

지문 융선의 방향성 특징추출을 위한 영상 처리

김 은 영* · 양 영 수* · 강 진 석* · 김 장 형*** · 최 연 성**

A Image Processing for Drawing Direction-related characteristics of Ridges

Eun-Young Kim*, Young-Soo Yang*, Jin-Suk Kang*,
Jang-Hyung Kim*** and Yeong-Sung Choi**

ABSTRACT

In this paper, it was presented that broadly delivered scanner devices can also used in fingerprint recognition process and then modified existing steps of fingerprint image processing. First, using the adaptive binary method, that effect was certified already, increased the effect of the results. And then, applying table mapping methods that looks for elements from look-up table, decreased the processing time, too. Finally, it was presented that ridge-direction characteristics extracted from these processes can used effectively in the area of fingerprint recognition system.

Key Words : Fingerprint, ridge, minutiae, loop-up table

1. 서 론

오늘 날 전자 상거래나 신용 거래가 증가하고 네트워크의 발달과 더불어 보안 및 개인 사생활 보호에 대한 관심이 높아지면서 개인 인증 방법으로서 자동 지문인식 기술(Automated Finger print Identification Technology)이 영상인식 기술 분야 중에서 가장 각광 받는 기술 분야로 발전하고 있다. 지문인식은 가장 오래된 생체 측정학 방법으로 지구상에 동일한 지문을

가진 사람이 없다는 사실을 근거로 개인 식별 수단인 한 방법으로 사용되어진 생체 인식 방법이며, 지문은 손가락 끝단이 손바닥 쪽에 표피가 융기되어 만들어진 것으로서 이 지문은 피부 계층 중 표피 밑층인 진피 계층에서 만들어진 것으로 진피 부분이 손상되지 않으면 평생 동안 변하지 않는 특성이 있다. 이러한 지문인식 시스템은 미리 전자적'해 본인 여부를 판별하는 것으로 신뢰성과 편의성, 수용성 면에서 그 기능이 뛰어난 차세대 보안장치로 평가되고 있다.[2][3][4]

통상적으로 지문 인식 방법은 융선을 이용하는 방법과 특징점을 이용하는 방법으로 구분된다. 융선을 이용하는 인식방법에서는 융선의 방향에 따른 흐름 정도를 수치화하여 특징으로 사용하고, 특징점을 이용하는 인식방법에서는 끝점과 분기점을 특징으로 사

* 제주대학교 대학원

Graduate School, Cheju Nat'l Univ.

** 군산대학교 대학원 정보공학과 박사과정

Dept. of Telecommunication Engineering., Kunsan Nat'l Univ.

*** 제주대학교 통신컴퓨터공학부

Faculty of Telecommunication and Computer Engineering

용한다.

본 논문에서는 입력된 지문 영상에서 융선의 방향성을 먼저 추출하여 이후의 처리 단계에서 방향성 정보를 활용하고 이어 이진화, 평활화, 세션화 과정을 거쳐 세션화된 영상에서 융선의 방향성 특징(feature)을 추출해내고자 한다. 이는 기존의 지문입력방법과 차별화를 두어 스캐너를 지문입력장치로 지문 영상을 획득하고 차후 특징점(minutiae)을 추출해내기 위한 전단계로 영상향상처리기술을 다루어 보고자 한다.

II. 지문 인식의 이론적 고찰

2.1. 지문 인식

지문(Fingerprint)은 땀샘이 융기되어 일정한 흐름을 형성한 것으로 그 형태가 개개인마다 서로 다르고 태어날 때의 모습 그대로 평생 동안 변하지 않는 고유한 특성 때문에 식별 성능에 대한 신뢰도와 안정도에 있어서 망막(RETINA), 홍채(IRIS), 얼굴(FACE), 혈관(VEIN)인식 등의 수단보다 높은 것으로 평가되어 효율적인 개인 인증 방법으로 이용되고 있다.

일반적으로 지문 인식에서 다루는 특징량 (feature volumn)은 특징점과 특이점으로 구분된다.

