

후천적 요인에 의해 손상, 변형된 지문의 인식을 통한 지문인식 시스템의 성능개선 방향성 제시

김효기, 박선미, 박찬일, 정순욱, 김병문
성균관대학교 전기전자 및 컴퓨터 공학과
e-mail : modesty@mail.skku.ac.kr:2000/

Presenting a Way to improve Fingerprint Recognition System by recognizing the fingerprint damaged after the registration

Hyo-ki Kim, Seon-mi Park, Chan-il Park, Soon-wook Chung, Byeong Moon Kim
Dept. of Electronic & Computer Engineering, Sungkyunkwan University

요 약

오늘날 디지털 콘텐츠 보호를 비롯한 다양한 분야에서 응용되어지고 있는 생체인식은 사람 개인의 고유한 특징을 이용하여 기존의 인증방식을 대체하기 위한 것으로, 데이터의 무단 복제 및 배포가 사회적인 이슈가 되고 있으며 불법 복제 및 무단 배포에 능동적으로 대처할 수 있는 방법과 법적인 제도의 필요성이 대두되고 있는 현 시점에서 활발히 연구가 진행되고 있는 분야이다. 특히 지문인식은 기존의 패스워드 방식을 대체 할 수 있는 신뢰성을 지니며, 이미 상용화하기에 이르렀다. 본 논문에서는 지문인식방식을 살펴보고, 이에 있어서 정상적인 지문이 아닌 후천적인 영향으로 손상, 변형된 지문에 대한 인식 및 복구가 이루어질 수 있도록 하고자 한다.

1. 서론

전세계적으로 연구되어지고, 상용화를 이루고 있는 생체 인식(Bio metrics)이란, 개인의 독특한 신체적 특징이나 습관 등을 이용하여 개인의 신원을 확인하는 방법이다. 이러한 생체인식을 통한 개인 식별은 새로이 등장한 개념이 아니라 오래 전부터 사용되어 온 것이다. 현관에 손님이 왔을 때 얼굴이나 목소리로 대상이 누군가 판단하는 것이 한 예이다.

생체인식에 의한 보안은 단순한 출입관리나 현금인출기(ATM)에서의 본인 식별과 같은 물리적 환경에서부터 인터넷에 의한 상거래와 텔레 뱅킹 등과 같은 사이버 환경에서의 인증에 이르기까지 그 응용범위가 실로 엄청나게 확대되고 있다. 이로 인해 보안을 유지해야 할 필요성이 있는 데이터들이 네트워크 환경을 통해 전송하기에 이르렀다. 이의 해결 방법으로 많은 정보보호기술이 개발되고 있으며, 그 중 하나의 방법으로 신체의 특성을 이용하는 생체 측정학 역시 매우 중요한 기술 분야로 발전되고 있는 것이다.

생체인식 기술은 실생활에 있어서 인증의 정확성과 개인 고유성을 제공한다. 생체인식 기술은 반연구적이라는 점에서 더욱 각광을 받고 있다. 하지만 여기

서 생체인식을 위한 특징점들이 영구적으로 불변하는가에 대한 의문을 갖게 된다. 기본적으로 특징점들은 반연구적으로 불변하지만 정상적인 경우가 아닌 후천적인 영향에 의해서 특징점들이 손상될 경우, 어떻게 해결해야 하는가에 대한 문제점이 제기된다. 즉, 어떤 사고로 인해 지문이 손상이 되거나, 얼굴 모양이나 기타 특징점이 손상되었을 경우 기술적으로 어떠한 조치를 취해야 하는가 하는 점이다. 시스템이 단순히 error로 처리하는 방법이 있을 수 있다. 그러나 만일 중요한 인증을 필요로 하는데, 지문의 손상 등으로 인해 판독기가 인식을 하지 못한다면 매우 난처해질 것이다. 만일 변형에 대한 인식이 가능하다면 이러한 번거로움을 없앨 수 있을 것이다.

