

서명기반의 유비쿼터스 생체인식시스템 구현

권만준, 양동화, 전명근
충북대학교 전기전자컴퓨터공학부
e-mail: mgchun@chungbuk.ac.kr

Ubiquitous Biometrics Recognition System Based on the Signature

Man-Jun Kwon, Dong-Hwa Yang, Myung-Geun Chun
School of Electrical and Computer Engineering
Chungbuk National University

요 약

본 논문은 유비쿼터스 컴퓨팅 환경 기반에서의 서명인식 시스템 구현을 기술한다. 구현된 시스템은 PDA와 전자서명입력기를 이용하여 서명데이터를 획득하고 이 데이터를 유비쿼터스 환경인 무선랜을 이용하여 인증 서버로 전송하여 서버로부터 인증된 결과를 받도록 하였다. 본 시스템의 구성은 터치 스크린을 통한 서명입력이 가능한 PDA와 전자서명입력기를 장착한 무선단말기를 사용하는 클라이언트 부분과 서명을 검증하는 서버 부분으로 나누어 구현 하였다. 본 논문에서 인식알고리즘으로는 서명영상을 구간분할한 후 PCA와 LDA를 사용하여 특징값을 추출한다. 학습과정에서 미리 구한 고유값을 이용하여 서명입력기로부터 획득한 서명데이터를 같은 공간에 투영시켜 서로간의 유사도를 비교하도록 하여 서명인식 속도 및 성능을 개선하였다.

1. 서론

유비쿼터스는 언제 어디서나 네트워크에 접속할 수 있는, 즉 우리의 모든 일상이 네트워크로 연결되어 있는 상태를 의미한다. 유비쿼터스는 정보통신분야에서 '유비쿼터스 컴퓨팅'이나 '유비쿼터스 네트워크'처럼 유비쿼터스화 되고 있는 새로운 IT환경 또는 IT패러다임의 의미로 받아들이고 있다[1]. 유비쿼터스의 5대 핵심 요소 기술로서 센서, 프로세서, 커뮤니케이션, 인터페이스, 보안 기술이 필요한데, 무엇보다도 유비쿼터스 네트워크 상황에서 정보가 도처에 존재함에 따른 정보 보안 및 프라이버시의 중요성이 강조되고 있다[2]. 이에 유비쿼터스 환경에서 정보 보안의 취약성을 극복하기 위해 기밀성(Confidentiality)과 인증성(Authentication), 무결성(Integrity) 등이 요구되며, 인증수단으로 생체정보를 인증에 활용하는 방안이 활발하게 적용되고 있다[3]. 최근 인터넷 뱅킹에서 피싱(Phishing)과 같은 해킹 의한 보안사고가 많이 발생하고 있다.

이에 본 논문은 유비쿼터스 컴퓨팅 환경 기반에서의 서명인식 시스템을 구현하여 여러 분야에 보안을 강화 하는 목적으로 생체인식을 이용하는 방법을 기술한 것으로, 구현된 시스템은 PDA와 전자서명입력기를 이용하여 서명영상을 획득하고 이 영상을 무선랜을 이용하여 인증 서버로 전송하여 서버로부터 인증된 결과를 받도록 하였다. 본 논문에서 구현한 서명

인식 시스템은 사용자가 인증 또는 검증을 위해 서명을 날인하는 클라이언트 부분과 인증알고리즘이 탑재된 서버 부분으로 나눌 수 있다.

클라이언트 부분은 PDA, 전자서명입력기에 사용자 인터페이스를 구현하였고, 서버 부분에는 서명인식 알고리즘인 구간분할매칭 방법과 PCA, LDA를 구현하였다.

본 논문의 구성은 2장에서 서명인식 알고리즘에 대해서 기술하였으며, 3장에서는 PDA와 서명전자입력기로부터 구현한 서명시스템을 설명하였으며 4장에서는 구현한 시스템의 실험 및 고찰을 설명하였으며, 5장에서 결론을 맺는다.

2. 서명인식 알고리즘

2.1 구간 분할 매칭

서명 입력 장치로부터 획득한 이미지 상에서 서명은 각각 다른 위치에 있으며 서명영역 외에 배경요소는 서명을 표현하는데 있어 불필요한 요소가 되므로 전처리 부에서 인식할 서명 영역을 추출한다. 입력기로부터 추출된 서명영역은 각각 사이즈가 동일하지 않아 가장 인접한 이웃 화소 보간법(Nearest Neighbor Interpolation)을 사용하여 각 영역의 크기 변환을 시킨다. 이 보간법은 출력화소로 생성된 위치에 가장 가까운 원시화소를 출력화소로 할당하는 방법으로 원 영상에서 서명영역을 추출하여 모든 서명을 200×100으로 크기변환 시켰다.

