

다척도 지붕에지 검출방법을 이용한 지문영상의 전처리에 대한 연구

김수겸†

(원고접수일 : 2004년 8월 23일, 심사완료일 : 2005년 2월 24일)

A Study On Preprocessing of Fingerprint Image Using Multi-Scale Roof Edges

Soo-Gyeam Kim†

Abstract : A new roof edge detection method based on multilevel scales of wavelet function is proposed. In this paper, roof edge and its direction are obtained in this new methods at one time. Besides, scale characteristics of detecting roof edge is analyzed. And a few new methods on fingerprint image pre-processing are described. A method segmenting foreground/background of fingerprint images is proposed, in which prior estimation of direction field is not required any more. A segmentation method based on multi-scale roof edges is implemented, and the valid scale range of the method is defined, too. And the method is used to segment ridges and valleys in fingerprint images simultaneously. The exact direction fields made up of the direction of each point in ridges can be obtained when detecting ridges exactly based on the roof edge detector, in comparison with the traditional coarse estimation of direction fields. Obviously, it will establish a solid foundation for the sequent fingerprint identification.

Key words : Roof edge(지붕에지), Step edge(계단에지), Fingerprint recognition(지문인식), Fingerprint image preprocessing(지문영상 전처리), Image smoothing(영상 평활화), Multi-scale roof edge(다척도 지붕에지), Binalization(이진화), Thinning(세선화)

1. 서 론

일반적인 지문영상의 인식절차는 Fig. 1과 같다. 전처리 과정은 입력받은 지문영상에서 특징을 추출하기 위한 준비과정으로 지문영상 인식절차 중 지문영상 자동 인식시스템에 가장 큰 영향을

미친다. 그리고 지문영상의 이진화, 세선화를 거쳐 용선의 방향성분이나 특징점들을 추출하게 된다. Masahiro는 이진화 후 용선의 방향성분을 추출하는 방법을 이용하였다^[6]. 그러나 이 방법은 영상의 질이 좋지 않은 상태에서 이진화를 수행할 경우 방향성분에 오차가 커지는 단점이 있다.

† 책임저자(목포해양대학교 기관시스템공학부), E-mail : ksgjk@mmu.ac.kr, Tel : 061)240-7099

Mehetre와 Murthy는 최소 밝기의 차를 이용하여 이진화 과정없이 용선의 방향성분을 추출하였다^{[1], [2]}. 이 방법 또한 이진화 과정은 필요 없지만 많은 계산을 중복하는 단점이 있다. McHugh, Rao, Raafat, Fu는 영상을 이진화 후 세선화를 통하여 지문영상의 특징점을 추출하였다^{[4], [5]}. 이 방법 역시 이진화 과정에서 발생하는 오류와 많은 처리 시간이 걸리는 등의 단점이 있다.

본 논문에서는 이상과 같은 방법들의 단점을 보완하고 지문영상 인식 과정에서의 전처리 효율성을 높이기 위하여 Wavelet 함수의 다척도 에지검출 방법을 이용한 새로운 지문영상 전처리 방법을 제안한다.

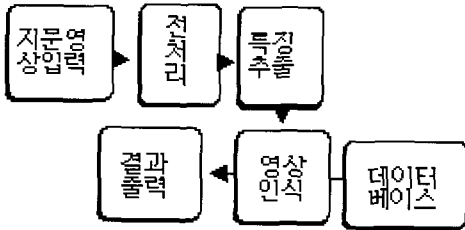


Fig. 1 A fingerprint image recognition process

본 논문에서 제안한 방법은 지문영상의 방향장을 용선상의 각각의 점에 대한 방향 성분으로 구성된 것으로 보고, 용선의 골격과 방향장을 구한다. 이것은 지문영상 자동식별 시스템의 후처리 단계에서 매우 효율적이다. 먼저 잡음의 영향을 감소시키고 그리고 지문영상의 처리 범위와 시간을 단축시키기 위하여 지문영상을 전경과 배경으로 분할한다. 지문영상의 용선과 골로 구성된 부분을 전경으로 그리고 기타 다른 부분을 배경으로 구분한다. 그리고 전경영역에 대해서만 다척도 지붕형 에지검출 방법을 적용하여 용선영상, 골영상 그리고 방향장영상을 구한다.

