

지문인식 센서 및 알고리즘 기술 동향

이 남 일*, 강 효 섭**, 김 학 일***

요 약

지문인식 센서는 광학방식, 열방식, 반도체방식 등 다양한 입력 방식이 존재하며, 입력 방식에 따라 이미지의 특성이 다르게 나타난다. 특히 입력 방식의 차이는 알고리즘으로부터 정확한 결과를 도출하는데 중요한 역할을 한다. 따라서 다양한 입력 방식에 따른 센서들의 특징과 여러 조건하에서의 센서들의 이미지 품질을 비교해 보고 지문이미지로부터 특징점을 추출하고 매칭하는 과정에 대한 이해와 다양한 알고리즘의 특징등을 비교, 분석하여 발전방향에 대한 동향을 살펴본다.

I. 서 론

현재 전세계적으로 나와 있는 센서의 방식은 상당히 다양한 편이다. 또한 다양한 방식으로부터 얻는 지문이미지의 특성 또한 취득방식만큼이나 각각의 방식마다 다른 특성을 보이고 있다. 이런 현실에서 센서들의 이미지 취득방식과 취득방식에 따른 이미지 특성 비교는 꼭 필요한 작업중의 하나이다. 이에 본 논문에서는 광학방식, 열방식, 반도체방식 등 지문 입력 방식에 대하여 자세히 알아보고, 입력 방식으로 얻어진 이미지의 장단점 및 연령별 이미지 취득시 센서에 따른 취득 이미지 품질에 대하여 평가해볼까 한다.

또한 취득한 이미지를 이용 전처리 과정과 후처리 과정을 통해서 취득한 지문이미지로부터 특징점 추출 알고리즘을 설명하고 본인의 다른 지문과 특징점을 추출한 지문과 비교를 통해 동일인임을 보여주는 매칭알고리즘에 대하여 알아본다.

위의 과정들을 통해 본 논문에서는 현재 알고리즘의 모태가 되는 학자들의 알고리즘의 특성 비교를 통해서 알고리즘의 발전 방향과 지문인식 센서의 발전 방향에 관하여 조심스럽게 전망을 하며 결론을 내릴까 한다.

II. 지문인식 센서

지문인식 센서라 해서 아주 특이한 것은 아니다. 쉽게 말하자면 지문인식 센서도 우리가 흔히 보아왔던 다른 센서들과 하나도 다를 바가 없다. 다만 기존에 써 왔던 지문 취득 과정에서 지문 잉크가 했던 일을 센서라는 하드웨어 장치로 대체를 했다고 보면 이해하기 쉬울 듯 하다.

지문인식 센서는 크게 두 가지 방식 나뉜다. 즉 지문인식 센서가 빛을 이용하는가 그렇지 않는가에 따라 표 1과 같이 광학방식과 비광학방식으로 나뉘어진다.

(표 1) 광학식과 비광학식 센서 비교

	광학방식	비광학방식
응용성	표면처리가 필요없음	표면에 코팅이 필요함
내구성	긁힘없는 표면	외부 충격에 약함
외부성	부식없는 표면	미약화 충격에도 취약
수익성	낮은 제조 원기 및 유지보수 용이	높은 제조원가 및 유지보수 비용 고가

* (주)시큐아이티 지문인식사업본부 상무(nilee@secuit.com)

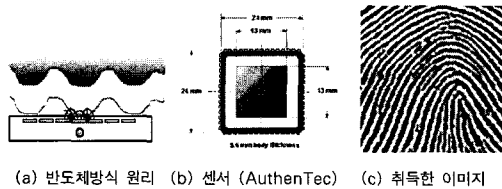
** 인하대학교 정보통신대학원(hyo94@netian.com)

*** 인하대학교 정보통신공학부(hikim@inha.ac.kr)

또한 세분화된 분류로는 반도체방식, 광학방식, 열방식, 초음파방식, CCD/CMOS 방식 등으로 나눌수 있으며 세분화된 분류를 바탕으로 센서의 원리와 특징 그리고 제품에 대해 간단히 알아본다.

1. 반도체방식 센서(Capacitive Array Sensor)

지문 크기의 실리콘 칩을 사용하여 칩에 접촉하는 손가락의 이미지를 취득하는 방식으로 대량생산과 소형화라는 장점이 있는 반면 손이 직접 실리콘칩에 접촉함으로써(금속 보호막도 한계가 있음.) 정전기 등으로 칩의 기능을 정지시킬 수 있다는 단점이 있다.



