

# 얼굴과 지문을 결합한 다중 생체인식 시스템의 실험적 연구

강효섭<sup>0</sup> 한영찬 김학일  
인하대학교 정보통신대학원, 자동화공학과, 정보통신공학부  
kanghyosup@krpost.net<sup>0</sup>, g1983673@inhavision.inha.ac.kr, hikim@inha.ac.kr

## An Empirical Study of Multi-Modal Biometrics using Face and Fingerprint

Hyo-Sup Kang<sup>0</sup> Young-Chan Han Hakil Kim  
The Graduate School of Information Technology & Telecommunications  
Dept. of Automation Engineering  
Dept. of Information & Communication Engineering, Inha University

### 요 약

생체인식 기술은 급속도로 발전하고 있지만 개개의 생체 정보를 이용한 단일 생체인식 기술은 생체 방식에 따라 각각의 문제점이 노출되고 있는 상황이다. 이에 두 가지 이상의 생체 정보를 결합하여 단일 생체인식 기술의 문제점을 극복하고 보다 좋은 인식률을 확보하기 위해 다중 생체인식 시스템(Multi-Modal Biometrics System)이라는 복합 시스템이 제안 되었다. 이 논문에서는 생체인식 산업의 특성 및 개인 인증 방법으로 사용중인 단일 생체인식 시스템의 문제점을 알아보고 그 해결방안으로 다중 생체인식 시스템의 확률 단계(Probability Level)에서 더 좋은 성능을 보여주기 위해 각각의 시스템에 가중치(Weight)를 부여 할 경우, EER(Equal Error Rate)이 단일 생체인식 시스템에 보다 가중치를 부여 했을 때 낮아짐과 동시에 ROC 커브도 (Receiver Operating Characteristic Curve) 좋아 짐을 보였다.

### 1. 서론

사회의 발전과 더불어 개인의 정보의 중요성이 대두되면서 정보의 보호 또는 개인의 신분 증명을 위한 방법으로 생체인식 기술(Biometrics Technology)의 필요성이 크게 중요시 되고 있는 추세이다. 일반적으로 생체인식 기술의 보편성(Universality), 유일성(Uniqueness), 영구성(Permanence), 획득성(Collectability)[1]의 4가지 특성면에서 생체인식 방법에 따라 어떤 방법이 우월하다고 말할 수 없으며, 단일 생체인식 시스템을 이용하여 인식률을 높이는 것에는 생체인식 방법마다 취약점이 있다. 지문의 경우 영상의 품질 등의 문제로 인식률이 크게 떨어 질 수 있으며, 얼굴 인식의 경우도 조명과 같은 환경적 영향으로 인식률이 저하될 수 있다.

이에 본 논문에서는 단일 생체인식 시스템 중 미국의 V사의 얼굴인식 시스템과 연구실의 지문인식 시스템을 이용하여 다중 생체인식 시스템(Multi-Modal Biometrics System)을 구성하고, 결정단계(Decision Level)에서 간단히 단일 생체인식 시스템의 유사도(Similarity)를 결합(Fusion)하여 시스템의 인식률을 높이는 방법에 대하여 서술하였다.

### 2. 단일 생체인식 시스템

인간의 신체적 정보를 이용하는 생체인식 시스템은 크게 얼굴(Face), 지문(Fingerprint), 손모양(Hand Geometry), 정맥(Hand Vein), 홍채(Iris), 망막(Retinal P-

attern), 서명(Signature), 음성(Voice)[2]등이 있으며 단일 생체 인식 시스템의 구조 및 문제점을 알아보면 다음과 같다.

#### 2.1. 단일 생체인식 시스템 구조

단일 생체인식 시스템의 사용자 인증 구조는 크게 사용자의 생체 정보 중 특징을 추출하여 데이터베이스에 저장하는 등록(Enrollment)과 등록된 데이터로부터 사용자를 확인(Verification)하는 과정으로 수행된다. 이런 과정들은 생체정보를 추출하는 대상의 차이에 따라 조금씩 다른 방법론적 차이는 보일 수 있으나 일반적으로 등록 및 확인 과정은 그림 1과 같은 구조를 보인다.

