

추가 정보를 이용한 개선된 지문인식 시스템

이진영* · 김보남** · 김개원*** · 심훈*** · 김홍준****

*강남대학교, **충북대학교, ***한국성서대학교, 진주산업대학교

The reinforcement of existing fingerprint recognition system by the
supplementary information

Jinyoung Lee*, Bonam Kim**, Gawon Kim***, Hoon Shim***, HeungJun Kim****

*Kangnam University · **Chungbuk National University · *** Korea Bible University

****Jinju National University

E-Mail : goodman3@kangnam.ac.kr

요 약

오늘날 네트워크의 급속한 발전에 더불어 정보화의 가속화는 보안 문제가 크게 부각하고 있다. 이에 마그네틱 카드, IC 카드 등을 이용하여 개인을 식별하는 다양한 보안 시스템들이 개발되고 있으나 분실, 복사, 고의적 양도에 의한 부정사용 등의 문제로 인해 그 해결책이 되지 않고 있으며 이에 대한 해결책으로 생체인식(Biometrics)을 이용한 개인식별 시스템[1]이 제안되어 연구가 진행되고 있다.

본 논문은 기존의 생체인식 시스템 중 가장 활발하게 활용되고 있는 지문인식 시스템이 가지고 있는 환경적인 요소나 물리적 요소에 의한 인식을 저하를 보안할 수 있는 시스템을 새롭게 제안한다. 지문인식은 사용의 편리함과 저가의 초기 투자비용, 그리고 소형화의 가능으로 생체인식 중에서 실생활에 사용되기 가장 적합한 기법으로 여겨져 다양한 응용 범위에 널리 사용되고 있다. 따라서, 제안 시스템은 기존의 지문인식 시스템을 기반으로 하여 손가락에서 추가적인 생체정보를 이용함으로써 지문인식 시스템이 갖은 단점을 보완하면서 인식을 향상과 효율적인 활용이 가능한 시스템을 제안한다.

키워드

Biometric, Identification, Authentication, Biometric Recognition System, Fingerprint Recognition System

1. 서 론

오늘날 급속한 네트워크의 발달에 따라 보안에 대한 중요성이 증대되면서 개인의 신원확인 및 인증에 대한 중요성이 점차 증대되고 있다. 일반적으로 사용자 인식은 동작방식에 따라 크게 1:N 매칭을 하는 인식(Identification or Recognition) 과 1:1 매칭을 하는 인증(Verification or Authentication)으로 나누어진다. 이러한 사용자 인식에 사용되는 수단으로 패스워드나 PIN 또는 ID 카드 등의 수단이 주로 사용되어 왔으나 오늘날의 높은 정보보안의 요구수준을 만족시킬 수 없어 이에 대한 대안으로 생체인식 기술이 도입되었고 현재까지 꾸준한 연구가 이루어지고 있다.

특히, 최근에는 X9,842[2], BioAPI[3], CBEFF[4] 등을 통한 국제 표준화가 추진되어 향후 급격한 보급이 예상되고 있다.

생체인식 시스템에서 사용되는 생체정보의 종류에는 지문(Fingerprint), 얼굴(Face), 음성(Voice), 서명(Signature), 홍채(Iris), 손모양(Hand Geometry), 정맥(Hand Vein), 망막(Retinal Pattern)[5]등이 있으며 일반적으로 생체인식 기술의 특성과 사용자 측면에서의 특성을 모두 요구사항에 만족할 만한 수준에 해당하는 생체정보는 불가능하다.

표 1. 생체인식 특성

생체인식 기술 특성[6]	사용자 측면 특성
보편성(Universality)	수용성(Acceptability)
유일성(Uniqueness)	기만성(Circumvention)
영구성(Permanence)	
획득성(Collectability)	

생체정보 중 지문의 경우 사람마다 서로 다르고 태어날 때의 모습 그대로 평생동안 변하지 않을 뿐만 아니라, 사용의 편리함과 저가의 초기 투자비용 그리고 소형화의 기능으로 생체 인식 중에서 실생활에 사용되기 가장 적합한 생체특성으로 여겨져 다양한 응용 범위에 널리 사용되고 있다[6]. 그러나 지문인식 시스템은 식별을 위한 원천 데이터인 지문 영상의 품질이 환경적인 요인이나 물리적 피부 손상, 가변적인 센서 접촉등의 이유로 영상 변화의 편차가 크게 나타나는 단점과 아동이나 노인과 같은 특정 사용자층이나 특정직업 층에서 인식률이 매우 낮아지는 문제점을 가지고 있다. 이와 같은 문제점을 해결하기 위해 두가지 이상의 생체정보를 이용하는 방법들이 연구되고 있으나 사용자의 편의성과 장비의 크기와 비용 측면에서 단점을 가지고 있다. 따라서, 실생활에서 생체인식 시스템을 보다 폭넓게 활용하기 위해서는 간편하면서도 인식을 편차가 적은 시스템이 필요하다.

