논문 2006-43CI-3-10

주성분 분석법을 이용한 고유장문 인식 알고리즘

(Eigen Palmprint Identification Algorithm using PCA(Principal Components Analysis))

노 진 수*, 이 강 현**

(Jin Soo NOH and Kang Hyeon RHEE)

요 약

장문기반의 인식시스템은 생체인식 시스템의 새로운 방법으로 대두되어 지고 있으며 현재 많은 연구가 활발히 진행되어지고 있다. 비록 많은 장문 인식 알고리즘이 만들어지고 있지만 장문을 효과적으로 분류하는 방법에 대한 연구는 아직까지 활발히 진행 중이다. 본 논문에서는 특징벡터의 차원축소를 이용한 주성분 분석법(PCA)을 기초로 한 장문 분류 및 인식 방법을 제안하였다. 그리고 효율성 있는 장문인식 시스템을 설계하기 위하여 장문획득 장치를 사용하여 135dpi 장문이미지를 획득하여 사용하였다. 제안된 장문인식 알고리즘은 장문획득 장치, 데이터베이스 생성 그리고 장문인식 알고리즘으로 구성되어 있다. 장문인식 단계는 2회로 제한하였으며, 그 결과 GAR 및 FAR이 각각 98.5%, 0.036% 의 성능을 보였다.

Abstract

Palmprint-based personal identification system, as a new member in the biometrics system family, has become an active research topic in recent years. Although lots of methods have been made, how to represent palmprint for effective classification is still an open problem and conducting researches. In this paper, the palmprint classification and recognition method based on PCA (Principal Components Analysis) using the dimension reduction of singular vector is proposed. And the 135dpi palmprint image which is obtained by the palmprint acquisition device is used for the effectual palmprint recognition system. The proposed system is consists of the palmprint acquisition device, DB generation algorithm and the palmprint recognition algorithm. The palmprint recognition step is limited 2 times. As a results, GAR and FAR are 98.5% and 0.036%.

Keywords: Palmprint, Principal Components Analysis, Dimension Reduction, Identification, Eigen Vector

I. 서 론

최근 전자상거래(Electronic-Commerce) 및 온라인 뱅킹(Online Banking)의 급속한 성장에 따라 신뢰성 있는 자동 개인 인증 시스템에 대한 요구가 증가하고 있다. 인증 시스템은 크게 키, ID 카드, 패스포트 등의 토큰(token)을 사용하는 방법과 패스워드 등을 사용하는 지식기반(knowledge-based) 방법으로 나누어진다. 하지만 토큰 방식의 인증시스템은 토큰을 분실하기 쉬우며, 지식기반 방식은 패스워드가 유추되거나 잊어버리기 쉬운 단점을 가지고 있다. 이러한 문제점을 해결하기 위하여 생체 인식 시스템의 중요성이 부각되어지고 있다[1].

생체인식시스템은 인간의 생리적 또는 행동특성 즉, 지문, 홍채, 망막, 얼굴, 장문, 음성, 걷는 모양, 서명 및 제스처 등을 이용하여 사람을 식별하는 시스템이다. 그 중 지문기반의 인식시스템은 가장 많은 연구가 이루어진 생체인식시스템 중 하나이지만, 공장 노동자 및 노인 등에게서 깨끗한 상태의 지문을 획득하기 어렵다. 이에 따라 최근에는 목소리, 얼굴, 홍채 기반의 인증 시스템에 관한 연구가 많이 이루어지고 있으며 그 중 장문에 대한 연구도 활발히 진행 중이다.

* 학생회원, ** 평생회원, 조선대학교 전자공학과
(Dept. of Electronic Engineering, Chosun University)
접수일자: 2006년3월24일, 수정완료일: 2006년4월28일

