

지문의 개선된 이진화 과정을 통한 특징점 추출

Minutiae extraction using improved Binarization process of the fingerprint

손 원 무*, 송 종 관*, 윤 병 우*, 이 명 진*

Won-Mu Son*, Jong-Kwan Song*, Byung-Woo Yoon*, Myeong-Jin Lee *

요 약

자동 지문 인식 과정은 지문의 방향성 추출, 이진화, 세선화, 특징점(끝점, 분기점)추출의 과정을 거치게 되며, 여기서 방향성 추출 이후 이진화는 세선화와 특징점(끝점, 분기점)추출 과정에 많은 영향을 미친다. 잘못된 이진화는 특징점의 오추출율을 증가 시킨다. 본 논문에서는 기존의 이진화 과정과 비교하여 개선된 이진화 방법으로 더욱 높은 정확도의 특징점 추출 알고리즘을 제안한다. 이진화 과정을 수행할 때 문제가 되는 임계값을 지문의 방향성과 융선간의 반주기를 이용하여 비교 대상 영역의 밝기를 임계값으로 적용함으로써 더욱 뛰어난 이진화를 수행하여 지문인식의 향상된 처리 과정을 수행할 수 있다. NIST DB1의 지문화상에 적용한 결과 제안하는 이진화 알고리즘이 특징점 추출을 향상 시켰음을 나타내고 있다.

ABSTRACT

Automatic fingerprint identification is a process of direction extraction, binarization, thinning, minutiae extraction of fingerprint identification. In this process, binarization after direction extraction affects a process of thinning and minutiae extraction. The false binarization is increased the false minutiae extraction rate. In this paper, we proposed more exact minutiae extraction algorithm with more enhanced binarization method, compared with traditional binarization process. We could have more enhanced results by using the direction and the half distance between ridges as the threshold of binarization process. In an experiment, Fingerprint images from NIST DB1 are tested and the result shows that the proposed binarization algorithm increases minutiae extraction.

Key words : Binarization, Ending, minutiae, Bifurcation

I. 서 론

오늘날과 같은 정보화 시대에 전자상거래나 신용 거래가 증가함에 따라 개인의 인증 기술에 대한 요구가 날로 증가하고 있다. 개인 인증 방법으로는 열쇠나 비밀번호 카드 등은 실제 사용되고 있으나 분실, 위조 등과 같은 여러 가지 문제가 존재하고 있다. 따라서 신뢰도와 안정성이 높은 신체 특성을 이용한 보안 시스템(Biometric Security

*경성대학교 전기전자공학과

접수 일자 : 2004. 7. 15 수정 완료 : 2004. 10. 25

논문 번호 : 2004-2-2

System: BSS) 이 필요로 하게 되었다. BSS는 생체계측학(Biometrics)을 기초로 한 신체의 특징을 이용하여 개인 확인 및 인증 시스템으로 개인의 물리적 특성인 지문, 장문, 손 모양, 망막, 홍채, 얼굴, 정맥 등이 있고, 행동적 특성으로 서명, 음성, 타이핑 등이 있다[1]. 그 중에서도 지문 인식 기술은 그 고유성과 불변성 그리고 정량적으로 얻을 수 있는 획득성을 가지기 때문에 가장 현실성 있는 개인 인증 시스템으로 주목받고 있다. 현재 자동화된 금융 기기의 응용, 범죄 수사, 자동차의 열쇠를 대처하거나 타인에 의한 이동전화 사용방지 등과 같이 여러 가지 다양한 응용 분야로 확산하고 있다[2,6]. 본 연구에서는 지문인식 알고리즘의 여러 단계 중 융선간의 거리를 이용한 이진화를 통

해 더욱 정확한 특징점을 추출할 수 있다

II. 지문인식의 개요

지문은 그림1과 같은 구조를 가지며, 특징점은 일반적으로 단점(Ending)과 분기점(Bifurcation)으로 구성하게 된다 [1,2].

(1)용선: 피부가 융기한 선으로, 땀구멍이 융기하여 만들어진다.

(2)단점: 용선이 부드럽게 흐르다가 끊어지는 점으로 지문인식에 사용된다.

(3)분기점: 용선이 부드럽게 흐르다가 갈라지는 점으로 단점과 함께 지문인식에 사용된다.



그림 1. 지문의 구조.

Fig. 1. The structure of the fingerprint.

