Proceedings of KIIS Spring Conference 2008 Vol. 18, No. 1.

퍼지를 이용한 지문 정합에 관한 연구

A Study on Fuzzy Minutiae-Based Matching Method

엄기열* · 강민구* · 홍다혜* · 김문현**
Kiyol Eom, Minkoo Kang, Dahye Hong, Munhyun Kim

* 성균관대학교 전자전기컴퓨터공학과
** 성균관대학교 전자전기컴퓨터공학과

요 약

본 연구에서는 특징점을 이용하여 지문정합을 할 때 퍼지 소속함수를 이용하여 유사정도의 정확성을 높이는 방법을 제안한다. 특징점 기반 정합 방식은 지문 정합에서 가장 널리 알려지고 널리 사용되는 방법 중에 하나이다. 그렇지만, 입력장치를 통해서 지문이 입력이 될 때 누르는 세기, 피부의 마른 정도, 피부 질환, 땀, 더러움, 기름, 공기의 습기, 뒤틀림 등과 같은 상태에 따라서 특징점들이 변형이 되거나 없어질 수 있다. 그렇지만 이러한 외부적인 원인으로 인해 특징점이 추출되지 않거나 왜곡된 특징점들이 추출되어 정확성을 떨어뜨리는 문제점이 발생할 수 있다. 따라서 본 논문에서는 퍼지 소속 함수를 이용하여 소속도를 부여함으로서 정확도를 향상시키고자 한다.

키워드 : 지문, 퍼지, 특징점, 정합, 유사도

Abstract

This paper presents the fuzzy minutiae-based matching to improve the accuracy of the difference between template and imput fingerprint image. Minutiae-based matching method is the most well-known and widely used method for fingerprint matching. However, fingerprint pressure, dryness of the skin, skin disease, sweat, dirt, grease, and humidity in the air cause the noisy fingerprint images and the distortion is produced by users moving their fingers on the scanner surface. The input image may be rejected from the Fingerprint Recognition System, because the distorted fingerprint image is very different from the original image. Large tolerence boxes and fuzzy discriminant function is required to improve the accuracy.

Key Words : fingerprint, fuzzy, minutiae, matching, similarity

1. 서 론

지문을 이용한 인증 방법은 생체인증에서 가장 오래된 방법중에 하나이고 현재도 가장 널리 사용되는 방법 중에 하나이다. 특히, 범죄 수사용, 인터넷 뱅킹, 또는 개인컴퓨터 보안 등 다양한 곳에서 지문인식 시스템이 사용되고 있다. 지문은 그림 1.과 같이 융기되어 나타나는 선인 융선(ridge)과 융선과 융선 사이의 패인 곳인 골(valley)로 구성이 되고 연속된 흐름을 보인다. 지문인식은 지문 융선 흐름과 같은 형태를 찾는 과정이다.

지문인식은 입력된 지문의 질을 향상시키는 전처리, 특징점 추출, 정합과정을 거쳐 인식하게 된다. 지문인식을 위해서 사용되는 대표적인 특징점은 끝점과 분기점이다. 끝점은 융선의 흐름이 끝나는 지점을 말하며, 분기점은 융선의 흐름이 두 갈래로 나누어지는 지점을 말한다.

지문인식을 위한 정합방법에 대한 연구는 Correlation-based, Ridge feature-based, Minutiae-based 정합방법 3가지로 나누어 볼 수 있다. Correlation-based 정합 방법은 저장되어있는 템플릿과 입력영상을 겹쳐서, 대응하는 픽셀사이에 관계를 확인하는 방법이며, Ridge feature-based 정합방법은 지문의 융선형태 패턴(융선각도, 융선 모양, 질감정보)을 비교하여 인식하는 방법이다. 마지막으로 Minutiae-based 정합 방법은 지문인식에서 가장 널리 사용되는 방법으로 특징점을 추출하여 특징점간의 유사정도로 비교하는 방법이다.