장문의 피부 패턴은 지문과 마찬가지로 출생 시에 이미 완전하게 형성되고 형성된 패턴은 평생 동안 변화하지 않으므로 개인 식별에 이용될 수 있으나 분류나 정리에 이용될 패턴의 존재위치가 넓게 분포되어 있어 처리 데이터양이 많다는 점, 입력 장치를 통한 특징영역의 정확한 채취가 어렵다는 점, 손의 사용상태에 따라 특징 패턴에 부분적인 손상이 발생하여 특징패턴의 형태나 위치에 영향을 주는 등의 문제점이 있으나, 장문에는 개인을 식별하는데 사용될 수 있는 손금(principal lines), 주름(wrinkles), 융기(ridges), 특징 점(minutiae point) 등이 있어서 개인을 효과적으로 식별할 수 있다[2]. 비록 장문 인식 시스템에 관한 연구가 지문 및 얼굴 인식 시스템 등에 비해 짧은 역사를 가지고 있지만 최근 다양한 장문 인식 알고리즘에 대한 연구가 진행 중이다. 대표적인 것들로는 특징 선(Line features)[3], 특징 점(Feature points)[4], 퓨리에 스펙트럼(Fourier spectrum)[5], 고유장문(Eigenpalms features)[6], 모폴로지 특징(Sobel's and morphological features)[7], 웨이블렛(Wavelet signatures)[8], Gabor 필터(Gabor phase)[9], Texture energy[10], Fusion code[11], Competitive code[12] 등이 있다.

본 논문에서는 현재 장문 인식 알고리즘에서 문제점으로 지적되어지는 특징 패턴을 획득하는 방법을 개선하기위하여 장문 획득 장치를 설계하였다. 또한 장문은 개인 식별에 이용될 수 있는 패턴의 존재 위치가 넓게 분포되어 있어 처리 데이터양이 많다는 문제점이 있다. 이를 해결하기 위하여 본 논문에서는 주성분 분석 알고리즘을 이용하여 고유 장문을 생성시킬 수 있는 특징 벡터를 추출하여 데이터베이스를 생성 시키므로 인식 시스템에 사용되어지는 데이터베이스의 크기를 축소시켰다.

본 논문의 구성은 Ⅱ장에서 장문 획득 장치를 이용한 장문 획득 시스템에 대하여 설명하고, Ⅲ장에서 주성분 분석을 이용하여 데이터베이스 작성과 입력 장문의 인식과정을 제안한다. 그리고 Ⅳ장에서는 제안된 알고리즘을 사용하여 입력되는 장문의 본인거부율과 타인수용률을 계산하여 성능을 측정하고, Ⅴ장에서 결론을 맺는다.

Ⅱ. 장문 획득 시스템

장문을 인식 시 입력되어지는 장문 데이터의 변화량을 적게 하기위하여 본 논문에서는 장문 입력 시스템을 설계하였다. 입력되어지는 장문데이터는 장문 인식 시스템의 동작 시간을 최소화하기 위하여 [1]을 참조하여 장문 이미지의 해상도는 75dpi로 결정하였으며, 장문 이미지의 크기는 반복적인 실험을 통하여 135×135 픽셀(pixel)을 선택하였다.

1. 장문 획득 장치

획득되어지는 장문의 변화를 최소화 하기위하여 손을 고정시키기 위한 부분, 카메라, 그리고 램프로 구성하였다. 그림 1은 장문 획득을 위하여 제작한 장문 획득 장치이다. 이 장치는 고유 장문을 구성하기위해 중요한 정보를 가지는 일정 영역의 주름과 손금을 획득하기 위하여 중지와 약지 사이에 손을 고정시킬 수 있는 핀을 설치하고 설치된 핀을 기준으로 장문 이미지를 획득하는 구조를 가지고 있다.

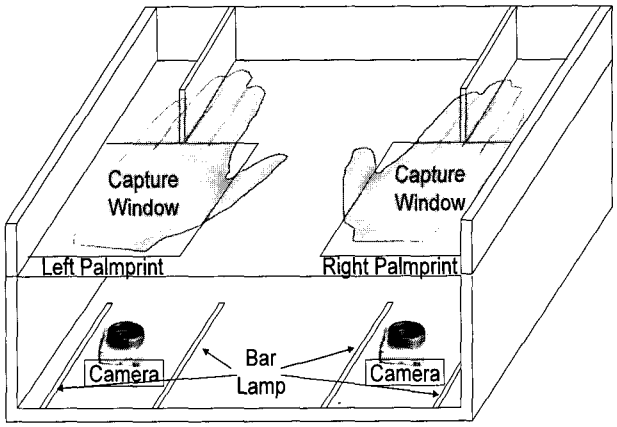


그림 1. 장문 획득 장치
Fig. 1. Palmprint acquisition system.

2. 장문 추출

장문 획득 장치에 있는 카메라를 사용하여 장문이미지를 획득한다. 획득한 장문 이미지는 256 그레이레벨 이미지이다. 획득된 장문의 모서리 잡음 성분 제거와 인식 장문의 중심영역의 이미지를 얻기 위하여 135×135 픽셀의 마스크를 사용하여 최종 이미지를 획득한다. 그림 2는 장문 이미지의 획득 과정을 나타낸다.