일반적인 특징점 추출 과정을 살펴보면 다음 그림2와 같이 지문을 입력받고 히스토그램 평준화, 방향성 추출, 배경분리, 이진화, 세션화 과정을 거쳐 특징점을 추출하게 된다.

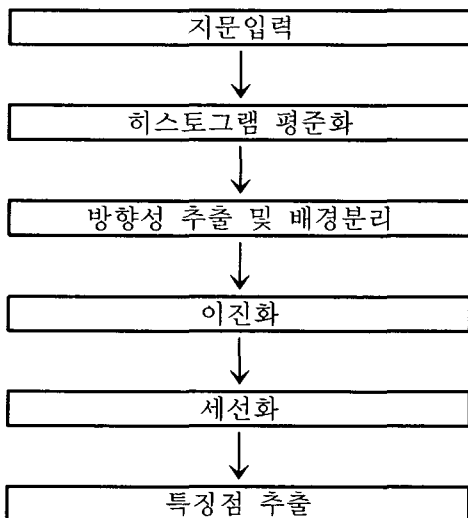


그림 2. 특징점 추출과정

Fig. 2. The process of minutia detection

먼저 입력된 지문의 밝기가 특정밝기 값 부근에 집중될 때, 전체 영상의 밝기값의 히스토그램을 전 영역에 고르게 분포하도록 함으로써, 영상에서 밝은 부분과 어두운 부분의 명암 대비를 높여 그레이 레벨이 전 영역으로 분포하도록 함으로써 지문의 용선과 골의 명암대비를 높일 수 있다[3,4]. 그리고 방향성 추출은 지문 영상을 8×8 픽셀 블록으로 나누고, 각 블록의 대표방향을 구하기 위해 식(1)의 Sobel 연산자를 사용하고 블록 내의 각점에서, 각각 x축과 y축 방향의 밝기값의 편차를 계산하는 식(2)과 식(3)을 이용해 식(4)에 대입하여 대표방향을 8방향으로 양자화한다.(0에서 180도 사이의 값을 22.5도씩 분할하여 0~7까지의 8가지 방향성을 가진다.)그리고 잡음 등으로 인한 잘못된 방향성을 보완하기 위해 (5)(6)(7)식을 이용한다.

$$Sobel_x = \begin{pmatrix} 1 & 0 & -1 \\ 2 & 0 & -2 \\ 1 & 0 & -1 \end{pmatrix}, Sobel_y = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \\ -1 & -2 & -1 \end{pmatrix} \quad (1)$$

$$V_x(i, j) = \sum_{u=i-\frac{w}{2}}^{i+\frac{w}{2}} \sum_{v=i-\frac{w}{2}}^{i+\frac{w}{2}} 2\partial_x(u, v)\partial_y(u, v) \quad (2)$$

$$V_y(i, j) = \sum_{u=i-\frac{w}{2}}^{i+\frac{w}{2}} \sum_{v=i-\frac{w}{2}}^{i+\frac{w}{2}} (\partial_x^2(u, v) - \partial_y^2(u, v)) \quad (3)$$

$$\theta(i, j) = \frac{1}{2} \tan^{-1} \left(\frac{V_y(i, j)}{V_x(i, j)} \right) \quad (4)$$

$$S_{sin} = \sum_{u=i-1}^{i+1} \sum_{v=j-1}^{j-1} \sin 2\theta(u, v) \quad (5)$$

$$S_{cos} = \sum_{u=i-1}^{i+1} \sum_{v=j-1}^{j-1} \cos 2\theta(u, v) \quad (6)$$

$$\theta(i, j) = \frac{1}{2} \tan^{-1} \left(\frac{S_{sin}}{S_{cos}} \right), \quad (7)$$

if $\theta(i, j) < 0$ then $\theta(i, j) += \pi$.

그리고 지문과 배경을 분리하기 위해 블록내의 밝기의 변화량을 식(8)을 이용하여 지문 영역을 구한다[3,4].

$$M(i, j) = \frac{1}{w \times w} \sum_{u=i-\frac{w}{2}}^{i+\frac{w}{2}} \sum_{v=j-\frac{w}{2}}^{j+\frac{w}{2}} \sqrt{(\partial_x^2(u, v) + \partial_y^2(u, v))} \quad (8)$$

이진화는 256레벨의 명도 값을 가지고 있는 이미지에서 임계 값을 기준으로 흰색과 검은색으로 나누는 것으로 Slit sum의 방법을 이용한 응용 적용 이진화로 앞에서 구한 방향성으로 용선의 화소값들과 방향에 수직으로 이웃한 용선과의 거리 d_u (Up Distance), d_d (Down Distance)평균5~