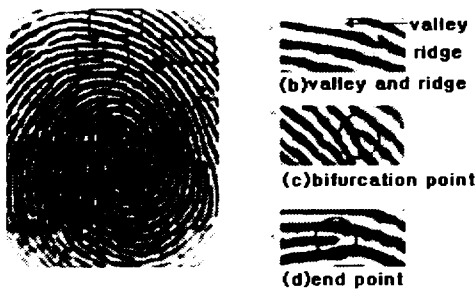


Fig. 1. general characteristics of fingerprint.

지문인식은 일반적인 패턴 인식과 달리 지문 교유의 잡음이 항상 섞여 나오는 특징이 있다. 그 대표적인 예로는 Fig. 2에서 보여주듯이 입력 장치의 감도에 따라 원래 융선이 끊어지지 않은 곳의 융선 흐름이 끊기는 곳, 땀구멍으로 인해 발생하는 작은 hole

및 아주 작은 길이의 융선이 나타나는 현상 등으로, 이는 지문 인식 처리과정을 어렵게 하는 요인이 되고 있다.[3]

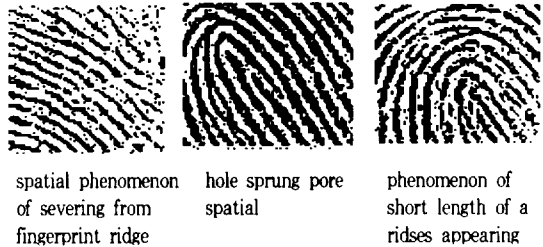


Fig. 2. peculiar noises of fingerprint.

2.2. 지문인식 처리 방법

입력부를 통하여 지문 영상을 얻어 컴퓨터에서 지문 영상처리를 가능하도록 하기 위하여 지문 영상의 특징을 추출하게 되고 이를 메모리에 저장된 표준패턴과 비교하여(데이터베이스 인증부) 매칭을 수행함으로써 본인 여부를 판단하게 하는 카테고리에 따라 지문인식시스템이 동작되어진다.

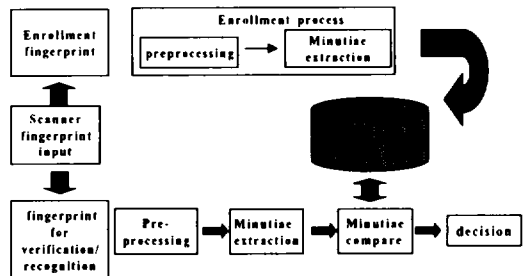


Fig. 3. basic form of fingerprint recognition.

III. 융선의 흐름 추출

3.1. 전처리

1) 방향 및 품질에 따른 적응 2진화

부영역 융선의 대표방향에 수직하도록 트랜섹트를 설정하고 트랜섹트를 이루는 화소값들의 평균을 임계값으로 선택함으로써 Fig 4.와 같이 융선과 골이 반

반씩 나누어지기를 기대할 수 있다.

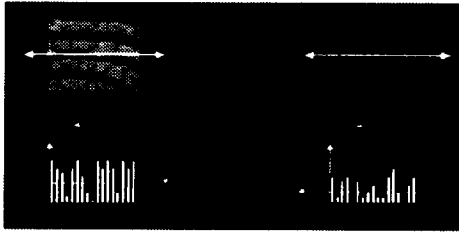


Fig. 4. threshold value decision for binary.

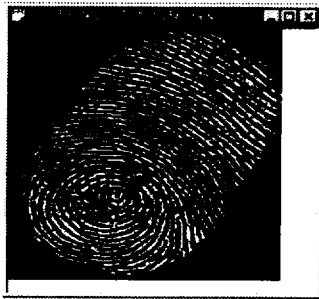


Fig. 5. binary image.

