
스캐너 입력방식에 의한 융선의 방향성 특징추출에 관한 연구

김은영* · 양영수* · 강진석* · 최연성** · 김장형*

A Study on Drawing Direction-related characteristics of Ridge by the Scanner Input Method

Eun-Young Kim* · Young-Su Yang* · Jin-Suk Kang* · Yeon-sung Choi** · Jang-hyung Kim*

요 약

본 논문에서는 지문인식 과정의 비용을 줄임으로써 보안유지시스템의 활용범위를 보다 확대시키는 기술 응용의 파급효과를 기대하여, 현재 널리 보급된 스캐너 영상입력 장치로 획득된 지문영상 처리 과정을 개선하여 보았다. 먼저 영상향상 단계에서는 비교적 양호하다고 이미 알려진 적응적 이진화 기법을 선택하여 이진화 효과를 높였고, 테이블 매핑(Table Mapping)법을 적용시켜 속도 개선 효과까지 얻을 수 있었다. 또한 이러한 과정을 거쳐 추출된 융선의 방향 특징점들이 지문인식 처리에 유효하게 적용됨을 보였다.

ABSTRACT

In this paper, it was presented that broadly delivered scanner devices can also used in finger print 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.

키워드

Fingerprint, Ridge, Minutia, Loop-up Table

1. 서 론

오늘날 전자 상거래나 신용 거래가 증가하고 네트워크의 발달과 더불어 보안 및 개인 사생활 보호에 대한 관심이 높아지면서 개인 인증 방법으로서 자동 지문인식 기술(Automated Fingerprint Identification Technology)이 영상인식 기술 분야 중에서 가장 각광받는 기술 분야로 발전하고 있다.

지문인식은 가장 오래된 생체 측정학 방법으로 지구상에 동일한 지문을 가진 사람이 없다는 사실을 근거로 개인 식별 수단의 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. 이러

*제주대학교 공과대학 정보공학과

**군산대학교 공과대학 전자정보통신학부

한 지문인식 시스템은 미리 전자적으로 입력된 사용자 지문의 데이터베이스와 비교해 본인 여부를 판별하는 것으로 신뢰성과 편의성, 수용성 면에서 그 기능이 뛰어나 차세대 보안장치로 평가되고 있다.

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 사용한다.

본 논문은 이미지에서 융선의 방향성을 먼저 추출하여 이후의 처리 단계에서 방향성 정보를 활용하고 이어 이진화, 평활화, 세션화 과정을 거쳐 세션화된 영상에서 융선의 방향성 특징(feature)을 추출하고자 한다. 이는 기존의 지문 입력방법과 차별을 두어 스캐너를 지문입력장치로 지문 영상을 획득하고 차후 특징점(mimutiae)을 추출해내기 위한 전 단계로 영상향상처리기술을 다루어 보고자 한다.

II. 지문 인식의 이론적 고찰

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.

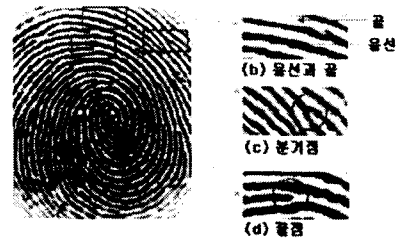


그림 1. 지문의 일반적인 특징

지문인식은 일반적인 패턴 인식과 달리 지문 고유의 잡음이 항상 섞여 나오는 특징이 있다. 그 대표적인 예로는 그림 2에서 보여주듯이 입력 장치의 감도에 따라 원래 융선이 끊어지지 않은 곳의 융선 흐름이 끊어지는 곳, 땀구멍으로 인해 발생하는 작은 hole 및 아주 작은 길이의 융선이 발생하는 현상 등으로, 이는 지문 인식 처리과정을 어렵게 하는 요인이 되고 있다.



지문 융선이 끊어 땀샘으로 생기는 Hole 작은 길이의 융선이 발생하는 현상

그림 2. 지문 고유의 잡음

2 지문인식 처리 방법

전반적인 지문인식 시스템의 기본형태를 보면 그림 3에서 보는 바와 같이 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 된다.

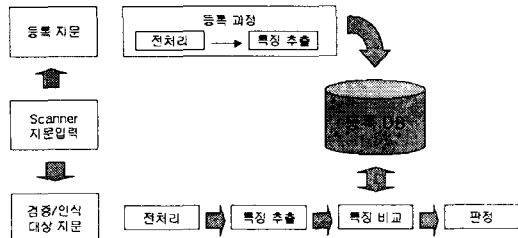


그림 3. 지문인식의 기본 형태

III. 용선의 방향성 인식

1. 전처리

1) 방향 및 품질에 따른 적용 2진화

이진화 수행 과정의 가장 애로점인 임계값 (threshold value) 설정에 있어서 일정 방향의 용선의 화소값들과 주변 골의 화소값들을 비교하여 부분 영역별 밝기에 따라 스스로 변화하도록 하는 적응 이진화를 적용하였다.

