

碩士學位論文

지문 용선의 방향성 특징추출을
위한 영상 처리



濟州大學校 大學院

情報工學科

金 銀 英

2002年 12月

지문 용선의 방향성 특징추출을 위한 영상 처리

指導教授 金 壯 亨

金 銀 英

이 論文을 工學 碩士學位 論文으로 提出함



제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

2002年 12月

金銀英의 工學碩士學位 論文을 인준함

審査委員長 安 基 中 ①

委 員 邊 翔 庸 ①

委 員 金 壯 亨 ①

濟州大學校 大學院

2002年 12月

A Image Processing for Drawing Direction-related characteristics
of Ridges

Eun-Young Kim

Supervised by professor Jang-Hyung Kim

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF
THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF MASTER OF
ENGINEERING



DEPARTMENT OF INFORMATION ENGINEERING
GRADUATE SCHOOL
CHEJU NATIONAL UNIVERSITY

2002. 12.

목 차

SUMMARY	I
I. 서론	1
II. 지문인식	4
2.1 지문	4
2.2 지문인식시스템의 종류	11
2.3 지문인식 처리방법	14
III. 지문 용선의 흐름 추출	20
3.1 전처리	20
3.2 LUT(Look-Up Table) 처리	27
IV. 실험결과 및 고찰	29
4.1 실험환경	29
4.2 블록도	30
4.3 실험결과 및 고찰	31
V. 결론	35
[참고문헌]	37

ABSTRACT

In today's world, information security deserves more concerns and focuses than anything else. This study set out to suggest how to draw the characteristics of a fingerprint using the valley tracking approach. The input patterns of a fingerprint that has uniqueness and unchangeability is reinforced in its image and verified in its accuracy of recognition through the Scanner technology. And the direction in which those valleys with relatively fewer noise go is tracked in the part where there are a group of ridges with slow curvature changes and valleys. In order to draw the characteristics, thick lines are thinned. The ridge patterns of a fingerprint picture are also thinned to reduce the amount to be researched and to do an easy analysis. Through the thinning, a non-repetitive picture element removal method can be adapted and applied to the resistance surface against velocity and noise.

The study will expand its scope to serve as a basic study, which will in turn expand the scope of security maintenance system use and bring a ripple effects of technical applications.

I. 서 론

오늘날 전자 상거래나 신용 거래가 증가하고 컴퓨터 네트워크가 점점 발전함에 따라 개인의 인증에 대한 요구가 증가하고 보안을 유지해야 하는 정보들도 네트워크 환경에서 주고받을 필요성이 증가하고 있다. 이의 해결 방법으로 많은 정보 보호 기술이 개발되고 있으며, 그 중 하나의 방법으로 신체의 특성을 이용하는 생체 측정학 역시 매우 중요한 기술 분야로 발전되고 있다. 인간의 신체에는 여러 개의 특징이 있으나 그중 얼굴(face), 홍채(iris), 망막(retina), 지문(fingerprint), 장문(handprint), 혈관(vein), 음성(voice), DNA 등이 쓰이고 있다. 이런 신체적인 특징을 가지고 개개인의 고유한 비밀번호를 나타낼 수 있으며, 이는 지금까지 우리들이 자신임을 나타내기 위해 사용되었던 모든 도구들을 사라지게 할 수 있을 것이다.[2]

이 중에서 지문인식은 가장 오래된 생체 측정학 방법으로 지구상에 동일한 지문을 가진 사람이 없다는 사실의 유일성을 근거로 개인 식별 수단의 한 방법으로 사용되어진 인식 방법이다.[2][3][4]

이 지문은 땀샘이 융기되어 일정한 흐름을 형성한 것으로, 피부 계층 중 표피 밑층인 진피 계층에서 만들어져 진피 부분이 손상되지 않으면 평생 동안 변하지 않는 불변성의 고유한 특성 때문에 식별 성능에 대한 신뢰도와 안정도에 있어서 망막, 홍채, 혈관, 얼굴 등의 인식 수단보다 높은 것으로 평가되어 효율적인 개인 인증방법으로 이용되고 있으며, 또한 지문인식 시스템을 구축하기 위한 비용이 다른 생체인식시스템의 구축에 드는 비용에 비하여 월등히 저렴하고 그 크기가 작으며 인식속도가 빠르다는 장점으로 인하여 현재 여러 분야에 응용되고 있다.[2][3][4]

지문의 역사는 고대사회부터 시작되었지만 현대의 지문 비교 기술의 시

작은 1684년으로 거슬러 올라간다. 영국 Royal Society의 Nuhemiah Gruw는 사람마다의 지문이 다르며, 환상선(Loop), 와상문(Whorls), 궁상문(Arch)으로 구별되어진다는 것을 처음으로 발견하였다.

오늘날 이러한 특징들은 융선(Ridge)의 단점(Ending Point)과 분기점(Bifurcation)으로 대표되는 특징점(Minutiae)과 중심점(Core)과 삼각주로 더 세분화해서 구별되어졌다. 신원확인을 위하여 지문식별을 처음으로 사용하기 시작한 것은 1901년에 철도 노동자의 보수관리의 편리를 위해 지문을 도입한 에드워드 헨리였으며, 1880년에 이르러 지문인식 기술은 주로 범죄 수사분야에 이용되었고 특수한 잉크와 열 개의 구획으로 구분된 카드를 이용하여 열 손가락의 지문을 수집하는 방식을 채용하였다. 1960년대 후반에 사람의 지문을 전자적으로 기록할 수 있는 Live-Scan System이 개발됨으로서 이 분야의 기술에 획기적인 전환기를 맞이하였으며 많은 수의 지문을 데이터베이스화 하는 것과 이를 자동 식별하여 검출하는 기술이 꾸준히 개발되었고 1990년대 초반부터 컴퓨터 통신의 발전과 함께 지문인식기술 응용분야에 대한 관심이 높아지면서 개발 영역도 다양화되었다.[5]

지문인식시스템은 전자적으로 미리 입력된 사용자 지문의 데이터베이스와 비교하여 본인 여부를 판별하는 것으로 신뢰성과 편의성 수용성 면에서 그 기능이 뛰어나 차세대 보안장치로 평가되고 있다.

본 논문에서는 기존의 지문 입력기와 차별화를 두어 스캐너를 입력 장치로 지문 영상을 획득하고 획득한 지문 영상에 대하여 블록 이진화(block binary), 융선의 방향성 추출 및 배경 영역 분리, 이진 영상의 평활화(equalization), 세선화(thinning) 등의 전처리 과정을 수행하여 지문인식 시스템에서 유용하게 쓰일 수 있는 지문 융선의 방향성 특징을 추출해내고자 한다.

본 논문은 5장으로 구성되어 있다. 1장 서론에서는 지문인식 시스템에 대한 전반적인 개념에 대하여 서술하였고, 2장에서는 지문인식의 이론적 고찰 부분에 대하여 서술하였으며, 3장은 지문 용선의 흐름을 추출하기 위한 과정으로 블록 이진화, 용선의 방향성 추출, 평활화 처리를 포함하는 전처리와 세선화를 위한 룩업테이블(LUT:Look-Up Table) 처리에 대하여 다루었다. 4장은 실험결과 및 고찰 부분으로 본 논문의 실험환경 및 지문 용선의 방향성 특징을 추출해내기 위한 실험과정의 블록도와 실험결과로 구성되어 있다. 마지막으로 5장 결론 부분에서는 본 논문을 통하여 얻을 수 있는 기대 효과 및 향후 연구과제에 대하여 살펴보았다.



II. 지문 인식

2.1 지문

2.1.1 지문의 특징정보

일반적으로 지문인식에서 다루는 특징량(feature volumn)은 특징점과 특이점으로 구분할 수 있는데, 특징점은 단점과 분기점의 조합을 말하고 특이점은 중심점과 삼각주를 말한다. 중심점이나 삼각주는 사람에 따라 존재 여부가 다르기 때문에 일반적으로 모든 사람에게 존재하는 단점과 분기점을 특징 추출에 많이 이용하고 있다. 지문의 일반적인 특징은 그림. 1과 같다.



