

응선의 연결성 탐색을 이용한 의사 특징점 제거 알고리즘

성 연 철, *김 성 락
관동대학교 전자계산공학과
전화 : 033-670-3388 / 핸드폰 : 011-410-3054

An Algorithm for Remove False Minutiae using Trace of Ridge Connectivity

Yeon Chul Seong, Sung Nak Kim
Dept. of Computer Science Engineering, Kwandong University
E-mail : southpaw@kwandong.ac.kr

Abstract

Most of the Automatic Fingerprint Identification Systems define the ridge endings and bifurcation points as the minutia for matching. Therefore, the precise extraction of the minutia is critical in raising the efficiency and reliability of the system. The fingerprint images produced through the preprocessing may have the false minutia happened over the process and they can be the factors to decrease the system efficiency.

This paper suggests the algorithm, which removes the false minutia after extracting the candidate minutia from the thinned binary images of fingerprint images.

I. 서론

현대와 같은 정보화 사회에서는 개인뿐 아니라 집단에서 공개되기 쉬운 정보를 보호하는 문제가 발생하고 있으며, 컴퓨터의 급속한 발달, 인터넷의 보급과 사용자의 폭발적인 증가로 인하여 은행 업무, 전자 상거래, 쇼핑 등으로 이용 분야가 확대되어 개인 정보 보호의 문제도 심각하게 대두되고 있다.

생체 보안 시스템 중에서 지문을 이용한 보안 시스

템은 지문의 특성인 불변성과 유일성을 기반으로 하여 개인 인증이나 시설물 보안, 범죄 수사 등의 분야에서 이용되어져 왔다.

지문을 이용한 개인 인증 과정은 지문의 유형을 구분하는 분류와 본인을 확인하는 정합 과정을 포함하며, 이는 지문 영상에 존재하는 특징점의 수와 방향성의 흐름 패턴에 의존된다. 특징점은 중심점, 삼각점, 분기점, 단점 등을 말하며, 정합을 위한 등록점의 역할을 하므로 특징점을 정확히 찾는 것은 매우 중요한 문제로 대두되고 있다.

지문 영상으로부터 자동적으로 특징점을 추출하는 방법은 여러 논문에서 제안되어 왔다[1-4]. 대부분의 제안된 방법은 세션화된 영상에서 특징점을 추출하며, 지문 획득 시 또는 전처리 과정을 통하여 생성된 잡음으로 인하여 다수의 의사 특징점들이 발생된다.

이러한 의사 특징점은 인식율을 낮추는 원인이 되므로 인식율을 향상시키고 지문 영상의 질 저하를 감소하기 위해 의사 특징점을 제거하는 복원 처리 과정이 필요하다[5].

본 논문에서 제안된 방법은 교차수를 이용하여 후보 특징점을 선정한 후, 1 단계 과정에서는 후보 특징점을 중심으로 응선의 연결성을 탐색하고, 2 단계 과정에서는 근접하여 발생하는 두 단점에 대하여 이웃 응선과 연관성을 분석하여 의사 특징점을 제거한다.

II. 잡음의 형태와 특징

세션화된 이진 영상에서 발견되는 잡음 구조의 가장 일반적인 형태는 그림 1과 같다. 각 잡음들은 특징점 추출 시, 하나 또는 그 이상의 의사 특징점을 생성하게 된다.



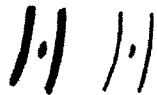
(a) 루프형

(b) 브리지형



(c) 수염형

(d) 잘린 선형



(e) 단선형

그림 1. 잡음의 종류

루프형 잡음은 지문 융선에서 많은 땀구멍들이 모여 있는 부분이 이진 영상에서는 작은 구멍으로 나타나기 때문에 선 영상에서 작은 루프를 이루게 된다. 루프형 잡음의 경우 특징점 추출 시 2개의 의사 분기점을 발생시키게 된다.

브리지형 잡음은 지문 영상을 얻을 때 손에 가하는 압력이 과도하여 융선과 융선이 달라붙어 있는 상태에서 세션화하였을 때 발생하며 특징점 추출 시 2개의 의사 분기점을 발생시킨다.

