

□ 특 집 □

지문 이미지 획득장치 기술

유 영 기* 오 춘 석**

◆ 목 차 ◆

- 1. 서 론
- 2. 지문인식 시스템 구성

- 3. 지문 이미지 획득 장치
- 4. 결 론

1. 서 론

1.1 지문인식의 역사

캐나다 동쪽 끝에 위치해 있는 노바스코샤(Nova Scotia)에서 발견된 선사시대의 그림에는 지문모양으로 나타낸 손의 그림을 볼 수 있다. 고대 바빌론에서는 상거래를 위해 토기서편에 지문을 사용하였고, 중국의 토기도장에서도 엄지손가락 지문모양이 발견되었다. 14세기 페르시아의 공문서에서도 지문의 흔적을 볼 수 있고, 1883년 Mark Twain(Samuel L. Clemens)의 저서, "Life on the Mississippi"에서도 범죄자를 검거하는데 지문을 사용하는 방법이 묘사되었다. 이와 같이 오래 전부터 인류는 신분증명을 위해 지문을 사용했고, 근래에 와서도 개인 신원확인(personal identification) 및 조회(Verification), 각종 보안장치, 범죄자식별 등에 지문인식이 널리 이용되고 있다.[1][2]

지문(fingerprints)이 신원확인용으로 사용되는 이유는 개인의 신원확인의 확실한 의미를 제공하기 때문이다. 어느 사람도 동일한 지문을 갖고 있지 않으며, 세월이 흘러도 그 특징이 변하지 않는 특성을 가지고 있어 가장 효율적이고 성능면에서도 우수한 수단으로 각광받고 있다. 초기의 지문

을 얻는 방법은 육안인식으로 잉크를 사용하는 것이다. 그러나, 기술이 발달하고 전자상거래, 보안, 고도의 정보화, 전자주민증 등 개인 신원확인 및 조회의 필요성이 대두됨에 따라 자동화된 지문인식시스템에 관한 연구가 시작되었고 지금도 활발히 진행되고 있다.

1.2 지문인식의 필요성

현대에 이르러 개인용 컴퓨터와 통신망이 급속히 보급되어 관공서에서의 인허가, 보안이 요구되는 특정구역의 출입통제, 신용카드를 이용한 상거래, 은행에서의 예금 입·출금시와 같이 현대사회에서는 개인신원의 확인 절차를 요구하는 경우가 기하급수적으로 증가하고 있다. 하지만, 우리가 일반적으로 사용하고 있는 열쇠(key), ID Card, 비밀번호(password)등의 보안장비는 복제나 도용되기가 쉬워 잃어버리거나 도난 당하면 막대한 재산상의 손실을 입게 된다. 따라서, 이러한 손실을 막기 위해 허술하고 노출되기 쉬운 구시대적인 방법을 버리고 개인의 신원확인에 대한 확실성을 보장하기 위한 노력이 계속되어 왔다. 이러한 노력의 일환으로 신체의 거의 모든 부분이 유일하다는 사실을 이용한 생체측정보안시스템(Biometric Security System)에 대한 연구가 활발히 이루어지고 있다. 생체측정보안시스템에서 주로 이용하는 것은 지문(fingerprints), 손모양(hand geometry), 눈

* 정 회 원 : 선문대학교 정보통신공학부 전임강사

** 종 신 회 원 : 선문대학교 정보통신공학부 교수

(eyes), 얼굴(face), 음성(voice)등이 있다. 그러나 사용상의 편의성, 신원확인 정확성 그리고 경제성의 문제로 다른 신체부분에 비해 지문에 대한 연구가 비교적 활발히 진행되고 있다. 지문인식시스템(Fingerprints Recognition System)은 각 개인의 고유 지문을 시스템에 미리 등록시켜두고 확인과 조회의 절차를 통해 시스템이 본인여부를 판단하여 보안과 편의를 동시에 해결하는 첨단 생체 측정정보안시스템이다. 국내에도 생체측정정보안시스템을 구성하여 운영하고 있는 업체들이 있으며, 업체뿐만이 아니라 가정에서도 출입문을 여는 장치로서 등록되어 있는 지문과 출입하고자 하는 사람의 지문을 비교 판별하여 동일한 경우에만 출입문을 개폐하는 시스템을 적용하기도 한다. 이것은 사람마다 고유한 지문을 이용하기 때문에 열쇠나 ID Card등과 같이 분실 및 도난, 도용의 위험이 적고 보안성이 높으며 또한 신체의 일부이므로 항상 소지하여야 하는 불편함이 없는 첨단 보안기술이다. 하지만 유사한 지문이나 모사된 서명의 정확한 검식을 위해서는 전문가의 조력을 필요로 하며 또한 많은 시간이 소요되는 문제점이 있다. 이러한 문제점을 극복하기 위해서는 실시간으로 지문형상을 획득, 인식하는 자동지문인식시스템(Automatic Fingerprints Recognition System)이 요구되며 현재 많은 연구가 진행되고 있다.