특징 검출부에서는 격자분할 방식에 의해 입력서명을 대표하는 특징을 검출한다. 서명의 분할 된 영역에 대한 특징은 수직축에 투영한 곡선과 수평축에 투영한 곡선을 검출하여 정규화한 후 수직축의 투영곡선, 수평축의 투영곡선 순서로 나열을 한다. 이러한 특징검출에 대해서 살펴보면 다음과 같다.

우선, 그림1에서 보는 바와 같이 입력서명을 격자분할을 한다. 여기서, 가로축의 분할개수 N 와 세로축의 분할개수 M 은 다양한 실험을 통하여 최적의 분할개수를 선택한다. 그림 1에서는 N 이 4, M 이 5일 때 서명의 분할 예를 나타냈다. 따라서, 총 분할 개수는 20개 ($N \times M$)이다. 또한 분할영역 내 픽셀의 수는 서명영상의 픽셀의 수가 200×100 이므로 가로 50, 세로 20의 크기를 갖는다.

그리드 분할을 수행한 후 서명의 분할된 영역내에서 각각 가로축과 세로축의 픽셀의 크기정보를 얻는다. 즉, 그림 1에서 보는 바와 같이 50×20 크기의 분할된 영역내에서 가로축 픽셀의 크기와 세로축 픽셀의 크기를 합산한 후 $[0 \sim 1]$ 사이로 정규화를 시킨다.

따라서, 서명의 가로축 서명 데이터와 세로축 서명데이터는 각각 다음과 같이 표기할 수 있다.

$$H = [h_1, h_2, \dots, h_{49}, h_{50}] \quad (1)$$

$$V = [v_1, v_2, \dots, v_{19}, v_{20}] \quad (2)$$

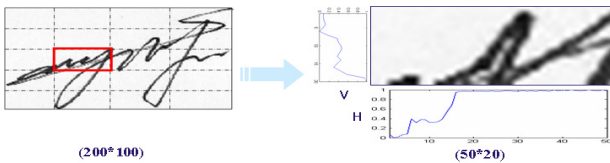


그림 1. 격자분할방법

이러한 방식으로 학습 서명의 모든 분할영역에 대하여 왼쪽에서 오른쪽 방향으로, 위에서 아래 방향으로 이동시키면서 식 (3)와 같이 2차원의 서명데이터를 1차원벡터로 변환하였다.

$$x^i = [H_1^i : V_1^i : H_2^i : V_2^i : \dots : H_n^i : V_n^i]^T \quad (3)$$

여기서, H_j^i, V_j^i 는 i 번째 서명영상에 대한 j 번째 분할 영역내에서의 수직축, 수평축 서명정보를 각각 나타내고, n 은 분할 영역의 전체 개수를 나타낸다. 식 (3)에서 서명의 분할개수가 20이고, 분할내 픽셀의 수가 50×20 (가로×세로)일 경우 1차원으로 표현된 서명 x^i 는 $10,000 \times 1$ 의 사이즈를 갖는다[4][5][6].

2.2 LDA를 이용한 특징추출 방법

본 논문에서는 PCA를 이용하여 영상의 차원을 축소한 후 LDA(Linear Discriminant Analysis)를 기반으로 Fisherfaces을 효율적인 인식방법으로 현재 얼굴인식에서 많이 연구되어지고 있는 알고리즘을 서명에 적용시켰다[7][8].

특징 추출부에서는 식 (3)에 의해 검출된 1차원 서명 데이터를 2장에서 설명한 PCA와 LDA에 의해 특징을 추출한다. 인식과정에서는 그림 2과 같이 훈련과정에서 미리 계산된 특징벡터와 입력벡터간의 유클리디안 거리를 이용하여 유클리디안 거리가 최소인 부분을 선택한 후 미리 설정된 임계치에 의해 입력서명의 승락(Accept)/거절(Reject)를 수행한다. 최종적으로 제안된 서명인식 알고리즘을 단계별로 정리하면 다음과 같다[9].