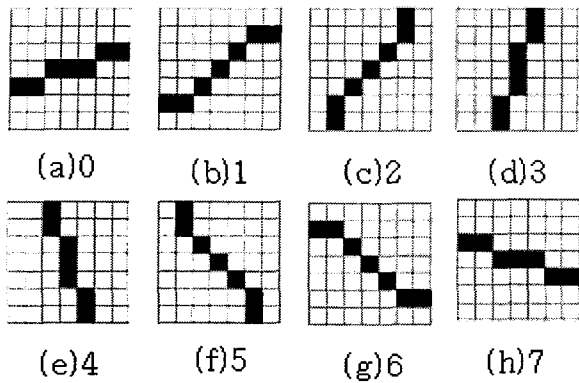


그림 6. 방향성 마스크
Fig. 6. The direction mask

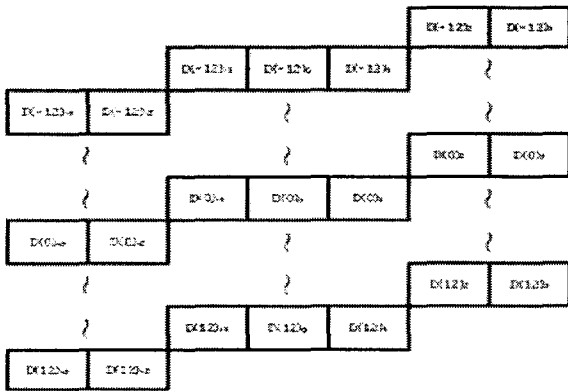


그림 7. 방향성 마스크를 이용하여 D(i)를 구하기
Fig. 7. How to get D(i) using the direction mask

단계1, 용선의 방향성을 고려하여 그림6의 방향성 마스크를 선택하여 적용한다.

단계2, 그림7과 같이 선택한 방향성 마스크를 수직14와 같이 용선의 방향에 수직하게 일정한 거리 본 연구에서는 -12에서 +12만큼 평균 화소값 P(i)들을 구한다.

$$D(i) = \sum_{j=N_j} D_j(x, y), i = -12 \sim 12 \quad (14)$$

$$, N_j = -3 \sim 3$$

$$P(i) = Dd \perp D_i(x, y) \quad (15)$$

여기서 Dd = 용선의 방향성이다.

단계3, 변곡점(Bp)을 계산하여 용선 간 반주기를 구한다.

$$Bp = (P(i-1) - P(i)) \times (P(i) - P(i+1)) \quad (16)$$

if (Bp < 0) count ++;

$$Rd = \frac{I}{count} \quad (17)$$

단계4, 단계1에서 단계3까지 8x8블록만큼 반복하여 지역별 용선간 반주기(Ld)를 구한다.

$$Ld(u, v) = \frac{\sum_{i=0}^7 \sum_{j=0}^7 Rd(i, j)}{(8 \times 8)} \quad (18)$$

지역별 용선간 반주기(Ld)를 막대그래프와 그레이 값으로 표현하면 그림9와 같다. 어두운 부분은 Ld가 짧은 것이고 밝은 부분은 Ld가 긴 부분이다. 실제 입력이미지와 비교해도 어두운 부분에서는 용선간의 반주기가 짧은 것을 알 수 있다.

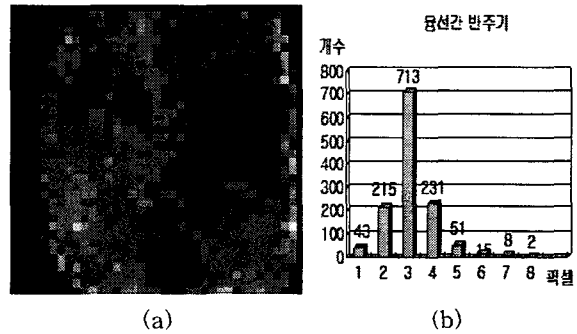


그림 8. 지문의 용선간 반주기(Ld): (a)그레이 값, (b)막대그래프

Fig. 8. Half distance between ridges of fingerprint: (a)Gray value, (b)Bar graph

Ld를 이용한 이진화 과정은 다음 단계와 같다.