그림 1. 지문의 일반적인 특징

※ 지문의 형태적 특징

- 융선(Ridge) : 지문에서 선 모양으로 나타나는 것으로 산맥과 같이 솟아 오른 부분
- 골(Valley) : 융선과 융선 사이에 계곡과 같이 파인 부분.
- 단점(Ending Point) : 융선이 부드럽게 흐르다가 끊어지는 점.
- 분기점(Bifurcation) : 융선이 부드럽게 흐르다가 갈라지는 점.
- 중심점(Upper core) : 융선의 굴곡이 위쪽으로 가장 큰 곳.
- 아래중심점(Lower core) : 융선의 굴곡이 아래쪽으로 가장 큰 곳.
- 삼각주(Left/Right Delta) : 지문의 융선 흐름이 세 방향에서 모이는 곳

지문인식은 일반적인 패턴 인식과 달리 지문 고유의 잡음이 항상 섞여 나오는 특징이 있다. 그 대표적인 예로는 입력 장치의 감도에 따라 원래 융선이 끊어지지 않은 곳의 융선 흐름이 끊기는 것이며, 땀구멍으로 인해 발생하는 작은 hole 및 아주 작은 길이의 융선이 나타나는 현상 등으로, 이는 지문 인식을 어렵게 하는 요인이 되고 있다.[3]



(a) 지문 융선이 끊어지는 현상

(b) 땀샘으로 생기는 Hole

(c) 작은 길이의 융선이 발생하는 현상

그림 2. 지문 고유의 잡음

2.1.2 지문의 형태적인 분류

여러 가지 특징적인 형태의 분류 중에 크게 영국의 외과의사 Dr. Henry Fluds에 의한 분류와 영국의 인류학자 Sir Francis Galton에 의한 분류로 나누어진다.[2] Galton은 지문 용선의 일정한 흐름을 깨는 비연속점(local discontinuities)들이 지문 형상에 많이 존재한다고 밝혔으며 이를 특징점(minutiae)이라 부른다. Galton feature란 지문의 용선 위에 나타난 특징점을 뜻하는데, 8가지로 분류했으나 현재 지문인식시스템에서는 모든 Galton feature들이 사용되지는 않으며 대표적인 2가지 특징점인 단점과 분기점만으로 나머지 Galton feature를 표현할 수 있다. 이에 반해 Henry는 지문의 전체적인 구조에 대하여 연구했으며 Henry에 의한 분류는 주로 용선을 기초로 한다. 현재 대용량 데이터베이스에서 검색 목적 등을 위해 사용되는 지문의 형태로, 위중심점(upper core), 아래중심점(lower core), 삼각주(left/right delta) 등을 사용한다. 이들의 상관 관계로부터 지문을 궁상문(arch), 솟은 궁상문(tented arch), 와상문(whorl), 좌제상문(left loop), 우제상문(right loop)의 다섯 가지로 분류하거나 이중루프(double loop)를 와상문에 포함시키지 않고 분리시켜 여섯 가지로 분류한다.[6][7][8]

이러한 분류 중 궁상문, 좌제상문, 우제상문은 삼각주의 유무와 위치에 따라 분류되는데, 궁상문의 경우 삼각주가 없고 우제상문은 지문의 오른쪽에 삼각주가 있으며, 반대로 좌제상문은 중심점 왼쪽에 삼각주가 존재하는 것을 말한다. 그리고 와상문은 지문 중심점 왼쪽과 오른쪽에 삼각주가 각각 1개씩 총 2개가 존재한다.

Henry System의 삼각주 및 중심점의 상관관계에 따른 지문의 분류는 그림. 3과 같다.

좌제상문(Left Whorl)



우제상문(Right Whorl)



와상문(Loop)



이중와상문(Double Loop)



궁상문(Arch)



솟은 궁상문(Tented Arch)



그림 3. 지문의 분류

Henry System에 따른 각 class의 중심점과 삼각주의 개수는 테이블.1과 같이 주어진다.

테이블 1. Henry System의 분류에 의한 중심점과 삼각주의 개수

Class	# of Core	# of Delta
Right Loop	1	1
Left Loop	1	1
Whorl	2	2
Arch	0	0
Tented Arch	0(1)	1

일반적으로 하나의 지문 형상에는 약 50-150개의 특징점이 존재한다고 알려져 있으며, 이 중에서 적게는 10개만 있으면 각각의 상대적 위치, 특징점 종류, 기준점과 이루는 각도 등으로 개인을 식별하는데 충분하다고 알려져 있다.[3]

현재의 지문인식 시스템에서는 지문의 데이터베이스량이 많을 때 검색 시간과 계산의 복잡성을 줄여 효율성을 기하기 위하여 Henry system을 통해 지문을 분류하며 Galton features들을 이용하여 정확한 매칭을 수행할 수 있다.

지문의 유형을 분류하는 기법은 크게 구문론적(syntactic)인 방법, 구조적(structure-based)인 방법, 특이점(singularities)에 기반한 방법, 그리고 주파수 영역(frequency-based)에서의 접근 방법 등으로 나눌 수 있다.[9] 구문론적인 방법은 형식적인 문법(formal grammar)을 이용하여 지문을 분류하는 방법으로 입력 지문 영상이 부류 특유 문법에 의해 생성된 문자열로 묘사되었을 경우 어느 부류에 속하는지 결정하게 된다. 구조적인 방

법은 일반적으로 추정된 방향 패턴을 이용하여 지문을 분류하는 방법으로 신경망을 이용한 방법과 은닉 Markov 모델(hidden Markov model)을 이용한 방법 등이 있다. 특이점에 기반한 방법은 지문 영상에서 core point 와 delta point를 찾아내고 이 특이점들의 개수와 위치를 이용하여 지문을 분류하는 방법이며, 주파수 기반 방법은 지문 분류를 위해 영상의 주파수 스펙트럼을 이용하는 방법이다.

2.1.3 지문인식 응용분야

지문인식 기술은 정확도, 수행 속도, 구현 비용 등 모든 평가 항목에서 가장 현실성 있는 수단으로 주목받고 있다. 현재 시스템의 접근제어 자동화된 금융 기기의 응용(ATA), 범죄 수사, 자동차의 열쇠를 대체하거나 타인에 의한 이동전화 사용 방지, 전자상거래(e-Business)에 이르기까지 다양한 응용 분야로 확산되고 있다.



① 금융

신용카드의 사용량이 늘어남에 따라 분실 및 도난 또는 위조에 의한 범죄가 급증하게 되었으며 이에 카드에 지문을 기록함으로써 사용자를 확인할 수 있는 기술이 도입되게 되었다. 최근에는 카드에 지문을 기록하고 외부 기기를 통하여 사용자가 지문을 입력함으로써 입력된 지문과 카드에 기록된 지문을 비교하는 방법에서, IC카드 또는 ID카드에 직접 지문 입력 장치를 설치하고 카드 자체에 프로세서를 설치하여 입력된 지문을 내부에서 처리할 수 있게 하는 기술로 발전해가고 있다. 특히, 지문의 형태를 코드(CODE)화된 신호로 압축(Encoding)하여 기록하는 방식과 암호화(Scrambling) 형태로 기록하는 방식이 있다.

② 범죱수사

지문 인식기술은 주로 범죱수사를 위하여 발전되었다. 주로 범죱현장에서 채취되는 지문을 데이터베이스에 저장된 지문 데이터와 비교하는 것에서 시작하여 휴대용 지문검출기를 도입하여 무선 데이터통신을 이용하여 수배자를 확인할 수 있는 방법으로 발전하였으며 개인 화기의 사용 제한 방법으로도 사용하고 있다.

③ 입구허가, 도어

입구허가 및 도어에 적용되는 기술은 출입자관리를 위해 개발되어지는 형태로 보안을 요하는 장소의 출입이나 집안에 다른 사람의 침입을 제한하기 위한 기술로서 감시원이 장시간동안 출입하는 사람을 확인해야하는 번거로움을 해소할 수 있다. 중요한 기술로는 열쇠에 지문 정보를 기록하여 기계적인 방법과 소프트웨어적인 방법을 병합하여 도어를 개폐하는 기술과 원격지에서 오퍼레이터가 복수의 문을 제어할 수 있도록 하는 기술 등이 있다.

④ 컴퓨터 및 기기제어

1990년대 초에 컴퓨터 통신이 일반화됨에 따라 그에 발맞추어 본 기술 분야의 특허출원이 급증하게 되는 주요한 요인이 되었고, 컴퓨터 통신이 발달함에 따라 데이터에 대한 보안과 개인정보의 누출을 방지하기 위하여 새로이 지문인식 기술이 도입되어 각광을 받고 있다.

⑤ E-Business

초기에는 컴퓨터 장치에 지문입력장치를 설치하여 인증된 유저만이 사용할 수 있는 보안기술로 나왔으나 네트워크를 통한 데이터통신이 급증함

에 따라 네트워크 상에서 지문을 사용하여 사용자를 확인할 수 있는 방법으로 확대 발전해 나가고 있다.

특히, 전자상거래의 도입으로 BUYER와 SELLER사이에 서로의 피해를 방지하고 안전한 거래를 수행할 수 있도록 하기 위하여 서로의 지문확인 과정을 통하여 거래를 성사시킬 수 있는 기술이 도입됨에 따라 앞으로 많은 발전이 기대된다고 하겠다.

2.2 지문 인식 시스템의 종류

지문 인식 시스템의 종류는 크게 Galton features를 이용하는 시스템과 지문의 다른 특징들을 이용하는 시스템으로 나눌 수 있다.[2] 전자를 Minutiae-Based FIS(Fingerprint Identification System)이라고 부르며, 현재 가장 널리 사용되고 있는 방식이다.