수염형 잡음은 이진 영상에서 융선 외곽 면이 부드럽게 이어지지 못하고 돌출된 부분이 세션화 특성에 의하여 끝까지 남아 세션화된 융선 상에서 빠져 나온 수염과 같은 형태를 이루는 것으로 특징점 추출 시 의사 분기점과 의사 단점이 각각 하나씩 나타나게 된다.

잘린 선형 잡음은 지문에 존재하는 주름 때문에 이어져야 할 융선이 끊어져 나타나는 경우로 특징점 추출 시 2개의 의사 단점을 발생시킨다.

단선형 잡음은 지문의 이진 영상에서 융선으로부터 격리되어 있는 짧은 융선이 세션화 결과에 의하여 단선으로 나타나는 형태로 특징점 추출 시 2개의 의사 단점을 발생시킨다.

III. 제안된 알고리즘

그레이 레벨 지문 영상으로부터 세션화된 이진 영상으로 변환하기 위하여 다음과 같은 전처리 방법이 사용되었다. 그레이 레벨 지문 영상에 대해 블록 이진화 기법을 수행하여 지문 영상을 이진화하였으며 융선과 골 픽셀은 각각 1과 0값을 갖는다. 블록 이진화 방법은 원하는 크기의 블록을 설정하고 그 블록마다의 명암값을 고려하여 임계값을 설정하는 방법으로 각 블록마다 특정 값을 가질 수 있게 된다.

원 지문 영상의 질이 좋지 않을 경우 이진화 후에 많은 세공이 존재하며 세션화 작업 후 잡음의 원인이 될 수 있다. 세공으로 인해 발생할 수 있는 잡음을 제거하기 위하여 본 논문에서는 팽창 연산을 사용하여 평활화하였다. 이진 영상에서 융선의 넓이를 1 픽셀로 줄이기 위해 세션화 알고리즘이 사용되었다. 세션화는 융선 흐름의 연속성을 유지하기 위하여 병렬 처리 세션화 알고리즘을 사용하여 세션화하였다.

전처리 과정을 통해 융선의 골격이 추출되면 후보 특징점으로 사용될 단점과 분기점을 추출하여야 한다. 후보 특징점은 단점과 분기점들로 설정하여 각 후보들에 대해 제안된 알고리즘을 적용하게 된다. 후보 특징점은 세션화된 영상에서 3x3 윈도우를 사용하여 찾아 낼 수 있다. 그림 2에서 P는 지문의 세션화된 영상에서 8 근방에 대하여 후보 단점과 후보 분기점으로 구분될 수 있다. 각각의 후보 특징점들은 식 3-1 교차수에 의해서 구해진다.

$$CN = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^8 |M(i) - M(i+1)| \quad \text{식 3-1}$$

식에서 M은 마스크를 나타내고 i는 마스크의 8 근방 순서로 하며 M(9)=M(1)이다.

1	2	3
8	P	4
7	6	5

(a) 8 근방

0	0	0
0	1	0
0	1	0

(b) 후보 단점

1	0	1
0	1	0
0	1	0

(c) 후보 분기점

그림 2. 후보 특징점의 구분

용선을 이루는 픽셀 값을 '1'로 배경 픽셀 값을 '0'으로 하고, 픽셀 값이 '1'인 중심점 P를 기준으로 해서 마스크를 할 경우 CN=1이면 후보 단점, CN=3이면 후보 분기점으로 표시한다. 다른 모든 경우의 픽셀에 대해서는 후보 특징점 집합 안에 포함하지 않는다.

후보 특징점이 추출된 후 본 논문에서 제안하는 2 단계 과정의 알고리즘을 적용하며, 그 방법은 다음과 같다.