(그림 1) 반도체방식 센서⁽¹⁾

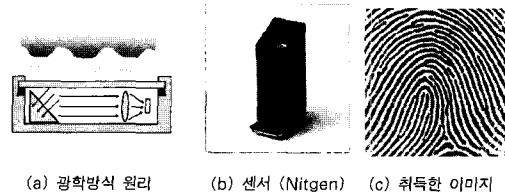
또한 반도체라는 특징 때문에 습기에 아주 민감하여 사람 손가락의 땀정도(습기)에 따라 영상의 질이 상당히 좌우되는 단점을 나타내기도 한다.

그러나 AuthenTec 센서의 경우 센서 둘레로 FingerRing이 있어서 Liveness(손가락이 진짜인지 아닌지 검사하는 것)를 검사하고 있다. 현재 AuthenTec 센서의 경우는 센서와 SDK를 구입할 경우의 가격이 5000달러 정도 한다.

반도체 센서 업체로는 Veridicom, ST Micro, AuthenTec 회사가 좋은 평가를 받고 있으며, 센서가 얇다는 장점 때문에 현재 삼성 전자의 노트북 중 지문 인식으로 로그인을 하는 기능을 탑재한 노트북의 경우도 반도체 센서를 사용하고 있으며 Sony의 FIU-710 센서의 경우에는 PC Magazine이라는 잡지에서 5점 만점에 5점을 받기도 했다.

2. 광학방식 센서(Optical Array Sensor)

광학 방식은 광원으로부터 프리즘에 입사된 빛의 전반사를 이용하여 유지 및 보수가 용이하다는 장점과 지문 이미지를 획득하는 방법이 편리한 반면, 크기가 크고 건조한 손가락의 지문 취득 시에는 지문 이미지가 뭉개지는 단점도 있다.

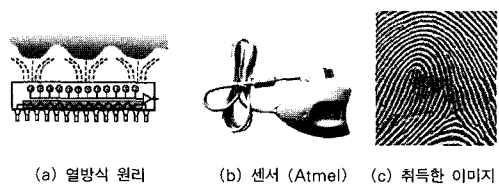


(그림 2) 광학방식 센서^{(1),(2)}

또한 어린아이의 경우는 손가락의 크기가 너무 작아서 입력창에 접촉했을 경우 광학식 센서가 제대로 인식하지 못해 영상을 표현하지 못하는 경우가 발생하기도 한다. 광학식 센서 업체로는 Digital Persona, Identicator, Nitgen사의 센서들이 좋은 평가를 받고 있다.

3. 열방식 센서(Thermal Array Sensor)

지문이 센서에 접촉할 경우 손가락의 온도를 측정하여 온도 차이에 따른 변화를 이용해 지문을 취득하는 방식으로 프리즘, 광원 등이 필요하지 않다는 장점이 있는 반면 열 감지막이 시간지연 현상과 온도 차이가 있을 경우에만 반응하므로 지문의 굴곡이 센서를 가로지르는 방향과 평형을 이룰 경우에는 센서가 지문을 감지 할 수 없어 이미지를 취득할 수 없다는 단점이 있다.

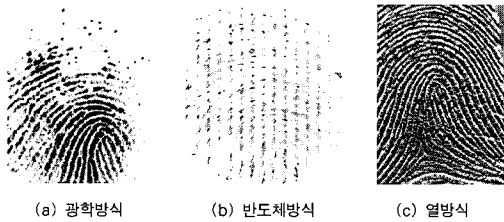


(그림 3) 열방식 센서^{(1),(3)}

열방식 센서로는 대표적으로 Atmel사의 센서를 들 수 있는데 센서의 크기가 다른 센서에 비해 상당히 작은 편이며 가격 또한 다른 센서들에 비해 저렴한 편이다. 또한 외부 온도나 습도의 변화 등에 둔감한 것이 큰 장점이다.

대체로 센서들이 입력 방식에 관계없이 어린아이부터 젊은 사람까지 취득한 이미지는 질이 상당히 좋은 편이지만, 일을 많이 하는 성인 남성 혹은 주부의 경우 주부 습진이나 건조한 손으로 인해 광학방식의 경우 이미지가 전체적으로 선명하게 나오지

않고 있음을 보여 주고 있으며, 반도체 방식의 경우도 최상의 이미지를 얻은 것임에도 불구하고 그림 4의 (b)와 같이 손가락의 건조함으로 인해 부분 부분의 이미지가 선명하지 않음을 알 수 있다.