2) 2진 영상의 평활화

용선과 골 사이를 구분해 주거나 끊어진 용선을 서로 이어주는 보정방법이다. 2진화 처리된 지문 영상의 부영역내에 존재하는 용선과 골의 대소 관계 판별을 이용하는 것으로 선택된 부영역이 설정된 기준값보다 작으면, 부영역내의 모든 화소에 대하여 방향별 연결 마스크를 적용하고 기준값 이상이거나 프로그램의 종료가 되면 선택된 화소에 방향별 평활화 마스크를 적용한다.

3.2. 방향성 추출 및 배경 영역 분리

1) 세선화

세선화는 입력 패턴의 골격 구조를 추출하기 위하여 외곽점을 제거함으로써 수행되는데, 두꺼운 선을 최 외곽부터 한 겹씩 벗겨나가서 마지막에 남는 선 성분을 추출하되, 세선화된 패턴은 연결성을 파괴하지 않고 원래 패턴의 모양을 유지해야 한다. 세선화 알고리즘은 두 단계에 걸쳐 수행된다.[1]

■ 단계 1 : 2개 이상, 6개 이하 이웃 픽셀이 있어야 한다. 이 조건은 끝점이나 영역 내부의 점을 지워서는 안 된다.

■ 단계 2 : 두 개 영역을 연결하는 픽셀은 지워서는 안 된다. 이 픽셀을 지운다면 영역 개수가 달라진다.

Table 1. array structure of neighborhood pixels

P9	P2	P3
P8	P1	P4
P7	P6	P5

단계1은 다음과 같은 조건을 만족하면 외곽선 점 P를 삭제하기 위해 표시해 놓는다.

$$2 \leq N(p_1) \leq 6; \quad \textcircled{1}$$

$$S(p_1) = 1; \quad \textcircled{2}$$

$$p_2 \cdot p_4 \cdot p_6 = 0; \quad \textcircled{3}$$

$$p_4 \cdot p_6 \cdot p_8 = 0; \quad \textcircled{4}$$

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

$$N(p_1) = p_2 + p_3 + \dots + p_9$$

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 바뀌게 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 단계 2 적용.

넷째, 표시된 점들의 삭제로 이루어진다.

2) 배경분리 및 방향성 추출

입력된 지문 영상에 대하여 16×16 화소 크기의 부영역으로 분할한 후, 5×5 화소 크기의 용선 방향 결정용 마스크를 사용한다.

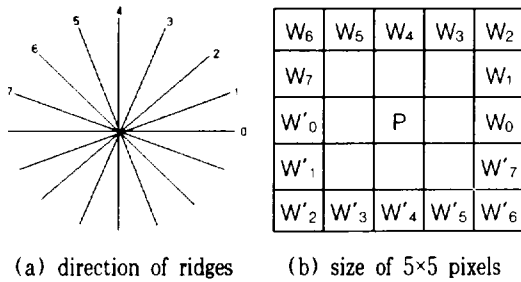


Fig. 6. direction of ridges for 5×5 pixels.

k행 l열에 위치한 부영역의 대표 방향은 부영역내의 모든 화소(P)에 마스크를 사용하였을 때 식(1)로 결정되는데, 이 식은 8가지의 방향을 나타내는 D_i 값 중 D_i 가 최소값을 가지게 되는 i 가 부영역의 대표 방향이 됨을 말해주고 있다.

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

(단, $i=0, 1, \dots, 7$)

w_i, w_i' : 해당하는 화소에서의 계조도

x, y : 부영역안에서 P의 좌표

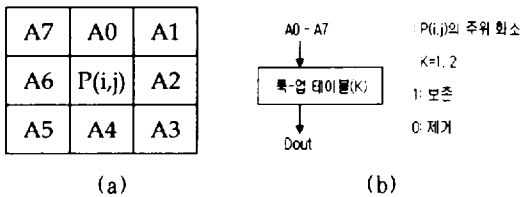


Fig. 7.(a) 8-neighborhood pixels and address bits
(b) LUT for address bits

3) 룩업 테이블(Look-Up Table : LUT)