본 논문에서는 생체인식 기술 중 지문인식에 대한 부분을 중점적으로 다루며, 후천적 요인에 의한 손상 및 변형에 대한 해결 가능성 제시를 그 목적으로 할 것이다. 이하 논문의 구성은 다음과 같다. 2 장에서는 지문인식 관련 기술을 살펴보고, 3 장에서는 변형된 지문인식 및 해결 가능성에 대한 연구를 살펴본다. 4 장에서는 마지막으로 결론 및 향후 연구방향을 제시한다.

2. 지문인식

2.1 지문인식 현황

생체인식기술분야에서 현재 가장 보편화 되어있는 것이 바로 지문인식 기술이다. 지문인식기술은 다른 생체인식 기술들에 비해 변화 가능성이 낮고, 시스템 크기가 작으며, 사용자의 거부감이 적다는 것과 쉽게 구현될 수 있다는 장점이 있기 때문이다. 현재의 지문인식기술은 인식률 99.99%를 기록하고 있으며, 사용자의 거부율이 홍채 2.8%, 핸드 스캐닝 3%인데 반해 지문은 0.1%미만으로 상당히 적은 수치를 나타내고 있다.

	보편성	종생불변	사용 거부감	시스템 크기	사용자 여부
얼굴	높다	보통	낮다	보통	보통
지문	높다	높다	보통	작다	쉽다
홍채	높다	높다	높다	크다	보통
망막	높다	보통	높다	크다	보통
서명	낮다	낮다	낮다	보통	보통
목소리	낮다	낮다	낮다	보통	보통
유전자	높다	높다	높다	크다	어렵다

[표 1] 생체인식 기술 대조표

그러나, 현재 지문인식기술은 지문이 정상적으로 존재하는 경우에 한해서 인식할 수 있도록 설계되어 있다. 즉, 후천적인 요인에 의해서 지문이 손상 혹은 변형된 경우에 대해서는 인식할 수 없다는 것이다.

2.2 지문인식 기술 (Finger Print Metrics)

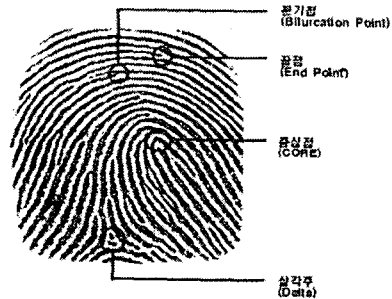
지문인식 시스템은 사용자의 손가락의 지문을 전자적으로 읽어 미리 입력된 데이터와 비교해 본인여부를 판별하는 시스템을 말한다. 지문인식 시스템의 기본적인 구조는 크게 입력부와 인증부로 이루어져 있는데, 입력부는 지문을 읽어올 수 있도록 촬영하는 Sensing 기능을 담당하고, 인증부는 미리 입력, 저장된 지문 데이터베이스와 현재 사용자의 지문을 대조해 본인여부를 인증하게 된다.

지문인식에 필요한 개인별 특징 추출에 사용되는 방법으로는 크게 세션화나 주파수 공간에서의 Fourier, Wavelet 변환, 또는 신경회로망이나 퍼지논리에 의한 것 등을 들 수 있으며, 이들은 대부분 잡음을 줄이는 전처리와 보정 과정의 후처리를 필요로 하게 된다.

일반적으로 경제성 등을 고려한 보편적이고 합리적인 방법으로서 지문 돌기의 분기점, 끝점, 끊어진 점 등으로 구성되는 특이점의 위치와 속성을 추출, 저장, 비교하는 알고리즘을 쓰고 있다.

각각의 지문을 구별할 수 있는 특징을 추출하는 과정은 개인별 특징을 추출하는 중요한 작업이며, 이를 추출하는 방법에는 크게 전역적 특징과 지역적 특징

이 있다. 전역적인 특징이란 지문의 전체적인 모양비교를 통한 것으로, 지문의 형태는 크게 궁형, 고리형, 소용돌이형 등의 유형으로 나눌 수 있다. 지역적인 특징은 세세한 지문의 특징으로 융선(ridge)의 단점, 분기점의 위치, 방향, 형태 등이 있다.