본 논문의 제 2장에서는 지문영상의 전경과 배경을 분할하는 방법에 대하여 설명한다. 그리고 제 3장에서는 다척도 지붕에지를 이용한 지문영상의 용선 분할 방법에 대한 설명과 함께 지붕형의 물체 검출시의 척도범위와 검출방법에 대하여 설명한다. 제 4장에서는 시뮬레이션 및 분석 결과를 보인다.

2. 지문영상의 전경과 배경 분할

전경과 배경의 명암도 분포는 동일하지 않다. 전경영역에서는 용선의 법선과 용선과 골의 교차점이 존재하고 명암도 분포의 변화가 비교적 심하다. 그러나 배경영역에서는 용선과 골의 교차점이 존재하지 않고 명암도 분포도 그다지 심하지 않다. 이와같은 영상정보를 이용하여 전경과 배경을 분할 하고^[5] 그리고 지문영상의 전경과 배경을 분할하는 새로운 방법을 제안한다. 지문영상의 한 픽셀을 $f(\bullet, \bullet)$ 로 그리고 픽셀의 좌표를 (i, j) 로 나타내고 영역은 $R = \{(m, n) | m-i \leq L, |n-j| \leq L\}$ 로 나타낸다. 여기에서 L은 영역 길이의 1/2이다. 예를 들면, Fig. 2(a)에서 표시한 것과 같이 λ 방향에 따라 이 영역내의 픽셀를 탐색하여 1차원 배열 $\{A_k^\lambda\}, k=1, 2, \dots, (2L+1) \times (2L+1), 0^\circ \leq \lambda < 180^\circ$ 을 구하고 이 배열의 픽셀간에 미치는 영향은 식 (1)과 같다.

$$M^\lambda = \sum_{k=1}^{(2L+1) \times (2L+1) - 1} A_{k+1}^\lambda - A_k^\lambda, \quad 0^\circ \leq \lambda < 180^\circ \quad (1)$$

또한 픽셀이 지문영상의 전경픽셀인지 또는 배경픽셀인지를 구분하는 식은 식 (2)와 같이 나타낸다.

$$F(i, j) = M_{\max}^\lambda - M_{\min}^\lambda \quad (2)$$

여기에서

$$M_{\max}^\lambda = \max_{0^\circ \leq \lambda < 180^\circ} M^\lambda, \quad M_{\min}^\lambda = \min_{0^\circ \leq \lambda < 180^\circ} M^\lambda$$

만약 픽셀이 전경영역에 속한다면, λ 가 용선의 방향과 수직될 때 명암도 변화의 정도가 가장 크다. 이 때 M^λ 는 극대값을 갖는다. 그러나 λ 가 용선의 방향과 같은 방향일 때 명암도 변화는 제일 작게 되고 M^λ 은 최소값을 갖게 된다. 이와 같이 전경영역에서의 명암도 변화는 비교적 크기 때문에 F(i,j)는 큰 값을 갖게된다.

그러나 픽셀이 배경에 속한다면, λ 의 방향에 관계없이 명암도 변화는 모두 비슷하고 M^λ 의 값 역시 모두 비슷한 값을 갖게된다. 이 때 F(i,j)는 작

은 값을 갖게된다. 영상 $F(i,j)$ 에 임계치 T 를 적용, 전경과 배경으로 분할한다. 지문영상의 분할 결과영상 $g(\bullet, \bullet)$ 는 식 (3)과 같이 나타낸다.

$$g(i,j) = \begin{cases} 1 & \text{if } F(i,j) \geq T \\ 0 & \text{if } F(i,j) < T \end{cases} \quad i=1, \Lambda, M \quad j=1, \Lambda, N \quad (3)$$

여기에서 M, N 은 지문영상의 크기이다. Fig. 2의 λ 는 8방향 또는 16방향의 주사방향을 나타내고 Fig. 2(b)는 원지문영상을 보여준다. 그리고 Fig. 2(c)는 본 논문에서 제안한 방법으로 λ 등 간격으로 8개 방향을 취하여 전경과 배경으로 분할한 결과영상이다.