첫째, 중심화소 b₀의 방향 값에 따른 방향성 마스크로 용선 방향 화소값의 합 b_s를 구한다.

$$b_s = \sum_{i=N_5} b_i(x, y), N_5 = (-3 \sim 3) \quad (19)$$

둘째, 선택한 방향성 마스크에 따라 용선 방향에 수직하게 지역별 용선간 반주기만큼 위, 아래 화소 값의 합 bu, bd를 구한다.

$$bu = \sum_{i=N_5} bu_i(x, y) + Ld(m, n) \quad (20)$$

$$bd = \sum_{i=N_5} bd_i(x, y) - Ld(m, n) \quad (21)$$

셋째, 첫째 단계에서 구한 값과 둘째 단계에서 구한 값을 비교한다.

$$2bs \leq (bu + bd) \text{ 이면 } bo(x, y) = 0 \quad (22)$$

$$2bs > (bu + bd) \text{ 이면 } bo(x, y) = 1$$

넷째, 이진화 과정이 끝날 때까지 첫째 단계에서 셋째 단계를 반복한다.

IV. 결 과

본 논문에서의 지문은 NIST DB1의 80장의 지문으로 실험했으며, 지역별 용선 거리 Ld를 적용전후의 특징점의 발생 빈도를 조사하였다.




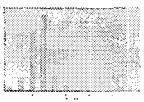





[1]지문 이미지 입력				
[2]이미지의 평준화				
[3]지문의 방향성				
	Ld 적용 전	Ld 적용 후		
[4]용선간 거리	5~6			
[5]이진화				
[6]세션화				
[7]특징점				
특징점 개수	끝점	분기점	끝점	분기점
	14	22	6	12

그림 9. Ld 적용 전후 비교

Fig. 9. Comparing the before and the after of Ld application

먼저, 앞에서 설명한 것과 같이 지문이미지의 입력, 이미지 평준화, 지문의 방향성 추출까지는 기존의 방법으로 하였고, 그 다음 블록(8×8)별 용선간 평균거리(Ld)를 이용한 것과 하지 않은 것을 비교하여 나타낸 결과는 그림9와 같다. NIST DB1의 지문이미지 80장에서 특징점 추출 빈도를 그래프로 나타내면 그림10은 분기점의 수를 비교한 것이고, 그림11은 끝점을 나타낸 것이다.

그래프를 통해 알 수 있듯이 Ld를 적용 전보다 적용 후가 후보 특징점의 수가 줄어든 것을 확인할 수 있었다.

