
얼굴의 다중특징을 이용한 인증 시스템 구현

정택준* · 문용선*

A study on the implementation of identification system using facial multi-modal

Tae-g-jun Jung^{*}, Yong-seon Moon^{*}

요 약

본 연구는 인식의 정확성을 향상시키고, 사용자의 편의성을 고려하여 단일생체 인식 대신에 얼굴의 다중특징을 이용하는 다중생체 인식방법을 제안한다. 얼굴의 특징은 다음과 같은 방법으로 찾는다. 얼굴의 특징은 웨이브렛 다중분해와 주성분 분석방법으로 계산하였고, 입술의 경우는 입술의 경계를 구한후 최소 자승법을 이용한 방정식의 계수를 구하였으며, 얼굴의 요소간 거리 비율에 의한 특징값을 구하여, 역전파 학습 알고리즘으로 분류하여 실험하였다. 실험을 통해 본 방법의 유효성을 확인하였다.

ABSTRACT

This study will offer multimodal recognition instead of an existing monomodal bioinformatics by using facial multi-feature to improve the accuracy of recognition and to consider the convenience of user. Each bioinformatics vector can be found by the following ways. For a face, the feature is calculated by principal component analysis with wavelet multiresolution. For a lip, a filter is used to find out an equation to calculate the edges of the lips first. Then by using a thinning image and least square method, an equation factor can be drawn. A feature found out the facial parameter distance ratio. We've sorted backpropagation neural network and experimented with the inputs used above. Based on the experimental results we discuss the advantage and efficiency.

키워드

biometric, recognition, identification, multimodal

1. 서론

컴퓨터 네트워크와 정보통신산업의 발달은 정보에 대한 보안 및 사용자 인증 문제의 대두를 가져오게 하였다. 사용자를 인증하는 기존의 인증시스템은 단지 사람이 기억하고 있거나, 가지고 있는 것으로 사용자를 판단하였으나, 최근에는 사용자가 지니고 있는 생체정보를 인증 시스템에 도입한 생체 인식 시스템에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다.

여러 가지 생체 특징중 얼굴을 이용한 인식방법은 조명의 변화에 민감하고, 화장이나 분장, 성형등에 의해 생기는 얼굴의 변화에 단점을 가지고 있으나 고가의 장비를 이용하지 않고 또한 비접촉식으로 자연스럽게 특징을 추출하여 인식을 할 수 있는 장점이 있어 최근에 많은 연구가 진행되고 있다. 얼굴인식은 입력된 영상으로부터 얼굴 영역 추출, 추출된 데이터를 이용한

*순천대학교 전자공학과

특징 추출, 인식에 대한 검증 이렇게 3단계를 거치게 되는데 본 논문에서는 얼굴 구성요소와 얼굴 전체 영역에 대한 특징을 추출하여 인식 시스템을 구성하는 방법을 제시하고자 한다.

얼굴 영역을 추출하기위한 기존의 연구를 살펴보면 윤곽선 검출을 위한 방법[1], 주성분분석 방법(Principal Component Analysis)이나 선형 판별 분석법(Linear Discriminant Analysis)[2], 등이 있다. 윤곽선 검출을 이용하는 방법은 이진화된 영상을 이용하는 방법으로 조명이나 얼굴의 색상변화에 민감한 단점이 있어 인식율의 저하로 이어지며, 주성분 분석방법은 성분들이 서로 상관관계에 있지 않으면 변환이 선형적 이어서 얼굴 특징 추출에 용이하나 이미지 데이터가 증가할수록 계산식이 복잡해지는 단점이 있다[3][4]. 얼굴인식을 위한 기존의 연구에는 차원 축소를 위한 고유얼굴을 유클리디안 거리를 이용한 인식 방법, 얼굴의 일정한 명도 단계를 표시하여 얼굴의 형판 매칭 기법을 이용한 통계적 방법과 얼굴 구성요소들의 특징을 분류하여 학습시킨 신경망을 이용한 방법, 가버 웨이블렛 분해등을 이용하여 얼굴의 특징을 추출한 후 특징점들간의 관계를 이용하여 인식을 하는 특징 기반의 인식 방법등이 있다.[4]

본 논문에서는 높은 인식율이 요구되어지는 생체인식의 특성을 고려하여 개개의 생체인식의 단점을 보완하기 위해 여러 가지의 생체 인식기술을 함께 사용하여 인식율을 향상시키고, 신뢰도를 높이는 다중 생체 인식 방법을 이용하고 그중 사용이 용이한 얼굴의 여러 특징들 즉, 얼굴 전체의 특징, 입술의 특징, 얼굴 요소간의 거리에 의한 특징을 이용하여 역전파 신경망으로 분류, 학습시킨 인식 시스템을 구현하였으며 실험을 통하여 유효성에 대하여 검토하였다.