- [1] 2차원 서명의 격자 분할 갯수를 설정한다.
- [2] 서명에 대하여 1차원 형태의 수직축·수평축 픽셀 정보를 식 (3)에 의해 얻는다.
- [3] 식 $m = \frac{1}{P} \sum_{i=1}^P x^i$ 에 의해 전체 학습서명에 대한 평균값을 구한다.
- [4] 식 $\Omega = \overline{X} \overline{X}^T$ 및 $\overline{X} \overline{X}^T v_j = \lambda v_j$ 에 의해 학습서명에 대한 공분산 행렬을 구한 후, 공분산 행렬에 대한 고유값과 고유벡터를 구한다.
- [5] 단계 4에서 구해진 고유벡터를 고유값의 순서대로 나열한 후 식 $z_i = v_i^T(x_i - m)$ 에 의해 학습서명에 대한 PCA 특징벡터를 구한다.
- [6] PCA에 의해 저차원으로 축소된 특징벡터의 차별성을 극대화 시키는 최적의 투영행렬을 식 (10)에 의해 구한 후 식 $T_i = W^T z_i = W^T v_i^T(x_i - m)$ 에 의해 입력 서명에 대한 LDA 특징벡터를 구한다.
- [7] 학습벡터에 대한 LDA 특징벡터를 저장한다.
- [8] 검증서명에 대하여 LDA 특징벡터를 산출한 후 저장된 학습벡터와의 유클리디안 에러를 계산한 후 에러가 최소인 서명을 인증후보로 선택한다.
- [9] 선택된 인증후보가 설정된 임계치내에 포함될 경우 최종 인증을 한다.

3. 서명인식 시스템

3.1 서명 시스템 구성도

본 논문에서 클라이언트의 종류로 PDA와 전자서명 입력기를 사용하였으며 PDA는 무선랜을 통한 전송이 가능하고 전자서명입력기는 서버에 직접 연결 또는 유·무선을 통한 전송이 가능하다.

다음 그림 2은 클라이언트로부터 전송 받은 서명영상을 서버에서 진행되는 순서도를 나타낸 것이다.

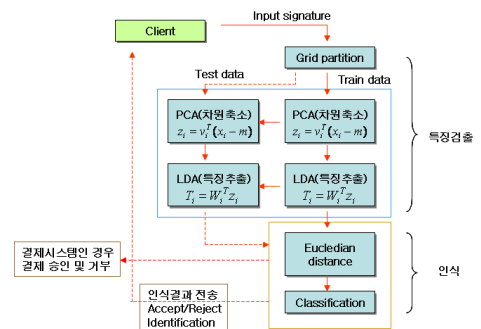


그림 2. 서버 프로그램 구성도

3.2 클라이언트 시스템



(a)인증화면 (b)등록화면
그림 3. PDA 사용자 인터페이스

그림 4와 같이 ID와 이름, 서버의 IP주소를 입력하고 모드를 선택할 수 있다. 인증모드를 선택하면 전송하는 버튼이 나타나며 등록모드를 선택하면 본인 서명 3개를 등록할 수 있는 버튼이 나타난다.

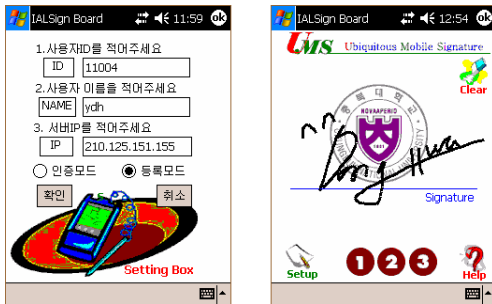


그림 4. 설정화면 및 서명날인화면

등록한 3개의 본인서명을 서버로 전송한 후 제안된 서명 알고리즘에 의해 학습을 한다. 인증단계에서 서명을 전송하면 학습된 특징데이터와 비교하여 매칭도가 높은 4개의 서명영상을 서버에서는 보여준다. 본 시스템에서는 가장 유사도가 높은 서명을 인증을 한다.

본 연구에서 사용된 전자서명입력기로부터 서명을 입력 받는 클라이언트 부분은 그림 5와 같다.

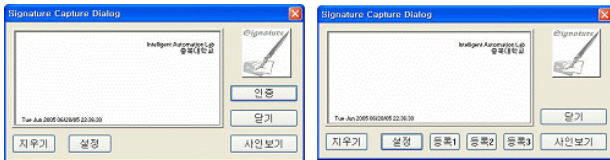


그림 5 TOPAZ시스템의 인증 및 등록 화면

PDA클라이언트와 마찬가지로 공통의 통합된 서버를 사용함으로써 개인의 서명을 3개 등록할 수 있는 인터페이스를 구축하였으며 인증단계에서는 유·무선 전송을 가능하도록 구현하였다.