[그림 1. 지문의 각 특이점]

이러한 정보를 바탕으로 지문인식은 각 개인마다 다른 지문의 특이점을 추출하여 개인정보로 저장하고 있으며, 지문 인증 시 저장된 정보와 현재 입력된 정보를 대조하여 특이점 판별을 하여 무수히 많은 지문 가운데서 사용자를 식별하게 된다.



[그림 2. 지문의 특이점 비교]

3. 변형된 지문인식

현재 지문 인식률은 99.99%의 큰 수치를 나타내고 있지만 이는 보통 사람의 정상적인 지문에 대한 인식의 경우에 해당하는 수치이다. 분명 인증 속도도 0.3초 정도에 해당하는 우수한 성능을 자랑하고는 있지만 후천적인 요인에 의해 지문에 손상과 변형이 생긴 경우에 대해서는 이들의 실험적인 수치에 못 미치는 성능을 나타내며 어떤 경우에 있어서는 인증에 오류가 발생할 수도 있을 것이다.

실제로 상용화하고 있는 지문인식 기술은 지문전체 면적의 70% 이상만 동일하면 동일인으로 인식하고 있으며, 실제로 동일인일 가능성이 곧 99.99%인 것이다. 그러나 다음과 같은 경우를 생각해보자. 지문전체면적의 30% 되는 면적에서 10%정도가 변형이 되어, 동일인임에도 동일인이 아닌 것으로 인식을 하게 되면 이는 그 신뢰성을 의심해야 하는 상황이 발생하는 것이다. 여기에 우리가 기술적으로 연구를 해야 할 필요성이 제기되는 것이다.

본 논문에서는 후천적인 원인에 의해 손상 또는 변형된 지문을 인식함으로써 지문인식 시스템의 성능을 개선할 수 있는 방법론을 제시하고자 한다.

3.1 지문의 변형 가능성

지문의 변형을 크게 변형정도에 따라 전체변형 (Total Transformed) 과 부분변형 (Partial Transformed)으로 나누어 볼 수 있는데, 전체 변형 시에는 변형된 지문을 굳이 인식시키려는 노력이 불필요하다. 그러므로 이하 내용은 부분변형에 대해서만 적용을 함을 미리 언급하고자 한다.

지문의 변형이 일어날 수 있는 경우를 살펴보면,

- 1) 상처(The wounded) : 칼과 같은 날카로운 물건에 의해 지문에 상처가 발생하는 경우가 있다. 이와 같은 경우에는 지문에 얇은 선이 하나 더 존재하는 경우로 그 선이 지문 인식 시에 다른 어떤 특징점으로 고려되어질 수 있으므로 문제가 될 수 있을 것이다.
- 2) 피부병(Skin Diseases) : 습진 등의 영향으로 지문에 변형이 이루어지는 경우가 있을 수 있다.
- 3) 지문소실(FP disappearance) : 노동자이나 특수직업에 종사하는 사람들의 경우는 굳은살의 존재로 지문이 사라지는 경우가 존재할 수 있을 것이다. 이는 굳은살의 경우 뿐 아니라 화상과 같은 경우에도 지문 자체가 사라지므로 지문 인식 시에 큰 어려움이 존재할 수 있다.
- 4) 화상(Burned part) : 화상에 의한 지문의 변형은 시스템이 인식을 하지 못하는 큰 특징의 하나이다.

3.2 변형된 지문 분석 및 해결 접근 방법 연구

3.2.1 단순 변형

상처(the wounded)에 의한 변형은 '지문의 선들이 가로질러서 지나가는 선(crossed line)은 존재하지 않는다' 는 특성을 이용하면 해결할 수 있다.



[그림 3. 상처에 의한 지문변형]

즉, 전처리 과정에서 Dynamic Filtering Method 를 이용하면 된다.