본 논문의 순서는 제 1장은 생체인식중 얼굴인식 기술의 흐름에 대하여 기술하고, 제 2장은 시스템의 구조를 살펴보고, 제 3장은 시스템구현을 위한 알고리즘과 특성을 언급하며 제 4장은 시스템을 구성하여 실험한 결과를 제시하며 5장에서는 본 시스템이 사용될 분야와 결론을 언급하였다.

II. 시스템 구조

누구나 사용할 수 있는 인식의 범용성을 가지게 하기 위해서 생체 인식의 한 분야인 얼굴 인식을 이용하고 또한 인식율을 높이고, 신뢰도를 향상시키기 위하여 기존의 단일특징을 이용한 인식 방법에서 벗어나 얼굴이 가지고 있는 여러 특징들을 이용한 다중특징을 이용한 인식시스템을 구성하였다.

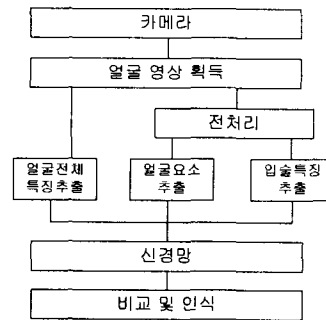


그림 1. 얼굴 인식 시스템

Fig 1. Facial identification system

그림 1 은 얼굴의 특징을 이용한 다중 생체 인식 시스템의 구성도를 나타낸 것이다. CCD 카메라를 이용하여 영상을 획득한 후 획득한 영상에서 얼굴 전체 영역의 특징과 입술의 특징 그리고 얼굴 요소간의 특징을 추출하여 신경망을 통하여 학습시켜 그 결과를 저장한다. 인식을 위해서 입력된 비교 영상을 같은 방법으로 각 특징을 추출한 후 신경망을 통하여 학습하여 출력된 결과를 저장된 결과값과 비교하여 인식을 하게 된다.

III. BioID 알고리즘

1. 얼굴 전체 특징 추출

인식을 위한 생체특징 추출의 근본적인 목적은 높은 정확성과 실시간 접근을 기반으로 한다. 특히 얼굴 인식의 경우 이미지 데이터의 크기가 크므로 데이터의 양을 최소화 하면서 정확한 인식율을 가져야 한다. 얼굴 전체의 특징을 추출하기 위해서는 얼굴의 특징 파라미터 요소 예를 들면 눈, 코, 입, 눈썹 등의 특징을

이용하는 방법과 얼굴의 농도, 색채 변화를 이용하는 화소값을 이용하는 방법이 있다.[5]

본 논문에서는 화소값을 이용한 웨이블릿 변환을 이용하여 데이터의 값을 최소화 시키고, 변환된 결과를 얼굴의 고유성분을 이용한 주성분 분석 방법을 통하여 얼굴 전체의 특징을 표현해 내었다.[6] 웨이블릿 변환은 어떤 하나의 함수를 확장 또는 축소와 천이를 시키면서 발생되는데 이것을 이용하여 다해상도 분해를 실시하면 이미지 데이터는 축소되고, 원래 이미지의 정보는 많이 손실되지 않는다. 이 결과를 데이터가 증가할 때 많은 계산식이 요구되어지는 주성분 분석방법에 결합하여 효과적인 얼굴 전체의 특징을 추출할 수 있다. 이산 웨이블릿 변환은 크기 와 위치를 연속으로 보여주지 않고 이산적인 방법으로 보여주는 변환으로 식 (1)과 같이 표현된다.

$$W_{j,k} = \langle f, \psi_{j,k} \rangle = 2^{j/2} \sum_{i,k} f_j \psi^*(2^j x - k) \quad (1)$$

식(1)을 웨이블릿 직교성의 원리에 따라 신호 f(x)를 식(2)와 같이 정의한다.

$$f_j(x) = \sum_{i,k} \langle f_j, \psi_{i,k}^* \rangle \psi_{i,k} \quad (2)$$

식(2)에 대한 스케일 함수 Vj와 Vj의 orthogonal complement를 Wj로 정의하면 식(3)과 같은 관계식이 성립한다.

$$V_{j+1} = V_j \oplus W_j \quad (3)$$

위에서 스케일 함수는 식(4)로 직교 웨이블릿 함수는 식(5)로 표현되어진다.

$$V_j(x) = 2 \sum_{n=z}^z b(n) \phi(x-n) \quad (4)$$

$$W_j(x) = 2 \sum_{n=z}^z h(n) \phi(x-n) \quad (5)$$

식(4),(5)로부터 함수 f(x)에 대한 관계식을 다시 정리하면 식(6)과 같다.

$$f(x) = \sum_{j,h} \langle f, \phi_{j,0,k} \rangle \phi_{j,0,k} + \sum_{j \neq 0,k} \langle f, \psi_{j,k} \rangle \psi_{j,k} \quad (6)$$

식 (6)에서 $\langle f, \phi_{j,0,k} \rangle, \langle f, \psi_{j,k} \rangle$ 는 haar, daubechies 계수로 표현할 수 있다.