2.2.1. 특징점 기반 지문인식시스템

지문의 가장 두드러진 특징은 특징점(minutiae)이며, 지문의 형상을 입력받아 영상 처리를 하고 처리된 이미지를 통해 특징점을 추출하게 된다. 특징점의 속성 및 상대적 위치와 각도의 계산으로 개인 식별을 할 수 있게 된다. 하지만 이런 과정에서 추출된 특징점들은 실제의 특징점 외에 손의 상처 등에 의하여 지문이 근본적으로 보유하고 있는 가짜 특징점, 손의 땀과 같이 지문의 상태에 따른 가짜 특징점, 이미지 처리 과정에서 발생하는 가짜 특징점들을 모두 포함하게 된다. 그러므로 이 방식이 개념적으로 가장 잘 알려져 있으며, 효율성도 비교적 좋은 반면에 특징점 추출의 신뢰성이 떨어진다는 단점을 가지고 있다.

특징점 기반 인식 알고리즘은 이미지 처리를 통해 특징점을 추출하는

이미지 처리에 기반한 특징점 추출(Minutiae extraction from transformed binary image)[10][11]과 입력 이미지만으로 특징점을 추출하는 입력 이미지에 기반한 직접 특징점 추출(Direct minutiae extraction from gray-scale image)[12][13]로 세분화 할 수 있다.

① 이미지 처리에 기반한 특징점 추출

이미지 처리에 기반한 특징점 추출 방식은 입력으로 받아들인 그레이스케일 이미지를 이진 영상으로 변환하게 된다. 이진화 처리를 통하여 용선과 골로 구분하고 이 이진화 처리된 이미지는 다시 세선화 처리를 거쳐 용선의 두께를 1픽셀로 줄이는 작업을 하게 된다. 이러한 과정을 마친 후 특징점을 추출하게 되는데, 이 방식은 개념적으로 직관적이며, 이미지의 품질이 좋을 때 아주 효율적이고 안정적인 방식이다. 하지만 이미지의 품질이 좋지 않은 경우는 이미지 처리 과정에서 많은 가짜 특징점들이 생겨나서 전체적인 신뢰도를 떨어뜨릴 수 있다.

지문을 인식하는 방법은 용선의 전체 모양에 의한 방법과 특징점에 의한 방법으로 분류될 수 있다.[8][14] 용선의 전체 모양에 의한 방법은 일정영역을 대표하는 방향으로 주된 흐름선을 추출하고 이 흐름선의 전체 형태에 의하여 구별한다. 이 방법은 특징점들이 어느 정도 손상된 경우에도 지문인식이 가능하지만 지문의 개별성과 유일성을 증명하는 여러 가지 특징점을 고려할 수 없다는 것이 단점으로 지적된다. 특징점에 의한 방법은 특징점(분기점, 단점)을 추출하고 특징점의 종류와 위치 용선 방향 등에 따라 지문을 인식하는 방법이다. 이 방법은 효율적이고 잡음에 강하지만 특징점의 유실이 심한 경우에는 지문의 식별이 어려운 단점이 있다.

② 입력 이미지에 기반한 직접 특징점 추출

Mario와 Maltoni에 의해 처음 제안된 이 방식은 기존의 이진화나 세션화와 같은 이미지 처리 과정이 비효율적이고 가짜 특징점들이 많이 발생한다는 단점을 보완하기 위해 제안되었다. 그레이 스케일에서 이진화를 거치는 이미지는 많은 특징 정보들을 잃어버릴 수 있으며, 세션화를 거치는 이미지는 많은 가짜 특징 정보들을 발생시킨다. 이 방식의 기본적인 개념은 그레이 스케일 이미지에서 지문의 방향성분을 기반으로 용선의 흐름을 추적한다. 지문의 모든 용선에 대하여 시작점을 계산하고, 각 시작점에서부터 용선 흐름 추적을 하는데, 이 과정에서 용선이 끊어지거나 다른 용선과 교차하게 될 때, 특징점을 추출하는 방식이다. 이 방식은 이미지 처리 과정을 생략하므로 효율성 면에서 우수하며, 신뢰도도 높은 편이나 다른 방식에 비하여 개념이 어려운 편이며 구현이 용이하지 않다는 단점을 가지고 있다. 또한 비교적 최근에 발표된 방식이라 아직 많은 연구가 진행되지 않은 상태이다.



2.2.2 땀샘의 분포를 이용한 지문인식시스템

지문 용선의 특징점을 이용하는 방식과 달리 지문상에 존재하는 땀샘의 분포를 이용하여 지문인식을 하는 경우도 드물게 있다. 땀샘의 분포를 특징점과 같이 사용하는 시스템도 있지만 널리 사용되는 방식은 아니다. 이 방식의 가장 큰 단점은 땀샘의 분포를 읽을 수 있는 정교한 입력 장치가 있어야 한다는 것이다. 일반적으로 잉크를 이용한 지문 채취에서는 전혀 나타나지 않으며, 고해상도의 온라인 스캐너를 통해서만 채취할 수 있다.

2.3 지문인식 처리 방법

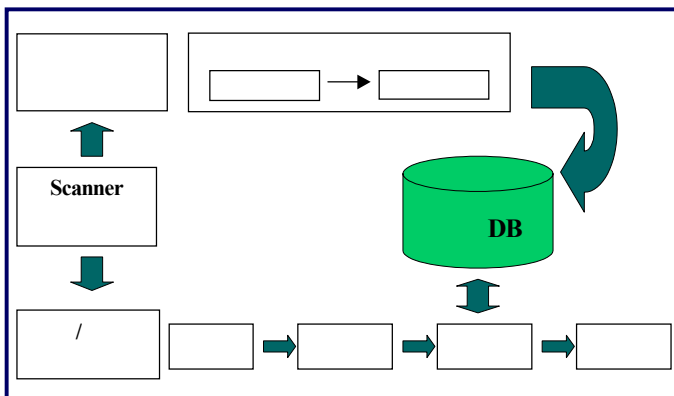
2.3.1 지문인식시스템의 기본형태

지문인식시스템은 사용자의 손가락을 전자적으로 읽어 미리 입력된 데이터와 비교해 본인여부를 판별하여 사용자의 신분을 확인하는 시스템을 말한다.

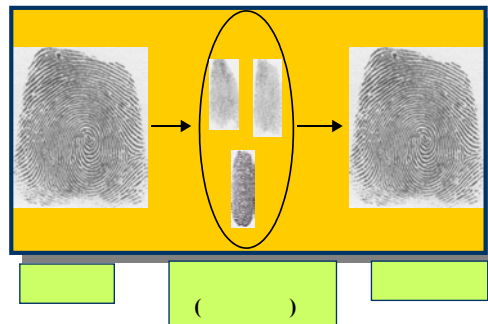
통상적으로 지문 인증 과정은 특징점을 추출하여 데이터베이스에 등록하는 단계와 특징점 정합단계로 이루어지는데, 특징점 추출에 있어서 용선을 이용하는 인식방법[5]에서는 용선의 방향에 따른 흐름 정도를 수치화하여 사용하고, 특징점을 이용하는 인식방법[6]에서는 끝점과 분기점을 특징으로 사용한다.

지문인식시스템의 기본적인 구조는 크게 입력부와 인증부로 이루어져 있는데, 입력부는 지문을 읽어올 수 있도록 촬영하는 센싱 기능을 담당하고, 인증부는 미리 입력·저장된 지문 데이터베이스와 현재 사용자의 지문을 대조하여 본인여부를 인증한다.

입력부를 통하여 지문 영상을 얻어 지문 영상의 특징을 추출하게 되고 인증부에서는 추출된 특징을 데이터베이스에 저장된 표준패턴과 비교하여 매칭을 수행함으로써 본인 여부를 판단하게 하는 카테고리에 따라 지문인식시스템이 동작되어진다.



(a) 지문인식시스템의 기본 형태



(b) 매칭 과정

그림. 4 지문인식의 기본 형태

지문인식시스템의 인증절차는 그림. 4의 (a)에서 보듯이 등록하는 과정과 매칭하는 과정의 두 가지 절차를 따른다.[9][15][31] 등록하는 과정에서는 사용자들의 지문을 획득하기 위하여, 지문 입력기에 손가락을 갖다대면 시스템은 지문을 영상 아날로그 신호로 변환하고 이것을 다시 디지털 신호로 변환시켜 고유한 특징값을 획득한 후 데이터베이스에 저장하게 된다. 이 때 여러 모양의 지문의 형태를 공통된 특징을 기준으로 나누어 저장하게 된다. 매칭 과정에서는 입력된 지문과 데이터베이스내의 지문을 대조하여 특정 개인을 인증하는 작업을 하는데, 매칭은 식별과 인증으로 구별할 수 있다. 식별(identification)은 입력정보를 이용하여 대량의 데이터베이스 중에서 등록된 동일 지문을 찾는 것이고, 인증(authentication)은 지문과 함께 개인의 비밀 번호나 카드를 입력하여 등록된 본인의 지문과 동일 여부를 판별하는 것이다. 이와 같이 지문의 개인 인증 시스템은 응용분야에 따라 입력된 지문을 데이터베이스에 등록되어 있는 다수의 지문 중에서 유사한 패턴을 구별해내는 1대 다수의 식별과 입력된 지문과 등록된 지문이 동일한지를 1대1로 판별해내는 인증으로 나누어지는데, 전자는 실종자의 검색, 범인수사 등에

이용되고, 후자는 출입을 제한하는 보안시스템이나 개인 금고, 자동차문의 개폐, 전자결제시스템, 패스워드와 병행하여 컴퓨터의 접근 허용 등에 응용될 수 있다.