기존 Minuitae-based 정합방법은 지문의 위치정보와 방향정보를 이용하여 정합을 하는데, 입력지문 특징점의 소속정도를 이분화(0, 1)해서 합을 구하는 평가함수는 차이에 대한 차별을 무시함으로 인해 유사성을 판단하는데 분별력이 떨어진다. 따라서 본 연구에서는 Minutiae-based 정합방법을 이용하여 지문정합을 할 때, 특징점간의 차에 대한 소속정도를 나타내는 소속함수에 퍼지개념을 도입하여 유사성을 판단하는 인식 알고리즘을 제안한다.

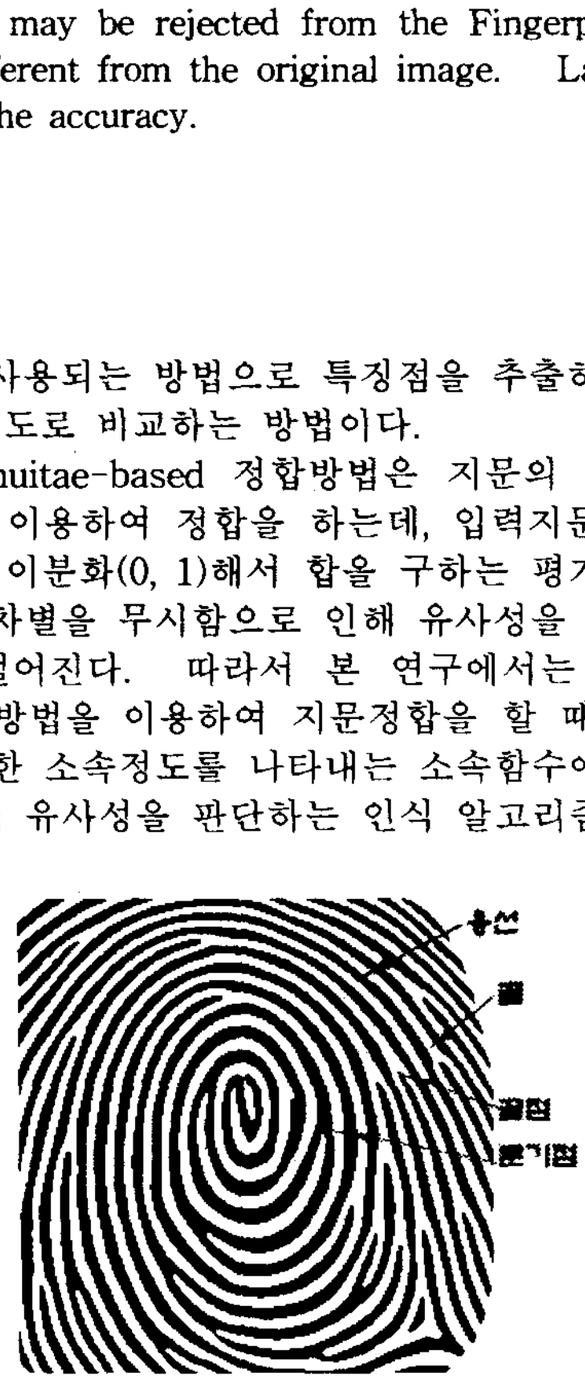


그림 1. 지문의 형태

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 Minutiae

-based matching method와 본 논문에서 제안하는 fuzzy minutiae-based matching method에 대한 알고리즘을 설명할 것이고, 3장에서는 이에 대한 실험 및 결과에 대해서 설명 할 것이며, 4장에서는 이에 대한 결론을 내릴 것이다.

2. 퍼지기반 특징점 비교 방법

본 장에서는 특징점 비교 방식에 대해서 알아보고, 기존연구에서 사용하던 소속함수를 소개하고 제안하는 소속함수를 설명하고자 한다.