본 논문에서는 기존의 지문인식 시스템에서의 편의성을 그대로 유지하면서도 지문인식 시스템이 갖는 인식에 대한 단점을 보완할 수 있는 방법을 제안한다. 본 제안 시스템에서는 기존의 생체정보인 지문 외에 손가락의 상단 부분에 존재하는 조반월(爪半月, Lunula)과 기타 정보를 추가 정보로 이용하여 인식오율(오인식율(FAR: False Acceptance Rate)과 오거부율(FRR: False Rejection Rate))을 개선한다.

II. 기존 시스템의 문제점 및 분석

2.1 지문인식 시스템

지문(Fingerprint)은 땀샘이 융기되어 일정한 흐름을 형성한 것으로 그 형태가 개개인마다 서로 다르고 태어날 때의 모습 그대로 평생동안 변하지 않는 고유한 특성 때문에 식별 성능에 대한 신뢰도와 안정도에 있어서 망막(retina), 홍채(iris), 혈관(vein), 얼굴(face)인식 등의 수단보다 높은 것으로 평가되어 효율적인 개인 인증방법으로 이용되고 있다. 특히, 네트워크의 발달과 더불어 보안 및 개인 사생활 보호에 대한 관심이 높아지면서 개인 인증 방법으로서의 자동 지문인식 기술(Automated Fingerprint Identification technology)은 화상인식기술분야 중에서 가장 각광받는 기술분야로 발전하고 있다.

지문인식 시스템은 융선(ridge)의 단점(ending point)과 분기점(bifurcation)으로 대표되는 특징점(minutia)을 구별하는 시스템으로 다음과 같은

몇가지 단계를 거쳐 인식/인증 처리된다.

(1) 지문 영상 획득 단계

첫번째 단계는 지문 영상을 획득하는 단계로 광학을 이용한 센싱 방식과 비광학을 이용한 센싱 방법으로 나누어진다. 광학식은 프리즘의 아래로부터 LED(Light Emitting Diode)를 조사하고, 프리즘의 반사면에 해당하는 면에 손가락을 놓고 반사상을 채취하여 렌즈, 거울을 이용해서 CCD(Charge Coupled Device) 카메라 등으로 촬영하여 지문의 요철, 산과 계곡(융선간:Valley)을 반사율의 차이에 반영시켜 영상 데이터를 만드는 방법이다[7]. 그러나, 광학방식은 발광부, 렌즈, 카메라가 반드시 있어야 하므로 부피가 크고 제조비용이 높은 편이며, 위치가 고정되어야 하지만 외부 충격과 입력부분의 굽힘에 강한 안정성을 가지고 있다. 비광학식은 입력장치 표면에 직접 손끝을 접촉시키면, 접촉된 지문의 특수한 모양을 전기적 신호로 읽어 들이거나 온도차를 감지하여 지문영상을 얻는 방식이다. 이 방식들은 정전기, 손끝으로 누르는 힘의 압력, 습도, 온도 등의 외부환경 등에 아주 민감하다.

(2) 특징점 추출 단계

두번째 단계는 입력 장치로부터 지문 영상을 그레이(Gray) 형태로 획득한 영상을 이진화, 평활화 등의 전처리 과정과 세선화 과정을 수행하여 특징 추출에 적합한 영상 형태로 구성한 후 영상으로부터 특징점을 추출한다. 이는 영상 전처리 과정에서 발생하는 정보 손실에 의하여 상당량의 의사 특징점(Pseudo Minutiae)이 포함되어 있게 된다. 이러한 의사 특징점은 정합과정에서 계산량, FAR, FRR 등의 값을 증가시켜 지문인식 시스템의 성능을 저하시키는 직접적인 원인이 된다.