3.1 후보 특징점의 연결성 탐색

- (1) 후보 특징점을 중심으로 하는 윈도우 W를 생성한다.
- (2) 생성된 윈도우 W에서 후보 특징점 픽셀 P(x, y)의 8 근방 픽셀에 대하여 연결된 용선 픽셀을 조사한다.
 - ㉠ 후보 단점의 경우 : 한 방향의 용선 흐름을 가지므로 윈도우 W에서 그 연결성을 탐색한다.
 - ㉡ 후보 분기점의 경우 : 세 방향의 용선 흐름을 가지므로 세 방향으로 각각 연결성을 탐색해 나간다.
- (3) 윈도우 W의 경계에 해당하는 픽셀들 중에서 후보 특징점과의 연결성을 이루는 용선 픽셀을 조사한다.
 - ㉢ 단점의 경우 : 후보 특징점과의 연결성을 가지는 용선은 1개가 존재한다.
 - ㉣ 분기점의 경우 : 후보 특징점과의 연결성을 가지는 용선은 3개가 존재하며, 그 용선은 서로 겹치지 않는다.

위의 경우에 해당하지 않는 후보 특징점은 의사 특징점 구조로 판단하여 제거한다.

그림 3과 그림 4는 후보 단점과 후보 분기점에 대하여 용선의 연결성을 탐색하여 특징점으로 추출되는 예를 보여준다.

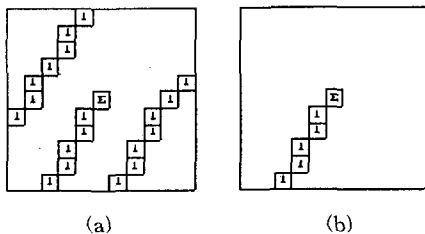


그림 3. 후보 단점에 대한 용선 연결성 탐색

그림 3에서 (a)의 그림은 후보 단점 주위의 11×11 픽셀에 대해 윈도우를 적용한 예이고, (b)는 후보 단점 E에서부터 한 방향으로 연결성을 탐색한 결과이다.

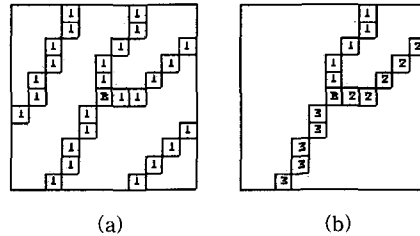


그림 4. 후보 분기점에 대한 용선 연결성 탐색

그림 4에서 (a)의 그림은 후보 분기점 주위의 11×11 픽셀에 대해 윈도우를 적용한 예이고, (b)는 후보 분기점 B에서부터 세 방향으로 연결성을 탐색한 결과이다.

3.2 이웃 용선과의 연관성 분석

추출된 단점 중에는 잘린 선형 구조나 단선형 구조에서 발생하는 다수의 의사 단점들이 포함된다. 이 단점들은 이웃하는 용선들의 연관성을 분석함으로써 제거할 수 있으며 알고리즘은 다음과 같다.

- (1) 근접하여 발생하는 두 단점 픽셀에서 용선 방향과 수직인 직선을 생성한다.
- (2) 수직선과 교차하는 이웃 용선의 연결성, 거리를 분석한다.
- (3) 두 단점과 이웃하는 용선이 연결성을 유지하며, 단점과의 거리가 임계값 이내에 있을 경우 두 단점은 같은 용선 상에 존재하는 단점으로 볼 수 있으므로 제거할 수 있다.

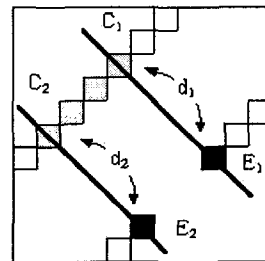


그림 5. 이웃 용선과의 연관성 분석

그림 5는 근접한 두 단점(E_1, E_2)에 대해 수직선을 생성하여 이웃 융선과의 교차점(C_1, C_2)을 기준으로 융선의 연결성 탐색과 거리(d_1, d_2)를 비교하는 예를 나타낸다.

세션화 된 영상의 경계에서 발생하는 의사 특징점의 경우에는 대부분이 의사 단점이며, 지문 정합의 과정에서는 큰 의미를 가지고 있지 않다. 그러므로 지문 영상의 경계 부분 10 픽셀 내에서 추출된 특징점은 제거하였다.