그림 2에서 (a)는 장문 획득 장치를 이용하여 획득한 양손의 장문 이미지이다. 한사람으로부터 각각 좌우 두 개의 장문을 획득하여 사용하였다. (a)에서 획득되어지는 장문 이미지는 8.5×7[cm]의 크기를 갖는 이미지 이다. 그림 2의 (b)는 (a)에 얻어진 이미지의 중심점으로부터 135×135 픽셀의 마스크를 씌우는 과정이며, 최종적으로 장문 인식에 사용되어지는 입력 이미지(c)를 얻는다.

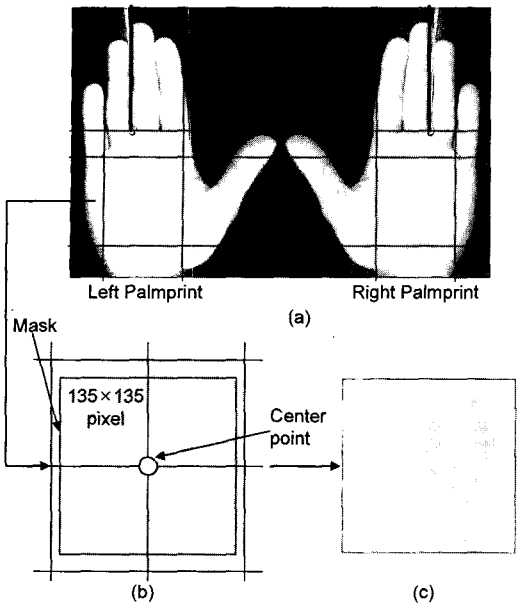


그림 2. 장문 획득 과정
Fig. 2. The acquisition procedure of palmprint.

Ⅲ. 장문 인식 알고리즘

본 논문에서 제안된 장문 인식 알고리즘은 장문 정규화(Palmprint Normalization), 평균 장문(Average Palmprint) 계산, 장문의 공분산 행렬(Covariance Matrix) 계산, 고유장문(Eigen Palmprint) 추출, 그리고 검색 알고리즘(Search Algorithm)의 5단계로 이루어져 있다. 그림 3은 제안된 장문 인식 알고리즘이다.

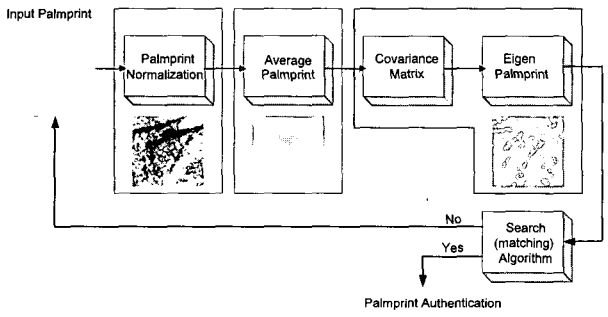


그림 3. 제안된 장문 인식 알고리즘
Fig. 3. The proposed algorithm of palmprint identification.

1. 장문 정규화

이미지 정규화는 장문 인식 시스템에 필요한 장문의 배경부분과 주름 및 손금 부분을 명확하게 구분 시켜주며, 또한 외부 잡음에 따른 명암의 변화나 장문의 손상에 대하여 강인성을 부여해준다. 식 (1)은 표준편차를 이용한 정규화 과정을 나타내며 약 50개의 장문을 실험

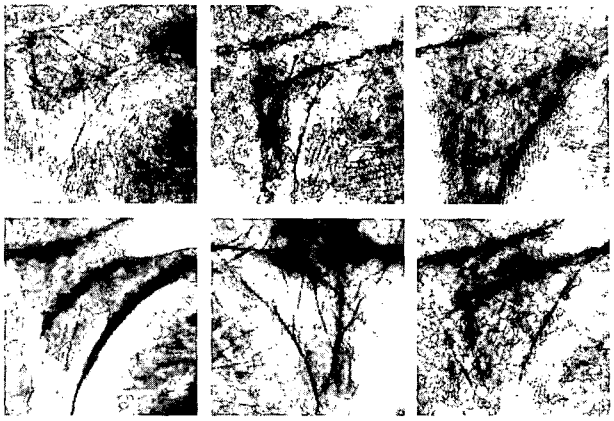


그림 4. 정규화된 장문
Fig. 4. Normalized Palmprints.