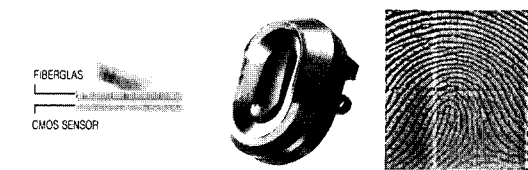


(그림 4) 64세 성인 남성의 손가락 지문

반면 열 방식의 경우는 앞에서 언급한 문제점에 관계없이 상당히 양호한 이미지를 보이고 있음을 알 수 있다. 열 방식 센서의 경우 사용이 용이하지 않다는 단점이 있는 대신 사용에 익숙해지면 습기 상태와 습진 등 여러 가지 다른 조건에서도 좋은 영상을 얻을 수 있음을 알 수 있다. 또한 센서의 전체 크기가 다른 센서들보다 작아서 활용분야도 넓을 것으로 보인다.

4. CCD/CMOS 센서(CCD/CMOS Sensor)

센서에 접촉한 손가락의 접촉부분을 CCD/CMOS 센서를 이용해 이미지를 획득하는 방식으로 작은 크기와 낮은 전력 소비, 넓은 표면 면적을 가지고 있으며 지문 취득 이미지도 좋은 편이다.



(그림 5) CCD/CMOS 방식 센서⁽⁴⁾

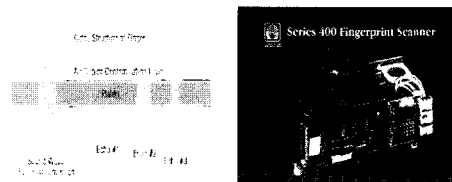
실제 이미지의 해상도가 반도체의 경우 500Dpi라 하더라도 실제 낮은 해상도의 이미지를 소프트웨어적으로 500Dpi가 나오게 하는 반면 Delsy사의 센서의 경우는 실제 이미지가 500Dpi이상의 고해상도를 보임으로써, 지문 이미지를 통해 사람의 땀샘까지 볼 수 있는 장점을 나타낸다. CCD/CMOS

센서로는 독일의 Delsy사의 센서가 좋은 평가를 받고 있다. 이 센서의 경우도 센서와 SDK를 구입할 경우 5000달러정도가 든다.

5. 초음파 센서(Ultrasonic Sensor)

접촉 표면에 놓인 손가락에 초음파를 투사하여 반사되는 음파를 전기적 신호로 변환하여 지문 이미지를 취득하는 방법으로 높은 콘트라스트와 넓은 그레이 스케일 영역을 가진다.

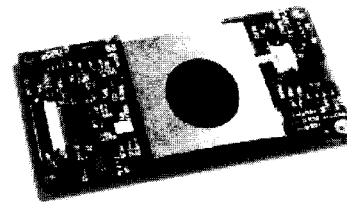
고화질의 해상도 이미지를 얻을 수 있다는 장점 때문에 범죄수사 등에 이용되고 있으나 가격이 비싸고 센서의 크기가 크다는 단점이 있다.



(그림 6) 초음파 방식⁽⁵⁾

6. 텍타일 센서(Tactile Sensor)

손가락이 센서 표면에 접촉하면 그 접촉한 부분에 대한 이미지를 디지털(Digital) 이미지로 변환하는 방식으로 접촉방식 센서로는 Ethentica사의 센서 제품들이 작은 크기와 저렴한 가격으로 좋은 평가를 받고 있다.

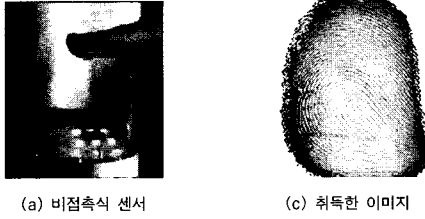


(그림 7) 텍타일 센서⁽⁶⁾

7. 비접촉식 센서(Touchless Sensor)

손가락을 센서에 직접 접촉하지 않고 지문을 획득하는 센서로, CCD/CMOS 칩을 바탕으로 광원을

이용해 지문을 취득하는 방식이다. 손가락을 센서에 직접 접촉하지 않는다는 장점이 있지만 상용화 여부는 아직 미지수이다.



(그림 8) 비접촉식 센서⁽⁷⁾

8. 센서의 동향 및 전망

지문 인식 센서의 경우 사용자들의 센서 장비에 대한 부정적인 선입견(생체인식 장비의 대부분의 공통점임.)이 센서의 사용이나 응용분야에서의 가장 큰 문제점으로 지적되고 있다. 또한 지문 인식 센서의 경우 가격적인 면에서도 아직까지는 대중적인 가

격을 확보하지 못하고 있다는 점도 상용화, 보편화 되는데 문제점으로 대두되고 있다. 그러나 그런 문제점에도 불구하고 크기의 소형화, 가격의 하락화로 인해 많이 보급되고 있는 추세다.