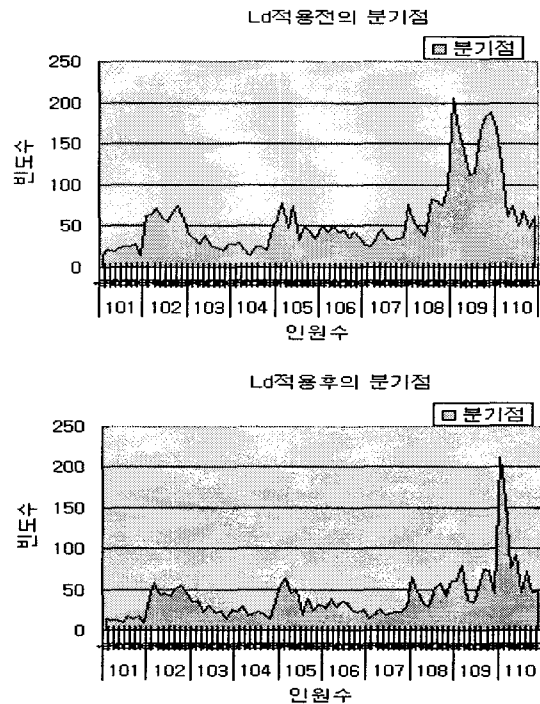


그림 10. 분기점 비교

Fig. 10. Comparing bifurcation

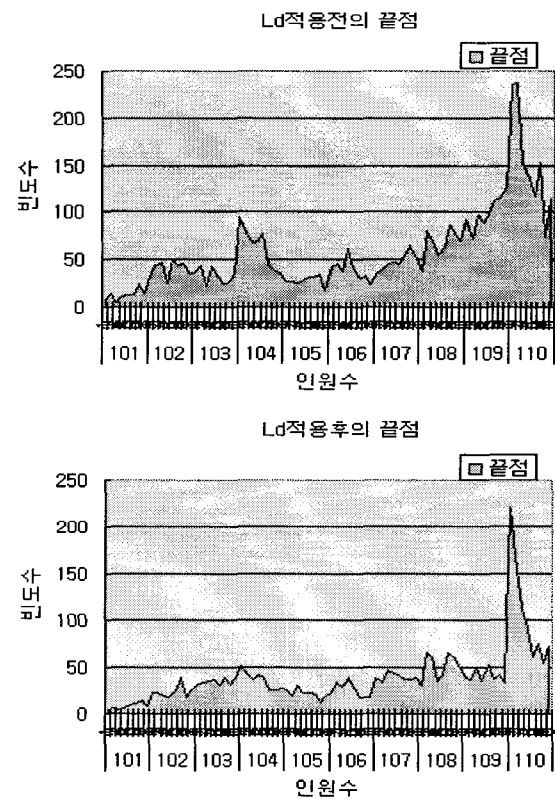


그림 11. 끝점 비교

Fig. 11. Comparing end point

V. 결 론

본 논문에서는 여러 단계의 지문인식 과정에서 지역적 융선간 평균거리를 이용한 이진화 과정을 수행하여 특징점을 추출하였다. 그 결과 지역적 융선간 평균 거리를 이용하지 않았을 때보다 대부분의 지문에서 후보 특징점이 줄어들었고, 몇 개의 이미지에서 나온 이진화 이미지와 특징점을 원 지문 이미지와 육안으로 비교해도 향상되었다. 그리고 이런 결과가 지문인식 과정 중 의사 특징점 제거, 정합과정에 미치는 영향을 정량적으로 분석할 필요가 있다.

참 고 문 헌

[1] Anil K. Jain, L. Hong, R.Bolle, "On-Line Fingerprint Verification", *IEEE Trans. Pattern Analysis Machine Intelligence*, Vol.19, No.4, pp.302-313, April.1997

[2] 신의재, "개선된 전처리 과정을 통한 지문인식 알고리즘에 관한 연구". *홍익대학교 대학원*. 2001

[3] L. Hong, Y. Wan, and A.K. Jain, "Fingerprint Image Enhancement : Algorithm and performance Evaluation," *IEEE Trans. Pattern Analysis Machine Intelligence*, Vol.20, No.8, pp.777-789, Aug.,1998

[4] 유기영, 배인구, 조병호, 김중섭, 배재형, "지문에서 골추적을 이용한 지문 정합", *정보과학지 제19권 제7호*, pp.51-59, 2001

[5] 장동혁, "디지털 영상 처리의 구현" pp.266-272, 1999

[6] Anil K. Jain et al, "Introduction to biometrics", *Biometrics-Personal Identification in Networked Society*, Kluwe Academic Publishers, pp.1-44,1999



윤 병 우(Byung-Woo Yoon)

1987년 부산대학교 전자공학과(공학사)
1989년 부산대학교 전자공학과(공학석사)
1992년 부산대학교 전자공학과(공학박사)

1993년~1995년 한국전자통신연구원 선임연구원
1995년~현재 경성대학교 전기전자 메카트로닉공학부 부교수
관심분야: 배열안테나, 적응신호처리, 음성신호처리, VLSI 설계



송 종 관(Jong-Kwan Song)

1989년 2월 부산대학교 전자공학과 졸업(공학사)
1991년 2월 한국과학기술원 전기및전자공학과 졸업(공학석사)

1995년 8월 한국과학기술원 전기및전자공학과 졸업(공학박사)
1995년~1997년 한국이동통신(현SKTelecom) 중앙연구소 선임연구원
1997년~현재 경성대학교 전기전자 메카트로닉공학부 부교수
관심분야: 영상처리 및 통신



이 명 진(Myeong-Jin Lee)

1994년 2월 KAIST 전기및전자공학과 졸업(공학사)
1996년 2월 KAIST 전기및전자공학과 졸업(공학 석사)

2001년 8월 KAIST 전기및전자공학과 졸업(공학 박사)
2001년3월~2004년2월 반도체 총괄 책임
2004년 3월 ~ 현재 경성대학교 전기전자 메카트로닉공학부 전임 강사
관심분야: 멀티미디어 통신, 신호처리, 인터넷 QoS



손 원 무(Won-Mu Son)

2003년 3월 경성대학교 전기전자공학과 졸업(공학사)
2003년 3월 ~ 현재 경성대학교 대학원 전기전자공학과 재학중

관심분야: 영상처리 및 통신