이진화된 지문의 용선의 굵기를 단일 화소 두개의 선으로 가늘게 처리하여 뼈대(skeleton)만 추출하는 방법으로, 세선화 알고리즘에 의한 화소점의 제거 기준 결정값이 룩업 테이블(Lookup - Table : LUT)에

저장되어 각 해당하는 조건에 따라 결정값을 취하는 테이블 맵핑(Table Mapping)법을 사용한다. LUT는 8-이웃화소에 대하여 각각에 주소비트를 설정하고 세선화 알고리즘에 기초한 마스크 형태에 따라 생성되는 상위, 하위 주소가 수직방향과 수평방향으로 교차하는 부분의 값에 따라 세선화가 이루어진다.

3.3. 전체 흐름도

1) 지문 인증 절차

지문인식 시스템의 인증 절차는 사용자가 지문을 등록(enrollment)하는 과정과 매칭(matching) 하는 두 가지로 나뉘어 진다.[9] 등록 과정에서 사용자들의 지문을 획득하기 위해 지문 입력기에 손가락을 갖다 대면 시스템은 지문을 영상 아날로그 신호로 변환하고 이것을 다시 디지털 신호로 변화시켜 고유한 특징 값을 획득하여 데이터베이스에 저장하게 된다. 이때 여러 모양의 지문 형태를 공통된 특징을 기준으로 나누어 저장하게 된다. 매칭 과정에서는 입력된 지문과 데이터베이스내의 지문을 대조하여 특정 개인을 인증한다.

2) 지문 인식 과정

Fig. 8은 지문 특징점 추출의 전체 흐름도를 나타내고 있는 것으로, 지문이 일정한 방향을 갖는 최소 크기의 용선들로 구성되어 있다고 가정한 다음 이들의 방향을 구하여 특징점 추출의 유용한 사전 정보로서 활용한다. 이진화, 평활화, 세선화 등의 과정을 거쳐 전처리된 이미지의 용선의 흐름을 추적하는데 이때 미리 구해둔 용선의 방향성 정보를 이용하여 추적 중 특징점을 만나면 그 특징점의 위치와 방향 등의 정보를 이용하여 반복적 처리를 한다.

용선의 흐름 추적 및 특징점 추출 단계에서 추출된 특징점들 중 잡음 등에 의해 발생하는 의사 특징점을 특징점의 방향 정보 등을 이용하여 제거한다.

용선의 흐름을 추적하여 특징점을 추출하고 등록된 지문과 특징점 정보를 비교하여 같은 지문인지를 매칭하는 과정은 차후 본 논문의 구현 및 검증을 위하여 수행해야 할 과제이다.

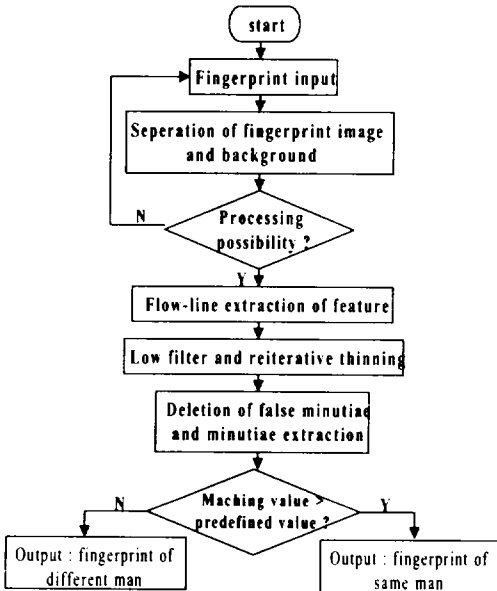


Fig. 8. flowchart for minutiae extraction of fingerprint.

IV. 특징 추출

4.1. 실험환경 및 블록도

1) 실험환경

본 논문에서 구현하고자 하는 융선의 방향성 특징 추출을 위한 실험환경은 Table 2와 같다.