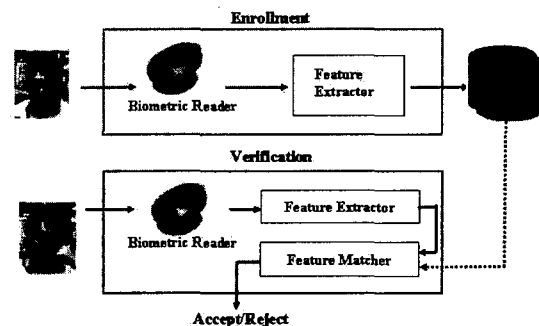


그림 1. 일반적인 단일 생체인식 시스템 구조

2.2. 단일 생체인식 시스템의 문제점

단일 생체인식 시스템의 경우 생체 인식 종류에 따라 각각의 다른 특성을 가지고 있기 때문에 다른 생체 특성에 비하여 우월하다고 말할 수 없다. 그렇지만 생체인식 방법에 따라 어떤 특정한 환경 혹은 어떤 사용자에게 대하여 취약성을 가지고 있으며 생체인식 종류에 따라 표 1과 같이 나타난다.

표 1. 단일 생체 인식 시스템의 단점

지문	손가락의 3% 정도는 지문 채취 불가
얼굴	조명, 배경, 화장 등에 영향
음성	감정에 따라 쉽게 변함
홍채 & 망막	자동으로 초점을 맞추기 어렵다.
서명	높은 FAR(False Accept Rate)

3. 다중 생체인식 시스템

단일 생체인식 시스템의 경우 일반적으로 사용 되는 정보 보호, 금융, 중요 업체의 입 출입 등의 생체 인식이 적용될 수 있는 분야에서는 보다 높은 인식률을 요구하고 있으며 단일 시스템으로는 이런 요구들을 충족시키기 어려운 현상이 발생한다[3]. 이에 생체 인식 기술의 혼합을 통해 보다 좋은 인식률과 높은 신뢰성을 확보하기 위해 다중 생체인식 기술이 제안되었다.

3.1. 다중 생체 인식 시스템 종류

Prabhakar와 Jain[4]에 의하면 다중 생체 인식 시스템은 그림 2와 같이 크게 다섯 가지로 구분할 수 있다. 이중 본 논문에서는 이미 상용화 돼있는 시스템은 배제하고 효율성과 인식률 향상을 위해 미국의 V사의 얼굴인식 시스템과 연구실의 지문인식 시스템을 결합한 Multiple Biometric System에 대하여 실험 하였다.

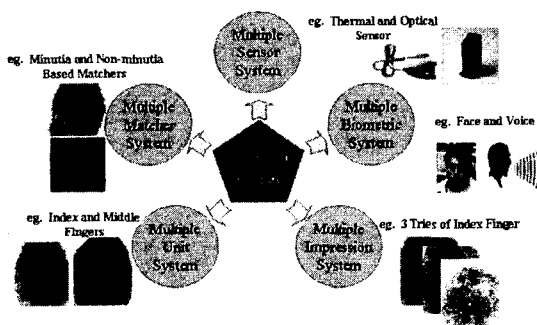


그림 2. 다중 생체 인식 시스템 분류[4]

3.2. 다중 생체 인식 시스템 결정 규칙 (Decision Rule)

다중 생체 인식 시스템의 경우 결정단계에서의 결정 여부에 따라 보안적인 측면과 사용자 편리성이라는 측면에서 크게 추상적인 단계(Abstract Level)인 AND, OR 규칙 그리고 확률단계(Probability Level)인 가중치(Wei-

ght)를 부여 한 규칙으로 나눌 수 있다.

3.2.1. AND & OR 규칙

AND 규칙의 경우 두 단일 생체인식 시스템에 각각에 대하여 본인 인증이 되어야 통과(Pass) 될 수 있으며 보안적인 측면을 더 높일 수는 있는 반면 OR 규칙의 경우 하나의 시스템만 본인 인증이 되어도 통과 될 수 있으므로 사용자 편리성 측면이 강화된다. AND & OR 규칙의 인증영역은 그림 3과 같다[5].