2.1 특징점 비교 정합 방법

T와 I를 각각 템플릿과 입력지문이라고 하자. 특징점 비교 방식은 특징점을 원소로 하는 특징 벡터를 사용한다. 특징점들은 위치, 방향각, 형태(끝점, 분기점), 특징점간의 거리 또는 사잇각 등 여러 가지 속성들이 있을 수 있지만 본 연구에서는 위치와 방향각만을 특징점으로 사용할 것이다. 특징점은 다음식과 같이 3개의 쌍으로 표현할 것이다.

$$T=\{m_1, m_2, \ldots\ldots m_m\},\ m_i=\{x_i, y_i, \theta_i\},\ i=1, \ldots, m$$
$$I=\{m_1', m_2', \ldots\ldots m_n'\},\ m_j'=\{x_j', y_j', \theta_j'\},\ j=1, \ldots, n$$

각각, m, n은 템플릿과 입력지문 특징점들의 수를 나타낸다.

입력영상의 m_j'와 템플릿의 m_i가 정합을 위한 비교 대상이다. 특징점간의 거리를 d1이라고하고 특징점간의 방향각 차를 d2라고 하자. 이러한 거리와 방향각 차는 특징점 추출시나 작은 찌그러짐 현상으로 인해 발생할 수 있어, 각각 거리와 방향각 임계영역을 설정하는 것은 필요하다.

지문을 정렬시키는 것은 지문정합의 수를 최대화 하기 위해서 필요하고 지문을 올바르게 정렬시키기 위해서는 치환과 회전과정을 거친다.

어떤 기하학적인 변환에 의해 m_j'를 m_j''로 변환시키는 함수 f(.)가 있다고 하자.

$$f(m_j') = m_j'' = (x_j'', y_j'', \theta_j''), \quad (1)$$
$$\begin{bmatrix} x_j'' \\ y_j'' \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos\theta & -\sin\theta \\ \sin\theta & \cos\theta \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_j' \\ y_j' \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \Delta x \\ \Delta y \end{bmatrix},\ \theta_j'' = \theta_j' + \theta$$

$$d1(m_j'', m_i) = \sqrt{(x_j'' - x_i)^2 + (y_j'' - y_i)^2} \quad (2)$$
$$d2(m_j'', m_i) = \min(|\theta_j'' - \theta_i|, 360^o - |\theta_j'' - \theta_i|) \quad (3)$$

(2)은 템플릿과 입력영상 특징점간의 거리차이에 대한 계산식이고, (3)는 템플릿과 입력영상 특징점간의 방향각차이에 대한 계산식이다. (2), (3)의 거리차와 방향각 차에 대한 소속정도는 식(4)와 같다.

A : 거리의 차에 대한 퍼지집합
B : 방향각 차에 대한 퍼지집합
$A=\{(x, u_A(x))|x\in A\}$
$B=\{(y, u_B(y))|y\in B\}$

$$\mu_A(x)=\begin{cases} 1 & x \le a \\ \dfrac{1}{a-b}x - \dfrac{b}{a-b} & a < x \le b \\ 0 & x > b \end{cases} \quad (4)$$

, a, b는 임의의 값이고 a<b이다.

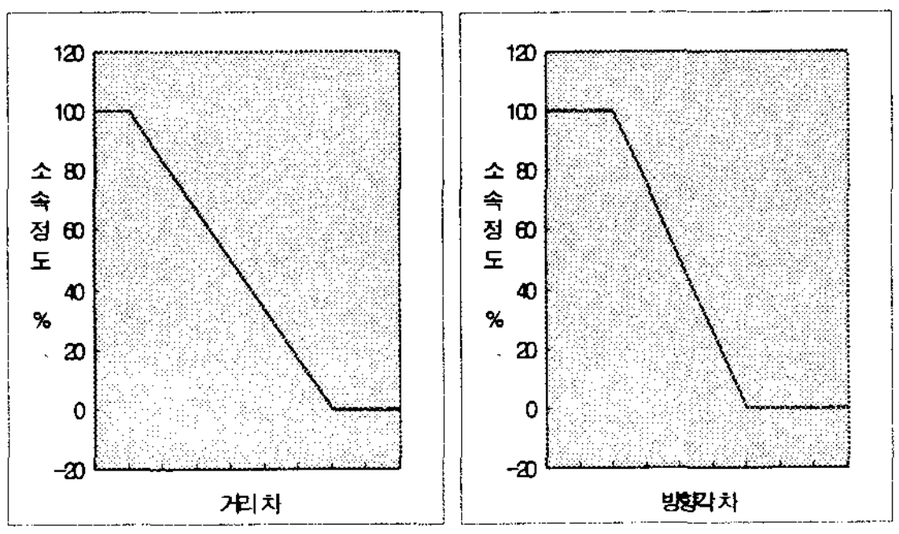
거리와 방향각 차에 대한 소속정도를 그림 2.와 같이 나타낼 수 있다.