Table 2. experiment environment

System Specification	Pentium III 500
Operating System	Windows 98
Input Device	Scanner(600dpi)
Preprocessing Language	Visual C+ + 6.0
Number of Recognition Images	100
Resolution of Input Image	125×125.Gray Scale
File format of Input Image	JPEG → RAW

2) 블록도

Fig. 9는 융선의 방향성 특징을 추출하기 위한 처리 과정을 나타내는 블록도이다.

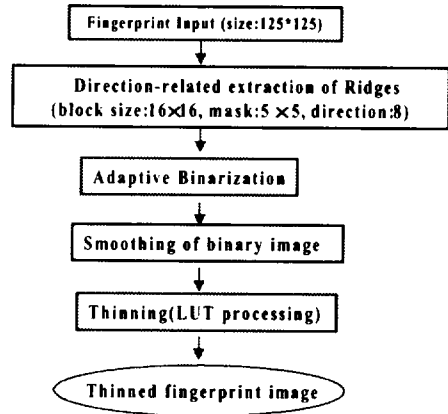


Fig. 9. block diagram.

4.2. 특징 추출

Scanner를 통해 입력된 지문을 스캐닝한 후, 일정한 디지털 지문화상 및 소정 크기의 부 영역으로 분할한 후, 각 부 영역별 융선의 방향을 결정하는데 사용된다. 연속적인 주변 화소들의 화소값을 비교하여 이진화를 수행한 후 융선의 방향에 따라 융선과 골 사이의 구분을 확실하게 하는 평활화를 수행한다. 이후에, 평활화 작업이 종료된 지문 영상에서 융선의 골격선만을 추출하는 세선화를 수행하고 세선화된 지문 영상에서 융선의 방향성 특징을 얻는다.

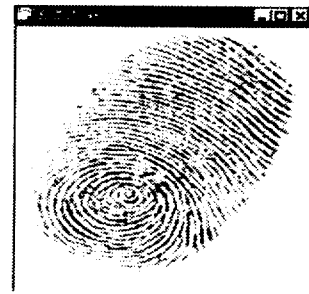


Fig. 10. result for direction-related characteristics of ridges.

4.3. 실험결과 및 고찰

본 논문에서는 스캐너 입력 장치를 통하여 획득한 지문영상에 대하여 방향성 추출, 이진화, 평활화, 세

선화 등의 전처리 과정을 수행하여 지문인식처리과정에서 유용하게 쓰일 수 있는 용선의 방향성 특징 추출에 대한 부분을 제시하였다. 스캐너를 통한 지문획득은 타 측정원리에 의한 지문획득 장치에 비하여 양질의 이미지 획득이 어렵고 장치의 크기가 상대적으로 크며, 지문영상 획득에 소요되는 시간이 더 걸린다는 등의 단점을 갖고 있지만, 무엇보다도 저비용으로 손쉽게 이미지 획득이 가능하며 외부 충격이나 정전기에 쉽게 손상되지 않고 물리적인 변형에 강하다는 장점을 가지고 있다. 전처리 과정에서 적응 이진화, 룩업테이블(LUT:Look-Up Table)의 테이블 맵핑(Table Mapping)법에 의한 세선화 처리 등을 통하여 지문영상 향상과 속도 개선 효과를 기대할 수 있다.

획득한 지문영상의 데이터베이스 구현 및 지문특징량 추출, 추출된 특징점을 미리 등록된 지문의 특징점과 매칭을 수행하는 과정 등은 향후 연구 과제이다.

참고문헌

- 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, 김중섭, 배재형, "지문에서 골 추적을 이용한 지문정합", 정보과학회지 제 19권 제7호, pp.51-59, 2001
- 4) 안도성, 김학일, "블록 FFT를 이용한 실시간 지문인식 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 형상분류에 관한 연구", 전자공학회논문집, Vol.21, No.2
- 8) 박철현, 오상근, 이경환 "Core point 와 Flow-line 추적을 이용한 지문 영상의 분류", 한국통신 학회논문지, 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) Biometrics Consortium Homepage. <http://www.biometrics.org>, 2002
- 14) Recognition System Homepage. <http://www.recognition.com>