3.3 서명인식 통합 서버 시스템

본 연구에서 구성한 통합 서버시스템은 각 클라이

언트로부터 전송받은 서명영상을 인식알고리즘에 의해 매칭도가 높은 서명을 추출하여 인식하는 부분을 담당한다.

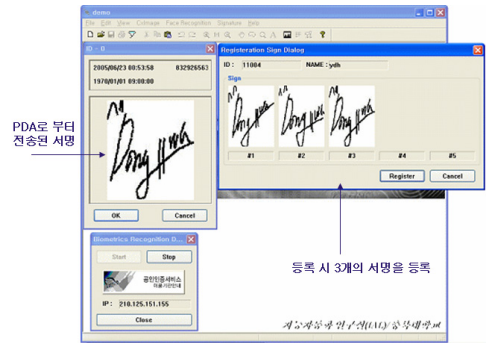


그림 6. 서버에 서명 등록되는 화면

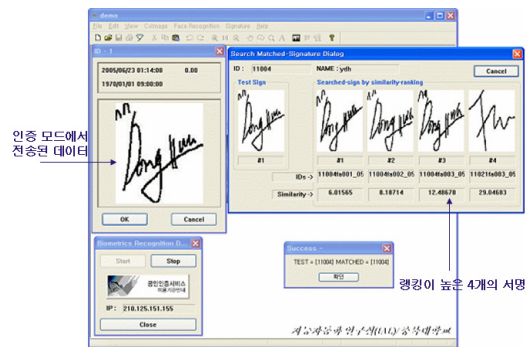


그림 7. 서버에 서명 인증되는 화면

그림 7는 서버에서 인증되는 과정을 나타내고 있다. 인증모드에서 전송된 서명영상이 구간분할 및 PCA, LDA 알고리즘을 학습한 후 데이터 베이스에 구축되어있는 특징 고유값들을 비교하여 유사도가 높은 4개의 영상을 추출한다. 추출된 영상 중 유사도가 가장 높은 하나의 서명을 매칭되는 영상으로 선택한다. 본 시스템에서 랭킹을 4개를 선택한 이유는 차후 보안 등급에 따라 시스템을 선택할 수 있도록 구현하였다. 즉 낮은 보안 등급이라면 랭킹에 가중치를 부여하여 오/거부율을 낮추는 효과를 가져 올 수 있다[10].

4. 실험 및 고찰

본 논문에서 제안한 시스템의 실험환경을 표 1과 같이 나타내었으며, 구현된 시스템을 그림 8과 같이 나타내었다.

구분	서버	클라이언트
H/W	Centrino 1.6G	HP iPAQ rx3715
	512 RAM	TOPAZ T-L640
O/S	Windows XP	Pocket PC 2003
Language	Visual C++	Embedded VC++
	6.0	Visual C++ 6.0
기타	Buffalo Air Station 무선 AP	

표 1. 제안한 시스템의 실험 환경



그림 8. 구축한 서명인식 시스템

실험에 사용한 학습 데이터는 50명의 서명 영상에 대하여 각각 3장을 등록 서명 영상으로 사용하였고, 테스트는 클라이언트에서 전송되는 서명 영상을 이용하였다. 본 논문에서 구현한 시스템은 학습과정에서 미리 구한 고유 값을 이용하여 테스트 얼굴영상을 같은 공간에 투영시켜 서로간의 유사도를 비교하였으며, 그림 9와 같이 서버의 인증화면을 나타내었다.

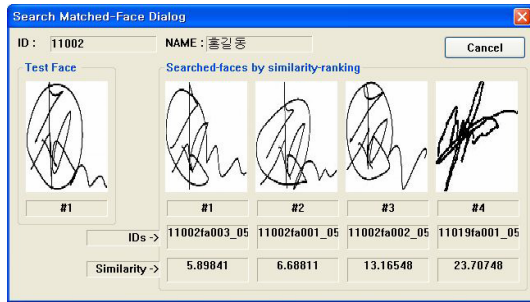


그림 9. 유사도에 따른 인증화면

위의 그림 9는 실제로 클라이언트에서 전송한 서명 영상이 서버의 학습영상과 비교하여 매칭도가 높은 4개를 랭킹하고 가장 매칭도가 매칭도 비율에 따라 인증을 하여 클라이언트에 재전송한 결과로 서버 특징값 매칭도와 사용자 인증결과를 나타내고 있으며, 등록할 때 학습에 따른 알고리즘 속도는 다른 생체 특성과 달리 서명데이터는 이진데이터이므로 학습속도가 느려지는 단점을 극복하고 인증할 때의 시간은 2초 내외로 아주 빠른 시스템임이 입증 되었다. 또한 유사도를 보면 검증 역시 잘 됨을 알 수 있다.