두 집합 A, B에 대한 관계를 퍼지 관계집합, 소속함수로 표시하면, 다음과 같이 표시할 수 있다.

$$\mu_R: A\times B \to [0, 1]$$
$$A\times B=\{((x,y), \mu_R(x,y))|x\in A, y\in B\}$$
$$\mu_R(x,y)=\min(\mu_A(x), \mu_B(y)) \quad (5)$$

결국, 정합 결과에 대한 문제는 다음과 같이 공식화 할 수 있다.

$$\max\left(\sum_1^m \mu_R(x,y)\right) \quad (6)$$



(a) 거리차 (b) 방향각차

그림 2. 거리와 방향각에 대한 소속함수

3. 실험 및 결과

본 연구는 영상추출시 또는 지문 입력장치로부터 발생할 수 있는 변형에 탄력적으로 적응하는 알고리즘으로 실험은 두 가지 형태에 대해서 실험을 해 보았다.

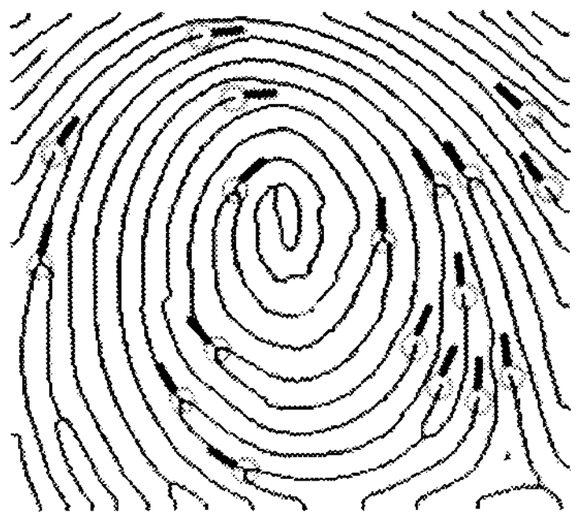


그림 3. 원영상의 특징점 추출

본 실험에서는, 거리의 차는 20pixel, 방향각 차는 20도로 하여 실험을 하였으며, 식별함수의 값이 최대가 되도록 정렬(치환 및 회전)을 하였으며, 식별함수의 값이 임계값 이상에 해당하면 해당 지문으로 인식을 하였다.

퍼지소속 함수를 이용하여 지문정합을 하면, 지문 특

징점 추출시 발생할 수 있는 오류 및 뒤틀림으로 인해 발생할 수 있는 원영상과의 차로 인해 버려지는 특징점에 대하여 임계값을 충분히 하고, 소속을 시킴으로 인해 보다 정확한 지문 정합이 되었다.

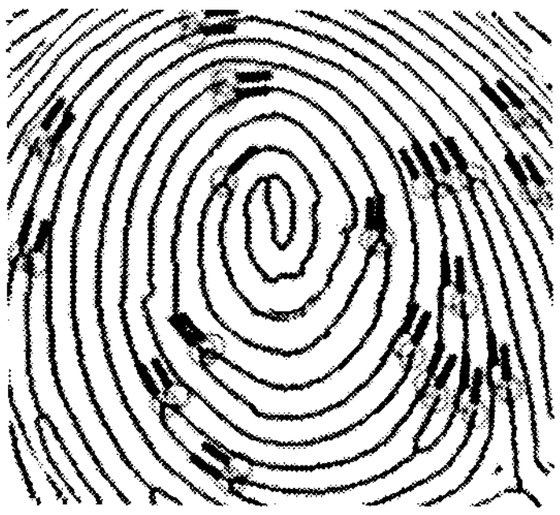


그림 4. 원영상과 뒤틀림영상의 특징점 비교

4. 결론

지문을 이용한 인증 방법은 생체인증에서 가장 오래된 방법중에 하나이고 현재도 가장 널리 사용되는 방법 중에 하나이다. 특히, 범죄 수사용, 인터넷 뱅킹, 또는 개인컴퓨터 보안 등 다양한 곳에서 지문인식 시스템이 사용되고 있다. 지문인식은 지문 융선 흐름과 같은 형태를 찾는 과정이다.