1.3 지문의 특징

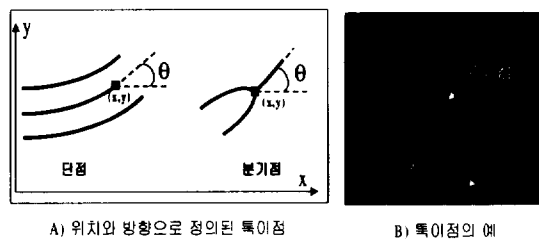
1.3.1 지문의 형성

태아가 3~4개월 되었을 때 형성되기 시작하는 지문은 선 모양의 산맥과 같이 솟아 오른 융선(ridge)과 반대로 융선과 융선 사이에 계곡과 같이 파인 골(valley, furrow)의 형태를 갖는다. 각 개인의 지문은 진피(true skin)로부터 땀샘이 표피(epidermis)로 융기되어 일정한 흐름을 형성한 것으로, 그 모양이 개개인마다 서로 다른 유일성

(individuality)과 태어날 때의 모습 그대로 평생동안 변하지 않는 불변성(immutability)이 일찍이 지문학자에 의해 증명되어 실생활에 사용되어져 왔다. 지문은 표피의 손상만으로는 지문의 형태가 변하거나 소멸되지 않는다. 즉, 지문의 진피 부분의 근본적인 손상만 아니면 어느 정도 시간이 경과한 후에는 회복이 가능하다.

1.3.2 지문의 형태적인 분류

여러 특징적인 형태의 분류 중에 크게 영국의 외과 의사 Dr. Henry Fluids에 의한 분류와 영국의 인류학자 Sir Francis Galton에 의한 분류로 나누어진다.[3] Galton에 의한 분류는 융선이 부드럽게 흐르다가 끊어지거나 갈라지는 점들, 그리고 이들이 복합되어 있는 형태로서 융선의 시작과 끝, 분기점(bifurcation), 고립(enclosure, lake), 짧은 융선(island)의 네 가지로 정의하였다. 그림 1에서와 같이 융선이 끊어지는 점을 단점이라 하고, 갈라지는 점을 분기점(bifurcation point)이라고 한다. 대부분의 자동화된 처리에서는 이들을 단점과 분기점의 조합으로 구분으로 사용하고 있으며 짧은 융선, 고립, 교차와 같은 특이점(Minutiae)은 포함하지 않는 것이 대부분이다.



(그림 1) 지문의 형태적 특징 예 (흰색이 융선)

Fluids에 의한 분류는 주로 융선을 기초로 한다. 현재 대용량 데이터베이스에서의 검색 목적 등을 위해 사용되는 지문의 형태로, 상 중심점(upper core), 하 중심점(lower core), 삼각주(left, right

delta)등을 사용한다. 이들의 상관 관계로부터 그림 2과 같이 궁상문(arch), 솟은 궁상문(tented arch), 좌제상문(left loop), 우제상문(right loop), 와상문(whorl) 그리고 나열된 다섯 가지에 포함되지 않는 변태문(transient)으로 분류한다. 상 중심점이란 지문 융선의 굴곡이 위쪽으로 가장 큰 곳을 의미하며, 하 중심점은 그와 반대로 아래쪽으로 굴곡이 가장 큰 곳이다. 그 외에 삼각주란 지문의 융선 흐름이 세 방향에서 모이는 것을 말한다. 육안 인식일 경우 상 중심점, 아래 중심점, 삼각주와 같은 특징점(singular point)이 융선 위에 존재해야 하는 제약이 있으나 자동화된 시스템에서는 어려운 일이므로 큰 값의 허용치(allowance)를 두는 것이 보통이다.



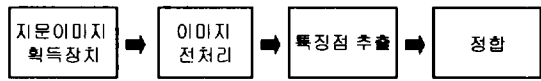
(그림 2) 다섯 가지 지문의 종류

이러한 분류 중 궁상문, 좌제상문, 우제상문의 분류는 삼각주의 유무와 위치에 따라 분류된다. 궁상문의 경우 삼각주가 없고, 우제상문은 지문의 오른쪽에, 반대로 좌제상문은 중심점 왼쪽에 삼각주가 존재하는 것을 말한다. 와상문은 지문 중심점 왼쪽과 오른쪽에 삼각주가 각각 1개씩 총 2개가 존재하며, 변태문은 위에서 열거한 지문 분류 중 어디에도 속하지 않는 지문을 말하게 된다. 그리고 일반적으로 지문인식시스템에서 사용하는 특징으로는 위에서 열거한 특징점(singular points) 및 특이점(minutiae)외에도 여러 가지가 있을 수 있다.

2. 지문인식 시스템 구성

일반적으로 사용되는 지문인식 장치의 구성은 아래 그림과 같이 크게 4부분으로 기능에 따라

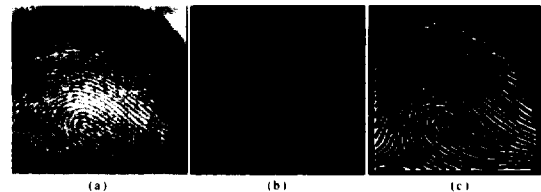
구분할 수 있다.



(그림 3) 지문인식장치의 기본 구성

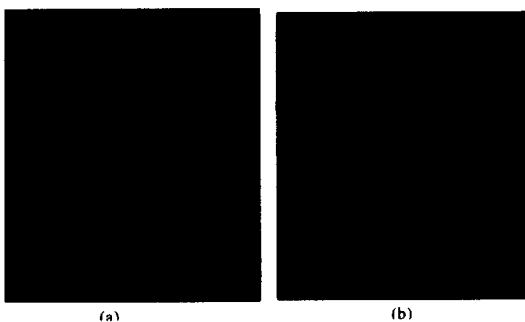
지문인식 장치의 첫단계는 지문 이미지 획득장치로서 생체의 접촉을 확인하고, 지문 이미지를 디지털의 화상 정보로 획득하는 기능을 수행한다. 이때 사용자의 지문 상태 즉 건성(Dry Finger), 습성(Wet Finger) 또는 습진등과 같은 여러생체 특성과 오염물로 인하여 실제의 지문에 관련된 정보가 소멸되거나 지문과 관련되지 않은 정보들이 포함 될 수 있다. 또한 현재까지 소개된 지문 이미지 획득 장치의 센서는 측정원리에 따라 특성의 물리적 변화를 아날로그값으로 변화하여 출력하기 때문에 다음 단계의 처리에 사용되는 지문 이미지는 일반적으로 8비트의 농담이미지(Gray Level Image)를 사용하게 된다.