특징 추출은 지문을 식별하기 위한 중요한 기술로서 지문화상의 특징을 발견하여 이들의 특징 패턴을 산출하는 작업이다. 지문은 땀구멍이 융기한 선으로 형성된 문형을 말하는 것으로, 융기되어 나타나는 융선(Ridges)과 두 융선 사이의 패인 골(Valleys)로 나타난다. 지문의 융선은 일정한 흐름을 가지면서 특정 지점에서 끊어지거나 분기되는 특성이 있다. 이러한 지점들을 특별히 지문의 특징점(Minutia)이라 하며 융선의 흐름이 끊어지는 곳을 단점(Ending)이라 하고 두 가닥의 융선이 하나의 융선이 되는 지점을 분기점(Bifurcation)이라고 한다. 하나의 지문 영상에는 하나 이상의 단점과 분기점이 존재한다. 두 지문을 정합시 사용되는 또 다른 특징으로 코어(Core)는 지문 형상의 중심이라 할 수 있는 부분을 의미하며, 델타(Delta)는 융선의 흐름이 삼각형 모양을 이루는 부분을 의미한다. 코어와 델타의 위치는 두 개의 지문 이미지의 정합 위치를 결정하는데 많이 사용되지만 끝점, 분기점과는 달리 모든 지문이 코어와 델타를 가지지는 않으므로 그 사용에 제한이 있다[8]. 특징 추출 단계를 세

분화한 흐름도는 그림 1과 같다.



그림 1. 특징 추출 흐름도

(3) 지문 정합 단계

지문 정합(fingerprint matching) 단계는 최종적으로 두 지문의 동일 여부를 판단하는 단계이다. 두 지문의 영상으로부터 추출된 특징점들의 유사도를 평가하여 판단을 수행한다. 특징점 정보는 직교 좌표계(Cartesian coordinates) 또는 극 좌표계(polar coordinates)를 이용해 표현되므로 두 특징점 데이터를 비교하기 위해 하나의 비교 기준이 필요하며, 따라서 이를 통한 정렬 작업이 이루어지지 않은 상태에서 정합을 수행하는 것은 무의미하다.

지문을 정렬하기 위해 사용되는 특징으로는 코어와 델타를 들 수 있다. 대부분의 지문이 코어를 가지고 있다는 가정 하에 코어의 위치와 그 방향을 기준으로 두 지문 데이터를 정렬시키는 방법이며, 코어와 델타가 모두 나타나는 지문의 경우 두 특징을 잇는 선의 방향을 기준으로 대상을 회전시키는 방법도 있다. 그러나 모든 지문이 코어 또는 델타를 가지고 있다고 할 수 없기 때문에 이 방법들은 그 사용이 제한적이다.

지문 정합 과정은 앞 단계인 추출 과정에서의 결과로 얻은 특징점 데이터 파일을 이용해 수행된다. 따라서 정합은 추출 알고리즘과 밀접한 관계를 가지는데, 서로 상호 보완적인 역할을 한다. 즉, 추출이 완벽하면 정합에 소비되는 시간과 노력을 줄일 수 있고, 반대로 추출이 엉성하다 하더라도 정합 과정에서 세밀히 처리하면 정합률을 높일 수 있다.

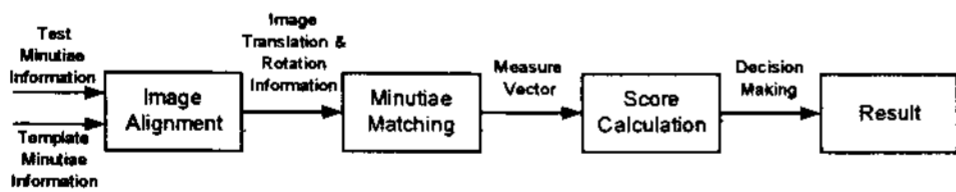


그림 2. 지문 정합 과정

2.2 기존 시스템의 문제점

기존의 지문인식 시스템은 실생활에서 이용시 사용자수가 점차 증가할수록 인식오율(오인식율(FAR: False Acceptance Rate)과 오거부율(FRR: False Rejection Rate))이 증가하는 현상이 나타난다. 이는 제품의 노화로 인한 원인일 수도 있으나 지문 영상의 품질 변화가 주요 원인이다. 지문 영상을 변질시키는 요인은 크게 다음과 같은 3가지가 있다.

표 2. 지문영상의 변질 요인

환경적인 요인	대기가 너무 건조하거나 습한 경우 또는 지문이 이물질로 오염된 경우
물리적 피부 손상	손가락에 물리적인 손상으로 인한 용인으로 지문에 상처, 붓고 그리고 닳아 없어지는 경우
가변적인 센서 접촉	지문 영상 취득시 센서의 접촉면에 압력이 부적절한 경우

특히, 환경적인 요인과 물리적 피부 손상의 경우, 지문인식 시스템에서 인식률 향상을 위해 다양한 연구가 진행되고 있으나 다른 생체인식 시스템에 비해 오인식이나 오거부율을 충분히 감소시키지 못하고 있다. 이는 비록 외부 환경적 요인이라 할지라도 개인별 생체 데이터를 입력으로 하는 시스템으로 사용자에게 따라 제한적으로 이용되어야 한다는 점에서 매우 큰 취약점이라 할 수 있다. 이러한 제한적 사용자는 다음과 같다.

