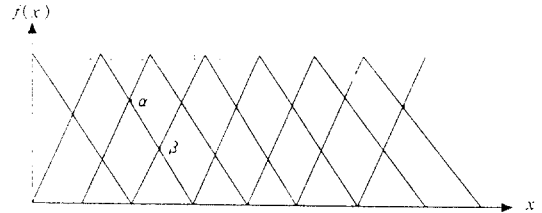


그림 6. '중간'에 대한 함수
Fig. 6 Function of Medium

이때 유사도는 표 3과 같이 계산된다.

표 3. 유사도의 계산

Table 3. Calculation of Similarity Measure

①', ②	일치도 연산, 예로서 $f(x)$	①, ②'	①'와 ③의 연산으로 대체
②', ③		①, ②	일치도 연산(위) - $\delta(x)$
①', ③	일치도 연산, 예로서 $f(\beta)$	①', ②'	예) $f(x) - \delta(x)$
①, ①'		①, ③	일치도 연산(아래) - 0.1
②, ②'	1	①', ③'	예) $f(\beta) - 0.1$
③, ③'		그외	0

표 3에서 $\delta(x)$ 는 $1.0 \leq x \leq 1.5$ 사이 일 때는 정확히 식(18)과 같이 정의할 수 있으나 간략화를 위해 식(19)와 같이 하였으며 여기서 x 는 구간의 차를 나타내어 $0.5 \leq x \leq 1.5$ 의 값을 갖는다.

$$\delta(x) = -1.006x + 1.676 \quad (18)$$

$$\delta(x) = 0, 0.5 \leq x \leq 1.0$$

$$= 0.1, 1.0 < x \leq 1.5 \quad (19)$$

또한 이루는 각에 대한 유사도는 아래의 식과 같이 계산한다.

$$S(x) = 1 - |A_m(x) - A_i(x)| \quad (20)$$

여기서 $A_m(x)$ 는 모델의 이루는 각을, $A_i(x)$ 는 입력의 이루는 각을 뜻한다.

3. 정합 과정의 수형

앞의 두 점에서 유사도를 계산하여 퍼지 관계 행렬을 생성하였으므로 정합 과정을 수행해야만 한다. 이를 위해 우선 인식 파라미터들에 대한 가중치 집합 W 를 하식과 같이 정의하였다.

$$W = \{W_1, W_2, \dots, W_g\} \quad (21)$$

따라서 최종적으로 정합 과정을 아래의 식과 같이 정규화되어 수행된다.

$$V = \frac{W \circ R}{\sum_{i=1}^g} \quad (22)$$

위 식에서 \circ 는 product-sum 연산을 뜻한다.

VI. 실험 및 고찰

본 논문에서의 실험은 IBM-PC상에서 C언어를 사용하여 구현하였다. 그림 7이 실험에 사용한 얼굴 영상이다. 제안한 방법의 처리 과정을 설명하기 위해 그림 7의 얼굴 영상에서 11번과 13번째 영상을 예로서 처리 결과를 나타내도록 하겠다. 우선 그림 8이 이진화 방법에 의해 이진화된 영상을 나타낸 것이다. 또한 두 눈을 검출하기 위해 라벨링된 결과로부터 특징 파라미터를 추출한 것이 표 4와 표 5이다. 표 4와 표 5로부터 제안한 알고리즘에 의해 두 눈을 추출한 결과가 그림 9이다. 그리고 표 6에 추출된 두 눈으로부터 스케일링된 인식 파라미터를 나타내었으며 또한 표 6은 이상과 같은 처리 과정에 의해 추출한 인식 파라미터들을 전체 표로서 작성한 것이다. 그리고 표 5가 인식을 위해 입력으로 들어 온 인식 파라미터이며 표 6과 표 7이 퍼지 관계 행렬을 나타낸다. 최종적으로 표 8이 정합 과정을 수행한 결과를 나타낸다. 본 논문에서 제안한 방법은 두 눈을 기준으로 하여 다른 특징점들을 추출하며 두 눈 사이의 거리를 기준으로 여타의 인식 파라미터들을 나눔으로서 스케일링된 인식 파라미터를 얻을 수 있었다. 또한 퍼지 관계 행렬을 생성하여 정합 과정을 수행함으로써 인식 과정을 성공적으로 행할 수 있었다. 그러나 실제의 적용 분야에 적용하기 위해서는 시스템의 유용성을 입증