이미지 전처리 단계에서는 지문의 융선(Ridge)과 골(Valley)을 구별하고 지문 정보의 소실, 잡음 등의 영향을 최소화하는데 목적이 있다. 이러한 목적을 구현하기 위하여 8비트 지문 농담 이미지를 블록화하여 각 블록에서의 이미지의 방향을 구하고, 이 방향정보와 영상의 농담을 이용하여 지문 영역과 배경의 구분, 소실된 정보의 보강, 잡음에 의한 이미지 변화를 둔감하게 한 후, 지문의 융선과 골을 구분하여 이미지 화상을 생성한다. 아래 그림은 입력 영상을 전처리 한 예를 보이고 있다.



(그림 4) 이미지 전처리예 (a) 입력이미지 (b) 블록별 방향정보 (c) 융선 강조

이미지 전처리 단계에서 용성과 골 영역이 구분되면, 이 이미지로부터 지문의 특징점 즉 단점(Ending Point)과 분기점(Bifurcation Point)의 위치와 방향을 구하는 과정을 수행하게 된다. 일반적으로 단점과 분기점을 구하기 위하여 이진이미지(Binary Image)를 세선화(Thinning)하여 세선화된 이미지로부터 단점과 분기점의 위치와 방향을 구한다. 이 과정에서 구한 정보는 다음 단계의 정합(Matching)에 사용된다. 뒤에 언급될 정합에서 만족할 만한 결과를 얻기 위해서는 올바른 특징점 정보를 추출해야 하는데 이 과정은 상당히 어려운 문제이다. 왜냐하면, 지문이미지 획득 및 전처리 단계에서 지문의 손실과 잡음의 영향을 최소화하였으나 그 영향으로 실제 존재하지 않는 의사 특징점이 발생 할 수 있고, 지문에 생긴 주름으로 인한 단점 발생 제거 문제, 단점과 분기점 사이의 측정 오류문제 그리고 오염으로 인한 의사 특징점 생성문제등을 고려하여 정보를 추출하여야 한다. 아래에 몇가지 예를 보였다.



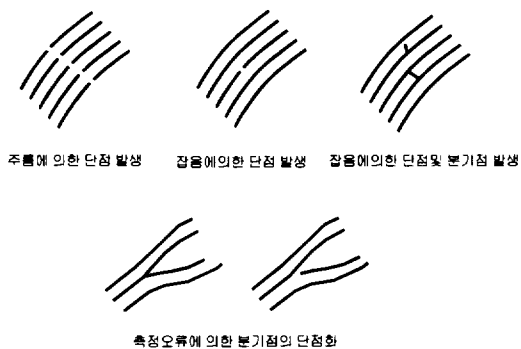
(그림 6) 지문 이미지의 특징점 추출
(a) 세선화 결과 (b) 특징점 추출 결과

마지막 단계인 정합에서는 이미 등록된 지문 정보와 획득된 지문 이미지 사이의 정합을 정량적화하는 단계이다. 이 단계의 핵심은 등록된 지문 정보와 현재 획득된 지문 정보사이의 동일인에 대한 지문인 경우 회전과 변위 그리고 확대율의 변화를 고려한 고속 정합 알고리즘이 요구된다[4-21][31][32].

지금까지 지문인식의 개략적인 단계별 역할을 기술하였다. 각 단계마다 그 목적과 역할이 다르기는 하지만 공통적으로 지문의 정보를 추출하여 잡음에 의한 영향을 최소화 한다면 고성능 지문 인식 알고리즘을 개발 할 수 있을 것이다. 따라서 초기에 지문이미지 획득장치에서 양질의 지문을 획득한다면 전처리 과정과 특징점 추출과정에서 고속이면서 양질의 결과를 얻을 수 있지만, 아무리 화상처리 및 정합 알고리즘이 우수하다해도 초기 획득 이미지가 많은 정보를 잃거나 잡음을 포함하고 있다면 좋은 결과를 기대하긴 어렵다. 본 기고에서는 현재까지 발표되고 적용되어진 대표적인 지문 이미지 획득장치의 원리 및 성능을 비교하여 서술한다.

3. 지문 이미지 획득 장치

지문의 이미지를 획득하는 기법은 측정원리를

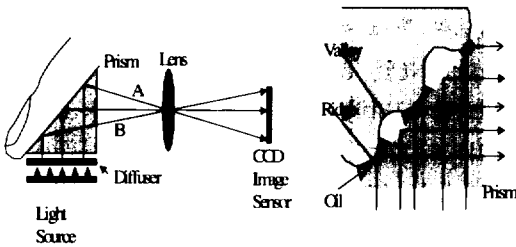


(그림 5) 오염으로 인한 특징점 의사생성문제

세 번째 단계인 특징점 추출부분에서는, 다음 단계인 정합에서 고려하여야 할 여러 변수를 미리 제거하여 올바른 특징점 추출을 하여야 하므로 매우 중요한 단계라 볼 수 있다. 처리 결과 예를 아래 보였다.