한 결과 본 논문에서는 추정평균은 100, 추정 표준편차는 80으로 설정하였다.

$$P = (I - \bar{I}) \times \frac{ustd}{std} + um \tag{1}$$

P = 정규화 장문*(Normalized Palmprint)*
I = 입력 장문*(Input Data)*
$\bar{I}$ = I의 평균*(Average of I)*
um = 추정 평균*(Assumption Average)*
$ustd$ = 추정 표준편차*(Assumption Standard Deviation)*
std = I의 표준편차*(Standard Deviation of I)*

그림 4는 식 (1)이 적용된 정규화된 장문영상들이다.

2. 고유장문

장문 영상의 각 픽셀이 장문공간(palmprint space)상에서 구성된다고 할 때, 고유장문이란 장문공간을 구성하는 기저벡터에 해당하며 모든 인식 후보 장문의 공통적인 특징을 가장 잘 나타내는 기저벡터를 의미한다. 즉, 고유장문은 모든 인식 후보 장문영상의 평균장문 영상과 각 후보 장문영상의 차 벡터로 공분산 행렬의 고유벡터에 해당한다. 공분산 행렬의 고유치는 평균장문 영상에 대한 분산의 정도를 나타내기 때문에 가장 큰 고유치에 대응하는 고유벡터로 이루어진 고유장문이 가장 비슷한 장문이 되며, 고유치가 작아질수록 장문 특성이 작아진다. 식 (2)는 장문의 공분산 행렬을 나타낸다.

$$C = \frac{1}{M}\sum_{n=1}^{M} \Phi_n \Phi_n^T = AA^T, \qquad A = \frac{1}{\sqrt{M}}[\Phi_1, \Phi_2, \Phi_3, \cdots, \Phi] \tag{2}$$

M : 인식후보 장문 벡터 수*(A number of the recognition candidate palmprint vector)*

식 (2)에서 Φ는 각 인식후보 장문 벡터와 평균장문 벡터의 차 벡터이며 식 (3)으로 나타내어지며, Ψ는 평균 장문 벡터로 식 (4)와 같다.

$$\Phi_i = \Gamma_i - \Psi \tag{3}$$

$$\Psi = \frac{1}{M}\sum_{n=1}^{M}\Gamma_n \tag{4}$$

식 (3)과 (4)에서 사용된 Γ는 인식후보 장문을 행벡터로 재배열한 벡터이다.

공분산 행렬 C로부터 고유값 λ와 이에 대응하는 고유벡터 μ를 계산한다. 여기서, 고유값은 평균얼굴 영상에 대한 분산의 정도를 나타내며, 식 (5)를 이용하여 고유벡터 μ를 계산할 수 있다. 고유벡터는 각 후보 장문의 기저 벡터가 되며 데이터베이스에 저장된다.

$$\mu_l = \frac{1}{M}\sum_{k=1}^{M}\lambda_{lk}\Phi_k \quad l=1,2,\ \cdots\ ,\ M \tag{5}$$

그림 5는 식 (5)를 통하여 계산된 고유장문이다.

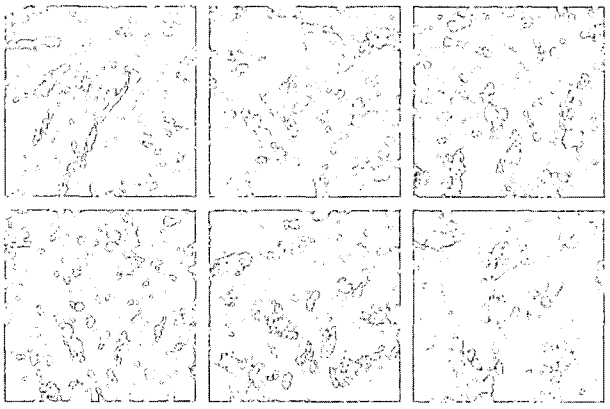
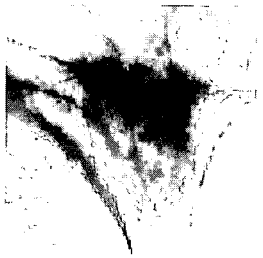


그림 5. 고유장문
Fig. 5. Eigen Palmprint.

3. 장문 인식

인식을 위한 장문이 입력되면 고유장문에 대한 사영을 취하여 그 성분값을 구한다. 사영을 취한다는 것은 내적을 의미하며 장문의 기저벡터 성분의 가중합으로 장문의 유사도를 판별 한다. 입력되는 장문영상에 대한 각 고유장문 성분값은 식 (6)과 같이 계산된다.