할 수 있는 방대한 양의 실험 데이터를 가지고 실험을 수행하여야 하며 측면 얼굴과 레인지 영상을 대상으로 한 실험도 수행하여 보다 폭넓은 인식 분야의 확장과 인식률의 향상을 위한 연구가 지속되어야 하리라 여겨진다.

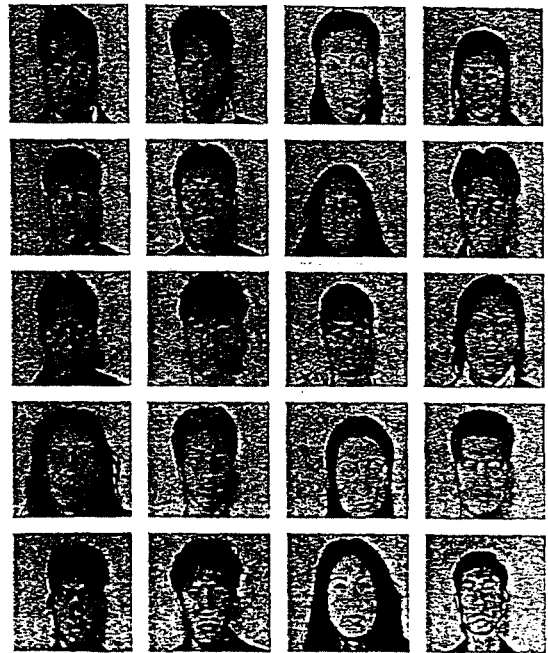


그림 7. 실험에 사용한 정면 얼굴 영상
Fig. 7 Full Face Image Used in Experiments



그림 8. 이진화 영상
Fig. 8 Binary Images

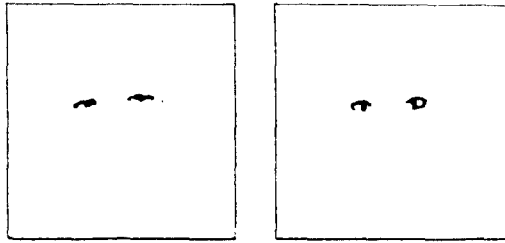


그림 9. 추출된 두 눈의 영상
Fig. 9 Extracted Eye Images

표 4. 특징 파라미터

Table 4. Feature Parameter Values

특징 파라미터 라벨	면적	둘레	원형도	중심좌표
0	6068.00	643.14	0.18	(127, 71)
6	274.00	87.35	0.45	(150, 120)
7	190.00	79.11	0.38	(105, 126)
8	91.00	61.94	0.29	(152, 136)
9	98.00	54.87	0.41	(107, 140)
10	10.00	14.72	0.58	(186, 143)
11	18.00	19.31	0.61	(180, 151)
13	10.00	15.89	0.50	(179, 162)

14	24.00	24.72	0.49	(177, 170)
15	47.00	42.62	0.33	(136, 176)
16	13.00	16.72	0.58	(123, 176)
18	144.00	85.94	0.25	(135, 196)
19	48.00	38.72	0.40	(133, 207)
20	458.00	204.54	0.14	(141, 225)
21	25.00	23.89	0.55	(97, 231)
22	12.00	15.89	0.59	(172, 232)

표 5. 특징 파라미터

Table 5. Feature Parameter Values

특징 파라미터 라벨	면적	둘레	원형도	중심좌표
0	12079.00	1139.49	0.12	(123, 118)
2	78.00	58.87	0.28	(146, 110)
3	45.00	40.97	0.34	(100, 114)
4	186.00	67.11	0.52	(154, 132)
5	143.00	74.18	0.33	(93, 134)
6	25.000	25.31	0.49	(133, 182)
7	21.000	23.90	0.46	(119, 183)
9	181.00	87.59	0.30	(129, 206)
12	31.000	31.56	0.39	(128, 222)