3.2.2 불규칙 변형

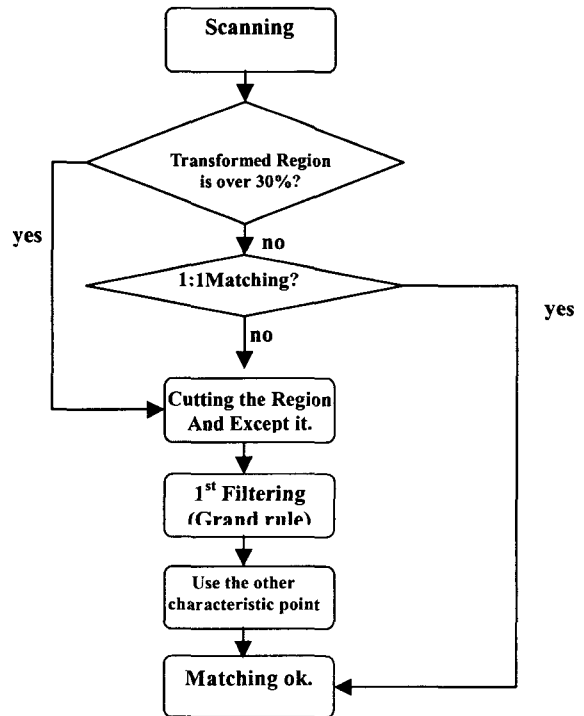
불규칙하게 변형이 된 지문에 대한 해결 접근 방법

은 크게 2 가지로 생각해 볼 수 있는데, 하나는 지문 내에서 변형된 부분을 제외(Exclusive)시키는 방법이고, 다른 하나는 손상, 변형된 부분을 복구(recovery) 하는 방법이다.

변형된 부분의 크기에 따라 그 부분을 제거하느냐, 복구하느냐, 또는 불가능하다는 메시지를 보여주느냐로 나누어 볼 수 있다. 그리고 그 "정도"는 정확한 실험을 통해 통계적인 수치를 측정하여 구분해야 할 것이다. 즉 우선적으로 지문이 지워진 부분의 면적을 측정하는 프로그램이 가장 먼저 존재를 해야 하고 이 측정된 면적비율에 맞게 각 3 개의 경우로 나누어주어야 한다.

1) 변형된 부분의 제외를 통한 지문인식

이 방법은 특이점이라고 알려진 중심점, 분기점, 삼각주, 홀 등을 제외한 다른 특징점을 발견 시 그 부분을 제외시킨 후, 나머지 부분에 대한 특이점을 이용 비교 매칭시키는 방법이다. 간략히 flow chart 를 통해 나타내면 다음과 같다.



[그림 4. 변형된 지문인식 Flow chart]

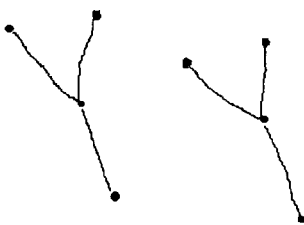
여기서 다른 특징점에 의해 비교를 하기 전에 큰 기준(Grand rule)에 의해 경우의 수를 줄이는 과정이 있는데, 그 기준은 다음과 같은 특성을 지니고 있어야 한다.

- Universal (누구나 가지고 있음)
- Collectable(센서에 의한 획득과 정량화 용이성)
- Permanent (영구불변성)

큰 기준(grand rule)으로는 두 가지를 생각해 보았다. 축선, Hole의 기하학적인 연결선이 그것이다. 먼저 축선이란, 지문상에서 중심점으로부터 일정한 기준에 의해 연결된 선으로써 회전된 지문인식에 대한 문제점도 해결할 수 있는 방법이다. 여기에는 하나의 가정을 두게 된다. 그것은 일정한 기준에 의해 축선을 선택하게 되면, 축선은 항상 손가락이 가리키는 방향으로 이루어진다는 것이다. 축선을 추출하는 방법은 중심점과 다른 한점(특이점)과의 직선의 연장선을 생각해 보는 것이다. 여기서 고려해야 할 사항이 몇 가지 있다.