식 (6)를 적용시킨 함수의 저주파 부밴드 대역을 선택하여 고유값을 구한후 그값에 개개의 성분을 평균에서 감한 값을 승산하는 주성분 분석 방법으로 특징을 추출하며 이 결과값을 신경망을 통해 분류를 하기 위해 데이터 베이스에 저장한다.

2. 입술 특징 추출

입술의 특징을 추출하기 위한 방법으로는 에지 정보를 이용하는 입술 윤곽선 기반 방식과 보다 안정적인 우수하다고 알려져있는 화소값에 기반한 영상 변환 기반 접근법과 등이 있다.

본 논문에서는 입술의 특징 파라미터를 추출방법중 비교적 적은 데이터 처리량을 갖는 입술 윤곽선 방식을 이용하게 된다.

(1) 전처리

얼굴 요소에서 입술의 특징과 얼굴 요소의 영역을 추출하기 위하여 전처리 과정을 거치게 된다. 전처리의 과정은 에지검출을 통한 얼굴 영상의 요소별 영역 검출을 실행하게 되며 처리순서는 먼저 CCD 카메라를 이용하여 입력한 얼굴 영상을 대각선 방향으로 특성이 좋은 소벨 연산자를 이용하여 윤곽선 검출을 실시하고 잡음을 최소화하기 위하여 이진화를 시킨 데이터를 이용하여 얼굴의 각 요소를 검출하였다.

(2) 입술 특징 추출

전처리과정을 거쳐 이진화된 얼굴 영상에서 추출한 입술 영역에서 윗 입술과 아랫 입술의 정형화된 다항식을 구하기 위하여 추정치를 최대화시킬 수 있는 최소 자승법을 이용하여 윗 입술과 아랫 입술의 다항식 계수를 추출한다. 각 입술의 계수를 추출하기 위하여 먼저 입술의 경계선에 대한 좌표값을 (x_i, y_i) 라 두고 아랫입술이 이차방정식으로 표현될 수 있음을 고려하여 편차 Δy_i 는 식(7)과 같고, 식(7)의 제곱의 합이 최소가 되게 하여 각 계수를 구하게 되는데 이는 식(8)을 통하여 나타낸다.

$$\Delta y_i = y_j - (a + b x_j + c x_j^2) \quad (7)$$

$$\frac{\partial}{\partial p} \sum_{i=1}^n (\Delta y_i)^2 \Big|_{p=a,b,c} = 0 \quad (8)$$

식(8)을 이용한 각 계수의 결과값을 아랫입술의 특징을 나타내는 다항식의 계수로 표현한다.

윗 입술의 방정식의 계수를 구하기 위하여 역시 최소 자승법의 확장을 이용하였으며 방법은 먼저 식(7)을 사차 방정식으로 확장하며 그 확장식은 식(9)과 같다.

$$\Delta y_i = y_i - (a + b x_i + c x_i^2 + d x_i^3 + e x_i^4) \quad (9)$$

식(9)을 이용해 아랫입술을 구하는 방법과 마찬가지로 식(8)에서 보이는 것처럼 계수의 합이 최소가 되게 하여 각 계수를 구한다. 아랫 입술과 윗 입술의 계수를 입술의 특징값으로 사용하기 위해 데이터 베이스에 저장한다.

3. 얼굴 요소간 특징 추출

전처리 과정을 거친 얼굴 영역에서 얼굴 요소간의 특징을 찾기 위하여 두 눈사이의 거리와 그 중간값과 인종의 아랫점 사이와의 거리를 구하고, 얼굴 영상의 크기에 상관없이 일정한 값을 획득하기 위하여 비율을 결정한다. 그림 2는 얼굴 요소간의 거리 비율에 의한 특징 추출방법을 설명한 그림이다.