부영역 용선의 대표방향에 수직하도록 트랜섹트를 설정하고 트랜섹트를 이루는 화소값들의 평균을 임계값으로 선택함으로써 그림 4와 같이 용선과 골이 반반씩 나누어지기를 기대할 수 있다.

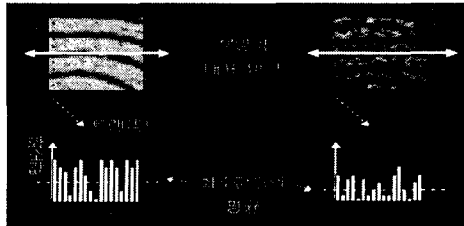


그림 4. 이진화를 위한 임계값 설정

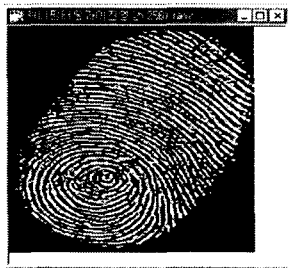


그림 5. 이진화 결과

2) 2진 영상의 평활화

용선과 골 사이를 구분해 주거나 끊어진 용선을 서로 이어주는 보정 방법이다. 2진화 처리된 지문 영상의 부영역내 용선과 골의 대소 관계 판별을 이용하는 것으로 선택된 부 영역이 설정된 기준 값보다 작으면, 부 영역 내의 모든 화소에 대하여 방향별 연결 마스크를 적용하고 기준값 이상이거나 프로그램의 종료가 되면 선택된 화소에 방향별 평활화 마스크를 적용한다.

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.

- 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.

표 1. 이웃 픽셀의 배열 구조

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,

$$N(p_1) = p_2 + p_3 + \dots + p_9 \quad (1)$$

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.

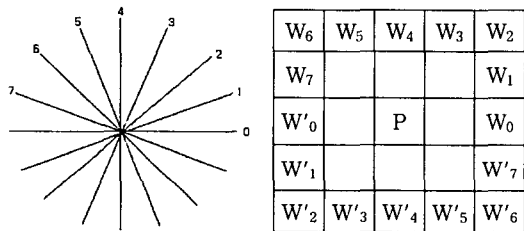
$$\textcircled{3}' p_2 \cdot p_4 \cdot p_8 = 0;$$

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

세션화 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.

2) 배경분리 및 방향성 추출

입력된 지문 영상에 대하여 16×16 화소 크기의 부 영역으로 분할한 후, 5×5의 용선 방향 결정용 마스크를 설정한다.



(a) 용선의 방향 (b) 5×5 화소 크기
 그림 6. 5×5화소의 용선의 방향

k행 l열에 위치한 부영역의 방향은 부영역내의 모든 화소(P)에 마스크를 사용하였을 때, 식 (2)로 결정되어 8가지의 D_i 값 중 D_i 가 최소값을 가지게 되는 i를 부영역의 대표 방향으로 결정한다.

$$D_i(k, l) = \sum_{x=-8}^8 \sum_{y=-8}^8 |w_i - w'_i| \quad (2)$$

(단, $i=0, 1, \dots, 7$)

w_i, w'_i : 해당하는 화소에서의 계조도

x, y : 부영역안에서 P의 좌표

3) 룩업 테이블(Look-Up Table : LUT)

이진화된 지문의 용선의 굵기를 단일 화소 두개의 선으로 가늘게 처리하여 뼈대(skeleton)만 추출하는 방법으로, 세션화 알고리즘에 의한 화소점의 제거 기준 결정 값이 룩업 테이블(Lookup - Table : LUT)에 저장되어 각 해당하는 조건에 따라 결정 값을 취하는 테이블 맵핑(Table Mapping) 법을 사용한다. LUT는 8-이웃화소에 대하여 각각에 주소 비트를 설정하고 세션화 알고리즘에 기초한 마스크 형태에 따라 생성되는 상위, 하위 주소가 수직방향과 수평방향으로 교차하는 부분의 값에 따라 세션화가 이루어진다.