2.3.2 지문 입력 방식

지문 영상을 획득하기 위한 입력 방법에는 광학을 이용한 센싱 방법과 비광학을 이용한 센싱 방법이 있으며, 현재는 광학을 이용한 센싱 장치보다는 CMOS를 이용한 방법, 즉 반도체 기판위에 설치된 커패시터의 전하량의 변화에 따른 지문 센싱 방법에 대한 기술연구가 활발히 진행되고 있다.[16]

1) 광학 방식

광학 센싱 방법은 크게 프리즘(Prism)을 이용한 센싱 방법과 홀로그램(Hologram)을 이용한 센싱 방법으로 구분된다. 그림. 5는 광학 방식의 센싱 장치를 나타내 주고 있다.

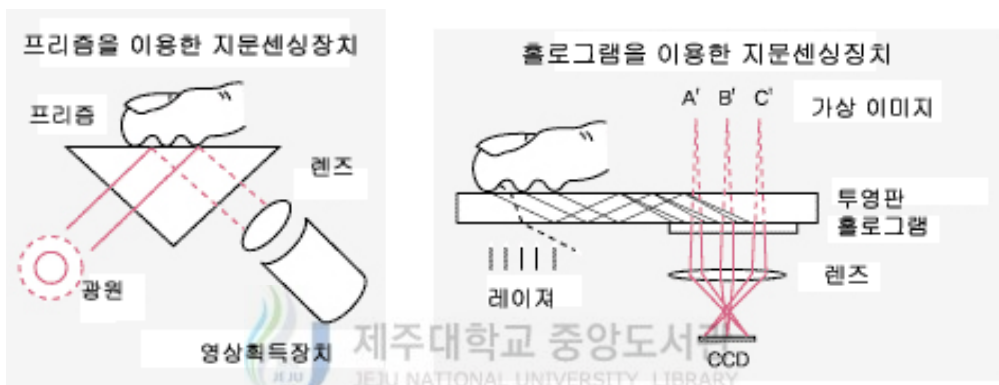
(1) 프리즘을 이용한 지문 센싱 장치

광원으로부터 프리즘에 입사된 빛의 전반사를 이용하여 지문을 획득하는 방법으로 확산판(diffuser)를 통과한 조명을 프리즘에 입사시키고 프리즘의 반사면에서 전반사되어 렌즈로 반사되도록 설계한다. 프리즘을 이용하여 획득된 지문 이미지는 양질의 영상을 획득할 수 있다는 장점을 가지며, 기존의 광학 부품으로 제작이 용이하여 대부분의 기존 지문인식 장치가 채용하고 있는 안정적인 지문획득 기법이지만, 이 방법은 근본적으로 지문의 융선에 존재하는 습기나 기름에 의한 영상 변화로 지문 이미지를 획득하는 원리이므로 특히 채질의 지문을 소유한 사람은 사용에 제한을

받게 된다. 예를 들어 손이 건성인 건성지문이나 손에 땀이 보통 사람보다 심한 사람은 정상적인 지문 이미지 획득이 어렵게 된다.

(2) 홀로그래를 이용한 지문 센싱 장치

평판위에 놓인 손가락의 지문에서 반사되어져 나온 이미지를 홀로그래프막에 투영하여 이미지를 획득하는 방법이다.



※ 참고 : <<http://203.249.85.180/~woory/technology/index.html>>

그림. 5 광학 센싱 방법

2) 비광학 방식

비광학 센싱 방법에는 크게 센서 어레이(Sensor Array)를 이용한 방법과 초음파(Ultrasonic wave)를 이용한 방법, 전기장(Electric-field)를 이용한 방법 등, 3종류로 나뉘어질 수 있다. 그림. 6은 비광학 방식의 센싱장치를 나타내 주고 있다.

(1) 센서 어레이(Sensor Array)를 이용한 지문 센싱 방법

접촉 표면에 놓여지는 손가락의 압력과 열상에 따른 센서 어레이의 전하량의 변화를 검출하여 지문을 센싱하는 방법이다. 지문과 센서사이의 전계를 측정하여 이미지 정보를 구성하기 때문에 건성의 지문에도 양질의 이미지를 획득할 수 있으나, 실리콘 칩으로 구성된 센서가 직접 지문과 접촉하기 때문에 물리적인 변형에 취약하고 정전기에 쉽게 손상되는 단점을 가지고 있다. 따라서 사전 지식이 없는 사람이 직관적인 생각으로 지문 등록을 할 경우 국부적인 압력이나 이물질로 인하여 쉽게 손상이 발생할 수 있다.

(2) 초음파(Ultrasonic wave)를 이용한 센싱 방법

접촉 표면에 놓인 손가락에 초음파를 투사하여 반사되는 지문 이미지를 바로 전기적 신호로 변환하여 지문을 센싱하는 방법이다. 인공으로 조작된 지문을 구별할 수 있고 습기, 기름때 등의 오염에 강하며 피부가 손상된 지문의 경우에도 상대적으로 양질의 지문 이미지를 얻을 수 있다고 하나, 획득시간에 대한 상세한 언급이 없는 것으로 보아 현재 진행중인 것으로 보인다.

(3) 전기장(Electric-field)을 이용한 센싱 방법

센서 어레이의 센서를 전기장 센서를 사용하여 지문 이미지를 획득하는 방법

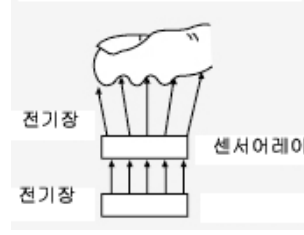
초음파를 이용한 지문센싱방법



센서 어레이를 이용한 지문센싱방법



전기장을 이용한 지문센싱방법



<※ 참고 : <http://203.249.85.180/~woory/technology/index.html>>

그림. 6 비광학 센싱 방법

입력부의 경우 가장 보편화된 방식이 CCD카메라를 이용하는 광학 스캐너 방식이며, 비광학 계열의 지문인식시스템은 광학식 시스템에 비해 소형화가 가능하다는 것이 가장 큰 장점으로 꼽히고 있지만, 사용상의 문제점과 신뢰성 측면의 보완이 필요하여 실용화되기 위해서는 많은 연구가 필요하다. 지문인식시스템이 완벽한 개인 식별 수단은 아니며, 지문인식시스템은 일반적으로 지문 돌기의 분기점, 끝점, 끊어진 점 등으로 구성되는 특징점의 위치와 속성을 추출, 저장, 비교하는 알고리즘을 채용하고 있는데 불과 4~5개의 특징점만으로 개인을 식별하는 영성한 시스템들도 산재하기 때문이다. 또한 땀이나 물기가 스캐너에 배어 있는 경우 에러 발생률이 크게 높아진다는 점, 여러 사람이 연속적으로 접촉한 곳에 자신의 손가락을 댄다는 불편함, 지문이 닳아 없어진 사람도 간혹 있다는 점 등이 지문인식시스템의 한계로 지적되고 있다. 하지만, 현재 실용화되고 있는 생체인식 방식 중에서 가장 탁월한 성능을 가지고 있어, 생체인식 분야에서 대표적인 방식으로 자리 잡을 것으로 보인다.

III. 지문 용선의 흐름 추출

3.1 전처리

지문 용선의 흐름을 추출해내기 위하여, 스캐너 입력 장치로부터 획득한 지문 영상의 인식 정보를 줄이며 인식 속도를 빠르게 하고 인식률을 높이기 위한 과정으로 이진화(binary), 평활화(smoothing), 세선화(thinning) 등의 전처리를 수행함으로써 인식 대상인 선(Line) 지문 영상을 얻는다.