크게 광학식과 비광학식으로 분류 할 수 있으며, 광학식 지문 이미지 획득 장치는 부분 내부 전반사법(FITR ; Frustrated Total Internal Reflection), 홀로그래프기법등이 소개되고 있으며, 비광학계열을 지문 부위의 초전효과(Pyroelectric effect)를 이용한 방법, 초음파 이미지를 이용한 방법, 반도체 센서 그리고 압전플라스틱(Piezoelectric Plastic or Electro-Optical Polymer)를 이용한 방법이 소개되어 있다. 각각의 측정 방법은 여러 관점에서 장·단점을 갖으며, 측정원리에 따라 사용자의 지문 이미지를 획득하는 과정에 차이가 있다.

3.1 광학식 지문 획득장치



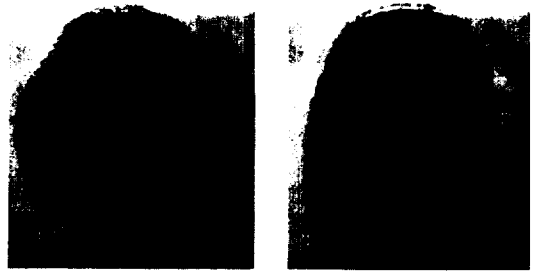
(그림 7) 광학식 지문 이미지획득 장치의 측정 원리

현재 가장 일반적으로 적용되는 방법으로 아래의 그림과 같은 구조로 구성되어 있다.

확산판(diffuser)를 통과한 조명을 프리즘에 입사시키고, 프리즘의 반사면에서 전반사되어 렌즈로 반사되도록 설계한다. 만일 프리즘의 반사면에 지문이 접촉될 경우, 지문에 묻어 있는 습기나 기름은 프리즘의 반사면과 지문 사이에 얇은 막을 형성하게 된다. 지문이 접촉되지 않은 부분은 입사광선이 프리즘면에서 전반사되고, 융선 부분에 입사된 광은 습기나 기름에 굴절되어 미소한 광량만이 렌즈에 집광되어 이미지 센서에 맺히게 된다. 따라서 지문의 융선에 해당하는 이미지는

어둡고, 골 부분이나 지문이 접촉되지 않은 부분은 밝은 이미지로 센서에 획득되게 된다.

위에서 언급한 부분 내부 전반사란 손으로 슬잔이나 프리즘을 잡는다면, 내부 전반사(Total Internal Reflection)[22] 때문에 거울같은 부분에서 지문의 융선 모양을 볼 수 있다. 이러한 현상은 광선이 소한 매질을 지나 더 높은 굴절율의 물질로 채워진 인접한 영역으로 넘어가는 현상으로 인한 것으로 부분 내부 전반사(Frustrated Total Internal Reflection; FITR)[22]라 한다.



(그림 8) 광학식에 의한 지문 이미지

부분 내부 전반사 원리를 이용하여 획득된 지문 이미지는 그림 8과 같이 양질의 영상을 획득할 수 있다는 장점을 갖으며, 기존의 광학 부품으로 제작이 용이하여 대부분의 기존 지문인식 장치가 채용하고 있는 안정적인 지문 획득기법이라 볼 수 있다. 그러나 광학적인 관점에서 그림 7에서 볼 수 있듯이 광선 A와 B는 광로길이가 차이가 남을 발견 할 수 있다. 광선 A를 통한 상단 부분의 영상이 광선 B를 통하는 하단 부분보다 더 크게 이미지가 맺힌다는 것을 알 수 있다. 다시 말해서 지문 대신 직사각형의 고무를 프리즘에 놓는다면 상단 부분이 하단 부분보다 크게 영상이 획득되어 사다리꼴의 왜곡된 영상이 획득된다. 이러한 현상은 뒤에 언급될 이 시스템의 단점 중 가장 치명적인 것으로 지문을 입력할 때마다

각기 다른 장치에서 등록한다면 혹은 같은 장치에서도 지문 접촉위치가 다르다면 지문은 일관된 영상으로 획득 될 수 없다. 따라서 지문인식의 정합부분에서 지문의 사다리꼴 변경, 회전날인에 의한 복잡한 영상 변화를 고려하지 않으면 안된다.

이 방법은 근본적으로 지문의 융선에 존재하는 습기나 기름에 의한 영상 변화로 지문 이미지를 획득하는 원리이다. 다시 말해서 특이 채질의 지문을 소유한 사람은 사용에 제한을 받게 된다. 예를 들어 손이 건성인 건성지문이나 손에 땀이 보통 사람보다 심한 사람은 정상적인 지문 이미지 획득이 어렵다.

부분 내부 전반사 지문 이미지 획득 장치의 장·단점을 정리하면 다음과 같다.

(장점)

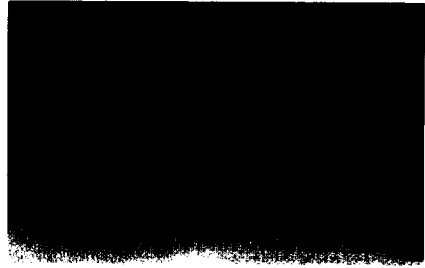
- 부품이 기성품인 렌즈, 프리즘, 광원 이미지 센서로 구성되어 용이하게 설계 제작이 가능하다.
- 기존의 많은 업체에서 생산되므로 소프트웨어의 개발로 손쉽게 지문 인식장치 개발이 용이하다.