또한 센서의 작은 면적에서 같은 부분의 지문 영역을 가지고 응용분야에 활용을 해야 하므로 기구적인 설계를 통해 센서의 접촉영역이 일정한 부분이 되도록 하는 것 또한 중요한 과제로 남고 있다. 센서 장비의 소형화는 곧 우리 사회에서도 노트북이나 PDA 사용 등의 보안을 위한 선결 과제로 제시되고 있고 현재 몇 회사의 제품들은 전자 업체와 제휴로 시제품이 나오고 있는 추세이다. 가까운 미래에 금융기관 공공기관에서의 지문 센서를 이용한 승인이 이루어지기 시작한다면 그 활용은 더 커질 것으로 보인다

결국 생체인증의 활용은 고도화 사회에서 점점 더 증가할 것이고 그 중 지문인증의 분야가 많은 비중을 차지 할 것이며, 그 바탕에 하드웨어로서의 센서의 비중은 더욱더 소형화 경량화 첨단화되어서 지문 인식기술 발전의 초석이 될 것이다.

(표 2) 센서별 Specification 비교

(ESD= Electro-Static Discharge.)

Sensor Model	Type	Size	Dpi	Capture Area	Image Quality	Durability	I/O
Digital Persona U.ara.U	Optical Camera	Tall Mouse	300	.7x.7 (inch)	Good	Good	USB
Identicator DFR-200	Optical Camera	Small Mouse	331	.6x.72 (inch)	Low Resolution	Good	Parallel Port
Nitgen FDx01	Optical Camera	Mouse	500	.53x.64 (inch)	Fair	Fair	USB
ST Micro TouchChip	Capacitive Sensing	Chip&H/W	500	256x360 (pixel)	Good	ESD	USB
AuthenTec Fingerlogic	Capacitive Sensing	Chip&H/W	250	.5x.5 (inch)	Low Resolution	ESD	USB
Veridicom OpenTouch	Capacitive Sensing	Chip&H/W	500	15x15 (mm)	Good	ESD	Parallel Port/USB
Atmel FingerChip	Thermal Chip	Chip&H/W	500	.55x.06 (inch)	Good	Good	USB
Delsy CCD	CCD Sensor	Chip&H/W	500	9.22x13.84 (mm)	Good	Fair	Parallel port
Ethentica T-FPM	Tactile Sensor	PCMCIA Card	400	.76x.56 (inch)	Fair	Fair	PCMCIA Card

III. 지문인식 알고리즘

특징점을 이용한 지문인식 알고리즘은 지문인식센서로 획득한 지문 이미지에서 특징점을 추출하여 특징량을 정의하는 추출과정(Feature Extraction)과, 정의된 특징량으로 두 지문 이미지를 비교하여 유사도를 판정하는 정합과정(Minutiae Matching)으로 이루어진다. 여기에서 특징점(Minutiae)이란 그림 9와 같이 단점(용선의 흐름이 끊기는 지점)과 분기점(하나의 용선이 두개로 갈라지는 지점)이라고 부르는 용선의 흐름에 변화가 발생하는 점을 말한다.



(그림 9) 지문의 특징점과 특징량

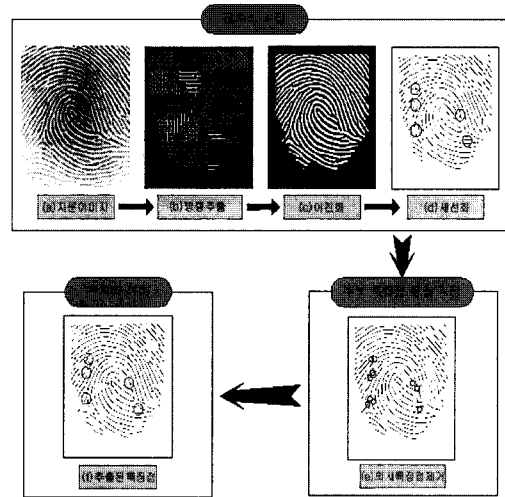
그림 9와 같이 특징량($T = \{m_1, m_2, \dots, m_m\}$)은 지문 화상에 존재하는 특징점(m_i)의 정보들로 이루어지는데 대부분의 경우 사용되는 특징점의 정보는 분기점과 단점 중 어떤 것인지 나타내는 특징점의 종류, 지문 이미지내에서의 위치, 특징점이 위치한 용선의 방향에 대한 정보가 있다.

1. 특징점 추출 과정(Feature Extraction)

일반적인 특징점 추출 과정은 그림 10과 같이 크게 지문 이미지를 세션화하는 전처리 과정, 세션화된 이미지에서 후보 특징점을 추출하는 과정, 추출한 특징점에서 가짜 특징점을 제거하는 후처리 과정으로 이루어진다.