1) 블록 이진화

256 -Level의 명도값을 가지고 있는 그레이 스케일의 입력 영상을 원하는 크기의 블록으로 설정하고 각 블록마다의 특정한 임계값을 설정하여 설정한 임계값을 기준으로 물체(object)인 1과 배경(background)인 0의 이진 영상으로 구분해준다.[1]

$$b(x, y) = 1 \quad \text{if} \quad g(x, y) > \text{threshold}$$

$$0 \quad \text{otherwise} \quad (0 \leq x \leq N-1, 0 \leq y \leq M-1)$$

$N \times M$ 의 배열에서 임의의 좌표 (x, y) 에 대해

$g(x, y)$: 화소의 밝기

$b(x, y)$: 이진화 작업 후의 화소값

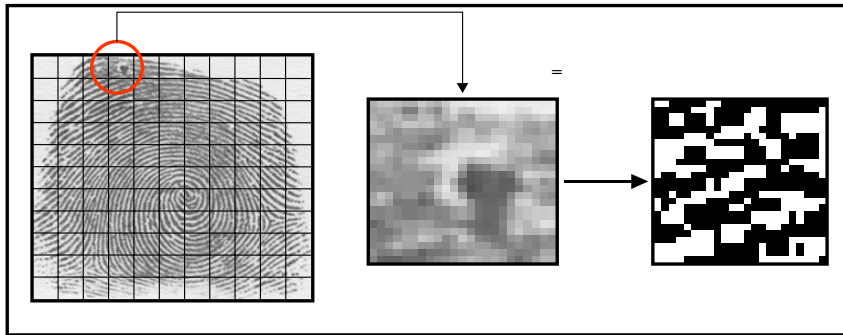


그림. 7 블록 이진화 기법

그림. 7에서 보여주는 바와 같이 개선할 지문 영상을 일정한 블록 크기로 나눈 후 나누어진 블록들 중 하나의 블록에 대한 평균 명도값을 계산하여 그 평균값을 블록의 임계값으로 설정하고 임계값을 기준으로 0과 1로 구분하는 이진화의 과정을 모든 블록에 대하여 반복한다.

블록 이진화는 그림. 8에서 보는 바와 같이 일반 이진화를 수행했을 시 나타나는 지문 영상의 손상이나 지문 융선들의 뭉침 현상을 제거할 수 있다.

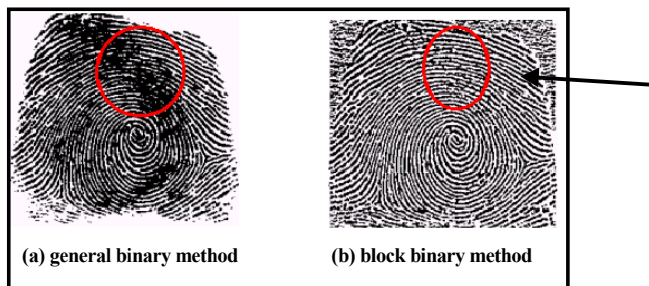


그림. 8 일반 이진화 기법과 블록 이진화 기법의 영상 비교

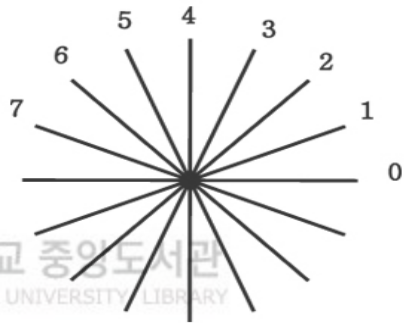
2) 방향성 추출 및 배경영역 분리

입력된 지문 영상에 대하여 16×16 화소 크기의 부 영역으로 분할한 후, 그림 9의 (a)와 같은 5×5 화소 크기의 융선 방향 결정용 마스크를 사용하여 (b)에서 보여주는 8가지의 방향을 찾을 수 있다. 필요에 따라 8방향

이상의 방향이 필요한 경우 5×5 화소크기의 지문 융선의 방향 결정용 마스크를 n×n으로 확장할 수 있으며 n×n으로 확장했을 때에는 2n-2개의 방향을 찾을 수 있게 된다.

k행 l열에 위치한 부영역의 방향은 부영역내의 모든 화소(P)에 마스크를 사용하였을 때, 식 (1)로 결정되어 8가지의 D_i 값 중 D_i 가 최소값을 가지게 되는 i를 부영역의 대표 방향으로 결정하게 되며, 이 때 속도의 향상이 필요한 경우는 모든 화소(P)에 마스크를 사용하지 않고, 한 화소나 그 이상의 화소를 건너뛰며 연산할 수 있다.

W_6	W_5	W_4	W_3	W_2
W_7				W_1
W'_0		P		W_0
W'_1				W'_7
W'_2	W'_3	W'_4	W'_5	W'_6



(a) 5×5 화소 크기

(b) 융선의 방향

그림. 9 융선의 8방향

$$D_i(k, l) = \sum_{x=0}^{a-1} \sum_{y=0}^{b-1} |w_i(x, y) - w'_i(x, y)| \quad (1)$$

(단, $i=0, 1, \dots, 7$)

w_i, w'_i : 해당하는 화소에서의 계조도

x, y : 부영역안에서 P의 좌표

식(1)에서 계산 범위는 국부적인 상처나 주름 또는 잡음으로 인해서 융선의 방향이 잘못 구해지는 것을 막기 위하여 부 영역(16*16)에서 상하좌우로 8화소씩 늘린 32*32 영역을 계산범위로 하여 D_i 를 계산하게 된다.

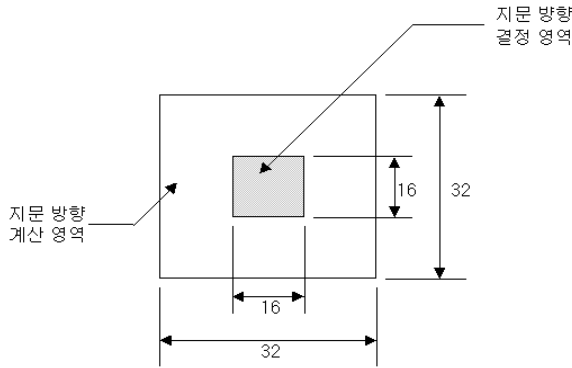


그림. 10 용선의 방향 결정 블록

지문의 용선방향이 u , 이에 수직한 방향이 v 일 때, A 는 지문 용선의 방향에 따른 화소값 변화량의 합이 되며, B 는 지문 용선과 수직인 방향에 따른 화소값 변화량의 합이 된다.

$$A = D_u(k, l) = \sum_{x=0}^{a-1} \sum_{y=0}^{b-1} |w_u(x, y) - w_u'(x, y)| \quad (2)$$

(단, $u, v=0, 1, \dots, 7$)

w_u, w_u' : 해당하는 화소에서의 계조도

x, y : 부 영역 안에서 P 의 좌표

$$B = D_v(k, l) = \sum_{x=0}^{a-1} \sum_{y=0}^{b-1} |w_v(x, y) - w_v'(x, y)| \quad (3)$$

(단, $u, v=0, 1, \dots, 7$)

w_v, w_v' : 해당하는 화소에서의 계조도

x, y : 부 영역 안에서 P 의 좌표

(2)식의 값이 크면 지문이 끊기거나 잡음이 많음을 의미하고, (3)식의 값이 크면 용선과 골이 뚜렷이 구분됨을 의미한다. 이렇듯 지문의 용선

방향 및 이에 수직인 방향의 화소 값의 변화에 따라 지문 영상이 뚜렷이 구별되게 된다.

3) 이진 평활화

용선과 골 사이를 구분해 주거나 끊어진 용선을 서로 이어주는 보정방법으로 이진화 처리된 지문영상의 매 부영역내 용선과 골의 대소 관계 판별을 이용하여 수행된다. 먼저 2진 영상의 지문을 입력하고 모든 화소에 대하여 각 방향으로 이동하며 소정 크기의 부 영역을 선택한 후, 그림. 11의 (a)와 같이 영역의 매 화소마다 그가 속하는 영역의 대표 용선 방향에 일치하는 방향으로 일정거리 떨어진 곳에 일정크기의 마스크를 갖다 대고 이 마스크 내에 존재하는 검정색, 즉 골의 화소수를 카운트한다. 카운트한 결과 검정색의 화소수가 미리 정의된 기준값보다 크면 중심 화소를 검정색으로 색으로 설정하고 이와 반대의 경우에는 흰색으로 설정한다. 이러한 과정을 전체 지문 영상에 대해 수행된 후 다시 전체 영상에 대하여 그림. 11의 (b)와 같은 3*7 마스크내의 검정색 화소수를 세어 그 수가 미리 정의된 결과보다 크면 중심 화소를 검은 색으로 설정하고 반대의 경우에는 흰색으로 설정한다.