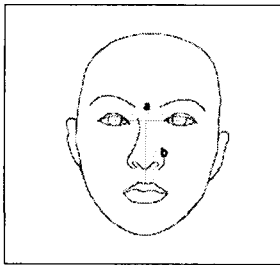


그림 2. 얼굴 요소를 이용한 특징 추출

Fig 2. Feature extracting using facial parameters

좌측눈의 중점의 좌표를 (x_1, y_1) , 우측눈의 중점의 좌표를 (x_2, y_2) 그리고 인종의 아랫점을 (x_3, y_3) 이라고 하면 그림 2에서 두 눈 사이의 거리를 a 로 표시할 수 있으며 a 의 중점 (x_m, y_m) 은 수식(10)로 표현할 수 있다.

$$x_m = \left| \frac{x_2 - x_1}{2} \right|, y_m = \left| \frac{y_2 - y_1}{2} \right| \quad (10)$$

식(10)를 통하여 나온 거리 a 의 중점 (x_m, y_m) 과 인종의 아랫점 (x_3, y_3) 의 거리를 b 라고 하면 얼굴 요소간의 특징은 식(11)을 통하여 결정된다.

$$\frac{\sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2}}{\sqrt{(x_3 - x_m)^2 + (y_3 - y_m)^2}} = \frac{a}{b} \quad (11)$$

식(11)에서 나온 값을 얼굴 요소간의 비율에 의한 특징값으로 사용하기 위하여 데이터베이스에 저장한다.

4. 인식

인간의 뉴런을 본따서 만든 신경망은 여러 분야에 적용되고 있으며 특히 공학분야에서 여러 인식시스템 및 추론도구로서 이용되고 있다.

본 논문을 위하여 역전파 신경망을 이용하게 되는데 역전파 신경망은 입력층, 은닉층, 출력층을 가지는 다층 신경망으로 훈련 패턴 각각에 대해 정확한 목표 출력값을 학습에 이용하는 지도 학습의 일종이다. Q개의 다층으로 이루어진 뉴런의 총입력과 출력을 각각 X, Y로 나타내면 먼저 오차계산은 식(12)와 같이 표현한다.

$$E = \frac{1}{2} \sum_{k=1}^n \delta_{pk}^2 + E \quad (12)$$

식(12)에서 $\delta_{pk} = (D_{pk} - Y_{pk})$ 이며 D_{pk} 는 기대 출력값이며 Y_{pk} 는 실제 출력값이다. 식(12)의 오차를 통하여 출력층의 가중치를 변화시켜 오차를 거꾸로 전파하며 이는 식(13)으로 표현 할 수 있다.

$$W_{kj}(t+1) = W_{kj}(t) + \eta \delta_{pk}(t) y_{pk} \quad (13)$$

식(13)에서의 k번째의 연결강도 변화량과 k+1 번째의 연결강도 변화량이 똑같아 질때까지 학습을 한다. 이때 나온 값을 인식을 위한 비교 요소로 참고하기 위해 데이터베이스에 저장한다.

IV. 시스템의 구현 및 실험 결과 고찰

본 시스템을 구현하기 위하여 운영체제는 Windows 2000, CCD 카메라, DT-3155 이미지 보드를 이용하였으며 알고리즘 구현을 위해서는 C++와 matlab을 이용하였다. 웨이블렛과 얼굴의 고유영상을 이용한 주성분 분석방법을 통하여 얻은 8x8 형태의 행렬은 표1로 나타내었으며, 이 결과를 역전파 신경망의 입력으로 사용하기 위하여 저장한다.

표 1. 주성분 분석 후의 행렬

Table 1. Matrix after principal component analysis

-135	12	79	111	100	28	-60	-178
-109	-50	6	112	82	-46	-75	-162
-105	-35	-4	70	33	-24	-55	-142
-44	50	59	67	51	60	28	-70
-2	104	105	64	39	119	67	-32
-112	56	94	73	54	102	18	-142
-163	18	73	66	51	63	6	-190
-188	-62	93	108	102	54	-40	-167

입술 윤곽선 방식을 이용하여 추출한 에지를 바탕으로 윗입술과 아랫입술의 좌표를 추출하여 최소자승법을 이용한 윗입술과 아랫입술의 다항식은 식(14), (15)로 표현한다.

$$L_u(x) = -0.840386x^4 + 1.135255x^3 + 0.00146x^2 + 0.000027x + 0.000001 \quad (14)$$

$$L_b(x) = 0.003587x^2 + 0.269816x + 3.728390 \quad (15)$$

식(14), (15)에서 얻어진 다항식 계수들을 역전파 신경망의 입력으로 사용하기 위하여 저장한다.

유클리드 거리를 이용한 얼굴 요소간의 거리 비율에 의한 특징 추출 결과를 3명의 데이터를 이용하여 표2를 통하여 나타냈다.