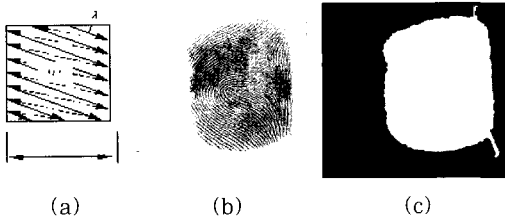


Fig. 2 Separate foreground/ background of fingerprint. (a)Scanning direction λ (b)Original fingerprint image (c)Foreground/ background image

3. 지봉에지 검출을 이용한 융선과 골의 분할

지문영상의 융선과 골은 정방형(Square wave) 지봉에지로 볼 수 있으며 정방형 지봉에지는 각각 다른 방향에서 출발한 두 개의 계단에지로 구성된 것으로 볼 수 있다. 즉, 쌍으로 구성된 계단에지이다. 이론적으로 골격정보를 나타내는 지봉에지를 찾고 이 지봉에지를 두 개의 계단에지로서 나타낼 수 있는 방법을 알 수 있다면 지봉에지를 검출할 수 있다. 3장에서는 다척도 에지검출 방법을 설명하고 쌍으로된 계단에지를 검출함으로써 지봉에지를 검출할 수 있는 방법에 대하여 설명한다.

3.1 다척도 에지검출

$\theta(x)$ 를 적분이 1인 평활화 함수이고 무한대 0

에 수렴한다고 하면, $\theta(x)$ 는 중심대칭함수이고 구간 $\left[\frac{-w}{2}, \frac{w}{2}\right]$ 를 갖는 2계 도함수라고 할 수 있다. 또

$\theta(x)$ 의 1계 도함수와 2계 도함수를 $\psi^a(x) = \frac{d\theta(x)}{dx}$ 와 $\psi^b(x) = \frac{d^2\theta(x)}{dx^2}$ 로 식 (4)와 같이 나타낼 수 있다.

$$\int_{-\infty}^{\infty} \psi^a(x) dx = 0, \int_{-\infty}^{\infty} \psi^b(x) dx = 0 \quad (4)$$

여기에서 $\psi^a(x)$ 와 $\psi^b(x)$ 는 Wavelet함수이다.

이 함수는 $\psi_s^a(x) = \frac{1}{s} \psi^a\left(\frac{x}{s}\right)$ 와 $\psi_s^b(x) = \frac{1}{s} \psi^b\left(\frac{x}{s}\right)$ 로

나타낼 수 있다. 그리고 s 는 척도 인자로서

$s > 0$ 이다. 함수 $f(x)$ 의 Wavelet변환은 식 (5)와

식 (6)과 같이 나타낼 수 있다.

$$W_s^a f(x) = f * \psi_s^a(x) = f * \left(s \frac{d\theta_s}{dx}\right)(x) = s \frac{d}{dx} (f * \theta_s)(x) \quad (5)$$

$$W_s^b f(x) = f * \psi_s^b(x) = f * \left(s^2 \frac{d^2\theta_s}{dx^2}\right)(x) = s^2 \frac{d^2}{dx^2} (f * \theta_s)(x) \quad (6)$$

여기에서 $\theta_s = \frac{1}{s} \theta\left(\frac{x}{s}\right)$ 이다. 식 (5)와 식 (6)과 같이

Wavelet변환 $W_s^a f(x)$ 와 $W_s^b f(x)$ 는 척도 s 에 따라 평활한 후에 1계 도함수와 2계 도함수가 된다.

평활화 후의 정보 $f * \theta_s(x)$ 는 1계 도함수의 극대점과 2계 도함수의 0점 교차에 대응한다. 즉, 계단 에지는 1계 도함수의 Wavelet변환의 극대치로 그리고 2계 도함수의 0점 교차를 이용하여 검출할 수 있다. 지봉에지는 1계 도함수의 Wavelet변환의 0점 교차로 검출할 수 있다.