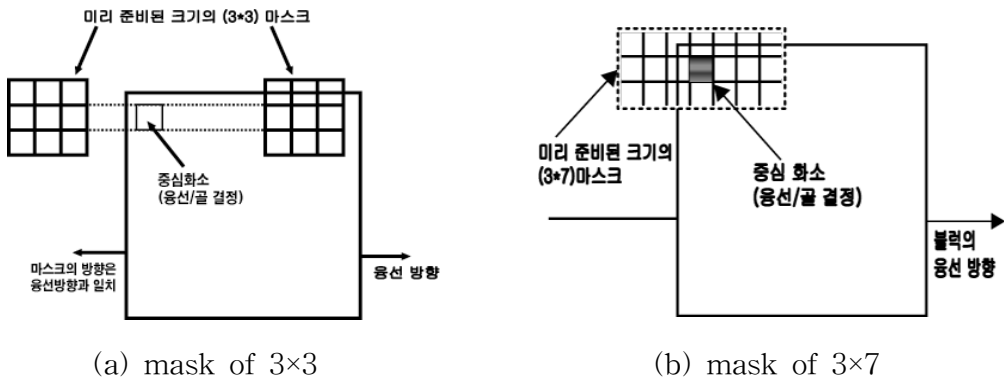


그림. 11 용선의 방향 결정

4) 세션화

세션화는 이진화된 지문의 용선 굵기를 1포인트 선으로 가늘게 처리하여 뼈대만 추출하는 방법이다. [1] 세션화의 기본적인 개념은 두꺼운 선을 최 외곽부터 한겹씩 벗겨나가서 마지막에 남는 선 성분을 추출하는 것으로, 윤곽선 추출과 비교하여 볼 때, 윤곽선 추출은 외곽의 선 성분을 추출하는 반면 세션화는 가운데 선을 추출한다고 볼 수 있다. 즉 영상의 본질적인 구조를 보존한 채 선 도형을 추출하는 조작으로 원래 도형의 연결성은 변화시키지 않고 선으로 변화시키는 것이 필요하다.

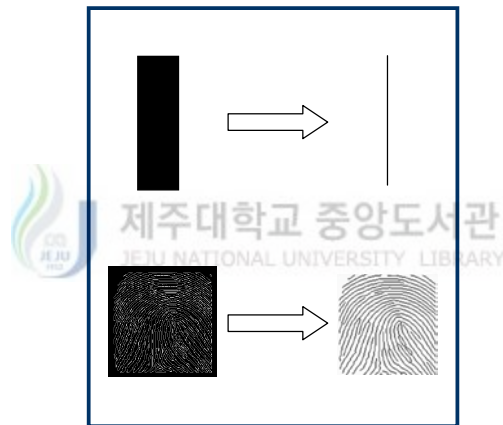


그림. 12 세션화의 기본 개념

세션화 알고리즘은 두 단계에 걸쳐 수행된다.

- 단계 1 : 2개 이상, 6개 이하 이웃 픽셀이 있어야 한다. 이 조건은 끝점이나 영역 내부의 점을 지워서 안 된다는 것을 의미한다.
- 단계 2 : 두 개 영역을 연결하는 픽셀은 지워서 안 된다. 이 픽셀을 지운다면 영역의 개수가 달라진다.

테이블. 2 이웃 화소의 배열 구조

P9	P2	P3
P8	P1	P4
P7	P6	P5

테이블. 2는 세션화 알고리즘에 사용하는 픽셀들의 배열을 마스크 형식으로 나타내고 있는데, 단계 1은 테이블 .2에서 나타낸 8-이웃의 정의 기준으로, 다음과 같은 조건을 만족하면 외곽선 점 P1을 삭제하기 위해 표시해 놓는다.[1][17][18]

① $2 \leq N(p_1) \leq 6;$

② $S(p_1) = 1;$

③ $p_2 \cdot p_4 \cdot p_6 = 0;$

④ $p_4 \cdot p_6 \cdot p_8 = 0;$



여기서, $N(p_1)$ 은 p_1 의 0이 아닌 값을 가진 이웃의 수이다. 즉,

$$N(p_1) = p_2 + p_3 + \dots + p_9 \text{ 가 된다.}$$

그리고 $S(p_1)$ 은 p_2, p_3, \dots, p_9 의 정렬된 순서에서 0~1 천이의 횟수이며, 횟수는 0과 1이 바뀌는 수를 말한다.

단계 2에서는 조건 ①과 ②는 같으나, 조건 ③과 ④는 다음과 같이 바

뀌게 된다.

$$\textcircled{3}' p_2 \cdot p_4 \cdot p_8 = 0;$$

$$\textcircled{4}' p_2 \cdot p_6 \cdot p_8 = 0;$$

세선화 알고리즘의 되풀이 과정은 다음과 같다.

첫째, 경계점들의 삭제 표시를 위해 단계1 적용.

둘째, 표시된 점들의 삭제.

셋째, 남겨진 경계점들의 삭제 표시를 위해 단계2 적용.

넷째, 표시된 점들의 삭제로 이루어진다.

이 기본 과정은 더 이상 삭제될 점이 없을 때까지 반복적으로 적용되고, 더 이상 삭제될 점이 없으면 알고리즘이 끝나게 되고, 그 결과로 영역의 골격이 만들어진다.

3.2 LUT (Look-Up Table : 룩업 테이블) 처리

세선화 과정은 중심 화소 $P(i,j)$ 의 값이 “1”의 값을 취할 때 수행하게 되는데, 룩업 테이블 처리에 의한 세선화 알고리즘은 직접적인 로직연산에 의한 용선의 골격 추출 방법이 아니고, 세선화 알고리즘에 의한 화소 점의 제거 기준 결정값이 룩업 테이블(Lookup - Table : LUT)에 저장되어 각 해당하는 조건에 따라 결정값을 취하는 테이블 맵핑(Table Mapping) 법을 사용한다. 그림. 13의 (a)는 중심화소 $P(i,j)$ 에 대한 제거

조건을 위한 8방향 이웃에 주소 비트가 할당된 상태를 보여주며, (b)는 이 해당 주소에 대한 룩업테이블 적용 방법의 개략도를 보여주고 있다. 그림. 14는 1st 부분 반복의 세션화 LUT를 작성하여 도시한 것으로 세션화 알고리즘에 기초한 마스크의 형태에 따라 생성되는 상위, 하위 주소가 수직방향과 수평방향으로 교차하는 부분의 값에 따라 세션화가 이루어진다

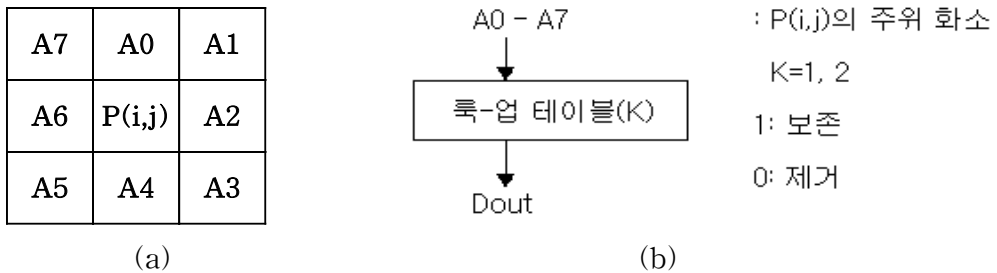


그림. 13 (a) 8-이웃 화소와 주소 비트

(b) 주소 비트의 룩업테이블

1st	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F
0	1	1	1	0	1	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0
1	1	1	1	1	0	1	0	1	0	1	1	1	0	1	0	1
2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3	0	1	1	1	0	1	0	1	0	1	1	1	0	1	0	1
4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
6	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
7	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1
8	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1	0	1	0
9	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
A	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
B	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
C	0	0	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0
D	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
E	0	0	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0
F	0	0	1	0	1	1	1	0	0	1	0	1	1	1	1	1

low address: A3A2A1A0

high address: A7A6A5A4

그림. 14 1st 부분 반복 세션화 룩업테이블

IV. 실험결과 및 고찰

4.1 실험환경

본 논문에서 제안한 스캐너(Scanner) 입력을 통한 지문 용선의 방향성 특징 추출에서 사용된 실험환경은 테이블. 3과 같다.

테이블. 3 실험 환경

시스템 사양	Pentium III 500
운영체제	Windows 98
입력장치	스캐너(해상도 : 600dpi)
전처리 언어	Visual C++ 6.0
인식 영상 수	100개
입력 영상의 해상도	256×240, Gray Scale
입력 영상 파일 포맷	JPEG → RAW

입력 장치로는 600dpi 해상도를 갖는 스캐너를 사용하였고 전처리 언어로는 Visual C++ 6.0, 그리고 실험에 사용된 인식 영상수는 100개이며 입력 영상의 크기는 256×240의 그레이스케일이다. 이때 스캐너로부터 입력받은 지문 영상은 오른쪽 엄지 손가락에 대하여 1명당 5장씩 20명의 지문영상 100개이다.