(단점)

- 고가의 광학부품으로 인한 고비용과 조립으로 인하여 다른 측정 원리에 비하여 비싸다.
- 건성의 지문(Dry Finger) 갖은 사람의 지문 이미지 획득이 어렵다.
- 유리 제품이기 때문에 충격에 의한 파손이나 조립 오차가 발생할 수 있다.
- 타 측정원리에 의한 지문 획득 장치에 비하여 광원, 프리즘, 렌즈 및 센서가 일정길이의 광로상에 조립되어야 하므로 장치의 크기가 상대적으로 크다.
- 고출력의 광원이 필요하기 때문에 상대적으

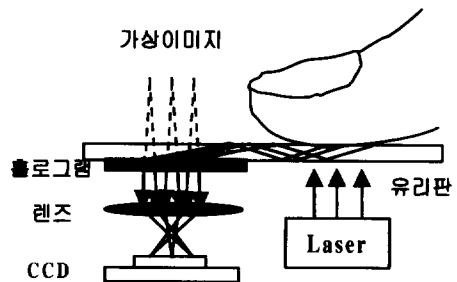
로 큰 에너지 출력이 필요하다.

아래 그림은 SONY사의 광학식 지문 인식 장치[23][24]의 외형을 보였다.



(그림 9) SONY사의지문인식장치(23)

참고적으로 이와 유사한 측정 방법으로 홀로그래램을 이용한 방법이 소개되어 있으나 현재의 대부분의 업체에서 채용하지 않는 방법이다. 이 방법의 간략한 원리도를 아래 그림에 보였다.

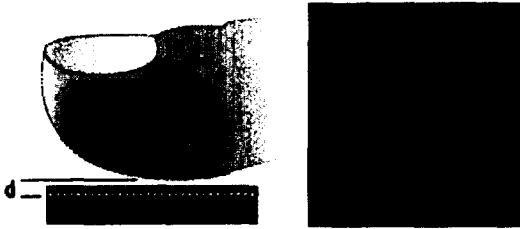


(그림 10) 홀로그래램을 이용하는 방식

3.2 반도체 센서

현재 미국의 베리디콤사(Veridicom)[24]에서 생산하는 지문 획득 센서는 Solid-State Capacitance Sensing기법을 사용한다. 이 기술은 앞에서 기술한 광학식 센서에 비하여 소형, 경량, 저비용의 장점을 갖는다. 이 센서는 내부에 500 DPI(Dot Per Inch)간격으로 90000만개(300×300)의 capacitor

plate가 설계되어 있는 실리콘 칩(chip)이다. 지문이 센서면에 접촉하면, 인체의 지문이 하나의 capacitor로 작용하여, 센서 내부의 각 capacitor plate들은 각기 chip면에 압착된 지문의 융선과 골에 따라 작용하는 전계(electric field)량에 해당하는 8 비트 이미지 정보를 생성한다.



(그림 11) Solid-State Capacitance Sensing기법 원리도

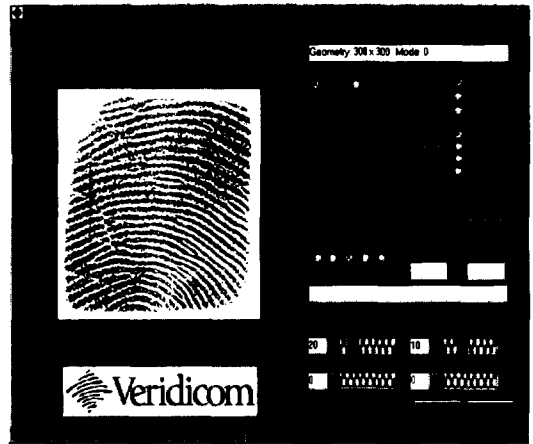


(그림 12) 베리디콤사의 지문획득 장치

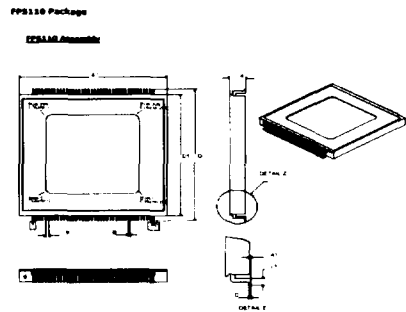
현재 시판되고 있는 반도체 지문 이미지 획득 센서는 8 비트의 아날로그 신호를 디지털 데이터로 변환하여 출력하기 때문에 영상 신호의 디지털 변환에 관련된 부가적인 회로 설계가 필요없이 간략한 회로 구성으로 저가이면서 초소형의 지문인식장치 개발이 가능해 졌다[25][26]. 뿐만 아니라 일정한 capacitor plate의 배치로 서로 다른 동종의 장치에서 획득된 지문 이미지의 공유가 용이하고, CMOS 기술을 이용함으로써 인한 저 전력 소모 등의 장점을 갖는다. 따라서 앞으로 핸드폰과 같은 소형, 저전력이 요구되는 응용시스템과 같은 분야에 적용이 예상되며 많은 관련 업체들이 이 센서의 적용을 검토 중이다. 또한 지문과 센서사이의 전계를 측정하여 이미지 정보를 구성하기 때문에 건성의 지문에도 양질의 이미지를 획득 할 수 있다.

그러나 아직 풀어야 하는 많은 문제들이 이 센서의 적용에서 발견되었다. 첫째로 실리콘 칩으로 구성된 센서가 직접 지문과 접촉하기 때문에 물

리적인 변형에 취약하고, 정전기에 쉽게 손상되는 단점을 갖고 있다. 따라서 사전 지식이 없는 사람이 직관적인 생각으로 지문 등록을 할 경우 국부적인 압력이나 이물질로 인하여 쉽게 손상이 발생될 수 있다. 그리고 정전기 방지를 위하여 센서 주위에 접지된 금속판이 부착되어 있지만 완벽히 정전기에 의한 센서 파손을 해결하지 못한 것으로 알려지고 있다[26].