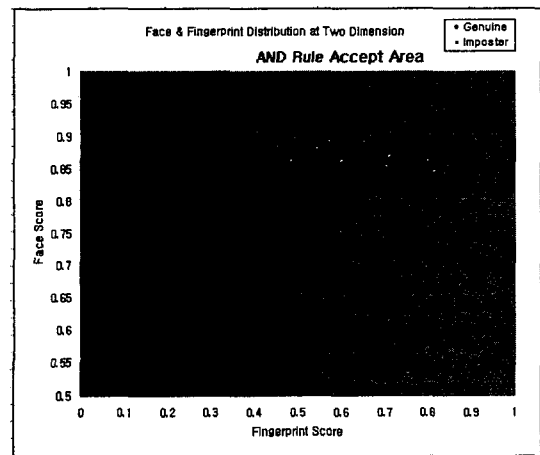


그림 3. AND & OR 규칙의 인증 영역

AND 규칙의 경우 식 1과 같이 FA(False Accept)가 제곱으로 감소하는 반면 FR(False Reject)가 두 배로 증가하여 보안적인 측면을 강화할 수 있고, OR 규칙의 경우 식 2와 같이 FR이 제곱으로 감소하는 반면 FA로 증가하므로 사용자 편리성 측면이 강화된다.

$$FR(R) = FR1(R) + FR2(R) - FR1(R) * FR2(R)$$

$$FA(R) = FA1(R) * FA2(R) \quad (식 1)$$

$$FA(R) = FA1(R) + FA2(R) - FA1(R) * FA2(R)$$

$$FR(R) = FR1(R) * FR2(R) \quad (식 2)$$

3.2.2. 가중치를 이용한 규칙

다중 생체인식 시스템의 경우, 단일 생체인식 시스템으로부터 나온 유사도를 어떤 방법으로 결합하는가에 따라 단일 생체인식 시스템보다 좋은 신뢰성을 가지게 된다. 따라서 각각의 단일 시스템으로부터 나온 점수에 대하여 통과/거절 단계인 최종 결정 단계에서 나온 유사도에 대하여 식 3과 같이 가중치를 주어서 합산하여 그 결과에 따른 인식률의 변화를 본다.

$$S_M = pS_f + (1 - p)S_{fo} \quad (0 \leq p \leq 1) \quad (식 3)$$

위 식에서  $S_M$ 은 합산된 유사도,  $S_f$ 는 지문의 유사도,  $S_{fo}$ 는 얼굴의 유사도,  $p$ 는 가중치이다.

4. 실험 및 결과

실험에 사용된 실험 장비는 일반적으로 많이 사용중인 미국의 V사의 얼굴인식 시스템과 연구실의 지문인식 시스템을 결합하여 다중 생체인식 시스템을 구성하였다. 다중 생체인식 시스템을 실제 사용 환경과 같이 구성하고, 온라인 상에서 실험 인원 25명의 얼굴영상과 지문영상을 저장 후 시나리오 평가(Scenario Evaluations)[6]를 실시하였다. 실험기간은 30일간 걸쳐 본인 대 본인 정합(Genuine) 3228회 본인 대 타인 정합(Impostor) 488회 실험을 하였으며 얼굴 인식의 특성을 고려 조명의 영향을 받지 않는 장소를 이용 실험 하였다. 실험 장비는 그림 4와 같이 얼굴 인식과 지문 인식을 결합한 구조를 가진 시스템을 사용하였다.

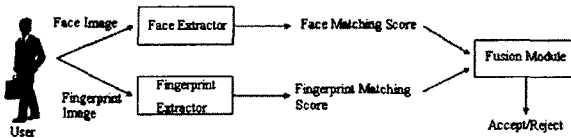


그림 4. 지문과 얼굴을 이용한 다중 생체 인식 시스템

실험을 통해 나타난 단일 생체 인식 시스템의 경우 EER(Equal Error Rate)이 지문의 경우 4.59%, 얼굴의 경우 5.68%로 나타났다. 반면 가중치를 부여 합산된 점수를 바탕으로 결과를 도출한 결과 그림 5와 같이  $p = 0.7$ 일 때 EER=1.66%로 결과가 향상 되었다.