3.2 지봉에지 검출을 위한 유효척도

1계 도함수가 0점을 지나는 것으로 지봉에지를 검출하는 경우 일정한 척도조건을 만족시켜야 한다. Fig. 2에서 각각 다른 척도하에서의 1계 도함수와 2계 도함수를 보여준다. Fig. 2에서와 같이 지봉에지의 검출과 척도인자 s 는 밀접한 상관관계가 있다. 척도가 비교적 클 때만 1계 도함수가 단독적으로 0점을 지날 수 있다. 이 때 지봉에지 검출이 가능하다. 그리고 정방형 지봉에지를 쌍계단에지로 볼 때 계단에지의 정의는 척도 증가에 따라

편이가 나타날 수 있으므로 일정한 척도범위 내에서만 정확한 위치를 검출할 수 있다. Fig. 2(c)에 이와같은 사항을 보여주고 있다^[7]. 본 논문에서는 1차원 블록형 정방형 지붕에지를 예로하여 지붕에지와 계단에지의 유효척도에 대하여 설명한다. 이상적인 1차원 블록형 정방형 지붕에지의 모형은 식 [7]과 같이 표현할 수 있다.

$$f_q(x) = Au\left(x + \frac{d}{2}\right) - Au\left(x - \frac{d}{2}\right) \quad (7)$$

여기에서 A는 지붕에지의 폭이고 d는 지붕에지의 넓이다. 식 (7)과 같이 정방형 지붕에지를 정확히 검출하기 위한 유효척도 범위는 $\left[\frac{d}{w}, +\infty\right)$ 이 된다^[7]. 식 (7)로 표시한 모형을 계단에지의 모형으로 볼 때 A는 계단에지의 폭이고 d는 두개의 계단에지 간의 거리를 나타낸다. 마찬가지로 Fig. 3에서 알 수 있듯이 척도가 일정한 조건을 만족할 때 두개의 계단에지가 존재하는 $-\frac{d}{2}$ 와 $\frac{d}{2}$ 을 정확하게 검출할 수 있다. 즉, 정방형 두개 계단에지의 정확한 위치를 검출하기 위한 유효 척도범위는 $\left[1, \frac{2d}{w}\right)$ 이 된다^[7].

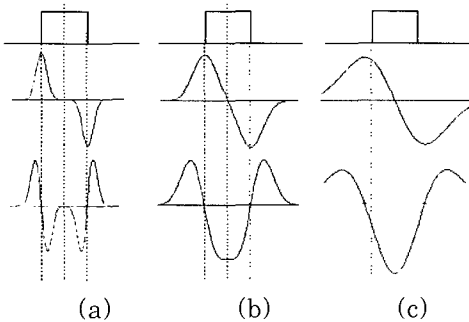


Fig. 3 Scales range of Square roof/step edges in first derivative and second derivative (a)Scale range: $s < d$ (b)Scale range : $s \in [\max(1, d/w), 2d/w]$ (c)Scale range : $s > 2d/w$

3.3 지붕형상의 지문영상 물체의 검출

만약 지붕에지를 구성하는 두 계단에지를 검출할 수 있다면 목표의 범위를 알 수 있다. 3.2장의

설명과 같이 지붕에지를 검출하기 위한 정확한 두 계단에지의 유효한 척도범위는 $\left[\max\left(\frac{d}{w}, 1\right), \frac{2d}{w}\right)$ 이다. 정방형 지붕에지를 평활화 함수 $\theta_s(x)$ 로 평활화한 후의 2계 도함수는 식 (6)이 나타낸 Wavelet함수의 컨버루션은 식 (8)과 같이 나타낼 수 있다.

$$W_s^* f_q(x) = A \left[\theta' \left(\frac{x+d/2}{s} \right) - \theta' \left(\frac{x-d/2}{s} \right) \right] \quad (8)$$

$x=0$ 인 곳에서

$$W_s^* f_q(x) \Big|_{x=0} = 2A \left[\theta' \left(\frac{d}{2s} \right) \right] \quad (9)$$

$\theta(x)$ 의 특성으로 알 수 있다시피 $s \geq d/w$ 일 때만이 $W_s^* f_q(x) \Big|_{x=0} < 0$ 이 된다. 이 때 식 (8)은 두개의 0점을 지나는 점이 존재하게 된다. 그렇지 않으면 여러개의 0점이 나타날 수 있다. 그러므로 $s \in \left[1, \frac{2d}{w}\right)$ 일 때 두 개의 0점을 지나는 점이 정확한 두개의 계단에지라고 할 수 있다. 그리고 척도인자 s가 척도범위 $\left[\max\left(\frac{d}{w}, 1\right), \frac{2d}{w}\right)$ 내에 있을 때 2계 도함수가 0을 지나는 점을 목표의 계단에지라고 할 수 있다. 이와같은 이론을 2차원으로 확장하여 설명하면 다음과 같다.