표 6. 인식 파라미터 값

Table 6. Recognition Parameter Values

모델No.	스케일링된 인식파라미터 값								
1	1.0000,	0.9602,	0.4404,	0.8798,	0.4799,	0.4807,	0.1514,	1.0463,	1.1599
2	1.0000,	0.9840,	0.3778,	0.6792,	0.3962,	0.3890,	0.1392,	1.0801,	1.0945
3	1.0000,	0.9845,	0.4031,	0.5833,	0.3666,	0.4412,	0.1227,	0.9983,	1.0677
4	1.0000,	0.9325,	0.4043,	0.8085,	0.4894,	0.4852,	0.1136,	1.1380,	1.1915
5	1.0000,	0.9131,	0.4380,	0.6875,	0.3750,	0.3953,	0.1136,	1.1136,	1.1669
6	1.0000,	0.9300,	0.4448,	0.7407,	0.3889,	0.4223,	0.1081,	1.0079,	1.0742
7	1.0000,	0.9604,	0.4205,	0.7000,	0.4200,	0.4079,	0.1514,	1.2088,	1.2202
8	1.0000,	0.9342,	0.4048,	0.7447,	0.4468,	0.5115,	0.1659,	1.0235,	1.0640
9	1.0000,	0.8651,	0.4407,	0.6610,	0.4237,	0.3457,	0.1153,	1.1527,	1.1864
10	1.0000,	1.0185,	0.5165,	0.7222,	0.3519,	0.4335,	0.1903,	1.1731,	1.2291
11	1.0000,	1.0263,	0.4205,	0.8000,	0.4480,	0.4976,	0.1325,	1.1072,	1.2802
12	1.0000,	1.0679,	0.4698,	0.8163,	0.3673,	0.5113,	0.2103,	1.2015,	1.2655
13	1.0000,	1.0490,	0.4535,	0.7357,	0.3773,	0.4943,	0.1812,	1.1950,	1.2896
14	1.0000,	0.9120,	0.4671,	0.7109,	0.3999,	0.4150,	0.1214,	1.3002,	1.3110
15	1.0000,	0.9638,	0.4235,	0.8077,	0.4615,	0.4683,	0.1821,	1.0000,	1.1156
16	1.0000,	0.9821,	0.4111,	0.5902,	0.3934,	0.4374,	0.1286,	1.0180,	1.0661
17	1.0000,	0.9129,	0.4166,	0.7077,	0.4582,	0.4496,	0.1136,	1.1531,	1.1872
18	1.0000,	0.9584,	0.4318,	0.7059,	0.4314,	0.4094,	0.1528,	1.1852,	1.1962
19	1.0000,	0.9454,	0.4228,	0.7333,	0.4889,	0.4919,	0.1714,	1.1244,	1.1336
20	1.0000,	0.8413,	0.4667,	0.5833,	0.4000,	0.3563,	0.1257,	1.1533,	1.1833

표 7. 인식 파라미터(입력용)

Table 7. Recognition Parameters(for Input)

입력No.	인식파라미터 값								
1	1.0000	0.9223	0.4376	0.7002	0.3594	0.3873	0.1203	1.1245	1.1672
2	1.0000	1.0198	0.4235	0.7839	0.4472	0.4894	0.1294	1.1127	1.2783

표 8. 퍼지 관계 행렬 (1번 입력용)

Table 8. Fuzzy Relation Matrix(for Input 1)