(a) Input Palmprint Image (b) Reconstruction Palmprint Image

그림 6. 입력 장문과 기저벡터를 사용하여 재구성된 장문
Fig. 6. Input palmprint and Reconstruction palmprint using basis vector.

$$\omega_k = \mu_k^T(\Gamma - \Psi) \quad \text{k=1,2,...,M} \tag{6}$$

μ : 장문의 기저 벡터*(basis vector of palmprint)*

Γ : 입력 장문 벡터*(input palmprint vector)*

Ψ : 평균 장문 벡터*(average palmprint vector)*

그림 6은 입력 장문과 입력 장문으로부터 계산된 기저 벡터를 사용하여 재구성한 장문이다.

식 (6)을 통하여 계산된 가중치를 이용하여 입력 장문을 표현하는 고유장문 성분 벡터($\Omega = [w_1, w_2, w_3, \cdots, w_M]$)를 구할 수 있다. Ω가 구해지면,

$$\epsilon_k = \left| \Omega - \Omega_k \right|^2 \quad \text{k=1,2,...,M} \tag{7}$$

식 (7)과 같이 인식을 위한 장문과 후보 장문영상들의 가중치와 유클리디안 거리를 비교하여 그 거리가 최소가 되는 장문이 입력 장문과 가장 유사한 장문이 되므로 이 영상 후보를 인식 결과로 결정하는 것이다.

IV. 실험 및 결과

본 논문에서 설계된 장문 획득 장치를 사용하여 162명으로부터 양손의 장문을 획득하여 총 324개의 장문을 가지고 제안된 알고리즘의 성능을 측정하였다. 장문을 제공한 사람은 21~34세 사이의 남자 116명, 여자 46명으로 구성되어 있다. 획득된 장문은 135×135 픽셀의 크기를 가지며 장문 고정 장치를 사용하여 장문의 회전, 위치이동 등의 변화가 최소가 되도록 하였으며, 장문 데이터베이스를 만들기 위하여 하나의 장문을 3번 측정하여 각각의 장문으로부터 고유장문을 구성하는 기저벡터를 계산하여 그 평균값을 데이터베이스로 만들었다.

본 논문에서 제안한 장문 인식 시스템은 Matlab에서 구현 되었으며, 사용된 컴퓨터의 사양은 Intel Pentium 4(3.0GHz) 프로세서와 2GB RAM을 사용하였다. 그리고 장문 획득에 사용된 카메라는 PANWEST의 웹 카메라 모델이다.

1. 장문 인식

장문의 인식은 그림 7과 같이 장문 데이터베이스에 들어있는 고유 장문의 기저벡터와 장문획득 장치로부터 들어오는 입력장문의 기저벡터를 매칭시켜 유클리디안 거리가 일정 범위 값 안에 있는 장문을 입력된 장문과 동일한 장문으로 인식한다.

장문인식시스템의 성능평가를 위한 기준으로 사용되는 대표적인 방법은 타인수락오류율(FAR : False Acceptance Ratio)과 본인거부오류율(FRR : False Rejection Ratio)이다. 여기서 타인수락오류율은 입력장문을 데이터베이스의 장문과 비교했을 때 동일인의 장문이 아님에도 불구하고 동일인의 장문으로 잘못 판정한 비율이고, 본인거부오류율은 동일인의 장문임에도 불구하고 동일인의 장문이 아니라고 잘못 판정한 비율이다. 본 논문에서는 타인수락오류율(FAR)과 본인거부오류율(FRR)로서 식 (8)을 사용하였으며 [1, 2]와 비교 데이터를 얻기 위하여 GAR(Genuine Acceptance Rate)을 계산하였다.

$$FAR = \frac{\gamma_a}{\gamma_b} \qquad FRR = \frac{\delta_a}{\delta_b}$$
$$GAR = \frac{\delta_b - \delta_a}{\delta_b} = 1 - FRR \tag{8}$$

