

다중생체인식 시스템을 이용한 사용자인증에 관한 연구

서정우⁰ 민동옥 문종섭
고려대학교 정보보호기술연구센터
(korea002⁰ eieshine.jsmoon)⁰@korea.co.kr

A Study on the Multi-Modal Biometrics System

Jung-Woo Seo⁰ Dong-Og Min Jong-Sub Moon
CIST, Korea University

요 약

기존의 아이디와 패스워드를 이용한 사용자 인증방식의 문제점 및 한계를 해결하기 위하여 생체인식 기술(Biometric technology)이 연구되었다. 하지만 단일 생체인식 기술은 오인식률(False Acceptance Rate), 오거부률(False Rejection Rate)등의 문제점을 가지고있다. 최근에 단일 생체인식 기술의 한계를 극복하고 사용자 인증 성능 향상과 신뢰도를 높이기 위하여 다중 생체 인식(Multi-modal biometrics)에 관한 연구개발이 활발하다. 이 논문은 지문인식과 얼굴인식 기술을 활용하여 사용자 인증을 수행함으로써 단일 시스템에서 발생하는 한계점을 극복함과 동시에 좀더 안정적인 사용자 인증이 가능한 방법을 제시한다.

1. 서 론

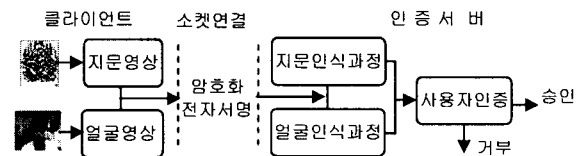
최근 몇 년 사이에 온라인 및 오프라인 구별없이 사용자 인증이 중요한 문제로 대두 되었다. 특히 전자 상거래와 같은 온라인을 통한 사용자 인증은 기존의 개인 인증번호(Personal Identification Number)나 패스워드>Password) 방식을 이용한 방법보다 효율적이며 보안상에 있어서도 뛰어난 생체 인식을 이용한 방법이 연구되었다. 생체정보의 종류에는 지문, 얼굴, 음성, 사인, 홍채, 손 혈관, 걸음걸이 등 생리학적 특징과 행동적 특징을 이용한 방법들이 있다. 하지만 여기서 언급한 어떤 생체정보도 보편성, 유일성, 영구성, 정확성등을 모두 만족한다고 할 수 없으며, 생체특징마다 환경이나 기타 요소들에 의하여 취약점을 가질 수 있다. 이와 같은 문제점들은 인터넷을 통한 물품거래나 인터넷 뱅킹 등에서 사용자 인증을 수행할 경우 한번의 잘못된 인증도 큰 문제를 발생시킬 수 있다. 그러므로, 안정성을 증가시키기 위하여 다중 생체 인식을 생각해 볼 수 있는데 지문과 얼굴, 홍채와 지문, 손 정맥과 홍채등 두 가지 이상의 생체 정보를 함께 인식함으로써 타인 인식에 대한 어려움을 감소시킬 수 있다. 또한 얼굴인식은 사용자의 거부감을 줄일 수 있는 특징이 있으며, 지문의 경우도 가장 보편적인 생체인식 기술로써 거의 유일한 특징을 가지고있다.

본 연구에서는 단일 시스템들의 특징들을 활용하여 신뢰성을 증가시키는 다중 생체인증 시스템을 구현하였다.

2. 다중 생체인식 시스템 설계

다중 생체인식 시스템에서의 사용자 인증은 단일 생체 인식에서 발생하는 취약점을 보완하는 기능을 수행하는

데 시스템 구성은 사용자 생체정보를 획득하는 입력부와 인식 알고리즘에 의하여 사용자를 결정하는 인식부로 나눈다. 그리고 클라이언트에서 서버로의 생체정보 이미지 전송은 소켓통신을 통하여 이루어진다.