(그림 13) 베리디콤사의 지문인식 소프트웨어



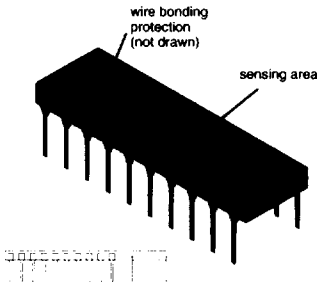
(그림 14) 센서 외형도면

3.3 초전효과(Pyroelectric Effect)를 이용한 센서

지금까지 설명한 지문 이미지 획득 장치는 지문의 접촉 영역을 2차원 이미지로 획득하는 방법

이지만, 지문 영역을 센서방향에 대하여 수직하게 일정속도로 이동하면서 획득하는 획득방법이 다른 센서로 열변화 감지식 센서가 Thomson-CSF사에서 FingerChip이라는 고유명으로 발표되었다[27].

Finger Chip 센서의 외형과 측정방법 그리고 획득한 영상 예를 아래 그림에 보였다.



(그림 15) Finger Chip 센서의 외형



(그림 16) Finger Chip 센서로 획득한 영상 예

그림에서 보이는 바와 같이 센서 자체는 마치 1차원 CCD Linear 센서와 유사한 형태이지만 500DPI(50 μ m \times 50 μ m)의 간격으로 8400개(30 \times 280)의 화소위에 초전층(Pyroelectric Layer)으로 이루어

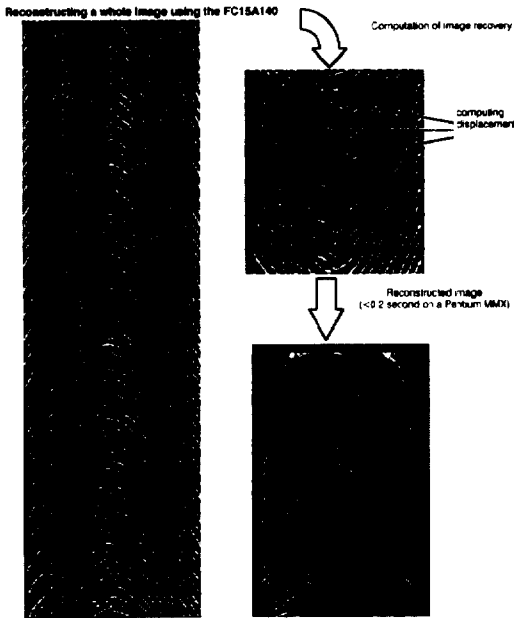
어져 있다. 위의 그림에서 볼 수 있듯이 센서로 구성된 지문 이미지 획득장치가 기존의 다른 센서에 비하여 초소형으로 구현할 수 있음을 알 수 있다.

개략적으로 센서의 동작원리를 살펴보면, 기본적으로 이 센서는 센서 각 화소를 지나가는 지문의 열변화를 감지하여 이미지 데이터를 생성하는 초전효과(Pyroelectric Effect)[28]를 이용한 센서이다. 초전효과란 온도가 변할 때 압전체(Piezoelectric Crystal)의 자발분주(Spontaneous polarization)가 변하는 현상으로 초전효과의 변화는 온도변화율에 비례하는 전류를 발생시킨다. 다시 말해서 센서면에 지문을 접촉하고 이동시키지 않으면, 각 센서 화소에는 온도변화가 발생하지 않으므로 지문 이미지는 측정되지 않는다. 일정한 속도로 센서면에 접촉된 상태로 이동하면, 일정시간마다 30 \times 280의 해상도로 획득된 이미지는 그림16과 같이 측정 영역이 중복된 다수의 영상이 획득되며 서로의 중복된 영역을 소거하여 하나의 2차원 이미지로 복원하게 된다.

이 센서의 특징이라면 초소형의 지문 이미지 획득장치의 구현이 가능하고 사용자가 직접 지문을 이동하면서 이미지를 획득한다는 것이다. 센서 소개 자료에 의하면 제공되는 소프트웨어에 지문 획득의 개시 및 종료 그리고 이미지 복원의 기능이 구현되어 개발자가 손쉽게 개발이 용이하다고 하지만 사용자 입장에서 지문의 이동속도 및 방향이 불균일한 경우 정확한 지문획득이 어려움을 실험을 통해서 알 수 있었다. 또한 열변화에 의존하는 기법이므로 고온 혹은 저온에서의 지문 이미지 획득에 제한점이 예상된다. 그러나 직접 실험한 결과 숙련된 사람이 지문 등록을 한다면 현재까지 출시된 획득장치에 비해서 건성 및 습성의 지문에 비하여 양질의 지문이미지를 얻을 수

있다고 판단하였다.

현재 이 센서는 PC의 프린터 포트와 연결하여 사용하도록 개발되어 있으며, 모 회사에서는 이 센서의 범용성을 위하여 추가적인 하드웨어의 추가로 마치 기존의 CCD Camera처럼 2차원의 NTSC 이미지로 출력하는 센서 모듈을 개발하였다.



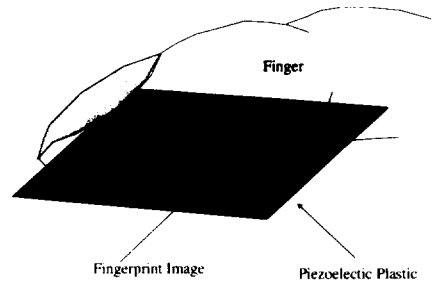
(그림 17) 중복된 영역을 소거하여 하나의 2차원 이미지로 복원 예

3.4 압전 플라스틱을 이용한 기법

현재 특허 출원중인 Whovision사의 새로운 지문 이미지 획득 센서로 Tactile sense기술이다. 센서 패드(pad)는 압력을 빛으로 변환하는 우표 만한 크기의 압전 플라스틱(Piezoelectric Plastic)시트로 알려져 있다. 아래 그림과 같이 센서 패드에 지문을 접촉하면 반대면에 지문의 융선을 따라 파란빛이 발생한다. 이 압전 플라스틱 시트는 지문의 형태를 구성하는 융선과 골 사이에 전계차를 감지하는 재료로 소개되고 있다[26][29]. 전계의 변화는 고해상도의 광이미지로 변환하는 특징

을 가지고 있다.