γ_a : 타인이 본인으로 오인식된 횟수

γ_b : 본인대타인 매칭 횟수

δ_a : 본인이 타인으로 오인식된 횟수

δ_b : 본인대본인의 매칭 횟수

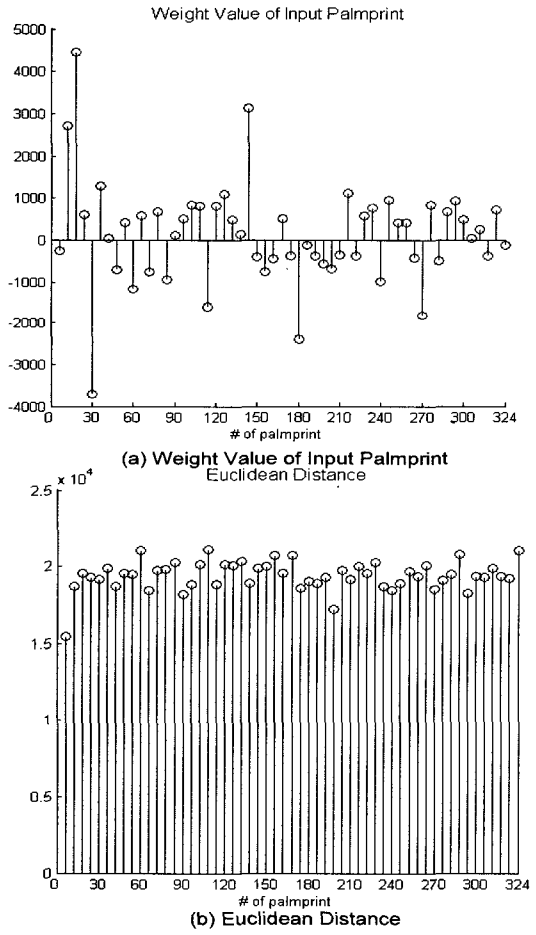


그림 7. 장문 인식 과정

Fig. 7. The procedure of the palmprint identification.

본 논문에서는 데이터베이스에 들어 있는 장문과 실시간적으로 장문획득 장치를 통하여 얻어지는 장문 데이터를 가지고 장문인식을 하였다. 그러므로 획득되어지는 장문의 위치 및 장문 이미지의 명암에 변화가 있는 데이터가 입력되어지며 이를 최소화 하기위하여 장문 획득 장치를 설계하였다.

제안된 알고리즘의 성능 비교는 장문 인식 시스템 중 성능이 뛰어난 Gabor 필터를 이용한 방법 [1], Hu 모멘트 [2]를 이용한 방법과 성능을 비교하였다. 표 1은 [1, 2]의 FAR과 GAR이며, 음영부분은 논문에서 최적화로 제시된 FAR과 GAR이다.

그림 8은 324개의 장문을 본인 대 타인 매칭 시뮬레이션 한 결과 생성된 유클리디안 거리이다. 이 결과로부터 장문인식 임계값(Critical value)을 1.62×10^4부터 1.65×10^4으로 설정하여 시뮬레이션하였다.

표 2는 임계값의 변화에 따른 시스템의 FAR과 GAR을 나타낸다.

표 1. [1, 2]의 FAR과 GAR

Table 1. FAR and GAR of [1, 2].

[1]	FAR[%]	0.02	0.03	0.04	0.05
	GAR[%]	97.7	97.8	98.0	98.2
[2]	FAR[%]	0.038	0.049	0.055	0.087
	GAR[%]	98.1	98.1	98.4	98.9

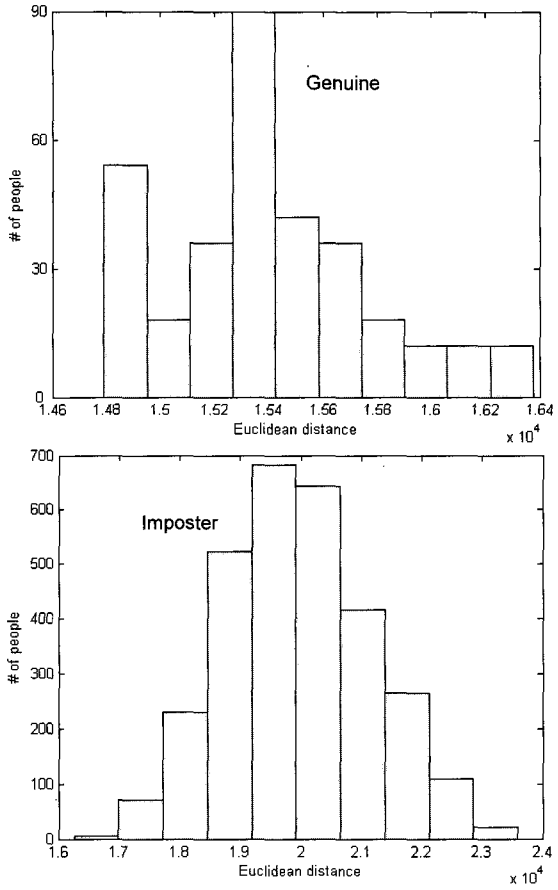


그림 8. 장문의 유클리디안 거리
Fig. 8. The euclidean distance of palmprint.