- 어떤 특이점을 잡을 것인가에 대한 사항
예를 들어 삼각주(특이점의 한 종류)를 축선을 이루는 다른 한 점으로 정할 수 있다.(삼각주는 그 개수가 1-2개에 한정되기 때문)
- 중심점과의 거리에 따른 인식률이 다를 수 있는데, DB에서 추출해내는 경우의 수를 최소화 하는 거리를 실험적인 수치를 통하여 발견해 낼 수 있는 것이다.

둘째, Hole의 연결선 형태를 이용한 식별 가능성이다. 이는 지문상에서 홀의 위치가 우연히 같게 될 경우의 수가 극히 적고, 홀 사이사이 부분들의 변형이 있더라도 연결선에는 문제가 없으므로 응용이 가능한 방법이다. 방향성을 지니고 있으므로, 축선과 마찬가지로 회전된 지문에 대한 해결도 가능하다.



[그림 5. 홀의 기하학적인 연결선]

2) 변형된 부분의 복구를 통한 지문인식

변형된 부분에 대한 복구 가능성을 생각해 보면, 사실상 완전한 복구란 불가능하다고 할 수 있다. 일정 부위에 대하여 조합할 수 있는 경우의 수는 무한하기 때문이다. 그러나 간단한 부분에 대한 복구의 가능성은 접근해 볼 수 있다.

첫째, 지문 상에 나타나는 융선들의 연결이다. 융선의 방향을 고려하여 이미지 상에서 끊긴 부분을 이어 주는 작업이다.



[그림 6. 복구 가능한 부분 손상된 지문]

둘째, 특이점에 대한 복구이다. 이는 생물학적인 연구가 더 이루어져야 하는 부분이다. 만일, 각 특이점들의 생성과정 및 상관관계, 인접가능성에 대한 연구가 이루어진다면, 특이점을 포함한 특정부분의 복구 정확률을 높일 수 있을 것이다.

4. 결론 및 향후 연구 방향

변형된 지문을 인식하는 시스템을 완성하기 위해서는 지문의 이미지에서 변형된 부분을 발견하였을 시, 어떤 기준에 의해 그 부분을 찾을 것이며, 어느 범위까지를 잘라내는 것이 효율적이고, 정확도가 높은지에 대한 실험적 연구가 이루어져야 한다. 또한 축선을 추출해내는데 있어 사용할 다른 한 점으로써 어떤 특이점을 사용하는 것이 최적인지에 대한 연구도 이루어져야 한다.

본 논문에서는 지문인식시스템에 있어서 지금까지는 인식을 하지 못한 손상, 변형된 지문에 대한 인식을 통해 시스템의 성능을 향상시키기 위한 방향성을 제시하였다. 축선과 홀의 연결선을 이용한 지문의 인식에서 각각 중심점과 홀을 포함한 부분의 변형이 일어났을 경우에는 적용을 하지 못하는 문제점을 지니게 되는데, 이것은 여러 방법을 병행하여 사용할 경우 해결할 수 있다.

개인의 식별 및 디지털 콘텐츠의 정보 보호를 위한 지문인식 기술은 다른 생체인식기술과 혼합 응용하여 그 신뢰성과 효율성(속도)을 높일 수 있는 알고리즘의 개발과 기술 적용의 한계성을 좁히는 것이 향후 연구 과제이다.

참고문헌

- [1] 장동혁, " Visual C++을 이용한 디지털영상처리의구현"
- [2] 배영래, " 생체인식기술현황 및 발전방향", 한국전자통신연구원
- [3] 박상영, " 생체인식산업의 육성방안", 페스 21㈜
- [4] 지문인식기술의 원리
참고 : <http://www.secuone.co.kr>
- [5] [그림 1] 참고 : <http://www.hunno.com>
- [6] [그림 2] 참고 : <http://www.secuone.co.kr>