표 3. 제한적 사용자 지문

유아 지문	유아 지문은 크기가 작고, 피부가 너무 연약해서 지문이 작고 뭉개진다
건조한 지문	노인이나 피부질환 등에 의한 건조 지문의 경우 프리즘과 지문사이에 공간이 생겨 선명한 지문을 얻기 힘들다
습한 지문	땀의 분비 등으로 손가락에 습기가 많은 경우 지문 영상이 일그러져 영상을 얻기 어렵다
훼손된 지문	손가락에 상처를 입거나, 습진과 같은 질환에 걸리거나 손을 많이 사용하는 일(예를들어, 농사일, 막노동 등)을 많이 해서 지문이 훼손된 경우 지문인식에 필요한 특징점과 특이점을 검출하기 어렵다.

이상의 이유로 높은 보안을 요구하는 환경에서는 지문인식과 함께 또 다른 생체인식을 복합적으로 이용하는 다중생체인식 시스템이 연구·개발되고 있으나 편의성과 비용적 측면에서 활용범위가 제한적이고 아동이나 노인과 같은 특정 사용자층이나 특정직업 층에서는 오히려 지문인식에 의한 개인관리에 불편함이 증대되는 단점이 있다.

III. 제안 시스템

본 연구에서는 기존의 지문인식 시스템에서의 문제점을 보완하는 새로운 개념을 복합 생체인식을 제안하고자 한다. 제안 시스템은 이러한 인식오율을 최소화함으로써 지문인식 시스템의 편의성을 제고하기 위해 추가 생체정보로 손가락 등의 정보를 추가로 이용한다.

제안된 복합 생체인식은 기존의 지문인식 시스템의 편의성과 비용적 장점을 그대로 유지하면서

지문인식 시스템에 가진 단점을 보완하는 시스템으로 그 활용범위가 넓다.

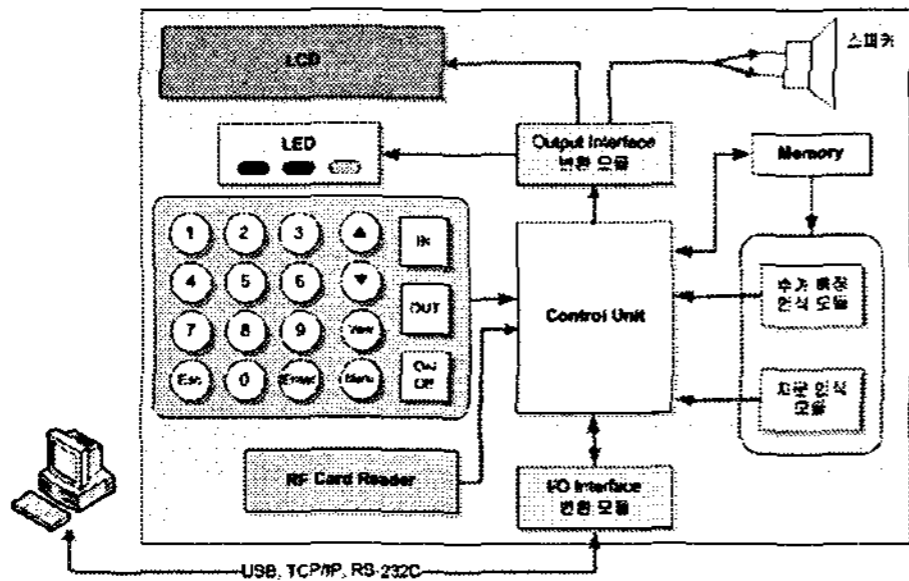


그림 3. 제안 시스템 구성도

일반적인 생체인식을 위한 생체정보는 보편성 (universality), 고유성 (uniqueness) 그리고 영구성 (permanence)의 특성을 가져야 한다. 손가락 등의 생체정보는 고유성 면에서는 부족한 특성이지만 보편성과 영구성 면에서는 충분히 적용이 가능하다는 점에서 2차적인 생체 정보로의 활용이 가능하다.