4.2 블록도

그림. 15의 블록도는 본 논문에서 구현하고자 하는 지문 융선의 방향성 특징 추출 과정을 나타내 주고 있다. 스캐너 입력 장치로부터 획득한 그레이 스케일의 지문 영상에 대하여 전처리 과정으로 우선 지문영상을 융선과 골로 구분하기 위한 블록 이진화 처리를 수행한다. 이진화된 지문영상에 대하여 16×16 화소 크기의 부 영역으로 분할한 후, 5×5 화소 크기의 융선 방향 결정용 마스크를 사용하여 융선의 방향성을 결정하고, 부 영역내에 존재하는 융선과 골의 대소 관계 판별을 이용한 평활화 과정을 거쳐서 이진화 영상에 나타나는 잡음을 제거하고 융선을 강조한다. 마지막으로, 룩업테이블(LUT : Look-Up Table)에 의한 테이블 맵핑법을 적용한 세션화 처리를 통하여 최종적으로 융선의 방향성 인식 지문인 세션화된 지문영상을 얻는다.

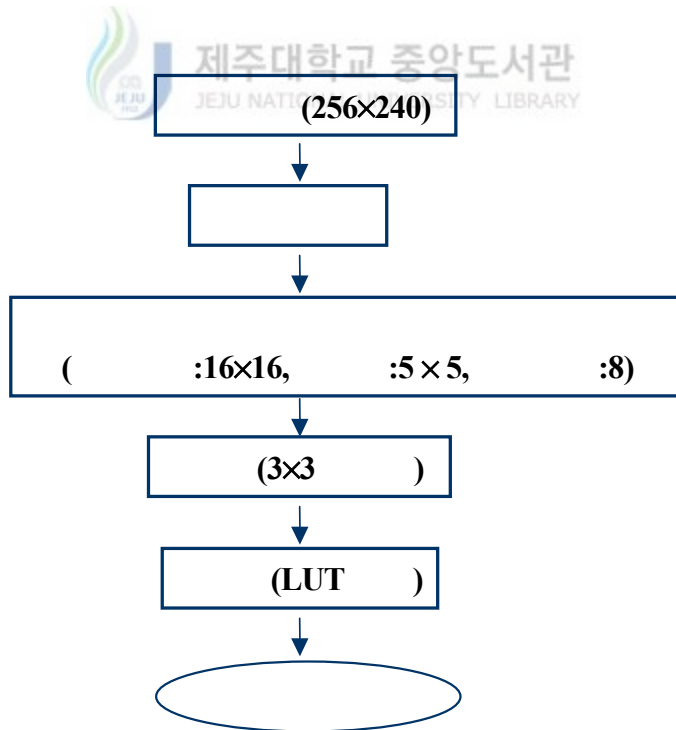


그림. 15 융선의 흐름 추출 블록도

4.3 실험결과 및 고찰

본 논문에서는 스캐너 입력 장치로부터 획득한 100개의 그레이스케일 지문영상을 가지고 지문인식 시스템에서 유용하게 쓰일 수 있는 지문 용선의 방향성 특징을 추출해내고자 하였다.

실험에 사용된 지문 영상은 스캐너를 이용하여 획득된 256 그레이 레벨을 갖는 256×240 화소 크기의 오른손 엄지손가락 영상이다. 1명당 5장씩 20명의 지문영상 100개를 입력받았는데, 영상 획득 시 이동은 있으나 누름의 강도변화와 회전은 가능한 발생되지 않도록 하였다.

지문 용선의 흐름을 추출해내기 위하여 지문영상을 가지고 수행한 전처리 과정으로는 이진화, 배경 영역 분리 및 방향성 추출, 평활화, 세선화 등이다.

이진화 과정에서는 일반 이진화의 경우, 하나의 임계값 사용으로 인하여 부분적인 특징이 강한 영상에서는 원하는 결과의 영상을 얻기 어려운 단점이 있으나, 본 실험에서는 블록 이진화를 수행하여 일반 이진화를 수행했을 시 나타나는 지문 영상의 손상이나 지문 용선들의 뭉침 현상을 제거하여 보다 선명한 용선을 획득할 수 있었다. 일반 이진화를 수행했을 경우와 블록 이진화를 수행했을 시의 비교 영상은 그림. 16과 같다.

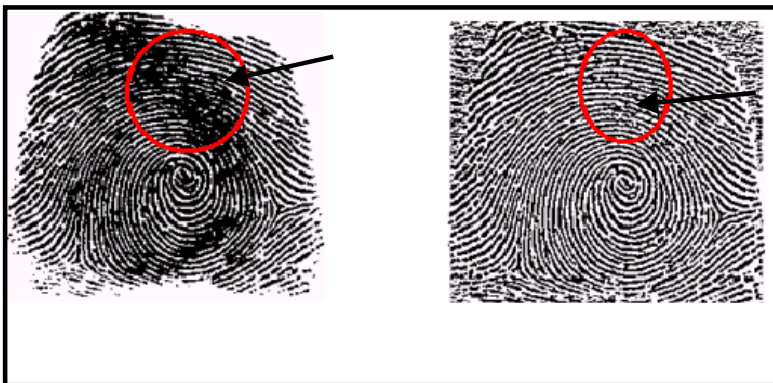


그림 16. 용선의 뭉침 현상 제거

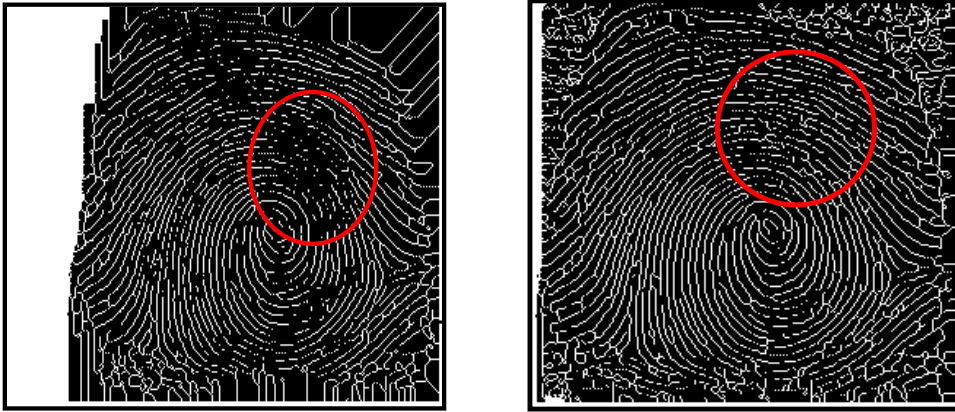
그림. 16은 일반 이진화 결과의 영상에 비하여 블록 이진화 결과의 영상이 보다 선명하고 용선의 뭉침 현상 또한 제거되어 있음을 확인할 수 있다.

블록 이진화에 이어서, 용선의 방향을 결정하기 위한 과정에 있어서는 입력된 지문 영상에 대하여 16×16 화소 크기의 부영역으로 분할하고 5×5 화소 크기의 용선 방향 결정용 마스크를 사용하여 나누어진 16×15 개의 단위 부영역에 대하여 각 화소별로 화소 값의 합을 계산한 후, 방향별 화소 값의 합이 가장 작은 방향을 해당 부영역에 대한 대표 방향으로 결정한다.

평활화를 수행하는 과정에서는 이진화 처리된 지문 영상의 매 부영역내에 존재하는 검은 색 화소의 수를 세어 검은 색이 미리 정해진 값 $(16 \times 16 \times 3) / 5$ 보다 크면 해당 영역 내에 골이 용선 보다 많다고 판단하고 이와 반대로 흰 색이 $(16 \times 16 \times 3) / 5$ 보다 크면 용선이 골보다 많다고 결정한다. 이후에 영역내의 매 화소마다 그가 속하는 영역의 대표 용선 방향에 일치하는 방향으로 일정 거리 떨어진 곳에 3×3 크기의 마스크를 갖다 대고 이 마스크 내에 존재하는 검은 색(골)의 화소수를 세어 골이 용선보다 많을 경우에는 중심화소를 검은색으로 설정하고 반대의 경우에는 흰색으로 설정한다. 이러한 과정을 전체 지문 영상에 대하여 수행된 후 다시 전체 영상에 대하여 3×7 크기의 마스크 내에 존재하는 검은색 화소수를 세어 그 수가 미리 정의된 결과보다 크면 중심 화소를 검은 색으로 설정하고 반대의 경우에는 흰색으로 설정해준다.

세선화 과정에 있어서는 직접적인 로직연산에 의한 용선의 골격 추출 방법이 아니고, 세선화 알고리즘에 기초한 화소점의 제거 기준 결정값이 록업테이블에 저장되어 각 해당하는 조건에 따라 결정값을 취하는 테이블 맵핑법을 적용시켜 용선의 골격선을 추출해낼 수 있었다

록업 테이블에 의한 테이블 맵핑법을 적용시켜, 일반 이진화를 수행한 후의 세션화 결과와 블록 이진화를 수행한 후의 세션화 결과의 비교 영상은 그림. 17과 같다.