얼굴 전체 영역의 특징값 64개, 윗입술과 아랫입술의 다항식 계수 8개, 얼굴 요소간의 거리 비율에 의한 특징값 1개 총 73개의 데이터를 입력으로 단방향 시그모이드 함수를 이용하는 역전파 신경망을 통하여 분류 학습하였다. 실험 데이터는 10명의 실험대상에 게서 각각 10개의 영상 데이터를 얻어내어 5개는 인식의 기준을 찾기 위한 데이터로 활용하고,

표 2. 얼굴 요소 비율의 결과

Table 2. The result of facial parameter ratio

DataA	DataB	DataC
0.45288	0.52588	0.40113
0.49952	0.53553	0.34972
0.45874	0.52160	0.35858
0.46219	0.55396	0.38772
0.46797	0.48844	0.43417
0.47936	0.54117	0.38601
0.45150	0.52543	0.38479
0.46370	0.52832	0.37995
0.48190	0.52227	0.42603
0.44312	0.49513	0.38212

나머지 5개는 인식의 유·무를 확인하는 데이터로 사용한 결과 74%의 인식율을 기록하였으며 그 결과는 표3과 같다.

표 3. 실험 결과

Table 3 . Result of experiment

	1	2	3	4	5	Total
A	×	○	○	○	○	80%
B	○	○	○	×	×	60%
C	○	×	×	○	○	60%
D	○	○	○	○	○	100%
E	○	○	○	×	×	60%
F	○	○	○	○	○	100%
G	○	○	×	×	○	60%
H	×	○	○	○	×	60%
I	○	×	×	○	○	60%
J	○	○	○	○	○	100%
합계						74%

V. 결론

본 논문은 사용자 인증을 위한 얼굴 인식 시스템으로서 생체의 단일 특징을 이용한 인식 방법의 단점을 보완하고자 다중 특징 즉 주성분 분석방법에 기반한 웨이블렛 다해상도 분해방법을 이용하여 하나의 특징을 추출하고, 전처리과정을 거쳐 입술 윤곽을 추출한 후 최소자승법을 통하여 입술의 다항식을 추출하여 이

용하였으며, 마지막으로 얼굴의 요소들간의 거리 비율을 이용하여 인식을 시도하였으며 이를 역전과 신경망을 이용하여 분류, 학습 시킨 결과 인식에 대한 유효성을 확인하였다.

본 논문에서 제안된 시스템이 더욱 일반화되고 발전하기 위해서는 PC환경에서의 통합된 시스템의 구현과 네트워크 환경에서의 적용된 시스템 그리고 더 향상된 인식 시스템 알고리즘의 연구가 병행되어야 할 것으로 사료된다.

참 고 문 헌

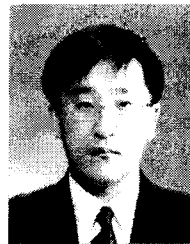
- [1] 이상영, 함영국, 박래홍 “지식에 기초한 특징 추출과 역전과 알고리즘에 의한 얼굴인식” 전자공학회 논문지, 1994, 07. Vol31, B, No.7
- [2] S.Cruz-Llanas, J.Ortega-Garcia, E.Martinez-Torrico, J.Gonzalez-Rodriguez “Comparison of Feature Extraction Techniques in Automatic Face Recognition Systems for Security Applications”
- [3] Robert W. Frischholz , Ulrich Dieckmann “BIOID: Amultimodal biometric identification System”
- [4] 이성환, 이미숙 “얼굴 영상 인식 기술의 연구 현황” 전자공학회지 1996, 06 v.23, n.6, pp.80-94
- [5] 문용선, 정택준 “생물학적 특징을 이용한 사용자 인증시스템 구현” 한국해양정보통신 학회지, Vol. 6, No.2 April 2002
- [6] PC. Yuen, D. Q. Dai and G. C. Feng “Wavlet-based PCA forhuman face recogniton”

저 자 소 개



정택준(Taeg jun Jung)
 2000년 2월 순천대학교 전자공학과(공학사)
 2002년 2월 순천대학교 전자공학과(공학석사)
 2002년 3월~현재 순천대학교 전자공학과(박사과정)

※관심분야 : Biometrics, 인터넷 응용



문용선(Yong Seon Moon)
 1983년 2월 조선대학교 전자공학과(공학사)
 1985년 2월 조선대학교 전자공학과(공학석사)
 1989년 2월 조선대학교 전자공학과(공학박사)
 1992년 3월~현재 순천대학교 전자공학과 부교수

자공학과 부교수

※관심분야 : Biometrics, Vision-based control