$\theta(x, y)$ 를 x와 y에 대한 적분이 1인 평활화함수이고 그리고 무한대 0에 수렴한다고 하면 $\theta(x, y)$ 은 중심 대칭함수이고 구간을 $\left[-\frac{w}{2}, \frac{w}{2}\right] \times \left[-\frac{w}{2}, \frac{w}{2}\right)$ 으로 나타낼 수 있다. 영상 $f(x, y)$ 를 평활화 한다는 것은 척도가 s인 평활화 함수 $\theta_s(x, y)$ 로 컨버루션을 한다는 것을 의미하며 식 [10]과 같이 나타낼 수 있다.

$$S_s(x, y) = f(x, y) * \theta_s(x, y) \quad (10)$$

여기에서

$$\theta_s(x, y) = \frac{1}{s^2} \theta \left(\frac{x}{s}, \frac{y}{s} \right)$$

평활화 후의 영상 $S_s(x, y)$ 의 1계와 2계 방향 도함수는 식 (11)과 식 (12)와 같다.

$$S'_s(x, y, \alpha) = \frac{\partial S_s(x, y)}{\partial x} \cos \alpha + \frac{\partial S_s(x, y)}{\partial y} \sin \alpha \quad (11)$$

$$S'_s(x, y, \alpha) = \frac{\partial^2 S_s(x, y)}{\partial x^2} \cos^2 \alpha + 2 \frac{\partial^2 S_s(x, y)}{\partial x \partial y} \cos \alpha \sin \alpha + \frac{\partial^2 S_s(x, y)}{\partial y^2} \sin^2 \alpha \quad (12)$$

최대 경사방향 $\alpha^* = \arctan\left(\frac{\partial S_s(x, y)/\partial y}{\partial S_s(x, y)/\partial x}\right)$ 에서 2계 도함수 $S''_s(x, y, \alpha^*) = 0$ 은 계단에지에 대응된다.

$$\sin \alpha^* = \frac{\partial S_s(x, y)/\partial y}{\left[\left(\partial S_s(x, y)/\partial x\right)^2 + \left(\partial S_s(x, y)/\partial y\right)^2\right]^{1/2}} \quad (13)$$

$$\cos \alpha^* = \frac{\partial S_s(x, y)/\partial x}{\left[\left(\partial S_s(x, y)/\partial x\right)^2 + \left(\partial S_s(x, y)/\partial y\right)^2\right]^{1/2}} \quad (14)$$

식 (13)과 식 (14)를 식 (12)에 대입하면 식 (15)을 얻을 수 있다.

$$G_s(x, y) = \frac{\partial^2 S_s}{\partial x^2} \cdot \left(\frac{\partial S_s}{\partial x}\right)^2 + 2 \frac{\partial^2 S_s}{\partial x \partial y} \cdot \left(\frac{\partial S_s}{\partial x}\right) \cdot \left(\frac{\partial S_s}{\partial y}\right) + \frac{\partial^2 S_s}{\partial y^2} \cdot \left(\frac{\partial S_s}{\partial y}\right)^2 \quad (15)$$

여기에서

$G_s(x, y) = S''_s(x, y, \alpha^*) \cdot \left[\left(\partial S_s(x, y)/\partial x\right)^2 + \left(\partial S_s(x, y)/\partial y\right)^2\right]$ 이고 $G_s(x, y) = 0$ 은 계단에지이다. 블록형 정방향 지붕에지에 대하여 그 넓이가 d 이고 척도가 $s \in \left[\max\left(\frac{d}{w}, 1\right), \frac{2d}{w}\right]$ 일 때 $G_s(x, y) = 0$ 은 계단에지에 대응한다. 즉 이것은 물체의 에지이다. 그러므로 $G_s(x, y) < 0$ 이라면 목표의 범위이다. 다시 말하면 영상의 계단에지를 검출하고 $G_s(x, y) < 0$ 인 영역을 검출하면 블록형 정방향 지붕에지를 검출할 수 있다는 것이다. 오목형 정방향 지붕에지에 대한 설명도 같다.