IV. 실험 결과

실험은 500DPI로 획득한 256 그레이 레벨을 갖는 128×128 크기의 지문 영상을 대상으로 하였으며, 특징점을 추출하는 과정에서 제안된 알고리즘의 2 단계 과정을 적용하였다.

표 1은 본 논문에서 제안한 방법에 의해 의사 특징점을 제거한 후의 특징점 수를 나타낸다.

표 1. 제안된 방법에 의해 추출된 특징점의 수

	후보 특징점 수	1 단계 수행 후	2 단계 수행 후
실험지문 1	118 / 54	13 / 33	13 / 15
실험지문 2	69 / 43	24 / 26	24 / 16
실험지문 3	151 / 27	26 / 14	26 / 10
실험지문 4	46 / 41	10 / 22	10 / 18

(분기점 / 단점)

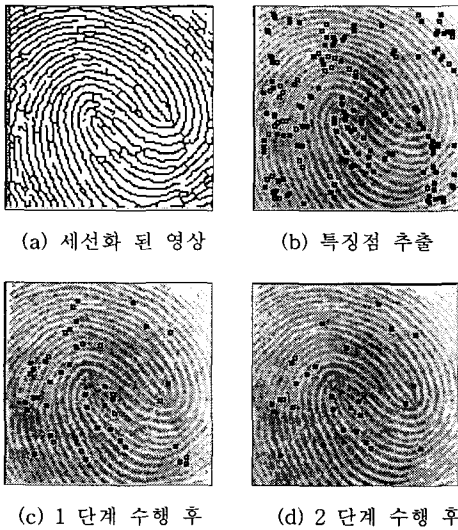


그림 6. 실험 결과

그림 6은 제안된 알고리즘을 적용하여 특징점을 추출한 예로 (a)는 세션화된 영상, (b)는 후보 특징점 추출, (c)는 알고리즘의 1단계 수행 후, (d)는 2단계를 수행한 후의 특징점을 나타낸다.

V. 결론

제안된 알고리즘을 적용하여 특징점을 추출하는 것이 교차수만을 이용하여 특징점을 추출하는 경우보다 특징점 추출에 있어서 더 정확하다. 교차수를 이용하여 특징점을 추출하는 경우 잡음으로 인하여 발생할 수 있는 의사 특징점 구조를 제거할 수 있는 알고리즘이 부가적으로 수행되어야 한다. 제안된 알고리즘의 경우 특징점을 추출하는 과정에서 후보 특징점의 주변 영역으로 연결성을 확대함으로써 신뢰성 있는 특징점의 추출을 수행할 수 있다.

세션화된 영상의 질이 좋지 않을 경우 발생할 수 있는 의사 분기점, 의사 단점 수를 현저하게 줄임으로써 더 효과적인 추출을 수행할 수 있다. 특징점 추출의 정확성을 높임으로서 특징점 정보를 이용한 지문 정합의 경우 그 인식률을 향상시킬 것이다.

참고문헌

- [1] B. Moayer and K. S. Fu, "A tree system for fingerprint pattern recognition", *IEEE Trans*, vol. 8, no. 3, pp. 376-387, Mar 1986
- [2] A. Jain, L. Hong, and R. Bolle, "On-line fingerprint verification", *IEEE Trans*, vol. 19, no. 4, pp. 302-313, Apr 1997
- [3] N. K. Ratha, S. Chen, and A. K. Jain, "Adaptive flow orientation-based feature extraction in fingerprint images", *Pattern Recognition*, vol. 28, no. 11, pp. 1657-1672, Nov 1995
- [4] A. Wahab, S. H. Chin, and E. C. Tan, "Novel approach to automated fingerprint recognition", *IEEE Proc. Vis. Image Signal Processing*, vol. 145, no. 3, pp. 160-166, Mar 1998
- [5] 정 양권, 최 재호, "의사 특징점 제거 알고리즘 관한 연구", *한국 정보처리학회 논문지*, 제3권 제4호, pp. 899-907, 1996.