전처리 과정에서 지문 이미지는 그림 10과 같이 블록 방향성 이미지, 이진화 이미지, 세션화 이미지로의 변환과정을 거치게 된다. 지문 이미지(a)를 일정 크기의 블록으로 나누고 각 블록별로 용선의 흐름을 나타내는 방향을 결정하여 블록별 방향 이미지(b)로 변환한다. 이렇게 구해진 블록별 용선 방향 정보는 이진화, 평활화 과정에 사용된다. 이진화 과

정에서 지문 이미지는 검은색과 흰색으로만 표현되는 (c)이진 이미지로 바뀌고, 다시 이진 이미지는 잡음을 제거하고 용선을 강조하는 평활화 처리를 거침으로써 용선의 연결성을 향상시키고 용선을 1화소 굵기의 선으로 표현하여 세션화 이미지로 변환된다.



(그림 10) 특징점 추출 과정

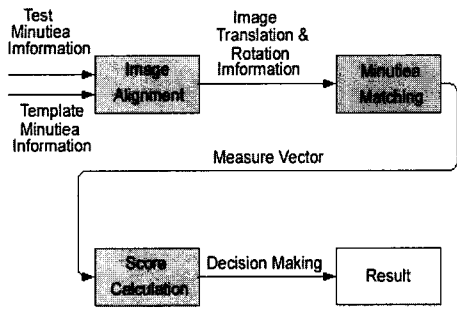
후보 특징점 추출과정에서는 세션화 이미지로부터 용선의 흐름에 변화가 발생하는 단점과 분기점 정보를 저장한다. 후보 특징점 추출과정에서는 세션화 이미지의 용선 정보로부터 의사 특징점을 포함한 후보 특징점을 추출한다. 그림 10에서 보이는 것처럼 세션화 이미지(d)의 잘못된 용선 부분(원부분)으로 인해 의사특징점제거(e) 과정에서 의사 특징점이 발생된 것(원부분)을 볼 수 있다. 의사 특징점이란 지문 획득시의 잡음으로 인해 세션화 과정 중 발생하는 가짜 특징점을 말한다. 의사 특징점은 무의미한 계산량을 증가시키고 에러를 증가시켜 시스템의 성능을 저하시키는 요인이 된다.

후처리 과정에서는 의사 특징점의 발생원인이 되는 용선 부분을 수정((f)과정의 원부분)하여 의사 특징점을 제거하고 누락된 특징점을 추가하여 최종적인 특징점을 추출한다.

2. 정합 과정(Minutiae Matching)

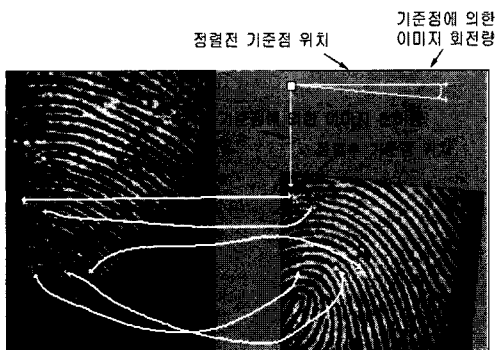
특징점을 이용한 지문 인식방법의 정합 알고리즘에서는 추출 알고리즘에 의해 추출된 특징점 정보로부터 정의된 특징량을 사용하여 두 지문 이미지간의

유사도를 결정한다. 정합 알고리즘은 그림 11과 같이 정렬(Image Alignment), 정합(Minutiae Matching), Scoring의 3단계로 구분된다.



(그림 11) 지문 정합과정

정렬과정에서는 두 지문 이미지의 특징점이 가장 많이 겹쳐지는 회전, 천이량을 산출하여 이미지의 정렬 기준점을 선정한다. 이어서 정렬 기준점에 맞추어지도록 특징점의 좌표를 변환한 후 대응되는 특징점 쌍을 결정한다. 이 때, 이상적인 회전 천이량을 찾기 위해서는 그림 12와 같이 가능한 많은 후보 정렬을 수행해야 한다. 이는 많은 시간과 메모리 공간을 필요로 하며 주어진 두 이미지가 다를 경우에는 소모적이고 무의미한 작업이 된다. 따라서 특징점 기반의 정합 알고리즘에서는 이상적인 회전, 천이량을 찾기 위한 후보 정렬시도 수를 줄여나가는 것이 알고리즘 개발의 주안점이라고 할 수 있겠다.