4. 시뮬레이션 및 분석 결과

4.1 지문영상의 융선과 골의 분할

3장의 설명과 같이 지붕형 에지의 척도와 넓이는 평활화함수의 구간 범위와 깊은 관계가 있다. 지문영상의 융선 혹은 골의 넓이는 유한하다: $d_{min} \leq d \leq d_{max}$ 또 $d_{max} < 2d_{min}$. 때문에 척도를 $s \in \left[\max\left(\frac{d_{max}}{w}, 1\right), \frac{2d_{min}}{w}\right]$ 으로 선정하면 된다. 본 논문에서

는 3차 B 스피라인 함수를 평활함수로 사용하여 3차 B 스피라인 함수는 구간을 사용하여 좋은 평활화 효과를 얻을 수 있었다^[8].

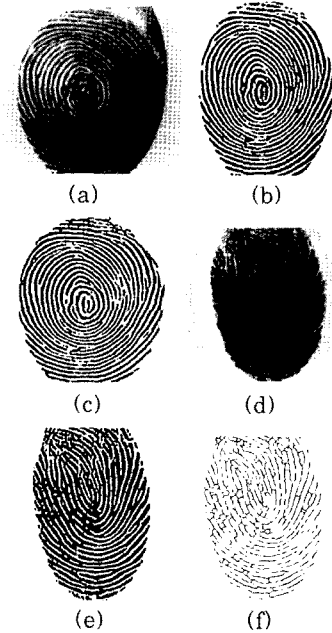


Fig. 4 Fingerprint image using live scanner.
(a)Original fingerprint image of medium level quality (b)Ridges image (c)Valleys image
(d)Original fingerprint image of low level quality (e)Ridges image (f)Valleys image

Fig. 4(a)는 광학적인 방법을 사용하여 채취한 중간급의 원지문영상을 그리고 Fig. 3(b)와 Fig. 4(c)는 본 논문에서 제안한 방법을 사용하여 분해한 결과영상을 보여준다. Fig. 4(d)는 질이 좋지 않은 저급의 원지문영상이고 Fig. 4(e)와 Fig. 4(f)는 역시 본 논문에서 제안한 방법으로 융선과 골을 추출한 결과영상이다. 실험결과에서 보여주는 것과 같이 지문영상의 융선과 골을 분해하는데 본 논문에서 제안한 방법을 사용하여 비교적 좋은 결과를 얻을 수 있었다.

4.2 지문영상의 융선과 방향장

지문영상의 전처리의 최종목적은 지문영상의 융선과 방향장을 구하는 것이다. 본 논문에서 제안한 방법을 이용하여 지문영상의 융선과 방향장을 구하

였다. 방향장은 융선상의 각각의 점에 대한 정확한 방향성분을 나타낸다. 이와같은 방법은 전통적인 방법으로 구한 일정한 영역내에 존재하는 개략적인 방향장만을 얻는 방법과는 분명한 차이가 있다. 지문영상중의 융선을 정방향 지붕에지로 보고 이 정방향 지붕에지를 검출할 때 정확한 위치를 검출하기 위하여 척도범위를 사용하였다: $d_{min} \leq d \leq d_{max}$. 또한 3차 B 스프라인 Wavelet함수를 평활화함수로 사용하여 1계 도함수와 2계 도함수를 구하였다. 사용한 척도 s 는 식 (16)과 같다.