표 2. 1차 인식으로 측정된 FAR과 GAR 성능
Table 2. The FAR and GAR performances of the first identification.

Critical value	γ_a	FAR (γ_a/γ_b)[%]	δ_a	GAR $(1-\delta_a/\delta_b)$[%]
1.62×10^4	45	0.043	13	96.0
1.63×10^4	54	0.052	11	96.6
1.64×10^4	61	0.059	9	97.2
1.65×10^4	107	0.103	6	98.1

표 2에서 전체적으로 FAR과 GAR이 높은 성능을 얻었지만 [1, 2]보다 FAR이 10% 떨어짐을 알 수 있다. 그 이유는 임계값 범위 이하에 들어가는 데이터가 두개 이상일 때는 장문인식을 오인된 횟수로 처리했기 때문이다. 이와 같은 점을 개선하기 위하여 임계값 범위 안에 두개 이상의 값이 들어오면 다시 한번 장문을 획득하여 장문을 재 인식하는 구조를 가지도록 설계하였다. 표 3은 2차 인식을 거쳐 나오는 데이터이다.

표 3에서와 같이 2차 인식과정을 거쳐 나오는 데이터

표 3. 2차 인식으로 측정된 FAR과 GAR 성능
Table 3. The FAR and GAR performances of the second identification.

Critical Value	γ_a	FAR (γ_a/γ_b)[%]	δ_a	GAR $(1-\delta_a/\delta_b)$[%]
1.62×10^4	45	0.031	6	98.1
1.63×10^4	54	0.033	6	98.1
1.64×10^4	61	0.036	5	98.5
1.65×10^4	107	0.052	4	98.8

표 4. 제안된 알고리즘과 [1, 2]의 FAR과 GAR
Table 4. FAR and GAR of proposed algorithm and [1, 2].

[1]	FAR[%]	0.040	GAR[%]	98.0
[2]	FAR[%]	0.038	GAR[%]	98.1
Proposed Algorithm	FAR[%]	0.036	GAR[%]	98.5

에서는 임계값이 1.64×10^4 일 때 FAR과 GAR이 각각 0.036[%], 98.5[%]를 얻었다.

표 4는 본 논문에서 제안된 최적화 값과 [1, 2]에서 제안된 최적화 값으로 FAR은 5.3%, GAR은 0.4% 향상됨을 알 수 있다.

2. 장문 인식 속도

장문 인식을 위해 걸리는 전체 시간은 약 1.1Sec. 정도가 소요되며 그림 9와 같이 크게 장문을 획득하는 시간(0.51Sec.), 고유장문 추출 시간(0.14Sec.), 데이터베이스를 탐색하는 시간(0.31Sec.)으로 나누어진다. 데이터베이스의 양에 따라 탐색시간이 변화되는데 본 논문에

Palmprint acquisition... (0.513Sec.)

Palmprint Normalization... (0.078Sec.)

Average Palmprint... (0.063Sec.)

Eigen Palmprint... (0.141Sec.)

Search... (0.313Sec.)

Total Time... (1.108Sec.)

그림 9. 제안된 알고리즘 전체 실행시간
Fig. 9. Total run-time of the proposed algorithm.

서는 324개의 장문 이미지를 데이터베이스에 저장시켜 사용하였다.

V. 결 론

본 논문에서는 공장 노동자 및 노인 등에게서 깨끗한 상태의 지문 획득이 어렵다는 점과 장문에는 개인을 식별하는데 사용될 수 있는 특징 데이터가 존재해 개인을 효과적으로 식별할 수 있다는 점에 착안하여 주성분 분석법을 이용한 고유장문 인식 알고리즘을 제안하였다. 제안된 알고리즘은 크게 장문 획득 시스템과 장문 인식 시스템으로 구성되어있다. 장문 획득시스템은 장문 획득 장치를 사용하여 장문 이미지 획득에 정확성을 부여하고, 표준편차를 이용한 장문영상의 정규화를 통하여 외부 잡음에 따른 명암의 변화나 장문의 손상에 대하여 강인성을 부여했다. 그리고 장문 인식 시스템은 입력 장문으로부터 특징벡터의 차원축소를 이용한 주성분 분석법을 사용하여 고유 장문의 기저 벡터를 추출한 후 데이터베이스의 데이터와 가중치합을 통한 유클리디안 거리를 탐색하여 장문을 인식하는 구조로 설계하였다.