지문인식은 입력된 지문의 질을 향상시키는 전처리, 특징점 추출, 정합과정을 거쳐 인식하게 된다. 지문인식을 위해서 사용되는 대표적인 특징점은 끝점과 분기점이다. 끝점은 융선의 흐름이 끝나는 지점을 말하며, 분기점은 융선의 흐름이 두 갈래로 나누어지는 지점을 말한다.

지문인식을 위한 정합방법에 대한 연구는 Correlation-based, Ridge feature-based, Minutiae-based 정합방법으로 나누어 볼 수 있다. Correlation-based 정합 방법은 저장되어있는 템플릿과 입력영상을 겹쳐서, 대응하는 픽셀사이에 관계를 확인하는 방법이며, Ridge feature-based 정합방법은 지문의 융선형태 패턴(융선각도, 융선 모양, 질감정보)을 비교하여 인식하는 방법이다. 마지막으로 Minutiae-based 정합 방법은 지문인식에서 가장 널리 사용되는 방법으로 특징점을 추출하여 특징점간의 유사정도로 비교하는 방법이다.

기존 Minuitae-based 정합방법은 지문의 위치정보와 방향정보를 이용하여 정합을 하는데, 입력지문 특징점의 소속정도를 이분화(0, 1)하여 평가해, 차이에 대한 차별을 무시함으로 인해 유사성을 판단하는데 분별력이 떨어진다. 따라서 본 연구에서는 Minutiae- based 정합방법을 이용하여 특징점간의 차에 대한 소속정도를 나타내는 소속함수에 퍼지개념을 도입하여 유사성을 판단하는 인식 알고리즘을 제안하였다. 본 연구에서는, 다양한 지문영상을 이용하여 실험을 하지 못한점이 있고, Minutiae-based 정합을 할 때 정렬을 하는데 많은 시간을 소모하는 문제가 발생한다. 이러한 시간 소모적인 정렬방법을 해결할 수 있는 방법에 대한 연구가 필요하다고 할 수 있다.

감사의 글

본 연구는 21C 프론티어 연구개발 사업의 일환으로 추진되고 있는 유비쿼터스컴퓨팅 및 네트워크원천기반 기술개발사업 지원에 의한 것임.

참 고 문 헌

[1] Amengual,, "Real-time minutiae extraction in fingerprint images", In Proc. of the 6th Int. Conf. on Image Processing and its Applications, pp. 871-875, July 1997.

[2] Dankmeijer, Biological foundations for forensic identification based on fingerprints. Acta Morphologica Neerlando-scandivanica 18, 1, pp .67-83, 1980.

[3] Hong, Fingerprint image enhancement:Algorithm and performance evaluation, IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence 20, 8, pp777 - 789, 1998.

[4] An identity authentication system using fingerprints. In Proceedings of the IEEE, vol. 85, pp. 1365-1388, 1997.

[5] Jain, A. K., and Farrokhnia, F. Unsupervised texture segmentation using Gabor filters. Pattern Recognition 24, 12, 167-186. 1991.

[6] Jain, A. K., Hong, L., and Bolle, R. M. On-line fingerprint verification. IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence 19, 4, pp. 302-314, 1997.

[7] Jain, A. K., Prabhakar, S., and Hong, L. A multichannel approach to fingerprint classification. IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence 21, 4 pp. 348-359, 1994

[8] R.S. Germain, A. Califano, S. Colville, .Fingerprint matching using transformation parameter clustering., IEEE Computational Science and Engineering, 4(4), Oct-Dec, 1997, pp. 42-49, 1997.

[9] A. K. Jain, L. Hong, and R. Bolle, .On-line Fingerprint Verication., IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, 19(4):302-314, 1997.