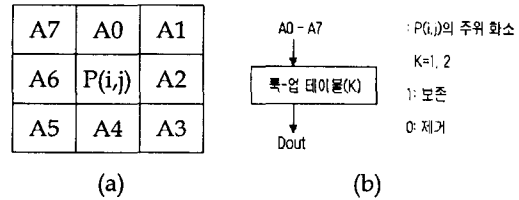


그림 7. (a) 8-이웃 화소와 주소 비트 (b) 주소 비트의 LUT

3. 전체 흐름도

1) 지문 인증 절차

지문인식 시스템의 인증 절차는 사용자가 지문을 등록(enrollment)하는 과정과 매칭(matching)하는 두 가지로 나뉘어진다. 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. 이 때 여러 모양의 지문 형태를 공통된 특징을 기준으로 나누어 저장하게 된다. 매칭 과정에서는 입력된 지문과 데이터베이스 내의 지문을 대조하여 특정 개인을 인증한다.

2) 지문 인식 과정

그림 8은 지문 특징점 추출의 전체 흐름도를 나타내고 있는 것으로, 지문이 일정한 방향을 갖는 최소 크기의 용선들로 구성되어 있다고 가정된 다음 이들의 방향을 구하여 특징점 추출의 유용한 사전 정보로서 활용한다. 이진화, 평활화, 세선화 등의 과정을 거쳐 전처리된 이미지의 용선 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 지문 인지를 인증(authentication)하는 과정은 차후 본 논문의 구현 및 검증을 위하여 수행해야 할 과제이다.

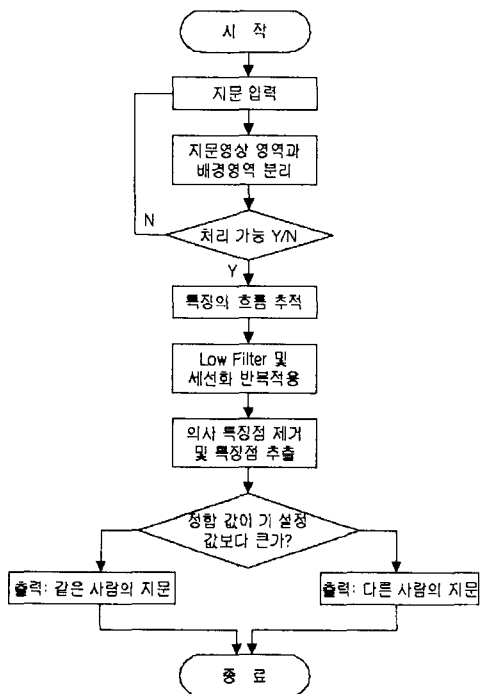


그림 8. 지문 특징점 추출 흐름도

IV. 특징 추출

1. 실험환경 및 블록도

1) 실험환경

본 논문에서 제안된 스캐너(Scanner)를 지문 입력 장치로 하는 용선의 방향성 특징 추출에서 사용된 지문 입력 처리의 실험환경은 표 2와 같다.

표 2. 실험환경

시스템 사양	Pentium III 500
운영체제	Windows 98
입력장치	스캐너(해상도: 600dpi)
전처리 언어	Visual C++ 6.0
인식 영상 수	100
입력 영상의 해상도	125×125, Gray Scale
입력 영상 파일 포맷	JPEG → RAW

2) 블록도

그림 9는 용선의 방향성 특징을 추출하기 위한 처리 과정을 나타내는 블록도이다.

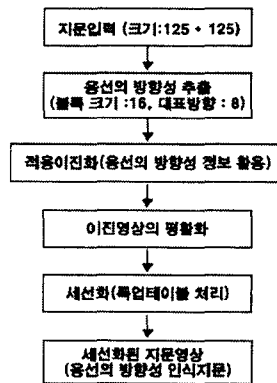


그림 9. 블록도

2. 특징 추출

Scanner를 통해 입력된 지문을 스캐닝한 후, 일정한 디지털 지문화상 및 소정 크기의 부 영역으로 분할한 후, 각 부 영역별 용선의 방향을 결정하는데 사용된다. 연속적인 주변 화소들의 화소 값을 비교하여 이진화를 수행한 후 용선의 방향

에 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.