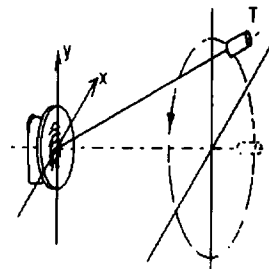
이 센서에 대한 장점은 소형화이고, 건성 지문과 생체 인식 기능이 가능하며, 저 전력의 시스템이 가능하다고 알려지고 있지만 이 센서의 측정 원리가 자세히 알려져 있지 않아 타기 종의 객관적 비교 자료가 부족한 상태이다.



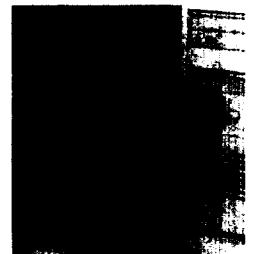
(그림 18) 압전 플라스틱을 이용한 지문 획득 예

3.5 초음파를 이용한 지문 이미지 획득 장치

기존에 알려진 초음파를 이용한 3차원 계측 원리를 이용한 방법으로 아래 그림 18과 같이 지문에 짧은 간격의 음을 보내고, 그림 18과 같이 지문면에 수평한 면에서 원주를 따라 반사된 산란음을 측정하여 지문의 융선과 골의 3차원 형상을 측정하는 장치로서 0.1mm의 분해능으로 측정이 가능하다고 보고되고 있다[30].

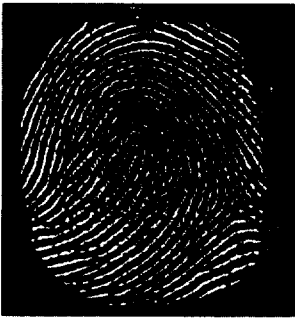


(그림 19) 초음파를 이용한 3차원 계측 원리도(30)



(그림 20) 초음파를 이용한 지문이미지 획득장치(30)

자료에 따르면 인공의 조작된 지문을 구별할 수 있고, 습기, 기름때 등의 오염에 강하며, 피부가 손상된 지문의 경우에도 상대적으로 양질의 지문 이미지를 얻을 수 있다고 한다. 그러나, 획득시간에 대한 상세한 언급이 없는 것으로 보아 고속 이미지 획득에 대한 연구가 현재 진행중인 것으로 보인다. 아래 그림에 초음파를 이용한 지문 이미지 획득 예로 보였다.



(그림 20) 초음파를 이용한 지문 획득 예

4. 결 론

급변하는 정보화 사회에서 개인신원의 확인 절차를 요구하는 경우가 기하급수적으로 증가하고 있으며, 개인의 신원확인에 대한 확실성을 보장하기 위한 노력이 계속되어 왔다. 생체측정보안시스템에서 주로 이용되는 지문은 사용상의 편의성, 신원확인의 정확성 그리고 경제성의 문제로 다른 신체부분에 비해 지문에 대한 연구가 비교적 활발히 진행되고 있다.

지문인식장치에서 양질의 지문 이미지를 획득한다면 전처리 과정과 특징점 추출과정에서 고속이면서 양질의 결과를 얻을 수 있지만, 아무리 화상처리 및 정합 알고리즘이 우수하다해도 초기 획득 이미지가 많은 정보를 잃거나 잡음을 포함하고 있다면 좋은 결과를 기대하긴 어렵기 때문에, 지문인식장치의 기본 구성인 지문이미지획득

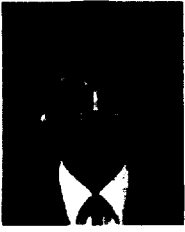
장치에 대하여 현재까지 발표되고 적용되어진 대표적인 획득장치의 원리 및 성능을 비교하여 서술하였다.

선진 외국에서는 새로운 지문이미지 획득 기법을 연구하여 저가의 지문인식장치를 개발하려는 노력이 다수 보고되고 있다. 이러한 노력은 지문인식의 가장 핵심인 인식을 향상이나, 소형화 혹은 저가격화를 목적으로 한다. 국내에서도 많은 중소기업체가 지문인식장치에 대한 기술 개발이 진행중이지만 자체의 고유 지문이미지획득 기술을 보유한 업체는 보고되고 있지 않다. 만일 지문이미지획득의 걸림돌인 건성, 습성지문과 오염문제에 탁월한 측정원리가 개발된다면, 조금 더 완벽에 가까운 생체측정보안시스템 구성이 가능하리라 본다.

참고문헌

- [1] *Brief History of Fingerprint Identification*, Los Angeles Police Department.
- [2] 한국과학기술원 시스템 공학센터, 지문을 이용한 Security System의 개발에 관한 연구, 1987.
- [3] Andrew K. Hrechak and James A. McHugh, "Automatic Fingerprint Recognition Using Structural Matching", *Pattern Recognition*, Vol.23, No.8, pp.893-904, 1990.
- [4] M. R. Verma, A. K. Majumdar and B Chatterjee, "Edge Detection in Fingerprint", *Pattern Recognition*, Vol.20, No.5 pp.513-523, 1987.
- [5] D. K. Isenor and S. G. Zaky, "Fingerprint Identification Using Graph Matching", *Pattern Recognition*, Vol.19, No.2 pp.113-122, 1986.
- [6] T. Chang. "Texture analysis of digitized fingerprints for singularity detection", In Proc. 5th ICPR, pp.478-480, 1980.