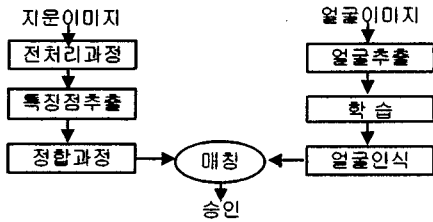
[그림 1] 다중 생체인식 시스템 구성도

지문이미지 정보는 반도체 타입의 센서를 통하여 입력 받으며, 얼굴이미지는 퍼스널 컴퓨터에 설치된 PC카메라를 통하여 입력 받는다. 클라이언트로부터 입력 받은 생체정보는 네트워크 상에서 소켓으로 연결된 인증서버로 전송된다. 생체정보 전송 중 위변조를 방지하기 위하여 서명 $S_A(R(m_1, m_2))$ 을 생성한 후 세션키를 사용하여 생체정보를 암호 $E_K(S_A(R(m_1, m_2)))$ 화 한다. 인증서버에서는 전송된 생체정보를 복호화한후 지문과 얼굴인식 알고리즘을 이용하여 사용자 인증 과정을 수행한다.

2.1 다중 생체정보를 이용한 사용자 인증

지문 및 얼굴 이미지에 대한 사용자 인증을 수행하기 위해서는 각각의 생체정보에 해당하는 인증 알고리즘을 수행해야 하는데 지문인식의 경우 먼저 전처리 과정을 거쳐 특징점을 추출한 후에 특징점 DB에서 일치하는 특징점 정보가 있는지 검사하게 되며, 얼굴인식의 경우는 전처리 과정으로 배경과 얼굴을 분리하는 작업을 거친 후

학습된 데이터를 이용한 인식 알고리즘으로 embedded Hidden Markov Model을 사용한다.



[그림 2] 다중 생체인식에 의한 사용자 승인과정

지문인식 과정을 거친 후 얻어진 결과와 얼굴인식에서 얻어진 결과가 동일할 경우 사용자 접근을 승인한다. 사용자 인증에 사용된 알고리즘은 3절과 4절에서 좀더 구체적으로 알아본다.

3. 지문인식 알고리즘

클라이언트의 지문인식 센서로부터 획득한 지문이미지는 인증서버에서 특징점을 이용한 인식 알고리즘에 의하여 사용자 인증을 수행한다. 특징점을 이용한 지문인식의 경우는 지문 이미지로부터 특징점을 추출하는 추출과정과 특징점 DB에서 동일한 사용자임을 판별하는 정합과정으로 이루어진다.

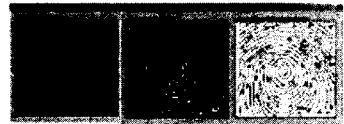


[그림 3] 지문 특징점 정보

3.1 특징점 추출 과정

특징점을 이용한 지문인식의 경우에 사용되는 특징점 정보(M={좌표, 종류, 방향성})는 [그림 4]에서 보이는 것 같이 융선의 분기점과 골점 그리고 특징점의 방향성 정보로 구성된다. 특징점 추출 과정은 지문 이미지를 세선화 하는 전처리 과정과 세선화된 이미지에서 특징점을 추출하는 과정으로 구성된다.

지문인식을 위한 전처리 과정은 지문 이미지 이진화, 잡음제거, 세선화 과정으로 진행된다. 이진화를 위해서는 지문이미지를 8*8크기의 블록으로 나누고 각 블록별로 융선의 흐름을 추적하여 블록의 주방향을 결정한다. 결정된 방향성 정보를 이용하여 융선과 곡부의 차를 향상시킨 이진화된 이미지로 변환한 후 지문의 융선에 해당하는 검정 화소값을 기준으로 세선화 과정을 수행하게 된다. 세선화된 이미지는 특징점 정합에 사용하기 위한 특징점을 추출하는데 사용하게 된다. 하지만 단지 하나의 점으로 표현된 부분도 특징점으로 분류될 수 있으므로 이런 잡음들을 제거하는 과정이 필요하다. 잡음제거 방법으로 이미지에 5*5 블록 마스크를 씌운 후 고립되어 있는 점들을 찾아내어 제거 한다.