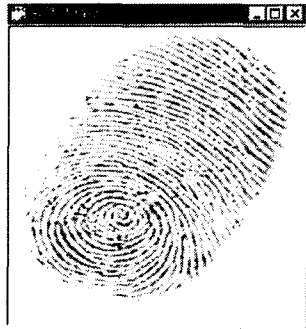


그림 10. 융선의 방향성 특징 추출 결과

3. 실험결과 및 고찰

본 논문에서는 스캐너 입력 장치를 통하여 획득한 지문영상에 대하여 방향성 추출, 이진화, 평활화, 세선화 등의 전처리 과정을 수행하여 지문 인식처리과정에서 유용하게 쓰일 수 있는 융선의 방향성 특징 추출에 대한 부분을 제시하였다. 이때 전처리 과정에서는 적응 이진화와 룩업테이블(LUT: Look-Up Table) 처리에 의한 세선화 과정을 적용시켜 지문영상의 향상과 속도 개선 효과를 기대할 수 있었다. 그리고 스캐너 입력을 통한 저비용의 지문인식 과정으로 보안유지시스템의 활용범위를 보다 폭넓게 확대시키는 기술 응용적 파급효과를 가져올 수 있다는 것과, 스캐너 입력을 통한 지문 특징점 추출이 가능해짐으로 인하여 기존 보안의 신뢰성과 안정성 부분에 문제점 도출 가능성이 제기될 수 있다는 것도 본 논문의 기대효과라 하겠고, 이에 각종 지문데이터베이스의 공격으로부터 방어할 수 있는 지문데이터 보안에 관한 연구와 정보 보호 기술에 대한 연구가 더욱 필요하다고 하겠다.

획득한 지문영상의 데이터베이스 구현 및 지문 특징점 추출, 추출된 특징점을 미리 등록된 지문

의 특징점과 정합을 수행하는 과정 등은 향후 연구 과제이다.

참고문헌

- [1] 장동혁, 디지털 영상처리의 구현, 2001
- [2] 박철현, "Classification Using Core Points and Flow-Line Tracing", 한국통신학회논문지, 2001.04 v.26, n.4B, PP.505-513
- [3] "회전과 크기변화에 무관한 신경망을 이용한 지문인식", 정보처리 논문지 제13권 2호 215-224, 1994
- [4] 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, P210-223.
- [5] 지문의 융선흐름 검출에 관한 연구, 한국통신학회, 제233권 4호
- [6] 고유정, "Rotation-Scale-Translation-Intensity Invariant Algorithm for Fingerprint Identification", 대한전자공학회논문집 35권 S편 6호 P.88~100
- [7] 유기영, 배인구, 조병호, 김증섭, 배재형, "지문에서 골 추적을 이용한 지문정합", 정보과학회지 제19권 제7호, p.51~59, 2001
- [8] Biometrics Consortium Homepage. <http://www.biometrics.org>, 2002
- [9] Recognition System Homepage. <http://www.recognition.com>

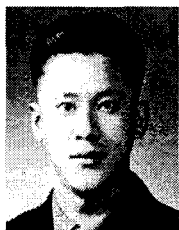
저자소개



김은영(Eun-Young Kim)

1989년 2월 제주대학교 정보공학과(공학사)
2002년 현재 제주대학교 대학원 (공학석사수료)
2002년 현재 제주직업전문학교 근무

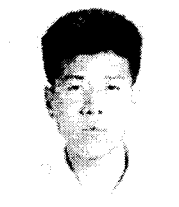
※ 관심분야: 생체인식, 영상처리



양영수(Young-Su Yang)

2000년 2월 제주대학교 정보공학과(공학사)
2002년 2월 제주대학교 대학원 정보공학과(공학석사)
2000년 9월~현재 제주대학교 통신컴퓨터공학부 조교

※ 관심분야: 멀티미디어 시스템, 생체인식



강진석(Jin-Suk Kang)

1999년 2월 제주대학교 정보공학과(공학사)
2001년 2월 제주대학교 대학원 정보공학과(공학석사)
2001년 2월~현재 제주대학교 정보공학과 대학원 박사과정

※ 관심분야: 멀티미디어 시스템, 영상처리



최연성(Yeon-Sung Choi)

1982년 2월 중앙대학교 전자공학과 졸업(공학사)
1984년 2월 중앙대학교 대학원 전자공학과(공학석사)
1990년 2월 중앙대학교 전자공학과 대학원 졸업(공학박사)
1988년 3월-1991년 2월 제주대학교 정보공학과 조교수
1991년 6월-현재 군산대학교 전자정보공학부 교수

1995년~1996년 군산대학교 전자계산소장
2000년 9월~현재 통일 IT 포럼 창립회원(전자신문)

※ 관심분야: 영상처리, 멀티미디어 시스템, 신호처리 시스템



김장형(Jang-Hyung Kim)

1981년 2월 홍익대학교 정밀기계공학과(공학사)
1983년 2월 연세대학교 대학원 기계공학과 (공학석사)
1990년 8월 홍익대학교 대학원 기계공학과 (공학박사)

1995년 2월~현재 제주대학교 통신컴퓨터공학부 교수

1998년 3월~2000년 5월 제주대학교 전자계산소장

1999년~현재 해양정보통신학회 제주지부장

2001년 2월~현재 정보과학회 이사

※ 관심분야: CAD/CAM, 멀티미디어, 인공지능