5. 결 론

유비쿼터스 환경에서의 생체인식 시스템은 다음의 두 가지 조건을 만족하여야 한다. 첫째는 언제 어디서나 거부감 없이 생체인식이 가능하여야 하고 둘째는 실제 생활에서 사용되기 위해서는 클라이언트와 서버간의 유기적인 결합으로 빠른 전송과 인식으로 인해 사용자의 기다림을 최소화 시켜야한다. 따라서 본 논문은 생체특성 중 데이터양이 적고 거부감이 없는 서명을 인식 시스템으로 구현하였으며 빠른 전송과 동시에 빠른 인식을 위해, 서버에서 학습 및 인식을 위해 차원을 축소하는 PCA를 이용하였다. 또한 격자분

할매칭 방법을 사용하여 서명의 변이에 따른 오차를 최소화시켰다. 결과적으로 본 논문에서 구현한 시스템은 유·무선 서명인식에서 중요한 두 가지 조건인 서명 속도 및 성능을 개선하였다.

따라서 구현된 시스템을 확장한다면 다른 모바일 기기 또는 인터넷에 적용하여 패스워드방식이 해킹에 대한 위협으로부터 보호하고 정보가 유출되어도 원데이터를 찾아 내지 못하는 기밀성이 보장된다. 또한 뱅크온 같은 금융권, 모바일쇼핑 등에 적용 가능한 서명인식 시스템임을 확인 할 수 있었다.

향후 계획은 PDA에 장착된 카메라를 이용하여 얼굴인식과 서명인식을 결합한 모델과 TOPAZ 서명입력장치에 지문센서를 결합한 모델로 다중생체인식에 대한 연구할 필요성이 있다. 또한 본 연구에서 구현한 시스템에 생체정보에 생체인식 표준으로 추진되고 있는 X9.84에 언급한 보안 수준을 만족하는 암호알고리즘을 적용하여 보안 강화에 더 초점을 맞춘 연구를 진행해 볼 가치가 있다.

참 고 문 헌

- [1] 리처드헌터, “유비쿼터스 : 공유와 감시의 두 얼굴 “ 21세기북스, 2003.
- [2] 삼성경제연구소, “유비쿼터스 컴퓨팅:비즈니스 모델과 전망” 2003.
- [3] 고현주, 김형배, 양동화, 전명근, “유비쿼터스 환경을 이용한 얼굴인식”, 한국 퍼지 및 지능시스템학회 논문지 2004, Vol. 14, No. 4, pp. 431-437.
- [4] 양동화, 이대중, 전명근, “구간분할 및 HMM 기반 융합 모델에 의한 온라인 서명 검증”, 한국 퍼지 및 지능시스템학회 논문지 2005, Vol. 15, No. 1, pp. 12-17.
- [5] Yue K.W. and Wijesoma W.S., “Improved segmentation and segment association for on-line signature verification,” IEEE International Conference on, Systems, Man, and Cybernetics, Vol. 4, 2000.
- [6] Brault, J.-J. and Plamondon R., “Segmenting handwritten signatures at their perceptually important points,” IEEE Transactions on, Pattern Analysis and Machine Intelligence, Vol. 15, No. 9, 1993.
- [7] 박운재, 김형민, 고현주, 전명근, “LDA를 이용한 실시간 얼굴인식 시스템 구현”, 정보과학회 추계학술 발표대회 논문집, Vol. 31, No.1, 2004.
- [8] P. Belhumeur, J. Hespanha, D. Kriegman, “Eigenfaces vs. fisherfaces: Recognition using class specific linear projection”, IEEE Trans. on Pattern Analysis and Machine Intelligence, Vol. 19, No. 7, pp. 711-720, 1997.
- [9] 류상연, 이대중, 고현주, 전명근, “PCA와 LDA를 이용한 오프라인 서명 검증”, 정보처리학회논문지 B, 제11-B권, 6호. 2004.
- [10] 권만준, 양동화, 고현주, 전명근, “PDA를 이용한 실시간 얼굴인식 시스템 구현”, Proceedings of KFIS Spring Conference 2005 Vol. 15, No. 1. pp 251-254. 2005