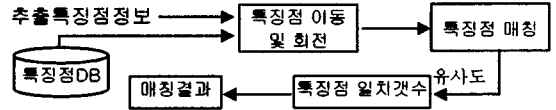


[그림 4] 지문이미지에서 특징점 추출 화면

특징점 추출 과정은 세선화된 이미지 부분에서 융선의 흐름의 변화가 발생하는 끝점과 분기점 정보를 추출하는 것이다. 추출된 특징점들은 좌표값(M_k={X,Y})으로 저장된다.

3.2 특징점 정합 과정

특징점 정합 알고리즘은 추출 알고리즘에 의해서 얻어진 특징점 정보값을 사용하여 특징점 DB에 저장된 특징점 정보와 일치하는 값을 찾는다. 만약 특징점 DB에서 일치하는 특징점 정보값을 찾지 못한다면 정상적인 사용자 인증을 수행하지만 일치하는 값이 존재하지 않을 경우 접근을 허락하지 않는다. 특징점 정합 알고리즘은 [그림 4]와 같이 구성된다.



[그림 5] 특징점 정합에 의한 매칭 과정

두 지문 이미지의 특징점중 임의의 특징점 하나를 선택한 후 입력 지문과 참조 지문의 방향정보 차이를 구하여 기준점을 기준으로 지문 좌표값을 회전시킨다. 선택된 특징점을 기준으로 입력 지문 영상에서 존재하는 모든 이웃점들이 참조 지문 영상에 존재하는지를 판단하여 일치하는 특징점들이 존재할 경우 매칭 점수(Matching Score)를 계산한다.

4. 얼굴인식 알고리즘

본 논문에서는 얼굴인증을 위한 알고리즘으로 embedded Hided Markov Model[2]을 사용하였다.

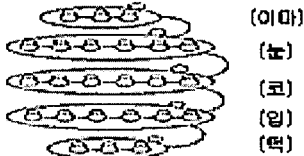
4.1 EMBEDDED HMM

embedded HMM은 일차원의 HMM[3]을 2차원 구조로 나타내기 위하여 일반화 시킨 것을 말한다. HMM은 embedded states의 집합과 함께 super states의 집합으로 구성된다. Super states는 한 방향으로 구성된 데이터를 2차원으로 모델링 하기 위하여 사용한다. 여기서 Embedded HMM의 요소들을 살펴보면,

- super states는 N₀ 개수를 가지며, super states의 집합은 S₀ = {S_{0, i}} 1 ≤ i ≤ N₀.
- 초기 super state 분포, Π₀ = {π_{0, i}}, π_{0, i}은 시간변화가 없는 i번째 super state안의 확률이다.
- super state 전이확률(transition probability) 매트릭스 A₀ = {a_{0, ij}} 로 나타낸다. a_{0, ij}는 i 번째 super state로부터 i 번째 super state로의 전이확률이다.

- embedded HMM의 파라미터 Λ 는 다음을 포함,
 - k번째 super state안에 embedded states의 넘버는 $N_1^{(k)}$, embedded states 집합은 $S_1^{(k)} = \{S_1^{(k)}, i\}$
 - 초기 state 분포, $\pi_1^{(k)} = \{\pi_1^{(k)}, i\}$, $\pi_1^{(k)}$, i 는 시간변화없는 k번째 super state의 i번째 state안의 확률
 - state 전이확률 매트릭스, $A_1^{(k)} = \{a_1^{(k)}, jk\}$ 는 state k에서부터 state j까지의 전이확률이다.
- state 확률 매트릭스 $B^{(k)} = \{b_i^{(k)}(O_{i0,i1})\}$ 를 가지며, observation들의 집합 $O_{i0,i1}$ 는 t_0 열과 t_1 행의 observation vector로 나타낼 수 있다.

얼굴 state 구조 그리고 시간변화가 있는 embedded HMM의 전이확률의 모델은 [그림 6]과 같다.오류!

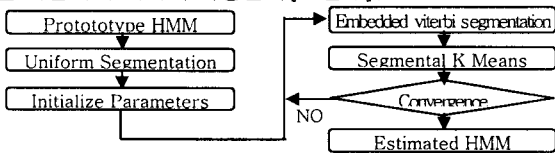


[그림 6] 얼굴인식을 위한 Emedded HMM[2]

Embedded HMM의 states는 단일 밀도 가우시안 확률 밀도 함수(Probability Density Function), $b_i^{(k)}(O_{i0,i1}) = N(O_{i0,i1}, \mu_i^{(k)}, U_i^{(k)})$ 로 나타낸다[2].