$$s \geq \frac{d_{max}}{w} \tag{16}$$

Fig. 5은 광학적인 방법으로 채취한 중간급 지문 영상에 대한 전처리 결과이다. Fig. 5(a)는 원지문영상, Fig. 5(b)와 Fig. 5(c)는 본 논문에서 제안한 방법을 사용한 융선과 방향장(0은 $-\pi/2$, 1은 $\pi/2$ 를 각각의미한다.)의 영상이다. Fig. 5(d)는 전통적인 방법으로 구한 방향장의 영상이다. Fig. 6은 유약처리로 채취한 중간급 지문영상에 대하여 본 논문에서 제안한 방법을 사용하여 처리한 결과이다. Fig. 6(a)는 원지문영상, Fig. 6(b)와 Fig. 6(c)는 융선과 방향장 영상이다. Fig. 7는 저급의 지문영상을 본 논문에서 제안한 방법을 사용하여 처리한 결과이다. Fig. 7(a)는 원지문영상 Fig. 7(b)와 8(c)는 융선과 방향장 영상이다.

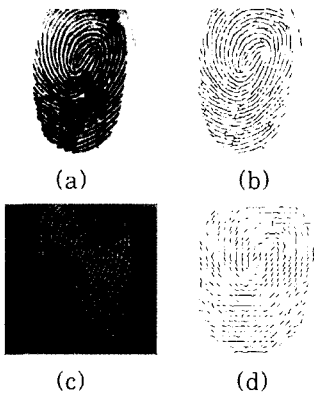


Fig. 5 Fingerprint image of medium level quality using a live-scanner. (a)Original fingerprint image (b)Ridges image (c)Direction image of valleys using proposed method (d)Direction image of ridges using traditional method

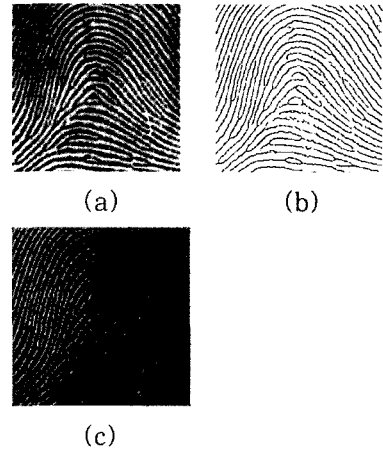


Fig. 6 Fingerprint image of medium level quality using an inked rolled unit. (a)Original fingerprint image (b) Ridges image (c) Directions image of ridges

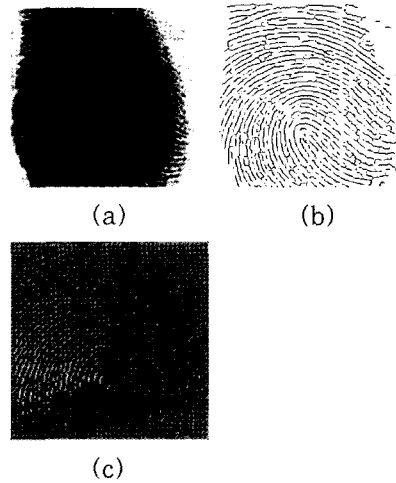


Fig. 7 Fingerprint image of low level quality using an inked rolled unit. (a)Original fingerprint image (b)Ridges image (c)Directions image of ridges

지문영상의 전처리에서 꼭 필요한 정보는 융선의 골격과 방향장이다. 기존의 방법으로 방향장을 구하기 위해서는 항상 지문영상의 크기가 일치하여야 한다. 예를 들면 영상을 일정한 크기로 분할(예를 들면, 16×16 혹은 32×32)한 후 분할 영역 내에서 방향장을 구한다. 이와같은 전통적인 방법으로 얻어낸 방향장 영상은 원래의 지문영상 보다 작아진다. 그리고 영역내의 점은 융선과 비융선을

모두 포함하고 있으며 이에 대한 방향이 된다. 이와같은 방법은 매우 비효율적이다. 그러나 본 논문에서 제안한 지붕에지 검출방법을 이용하여 얻은 방향장은 용선상에 존재하는 점에 대한 방향성분으로 구성된다. 그리고 각각의 점의 방향성분은 독립적이고 범위는 $[-\frac{\pi}{2}, \frac{\pi}{2}]$ 까지이다. 본 논문에서 제안한 방법은 영상을 일정한 크기로 분할할 필요가 없으며 또한 방향장의 모양과 크기도 원지문영상의 크기와 일치한다. 그리고 방향장 영상은 용선에 대한 방향성분만을 포함하게 된다. 즉, 꼭 필요한 정보만이 존재하는 방향장 영상이라는 것이다. Fig. 4, 6, 7에 본 논문에서 제안한 방법으로 구한 용선과 방향장 영상을 보여준다.