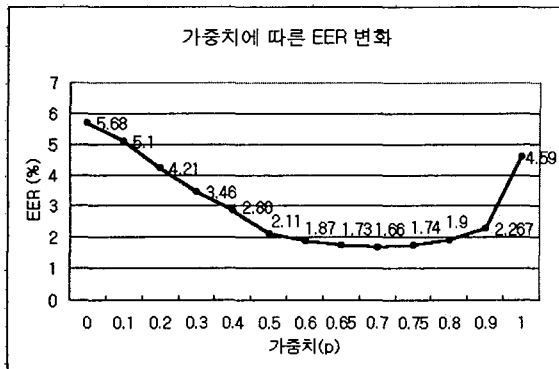


그림 5. 가중치에 따른 EER 변화

ROC 커브(Receiver Operating Characteristic Curve)의 경우도 그림 6에서 보는 것과 같이 단일 생체 인식 시스템일 경우 보다 가중치를 부여했을 때 성능이 향상됨을 알 수 있다.

5. 결과 및 향후 과제

본 논문에서는 생체인식에 요구되는 신뢰성 및 인식률 향상을 위해 제시된 다중생체 인식 시스템에 대하여 알아 보았으며 단일 생체인식 시스템에서 나오는 유사도를 확률 단계에서 어떤 가중치를 주어서 결합하느냐에 따

라, 단일 생체인식 시스템에서의 인식률이 지문 EER 4.59%, 얼굴 5.68%에서 다중 생체인식 시스템에서 EER이 1.66%로 낮아짐을 알았다. 실험적 방향은 실제 사용 환경을 구성하고 평가를 했다는 것은 돌발적으로 일어날 수 있는 환경을 충분히 고려 했다는 것이며 추후 연구 방향 또한 실제 환경과 유사한 환경을 구축하여 유사도 결정 방법 및 생체특징 정보의 융합 방법에 대한 연구가 이루어져야 할 것이다.

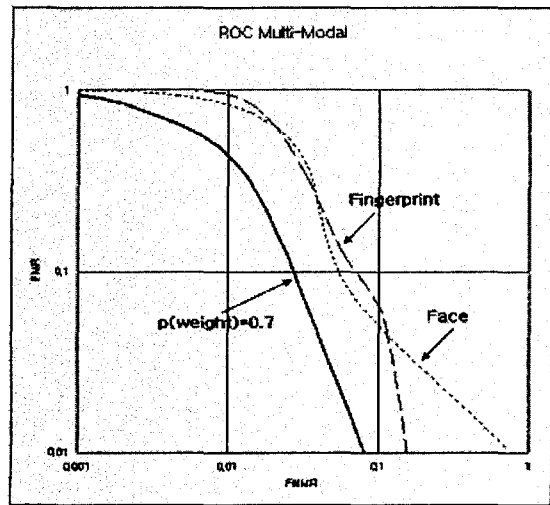


그림 6. ROC 커브

6. 참고문헌

- [1] Lin Hong and Anil Jain, " Integrating Faces and Fingerprint for Personal Identification", *IEEE Transaction on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, vol. 19, no 12, December 1998
- [2] R. Clarke, " Human Identification in Information Systems: Management Challenges and Public Policy Issues," *Information Technology & People*, vol. 7, no. 4, pp. 6- 37, 1994
- [3] Jung Soh, Younglae Bae, " A Survey of Multi-Modal Biometrics" , *The 2nd Korean Workshop on Biometrics Technology*, p1~5, 2002. 1. 17.
- [4] S. Prabhakar and A. K. Jain, " Decision-level fusion in fingerprint verification" , *Pattern Recognition*, vol. 35, pp.861-874, 2002
- [5] Lin Hong, Anil Jain, Sharath Pankanti, " Can Multibiometric Improve Performance?" , *Proceedings AutoID'99, Summit, NJ, Oct 1999*, PP. 59-64.
- [6] Biometrics Working Group. " Best Practices in Testing and Reporting Performance of Biometric Device Version 1.0" , *Biometrics Working Group*, 2000