(그림 12) 이상적인 회전 천이량 보상과 대응 특징점 결정

정합과정에서는 정렬과정에서 결정된 대응 특징점쌍의 좌표, 종류, 각도정보를 이용하여 유사도(Measure Vector)를 계산한다. 대응 특징점쌍의 유사도를 사실적으로 반영하기 위해서는 유사도 결정방법에 있

어 다양한 통계적 기법으로 여러 각도에서 고려되어야 한다.

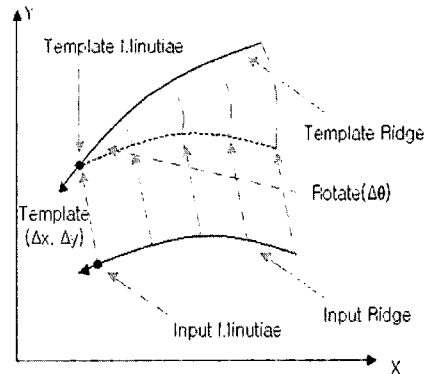
Scoring 과정에서는 대응 특징점 쌍의 유사도(Measure Vector)로부터 두 지문 이미지의 일치하는 정도를 점수로 표현하게 된다. 정합과정과 마찬가지로 이미지의 일치하는 정도를 정확히 반영하기 위해서는 Score계산 규칙의 선정(Decision Making)에 통계적인 근거와 수학적인 모델링을 필요로 한다.

3. 알고리즘 비교(Algorithm Comparison)

지문 이미지는 획득과정상의 회전, 천이, 크기변화, 품질, 왜곡이 일정하지 않으며 지문상태에 따라 개인적으로 나타나는 상처, 전습, 마모, 습관 등의 외적 요인을 정형화 할 수 없기 때문에 지문이미지의 비교와 유사도 결정에 어려움이 있다. 이러한 어려움을 극복하고 유효한 수행시간과 데이터의 크기를 만족하는 알고리즘을 개발하는 노력이 계속되고 있으며 이러한 연구내용을 몇가지 소개한다.

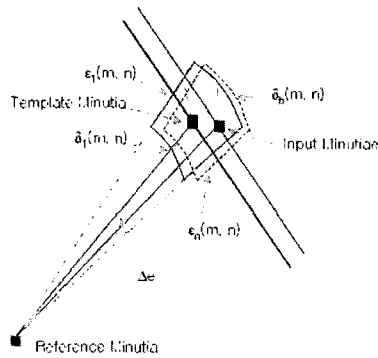
3.1 String & Alignment-Based Matching⁽⁸⁾

지문인식 알고리즘의 정렬단계에서 이상적인 정렬 기준점을 찾기 위해 제안된 방법으로서 후보정렬의 시도횟수를 줄이기 위해 특징점과 융선의 복합적인 정보를 이용한다. 또한 대응 특징점 쌍의 유사도를 결정하기 위한 Bounding Box를 정의하여 정렬이 잘된 정도에 따라 크기를 조절하므로써 잘못된 정렬에 의한 유사도 획득을 막는다.



(그림 13) 두 지문 이미지의 융성 정보를 이용한 회전, 천이량 정보 획득

정렬 기준점을 만족하기 위해서는 특징점과 용선 정보까지 일치해야 하므로 후보 정렬 시도 수를 줄일 수 있다 그림 13에서와 같이 대응된 용선으로부터 회전 천이량 정보를 구한다.



(그림 14) 대응 특징점 쌍의 유사도 결정:정렬도에 따른 Bounding Box의 변화

3.2 Triangular Matching⁽⁹⁾

사람의 피부가 가지는 특성상 지문 이미지는 국부적 또는 전체적인 비선형 왜곡을 가지고 있다. 이를 동시에 극복하기 위한 알고리즘으로서 이미지상에서의 특징점 분포(Triangular Matching Map)와 용선의 Gray-Level 정보를 이용하여 정합을 수행한다. 용선정보를 이용하기 위해 음성인식에 사용된 방법인 Dynamic Time Warping 방법을 도입했다.

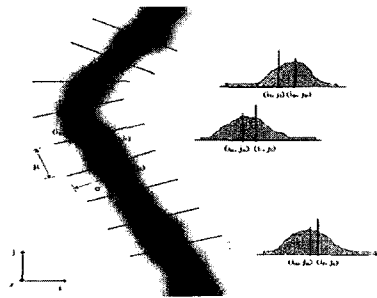


(그림 15) 이미지 상의 특징점 분포를 이용한 정합

그림 15처럼 세 개의 특징점이 이루는 삼각형의 각과 변의 비교함으로써 국부적인 왜곡을 고려하고 용선을 가로지르는 특정 Line의 Gray-level 값 변화를 비교하여 이미지 전체의 왜곡을 고려한다. 이때 Dynamic Time Warping 기법이 이용된다.