(a) 일반 이진화 후 세션화 결과

(b) 블록 이진화 후 세션화 결과

그림 17. 일반 이진화와 블록 이진화 후의 세션화 영상



그림. 17은 세션화 처리에 앞서서 블록 이진화를 통하여 보다 안정적인 영상 정보를 가지고 세션화에 적용하였기 때문에, 일반 이진화 후의 세션화 결과에 비하여 블록 이진화 후의 세션화 결과가 보다 더 개선된 영상 획득이 가능함을 보여 주고 있다. 이상과 같이 스캐너 입력장치로부터 획득한 256×240의 그레이스케일 지문 영상을 가지고 블록 이진화, 융선의 방향성 추출 및 배경 영역 분리, 평활화 및 세션화의 영상 처리를 통하여 지문 융선의 흐름을 추출한 결과 영상은 그림. 18과 같다.



(a) 원 영상

(b) 이진화 영상

(c) 세션화 영상

그림. 18 지문 용선의 흐름 추출 과정 영상

(a)가 스캐너로부터 입력받은 원영상이고 (b)는 블록 이진화 처리를 거친 영상이며 (c)는 방향성 추출 및 평활화, 세션화의 과정을 거쳐 추출된 최종적인 세션화 영상이다.

V. 결 론

본 논문에서는 일반적으로 널리 보급되어 사용되고 있는 스캐너를 입력 장치로 하여 지문 영상을 획득한 후, 획득한 지문 영상에 대하여 블록 이진화, 배경 영역 분리 및 방향성 추출, 이진 영상의 평활화, 룩업테이블에 의한 세션화 과정의 전처리를 수행하여 지문인식시스템에서 유용하게 쓰일 수 있는 지문 용선의 방향성 특징을 추출해낼 수 있었다.

스캐너를 통한 지문 영상의 획득은 현재 상용화되고 있는 지문입력기에 비하여 양질의 이미지 획득이 어렵고 장치의 크기가 상대적으로 크며 지문영상 획득에 소요되는 시간이 더 걸린다는 단점을 갖고 있지만, 무엇보다도 저비용으로 손쉽게 이미지 획득이 가능하며 외부 충격이나 정전기에 쉽게 손상되지 않고 물리적인 변형에 강하다는 장점을 가지고 있다. 이 논문에서는 손상된 지문에 대하여 복원 처리는 하지 않았으나, 손상된 지문에 대하여 세션화 후 복원 처리를 하면 더 정확한 용선의 흐름을 추출할 수 있을 것이라 기대되며, 추출된 용선의 흐름을 이용하여 지문의 특징점을 추출하고, 추출된 특징점을 이용하여 지문의 매칭에 적용할 것으로 기대된다.

본 논문의 기대 효과를 들자면, 우선 스캐너를 이용한 저비용의 지문인식 과정으로 지문인식시스템의 활용 범위를 보다 폭 넓게 확대시키는 기술 응용적 파급 효과를 가져 올 수 있다는 것과, 스캐너 입력을 통한 지문 특징점 추출이 가능해짐으로 인하여 기존의 지문 입력기를 통한 온라인 실시간 시스템에서 중요시되고 있는 보안의 신뢰성과 안정성 부분에 문제점이 도출될 가능성이 있다는 것이다. 즉 개인의 고유한 지문 정보가 유출되거나 의식적인 데이터의 변경, 데이터의 일관성을 저해하는 우발적인 사고로 인하여 개인의 프라이버시가 침해되거나 더 나아가 컴퓨터 문제 등

이 발생될 가능성을 배제할 수 없다. 따라서 각종 지문데이터베이스의 공격으로부터 방어할 수 있는 지문데이터 보안에 관한 연구 및 정보보호기술에 대한 연구가 지속적으로 이루어져야 한다고 본다.

마지막으로, 스캐너 입력 장치를 이용하여 획득한 지문 영상을 가지고 추출한 융선의 흐름으로부터 고유한 특징값을 획득하여 지문영상의 데이터베이스를 구현하고, 지문영상의 특징점을 추출하여 데이터베이스내의 지문과 대조한 후, 본인 여부를 판단하는 매칭 과정은 향후 연구 과제라 하겠다.



[참 고 문 헌]

- [1] 장동혁, “디지털 영상처리의 구현”, 2001
- [2] 황준호, “생체측정을 이용한 안전한 인증 프로토콜 설계 및 효율적 지문인식 알고리즘의 구현”, 석사학위 논문, 포항대, 2000
- [3] 유기영, 배인구, 조병호, 김증섭, 배재형, “지문에서 골 추적을 이용한 지문정합”, 정보과학회지 제19권 제7호, p.51~59, 2001
- [4] 안도성, 김학일, “블록 FFT를 이용한 실시간 지문 인식 알고리즘”, 전자공학회지 32권, pp.901-921, 1995.
- [5] www.biovision.ne.kr/korean
- [6] 고유정, “Rotation-Scale-Translation-Intensity Invariant Algorithm for Fingerprint Identification”, 대한전자공학회논문집 35권 S편 6호 pp.88~100
- [7] 권용재, 박영태, “방향정보와 특징점을 사용한 지문영상의 형상 분류에 관한 연구”, 전자 공학회 논문집, Vol. 21, No.2
- [8] 박철현, 오상근, 이경환 “Core point 와 Flow-line 추적을 이용한 지문영상의 분류”, 한국통신학회논문지, Vol. 4, N0.4B, 2001
- [9] 심현보, 박영배, “Garbor 필터를 이용한 효율적인 지문인식”, 명지대 컴퓨터공학과
- [10] A. K. Jain, L. Hong and R. Bolle, “On-line Fingerprint Verification”, IEEE Transaction on Pattern Analysis Machine Intelligence, Vol. 19, No. 4, pp.302-314, 1997.
- [11] B. M. Mehtre, “Fingerprint Image Analysis Automatic

- Identification", *Machine Vision and Applications*, Vol. 6, No. 2-3, pp. 124-139, 1993.
- [12] D. Maio and D. Maltoni, "Direct Gray-Scale Minutiae Detection in Fingerprint", *Transaction on Pattern Analysis Machine Intelligence*, Vol. 19, No. 1, pp.27-40, 1997.
- [13] D. Maio and D. Maltoni, "Minutiae extraction and filtering from gray-scale images", *Intelligence Biometric Techniques in Fingerprint and Face Recognition*, CRC Press, 1999.
- [14] 신의재, 조성원, "개선된 전처리 과정을 통한 지문인식 알고리즘에 관한 연구", *퍼지 및 지능시스템학회지*, Vol.11, No.1, pp.246-249
- [15] 김지희, 전준철, "인터넷 기반 조합형 바이오 메트릭 인증 시스템 설계", *한국인터넷정보학회*, 2002.
- [16] 유영기, 오춘석, "지문 이미지 획득장치 기술", *정보처리학회지*, Vol. 6, No.4, 1999
- [17] Zhang T. Y., Shen C. Y., "A past parallel algorithm for thinning digital patterns", *COMM. ACM*. Vol.27, pp.236-239, Mar, 1984
- [18] Chen Y. S., Hus W. H., "A modified past parallel algorithm for thinning digital patterns", *Pattern Recognition Letters* 7, pp.99-106, Feb, 1988
- [19] P. Balddi and Y. Chauvin, "Neural Networks for Fingerprint Recognition", *neural Computation*, pp.402-418, 1993
- [20] J. D. Stosz and L. A. ALYEA, "Automated Systems for Fingerprint Authentication Using Pores and Ridge Structure," *Proceedings of SPIE, Automatic Systems for the Identification and Inspection of Humans (SPIE Vol 2277)*, San Diego 1994,

pp.210-223.

- [21] 지문의 융선흐름 검출에 관한 연구, 한국통신학회, 제233권 4호
- [22] 하영호, 임재권, 남재열, 김용석, “디지털 영상처리”, 1998.
- [23] 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
- [24] Andrew K. Hrechak and James A. McHugh, “Automatic Fingerprint Recognition Using Structural Matching”, Pattern Recognition, Vol.23, No.8, pp.893-904, 1990
- [25] 조성원, 김재민, “적응 이진화를 이용한 지문인식 전처리에 관한 연구”, 퍼지 및 지능시스템학회 논문지, Vol.12, No.3, pp.227-230, 2002
- [26] 김현철, 심재창, “동일 융선 상에 존재하는 특징점 간의 연결정보를 이용한 지문인식”, 한국정보과학회 논문지, Vol. 28, No.10, pp.764-772
- [27] Biometrics Consortium Homepage. <http://www.biometrics.org>, 2002
- [28] Recognition System Homepage. <http://www.recognition.com>
- [29] 오상근, 박철현, “방향성 필터 뱅크에 기반한 지문영상의 향상”, 한국통신학회논문지, Vol. 27, No.4A, 2002
- [30] 이우규, 정재호, “웨이블렛 변환 영역에서의 방향 정보를 이용한 지문인식 알고리즘”, 한국통신학회논문지, Vol, 22, No.10, 1997
- [31] 이준재, “다해상도 방향성 정보를 이용한 지문영상의 특이점 추출”, “한국통신학회논문지, Vol. 22, No.5, 1997.