5. 결 론

지문영상 인식절차중 지문영상 인식시스템의 질에 가장 큰 영향을 미치는 전처리과정은 입력받은 영상에서 특정한 정보를 검출하기 위한 준비과정이다. 그리고 전처리는 일반적으로 지문영상의 이진화, 세선화를 거쳐 용선의 방향성분이나 특징들을 추출하게 된다. 이와같은 기존의 전처리 방법은 이진화 과정에서 많은 오류가 발생하고 또한 많은 처리 시간이 걸리는 등 단점이 있다. 본 논문에서는 이와같은 단점을 보완할 수 있는 새로운 지문영상 전처리 방법으로 첫째, 지문영상을 전경과 배경으로 분리하였다. 둘째, Wavelet 함수의 다척도 지붕에지 검출방법을 이용하여 전경영역에 대해서만 용선과 방향장의 방향성분을 동시에 검출하였다. 셋째, 지문 영상중의 용선과 골의 형상을 정방형의 지붕에지로 보았다. 넷째, 정방형의 지붕에지를 두개의 계단에지로 구성된 것으로 분석하여 계단에지를 검출함으로써 전처리를 실현하였다. 본 논문에서 제안한 다척도 지붕에지 검출방법을 이용하여 전처리하여 이진화과정 없이 용선과 골선을 구할 수 있을 뿐아니라 또 동시에 방향장을 구할 수 있었다. 이것은 지문 자동인식에 있어서 시간을 절약할 수 있을 뿐만 아니라 매우 정확한 방향정보를 구할 수 있었다. 실제로 지문영상 전처리에 있어서, 가장 중요한 문제는 지붕

에지의 척도를 어떻게 적응적으로 조절할 수 있도록 할 것인가 하는 것이다. 다시 말하면 어떻게 정확하게 용선의 넓이를 검출할 수 있도록 적응적으로 척도를 선택할 것인가 하는 것이다. 또한 원지문영상에 대한 더 많은 정보를 이용하여 전처리의 효과를 더욱 높일 것인가 하는 것도 더 연구를 하여야 할 사항이라고 생각한다.

참고 문헌

- [1] B. M. Mehre, N. N. Murthy, S. Kapoor, "Segmentation of Fingerprint Images The Directional Images", *Pattern Recognition*, Vol. 20, No. 4, pp. 429-435, 1987.
- [2] B. M. Mehre, "Segmentation of Fingerprint Images A Composite Method", *Pattern Recognition*, Vol. 22, No. 4, pp. 381-385, 1989.
- [3] Andrew K. Hrechak and James A. McHugh, "Automated Fingerprint Recognition Using Structural Matching", *Pattern Recognition*, Vol. 23, No. 8, pp. 893-904, 1990.
- [4] T. Ch. Malleswara Rao, "Feature Extraction for Fingerprint Classification", *Pattern Recognition*, Vol. 8, pp. 181-192, 1976.
- [5] A. Jain and L. Hong, etc., "An identity- authentication system using fingerprints", *Proceedings of the IEEE*, Vol. 85, No. 9, pp. 1365-1388, 1997.
- [6] Masahiro Kawagoe and Akio Tojo, "Fingerprint Pattern Classification", *Pattern Recognition*, Vol. 17, No. 3, pp. 259-303, 1984.
- [7] H. Lee and R. Gaensslen, Eds., *Advances in Fingerprint Technology*, New York: Elsevier, 1991.
- [8] Y P Wang and S L Lee, Scale-space

derived from B-splines, IEEE Trans.
On PAMI, Vol. 20, No. 10, pp.
1040-1055.

저 자 소 개



김수겸 (金秀謙)

1954년 7월생, 1986년 광주대학교
전자계산학과 졸업, 1988년 조선대
학교 전자계산학과 졸업(석사), 1996
년 조선대학교 전기공학과 졸업(박
사), 현재 목포해양대학교 기관시스
템공학부 교수 재직중