3.3 Ridge Line Following Algorithm⁽¹⁰⁾

기존의 특징점 추출방법은 세선화를 전처리 과정에서 다양한 영상처리기법을 필요로 했기 때문에 영상처리 과정으로 인해 특징점 정보의 왜곡, 소실이 발생하였고 수행속도도 정합 과정에 비해 매우 낮았다.



(그림 16) 용선의 흐름을 파악하는 과정



(그림 17) 용선 흐름정보에 의한 특징점 추출

이를 개선한 알고리즘으로서 전처리된 이미지로부터 특징점을 추출하지 않고 Gray-level값을 이용하여 용선의 흐름을 파악해 원영상 이미지에서 특징점의 위치를 찾아내는 방법이다. 그림 16과 같이 용선의 수직인 방향으로 Gray-Level 값을 측정하여 용선의 흐름을 따라가다가 그림 17과 같이 단점이나 분기점을 만나게 되면 특징점으로 기록하는 알고리즘이다.

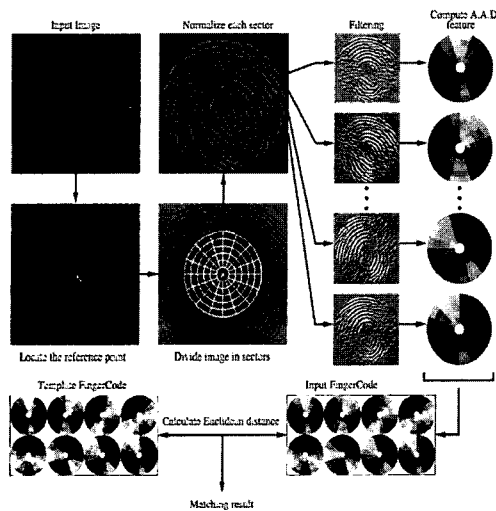
3.4 Fingercod Matching Algorithm⁽¹¹⁾

특징점을 이용한 지문 인식 알고리즘은 복잡하고 지문이미지의 특성이나 품질에 의존적이기 때문에 알고리즘 개발에 어려움이 있다. 따라서 지문 이미지로부터 획득할 수 있는 새로운 특징량 (Fingercod)을 정의하여 정합과정을 단순화 시키는 방법이 제안되었다. Fingercod는 Garbor 필터를 이용하여 지문 이미지의 각 방향에 대하여 생성되는 특징벡터를 코드화 한 것이다. 제안된 방법에서는 그림 18과 같이 8방향에 대하여 Garbor 필터를 적

(표 3) 알고리즘 특성 비교

알고리즘	장 점	단 점
String Alignment-based Matching [8] [Jain, Hong, Bolle, 1997]	비선형 변형을 극좌표 공간에서 모델링 하여 에러 추정이 편리	의사 특징점과 부정확한 정렬로 인한 정합 에러 발생
Ridge Line Following [10] [Maio, Maltoni, 1997]	전처리에 드는 자원 비용을 줄일 수 있음	이미지 품질의 영향을 고려해야 함
Image Enhancement [13] [Hong, Wan, Jain, 1998]	이미지 품질을 고려하여 의사 특징점을 사전에 제거	Gabor 필터를 사용하므로 계산량 증가
Structural Classification [14] [Cappelli, et al, 1999]	연속적인 분류 작업에 있어 효과적임	계산량이 많고, 선과 글자에 대한 처리 내성이 없음
FingerCode [11] [Jain, et al 2000]	정합 시 비교에 사용될 템플릿(코드)을 효과적으로 줄일 수 있음	템플릿(코드) 생성 작업에 있어서 시간이 오래 걸림
Triangular matching & Dynamic time warping [9] [Kovacs-Vajna, 2000]	변위와 회전이 있는 이미지에 대해 선 정합 방식보다 더 효과적임	검색 영역이 넓어 계산량이 많음

용하여 Fingercode를 생성하고 이를 지문의 특징량으로 삼아 지문의 동일 여부를 판정한다.



(그림 18) Fingercode를 이용한 지문 인식 과정

보이고 있는 추세이다. 또한 PDA, 노트북 등 다른 장비에 부착이 됨으로서 다른 하드웨어와의 융합하는 경향을 보이고 있을 뿐 아니라 특히 스마트카드에 지문센서를 탑재한 센서온카드(Sensor-on-Card)도 개발되고 있다.