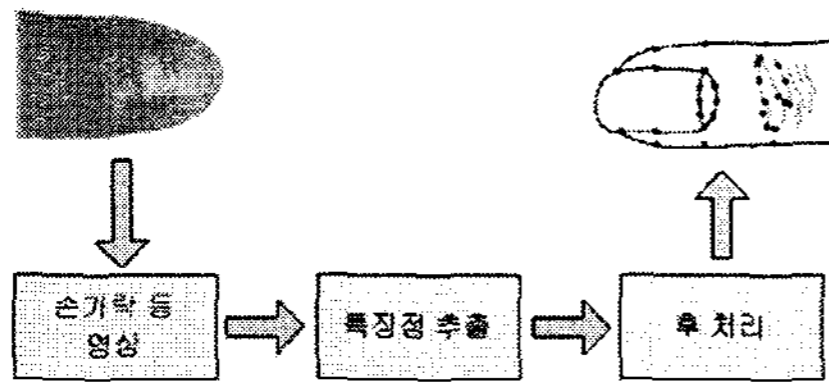


그림 4. 손가락 등의 특징 추출 흐름도

손가락 등의 생체 정보를 획득하기 위한 처리 과정은 그림 4와 같으며 특징으로는 다음과 같은 지점을 이용한다.

- 손톱영역 : 손톱의 조반원의 형태, 손톱의 크기 비율
- 손가락 등의 형태 : 손가락 등의 사선 이미지의 특징

손톱영역의 경우에는 손톱내의 조반월 (爪半月, Lunula)과 그외의 전체영역으로 구분하여 특징을 추출한다. 조반월의 경우에는 곡률 (曲率, curvature)의 값을 계산하여 특징으로 사용하며 여러선이 합쳐지는 지점, 꺾어지는 지점을 특징점으로 사용한다. 추출된 특징점들은 손톱 영역의 크기와 형태를 추출하기 위해 특징점간의 거리와 각도를 비율값으로 환산하여 특징으로 활용한다.

손가락 등의 주름의 경우에는 구조기반 방법의 방향성 필드를 이용하여 특징을 추출한다. 손가락 등의 주름에 대한 특징추출 방법은 전처리 단계를 거친 영상에서 8x8개의 블록으로 나뉘어 융선의 방향성 필드를 계산한다. 이때 정해진 수(8x8)의 블록으로 나누었을 때 블록의 크기는 영상

의 크기에 따라 서로 달라진다. 이때 계산을 쉽게 하기 위해 각 블록영상의 크기를 정규화한다.

IV. 결론

본 논문에서는 단일 생체 정보를 이용한 생체인식 시스템의 한계를 극복하고자 제안된 다중 생체 인식 시스템에서 편의성과 활용성을 제고하기 위해 단일 생체인 손가락으로부터 지문 정보와 함께 손가락 등의 추가 정보를 활용함으로써 지문 인식 시스템에서의 단점인 환경적, 물리적 요인에 의한 인식오율을 최소화하는 시스템을 제안하였다.

제안된 손가락 인식 시스템은 지문만을 생체정보로 하는 지문인식 시스템이 갖는 한계를 보완하기 위하여 손가락 등의 정보를 추가로 활용함으로써 오인식율을 최소화하며 건조지문의 노약자와 선천적 또는 후천적 환경에 따른 지문정보가 부족한 사용자들도 사용이 가능하도록 인증률을 증대하였다.

실제 지문인식 시스템을 대학의 출결관리에 적용하여 시뮬레이션한 결과 다소 부족한 데이터에 의한 결과였기는 하였으나 약 10%이상의 향상된 결과를 얻을 수 있었다.

참고문헌

- [1] Bill Zalud, "Biometrics brings human sense to electronic access control", Security 26, pp. 62-68, January 1989.
- [2] Chellappa, C.Wilson and S. Sirohey, "Human and machine recognition of faces: A survey", Proceedings of IEEE, vol.83, May 1995.
- [3] A.V.Nefian, "Face recognition using an embedded HMM", IEEE Conference, pp.19-24, 1999.
- [4] A.V. Nefian and M.H.Hayes, "A Hidden Markov Mode for face recognition." In ICASSP 98, vol.5, pp.2721-2724, 1998.
- [5] R. Clarke, "Human Identification in Information Issues: Management Challenges and Public Policy Issues: Management Challenges and Public Policy Issues", Information Technology & People, vol.7, no.4, pp.6-37, 1994.
- [6] Lin Hong and Anil Jain, "Integrating Face and Fingerprint for Personal Identification", IEEE Transaction on Pattern Analysis and Machine Intelligence, vol.19, No 12, December 1998.
- [7] 김 학일, 박영준, "알기쉬운 생체인식의 세계", 인터뷰전, p.41, 2003.4.25
- [8] 반성범, 문지현, 정용화, 김학일, "지문 인식 기술 동향", 전자통신동향분석, 제16권, 제5호, 2001.10.