4.2 얼굴 모델들의 학습

데이터베이스 안의 각 개인은 embedded HMM에 의하여 특징지어진다. 같은 얼굴을 각각의 다른 인스턴스로 표현한 이미지들의 집합은 학습을 위하여 사용되어진다. embedded HMM안에 observation vectors[4]는 각 이미지 블록의 2D-DCT 계수들로부터 얻을 수 있는데, 여기서 구해진 observation vectors은 아래와 같은 모델들을 학습하기 위하여 사용한다[그림 7].



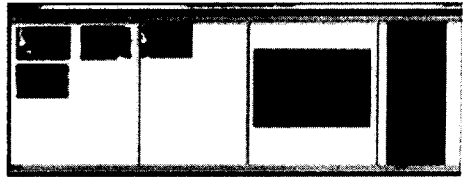
[그림 7] embedded HMM에 의한 학습 모형[3]

5. 지문과 얼굴을 이용한 복합생체인식 시스템 구현

제안된 시스템은 윈도우 환경에서 MFC로 구현되었으며, 서버-클라이언트 구조로 되어있다. 클라이언트에서 전송되는 생체 이미지정보(지문, 얼굴)는 암호화되어 인식 서버로 전송된다. 인식 서버에서는 인식 알고리즘을 이용하여 사용자 인증 과정을 수행한다.



[그림 8] 클라이언트에서 생체정보 입력 화면



[그림 9] 인식 서버에서 사용자 생체정보 인증 화면

6. 결론

최근 들어 보안에 대한 중요성이 증가하고 있으며, 기존의 패스워드나 개인 인증 번호에 의하여 사용자 인증을 실시하던것에서 벗어나 생체(얼굴, 지문, 형체등)정보를 이용한 시스템이 개발되어 보안성을 더욱 증가 시킬 수 있게 되었다. 서로다른 생체정보를 이용한 다중 생체인증 시스템은 각 모듈이 가진 장점을 극대화 하면서 단일 생체인식기에서 발생하는 취약점을 극복할 수 있다.

본 논문에서는 생체 이미지 정보를 온라인을 통해 입력 받아 얼굴과 지문 모듈을 통합한 인증 서버를 통하여 사용자 인증을 수행함으로써 편리성과 신뢰도를 제공한다.

7. 참고문헌

- [1] R. Chellappa, C.Wilson, and S. Sirohey, " Human and machin recognition of faces: A survey," Proceedings of IEEE, vol.83, May 1995.
- [2] A. V. Nefian, "Face recognition using an embedded HMM," IEEE Conference, pp.19-24, 1999.
- [3] A.V.Nefian and M.H.Hayes, " A Hidden Markov Model for face recognition," in ICASSP 98, vol.5, pp.2721-2724, 1998.
- [4] A.V.Nefian and M.H.Hayes, " A Hidden Markov Model-Based Approach For Face Detection And Recognition," PhD thesis, Georgia Institute of Technology, 1999
- [5] F. Samaria, " Face Recognition Using Hidden Morkov Models," PhD thesis, University of Cambridge, 1994
- [6] J. Bigun, " Multi-modal Person Authentication," Face recognition, Sringer-Verlag, pp.26-50, 1997.
- [7] S. Greenberg, M. Aladjem, D. Kogan and I. Dimitrov, " Fingerprint Image Enhancement using Filtering Techniques," International Conference on Pattern Recognition (ICPR' 00), 2000.
- [8] J C Amengual, A Juan, J C P'erez, F Prat, S S'aez and J M Vilar, " Real-Time Minutiae Extraction In Fingerprint Images," Instituto Tecnol'ogico de Inform'atica (ITI), 1997.
- [9] D. Simon-Zorita, J. Ortega-Garcia, S. Cruz-Llanas and J. Gonzalez-Rodríguez, " Minutiae Extraction Scheme for Fingerprint Recognition Systems," ICIIP, 2001.