- [7] M. Kass and A. Witkin. Analyzing oriented patterns. *Computer Vision Graphics Image Process.*, 37(4):362-385, 1987.
- [8] M. Kawagoe and Akio Tojo, "Fingerprint Pattern Classification", *Pattern Recognition*, Vol.17, No.3, pp.295-303, 1984.
- [9] A. R. Rao. *A Taxonomy for Texture Description and Identification*. Springer-Verlag, New York, 1990.
- [10] Morris, R. and Thomson, K., "Password Security : A Case History", *Comm ACM* Vol.22, No.11, 1979.
- [11] H. C. Lee and R. E. Gaenssien, *Advances in Fingerprint Technology*, Elsevier, 1991.
- [12] 김봉일 외 6인, 지문을 이용한 Security System의 개발에 관한 연구, 한국과학기술원 시스템공학센터, 1988.
- [13] J. P. Holmes, "Available hardware for automated entry control", AND winter meeting, 11-16 Nov. 1990.
- [14] A.K. Jain and etc, "An Identity-Authentication System Using Fingerprints", *Proc. of the IEEE*, Vol. 85, No.9, pp. 1365-1388, 1997.
- [15] 이기돈, 컴퓨터에 의한 지문 영상의 자동인식과 매칭에 관한 연구, 연세대학교 박사학위 논문, 1986.
- [16] 우성재, 곽윤식, 이대용, "PC를 이용한 지문 인식에 관한 연구", KICS, pp.611-620, 1989.
- [17] N. Ratha, S. Chen, and A. K Jain, "Adaptive Flow Orientation Based Feature Extraction in Fingerprint Images", *Pattern Recognition*, Vol.28 No. 11, pp.1,657-1,672, 1995.
- [18] 안도성, 김학일, "블록 FFT를 이용한 실시간 지문 인식 알고리즘", *전자공학회지* 32권 pp.909-921, 1995.
- [19] 문명권, 정규식, "구조적 방법에 근거한 지문 영상의 효율적인 분류", *정보과학회논문지 (B)*24권 pp.170-179, 1997.
- [20] 이상이, "JTC를 이용한 복소수 상관기의 실시간적 구현", 광운대학교 박사학위 논문, 1996.
- [21] 이우규, "웨이블렛 변환 영역에서의 방향 정보를 이용한 지문인식 알고리즘", 인하대학교 석사학위 논문, 1997.
- [22] Eugene Hecht, *Optics 2nd Edition*, Addison Wesley Pub. Comp., pp94-109, 1987.
- [23] [http:// www.world.sony.com / Electronics / Components / Products / product57.html](http://www.world.sony.com/ Electronics / Components / Products / product57.html)
- [24] <http://www.identix.com/>
- [25] <http://www.veridicom.com/>
- [26] <http://www.whovision.com/>
- [27] <http://www.tcs.thomson-csf.com / Us / fingerchip/ Download / downloads. htm>
- [28] Mohammad A. Karim, "Electro - Optical Devices and Systems", PWS-KENT Pub. Comp., pp122-123, 1990
- [29] <http://www.businessweek.com/1998/03/b3561099.htm>
- [30] <http://www.optel.com/>
- [31] 김현, "RIST불변 지문 특징량 추출 및 인식 과 응용", 인하대학교 석사학위논문, 1997.
- [32] 김인기, "접촉발광소자를 이용한 지문인식에 관한 연구", 선문대학교 석사 학위논문, 1999.



유 영 기

1987년 한양대학교 기계공학과 졸업(학사)
 1989년 한국과학기술원 생산공학과 졸업(석사)
 1989년-1992년 삼성종합기술원 전자기기연구소 연구원

1996년 한국과학기술원 자동화설계공학과(박사)
 1996년-현재 선문대학교 전자정보통신공학부 전임강사
 관심분야 : 화상처리, 광계측 센서, 정밀 측정 시스템



오 춘 석

1980년 서강대학교 전자공학과 졸업(학사)
 1986년 Marquette Univ. 컴퓨터공학과(석사)
 1992년 Univ. of Arizona 컴퓨터공학과(박사)

1980년-1993년 전자통신연구소 선임연구원
 1993-현재 선문대학교 전자정보통신공학부 교수
 관심분야 : 화상처리, 자동검사, 광학시스템, 신호처리

제12회 추계학술대회 논문 및 응용사례 발표 모집안내

1. 일시 : 1999년 10월 8일(금) ~ 9일(토) 2일간
2. 장소 : 숭실대학교
3. 행사내용 :

1. 등록	1. 등록
2. 특별세션, 튜토리얼, 논문발표	
3. 포스터세션	3. 패널토의
4. 초청강연	4. 포스터 세션
5. 정기총회	
6. 리셉션	

4. 모집내용
 - 1) 논문 및 사례

- 정보처리 분야의 학술논문
 - 개발성공 사례
- 2) 전자상거래, 멀티미디어교육 특별세션
 - 3) 개발완료 혹은 개발중인 연구과제
 - 4) 발표제안
 - 신기술 튜토리얼
 - 패널토의, 제품전시 및 제안
 - 5) 주요일정

튜토리얼/패널/전시제안	1999년 9월 15일(수)
심사 결과 통보	1999년 9월 20일(월)
최종 수정본 Web Upload 완료	1999년 9월 27일(월)

6. 자세한 사항은 홈페이지 이용 바람
 - 홈페이지 : www.kips.or.kr