0	0.333	0	0	0	0.9689	0	0.667		
0	0	0.473	0	1	0.9811	0.186	0		
0	0	0	0.681	0	0.9976	0	0		
0.777	0	0	0	0	0.9933	0.667	0.233		
0.571	1	1	0.481	1	0.9933	0.667	1		
1	0.333	0	0	0	0.9873	0	0		
0	0.1	1	0	0.472	0.9689	0	0		
0.571	0	0	0	0	0.9544	0	0		
0	0.333	0.286	0	0	0.995	0.233	0.233		
0	0	0.333	0.872	0	0.93	0	0		
0	0.1	0	0	0	0.9878	0	0		
0	0	0	0.681	0	0.91	0	0		
0	0.1	0	0.281	0	0.9401	0	0		
0.571	0	0.667	0	0	0.9989	0	0		
0	0.333	0	0	0	0.9382	0	0		
0	0	0	0	0	0.9917	0	0		
0.571	0	0	0	0	0.9983	0.233	0.333		
0	0.333	0.667	0	0.286	0.9621	0	0		
0.1	0.1	0	0	0	0.9489	1	0.233		
0	0	0	0	0	0.9946	0.233	0.333		

표 9. 퍼지 관계 행렬 (2번 입력용)

Table 9. Fuzzy Relation Matrix (for Input 2)

0	0.1	0	0	0.555	0.978	0	0		
0.1	0	0	0	0	0.9902	0.286	0		
0.1	0	0	0	0	0.9933	0	0		
0	0	1	0	0.716	0.9842	0.333	0		
0	0.333	0	0	0	0.9842	1	0		
0	0	0	0	0	0.9787	1	0		
0	0.667	0	0	0	0.9780	0	0		
0	0.333	0	1	0	0.9635	0	0		
0	0.1	0	1	0	0.9859	0	0		
1	0	0	0	0	0.9391	0	0		
0.877	0.667	1	1	0.834	0.9969	0	0		
0.877	0	0.4	0	0	0.9191	0	0.460		
0.877	0	0	0	0.834	0.9482	0	0.845		
0	0	0	0	0	0.9920	0	0		

0	0.667	1	0.4	0	0.9473	0	0
0.1	0.233	0	0	0	0.9972	0	0
0	0.567	0.571	1	0	0.9892	0	0
0	1	0	0.286	0	0.9712	0	0
0	0.567	0	0	0.834	0.9580	0.667	0
0	0	0	0	0	0.9963	0	0

표 10. 인식 결과

Table 10. Recognition Results

0.246	0.330	0.210	0.334	0.839	0.290	0.318	0.191
0.260	0.269	0.207	0.199	0.166	0.280	0.159	0.124
0.267	0.281	0.298	0.183				
Input image is a model No. 5							
0.204	0.172	0.137	0.380	0.290	0.122	0.206	0.287
0.136	0.242	0.922	0.332	0.438	0.124	0.377	0.166
0.391	0.282	0.378	0.125				
Input image is a model No. 11							

Ⅶ. 결 론

본 논문에서는 입력 얼굴 영상에서 원형도 등을 바탕으로 눈을 검출하고, 검출된 두 눈 사이의 거리를 기준으로 스케일링된 인식 파라미터를 얻는 방법을 제안하였다. 또한 퍼지 관계 행렬을 통해 유사도를 얻고 이를 정합시켜 인식하고 이의 유용성을 실험에 의해 입증하였다. 그러나 기존의 모든 방법들과 마찬가지로 본 논문에서도 적은 양의 실험 데이터만을 가지고 실험하였으므로 추후 방대한 양의 실험 데이터(약 2만개)를 가지고 실험을 수행하고 이에 따른 알고리즘을 보완하고 개선함으로써 상용화가 가능한 얼굴 영상 인식 시스템을 개발하는 것에 대한 연구를 지속해야 하리라 여겨진다. 끝으로 본 논문 작성에 자료 정리 등을 도와 준 본 대학 이재은군과 김현경 양에게 감사하는 바이다.