시뮬레이션 결과 제안된 알고리즘의 정확성 및 동작 속도에서 좋은 성능을 획득할 수 있었으나 데이터 탐색 시스템에 단순히 유클리디안 거리 탐색알고리즘만 적용되어서 데이베이스의 크기가 증가함에 따라 데이터 탐색 시간이 증가하는 문제점을 가지고 있다. 이에 따라 앞으로 데이터 매칭 시스템에 대한 연구가 지속적으로 진행되어야겠다.

참 고 문 헌

[1] D. Zhang, W. K. Kong, J. You and M. Wong, "Online Palmprint Identification," IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, vol: 25. NO.9, pp.1041-1050, 2003.

[2] K. H. Rhee and J. S. Noh, "Palmprint Identification Algorithm Using Hu Invariant Moments," Proc. of the 2nd FSKD, LNAI 3614, pp.91-94, 2005.

[3] D. Zhang and W. Shu, "Two Novel Characteristics in Palmprint Verification: Datum Point Invariance and Line Feature Matching," Pattern Recognition, vol. 32, no. 4, pp. 691-702, 1999.

[4] N. Duta, A.K. Jain, and K.V. Mardia, "Matching of Palmprint," Pattern Recognition Letters, vol. 23, no. 4, pp.477-485, 2001.

[5] W. Li, D. Zhang, and Z. Xu, "Palmprint Identification by Fourier Transform," International Journal of Pattern Recognition and Artificial Intelligence, vol. 16, no. 4, pp. 417-432, 2002.

[6] G. Lu, D. Zhang and K. Wang, "Palmprint Recognition Using Eigenpalms Features," Pattern Recognition Letters, vol. 24, issues 9-10, pp. 1463-1467, 2003.

[7] C.C. Han, H.L. Cheng, K.C. Fan and C.L. Lin, "Personal Authentication Using Palmprint Features," Pattern Recognition, vol. 36, no 2, pp. 371-381, 2003.

[8] Lei Zhang and David Zhang, "Characterization of Palmprints by Wavelet Signatures via Directional Context Modeling," IEEE Trans. on SMC. B, Vol. 34, No. 3, pp. 1335-1347, June 2004

[9] D. Zhang, W. Kong, J. You, and M. Wong, "On-line Palmprint Identification," IEEE Trans. on PAMI, vol. 25, no. 9, pp. 1041-1050, 2003 .

[10] J. You, W.K. Kong, D. Zhang and K. Cheung, "On Hierarchical Palmprint Coding with Multi - features for Personal Identification in Large Databases," IEEE Transactions on Circuit Systems for Video Technology, vol.14, no. 2, pp. 234-243, 2004.

[11] W. K. Kong and D. Zhang, "Feature-Level Fusion for Effective Palmprint Authentication," Proc. of the 1st ICBA, LNCS 3072, pp.761-767, 2004.

[12] W.K. Kong and D. Zhang, "Competitive Coding Scheme for Palmprint Verification," Proc. of the 17th ICPR, vol.1, pp. 520-523, 2004.

저 자 소 개

노 진 수(학생회원)

2002년 조선대학교 전자공학과 학사졸업.
2004년 조선대학교 전자공학과 석사졸업.
2006년 조선대학교 전자공학과 박사과정.

<주관심분야 : UWB, 생체인식, 양자컴퓨팅>

이 강 현(평생회원)-교신저자

1979년, 1981년 조선대학교 전자공학과 공학사 및 석사
1991년 아주대학교 대학원 공학박사
1977년~현재 조선대학교 교수
1991년, 1994년 미 스탠포드대 CRC 협동연구원.
1996년 호주시드니대 SEDAL 객원교수
2000년~현재 한국 멀티미디어 기술사 협회 이사
2002년 영국 런던대 객원 교수
2002년 대한전자공학회 멀티미디어연구회전문위원장
2003년 한국 인터넷 방송/TV 학회 부회장
2003년~현재 대한전자공학회 홍보이사
2005년~현재 조선대학교 RIS 사업단장

<주관심분야 : 멀티미디어 시스템 설계, Ubiquitous convergence>