알고리즘의 경우도 추출 및 정합 알고리즘이 전처리 및 후처리 과정에서 정확한 특징점 추출을 위한 많은 발전이 이루어지고 있지만, 현재에는 입력 방식의 차이에도 상관없이 정합이 가능하도록 하는 이기종 센서 정합 방향으로 진행 및 연구되고 있다. 일반적으로 생체인식기술의 응용분야에서는 타인수락율(FAR) 0.01%, 본인거부율(FRR) 0.1% 정도를 요구한다. 그러나 금융권과 같은 고도의 보안을 필요로 하는 응용분야에서는 단일 지문인식술로는 한계가 있다. 따라서 이들의 요구를 충족시키기 위한 다중생체인식시스템, 다중핑거시스템, 다중정합시스템 등 멀티모달 시스템 형태로 발전 방향을 보이고 있는 추세이다.

IV. 결론

본 논문에서는 지문 인식 센서 및 알고리즘에 관하여 센서의 입력 방식과 알고리즘에서 지문 추출 과정과 정합 과정을 중심으로 알아보았다.

지문 인식 센서의 경우 빠른 속도로 소형화가 되어 가는 추세이며 가격적인 면에서도 하락 추세를

참고 문헌

- (1) (주)AuthenTec, <http://www.authentec.com>
- (2) (주)니트젠, <http://www.nitgen.com>
- (3) (주)Atmel, <http://www.atmel.com>
- (4) (주)Delsy, <http://www.delsy.com>

[5] (주)Ultra-Scan, <http://www.ultra-scan.com>
 [6] (주)Ethentica, <http://www.ethentica.com>
 [7] (주)Touchless Sensor Technology AG, <http://tst-ag.de>
 [8] A.K.Jain, Lin Hong, Ruud Bolle, "On-line Fingerprint verification", IEEE Trans. On PAMI, Vol.19, No.4, p.302-, April 1997
 [9] Z. M. Kovacs-Vajna, "A Fingerprint Verification System Based on Triangular Matching and Dynamic Time Warping", IEEE Trans. On PAMI, Vol.22, No.11, p.1266-, November 2000
 [10] Dario Maio, Davide Maltoni, "Direct Gray-Scale Minutiae Detection in Fingerprints", IEEE Trans. On PAMI, Vol.19, No.1, p.27-, January 1997
 [12] A.K.Jain, Prabhakar, S. Hong, L. Pan-kanti, S. Image Processing "Filterbank-based fingerprint matching", IEEE Transactions on, Volume: 9 Issue: 5, May 2000 Page(s): 846 -859
 [13] Lin Hong, Yifei Wan, A. K. Jain, "Fingerprint Image Enhancement : Algorithm and Performance Evaluation", IEEE Trans. On PAMI, Vol.20, No.8, p.777-, August 1998
 [14] R. Cappelli, A. Lumini, Dario Maio, Davide Maltoni, "Fingerprint Classification by Directional Image Partitioning", IEEE Trans. On PAMI, Vol.21, No.5, p.402, May 1999

Post-Doc
 1989년 3월~1999년 5월:안동대학교 컴퓨터공학과 부교수
 1999년 6월~현재:(주)시큐아이티 지문인식 사업본부 상무
 관심분야 : 생체인식, 인공지능, 패턴인식



강 효 섭 (Hyo-Sub Kang)

2001년 8월 :인하대학교 자동차공학과 졸업
 2001년 9월~현재 :인하대학교 정보통신대학원 석사과정
 관심분야 : 생체인식, 패턴인식



김 학 일 (Hakil Kim)

중신회원
 1983년 2월 :서울대학교 제어계측공학과 졸업
 1985년 8월:(미)퍼듀대학교 전기컴퓨터공학과 석사
 1990년 8월:(미)퍼듀대학교 전기컴퓨터공학과 박사
 1990년 9월~2000년 12월:인하대학교 자동차공학과 전임강사, 조교수, 부교수 역임
 1998년 7월~1999년 6월:(캐)사이먼프레이저대학교 시스템공학부 방문교수
 2000년 9월~2002년 3월:(주)시큐아이티 연구소장
 2001년 1월~현재 :인하대학교 정보통신공학부 부교수
 2001년 2월~현재:한국생체인식협회 성능평가 분과 위원장
 관심분야 : 생체인식, 패턴인식, 로봇비전, 원격탐사

<著 者 紹 介>



이 남 일 (Nam-Il Lee)

정회원
 1981년 2월 :경북대학교 전자공학과 졸업
 1989년 2월 :경북대학교 전자공학과 석사

1993년 2월 :경북대학교 전자공학과 박사
 1996년 1월~1997년 3월:(미)워싱턴주립대학교