참 고 문 헌

1. R.Chellappa et al, "Human and Machine Recognition of Faces:A Survey," Proceedings of the IEEE, Vol.83, No.5, 1995.
2. M.A.Turk and A.P.Pentland, "Face Recognition Using Eigenfaces," Int'l Conference on Pattern Recognition, 1991.
3. G.Yang and T.S.Huang, "Human Face Detection on a Scene," Proc. IEEE Conf. on CVPR, 1993.
4. Z.Hong, "Algebraic Feature Extraction of Image for Recognition," Pattern Recognition, Vol.24, 1991.
5. J.Weng et al, "Learning Recognition and Segmentations of 3-D Objects from 2-D Images," Proc. IEEE Conf. on CVPR, 1994.
6. Y.Yacoob, "Computing Spatial-Temporal Representations of Human Faces," Proc. IEEE Conf. on CVPR, 1994.
7. T.Aibara et al, "Human Face Recognition of P-type Fourier Descriptors," SPIE Proceeding: Visual Commun. and Image Process, Vol. 1606, 1991.
8. L.Harmon and W.Hunt, "Automatic Recognition of Human Face Profiles," CVPR, Vol.6, 1977.
9. C.Wu and J.Huang, "Human Face Profile Recognition by Computer," Pattern Recognition, Vol. 23, 1990.
10. G.Gordon, "Face Recognition Based on Depth Maps and Surface Curvature," SPIE Proceeding: Geometric Methods in Computer Vision, Vol. 1570, 1991.
11. T.Sakai et al, "Line Extraction and Pattern Recognition in a Photograph," Pattern Recognition, Vol.1, PP.233~248, 1969.
12. A.Yuille, "Feature Extraction from Faces Using Deformable Templates," Proc. IEEE Computer Society Conf. on CVPR, 1989.
13. B.S. Manjunath et al, "A Feature Based Approach to Face Recognition," IEEE Computer Society Conf. on CVPR, 1992.
14. 이주신의, "라인 히스토그램을 이용한 얼굴 영상

의 특징 추출," 한국통신학회 하계 종합학술대회 논문집, 1992.



조 동 옥(Dong Uk Cho) 정회원
 1983년 2월: 한양대학교 공대 전자공학과(공학사)
 1985년 8월: 한양대학교 대학원 전자공학과(공학석사)
 1989년 2월: 한양대학교 대학원 전자통신공학과(공학박사)

1982년~1983년:(주) 신도리코 장학생 겸 기술연구소 연구원

1986년~1993년: 한양대 공대, 충북대 대학원 강사
 1995년~현재: 한국통신학회 충북지부 임원(부지부장)
 1996년 10월: 동양일보 선정 "충청을 이끌 50인"에 선정
 1996년 11월: 한국통신학회, 한국통신학회 충북지부 학술상 수상

1997년 1월: 중부매일 선정, "21세기를 이끌 주역"에 선정

1991년 3월~현재: 서원대학교 정보통신공학과 교수
 1997년 3월: 서원대학교 개교기념 공로상 수상
 1997년 7월: 한국통신학회 공로상 수상

※주관심 분야: 영상처리 및 인식, 퍼지 이론, 영상통신



최 동 선(Dong Sun Choi) 정회원
 1972년: 한국항공대학교 전자공학과(공학사)
 1980년 9월: 숭실대학교 대학원 전자공학과(공학석사)
 1997년 2월: 청주대학교 대학원 전자공학과(공학박사)
 1977년~현재: 중경공전 전자공학과 교수



조 응 환(Yong Hwan Cho)정회원

1989년 2월: 고려대학교 대학원
통계학과(이학박사)

1978년 3월~1981년 10월: 한국전
자통신연구소 통신
망계획실 선임연구원

1982년 9월~현재: 충북대학교 컴
퓨터공학과 교수

1991년 6월~1992년 8월: 미국 Nevada주립대학교 전
기 및 컴퓨터공학과 교환 교수

1993년 11월~1997년 12월: 한국통신학회 이사, 지부장

1996년 3월~1996년 6월: APII Test-bed Forum 운영
위원회 홍보/출판분과 위원장

※주관심 분야: 트래픽 엔지니어링, ATM망 트래픽
제어, 번호계획, 영상이해, 개인휴대
통신