인접 융선과의 연관성 분석을 이용한 특징점 추출 알고리즘

김 강°, 성연철**
°강원관광대학교 관광정보처리과
**관동대학교 컴퓨터공학과
e-mail : kkang424@hanmail.net, syc5456@naver.com

Association analysis using the adjacent feature point Ridge Extraction algorithm

Kang Kim°, Yeon-Chul Seong**
°Dept. of Tourism Information Processing, Kangwon Tourism College
**Dept. of Computer Engineering, Kwandong University

● 요 약 ●

본 논문에서는 지문 인식 시스템의 인식을 위한 등록점으로 융선의 단점과 분기점에 관하여 연구하였다. 원 지문 영상은 전처리 과정을 거치게 되면서 잘못된 특징점을 포함하게 되며 이는 지문 인식 시스템의 효율성을 감소시키는 원인이 될 수 있다. 이 논문에서는 세선화된 지문 영상으로부터 후보 특징점을 추출한 후 연결성 탐색 정보를 이용하여 의사 특징점을 제거할 수 있는 알고리즘을 제안한다.

키워드: Fingerprint, Minutia, Ridge connectivity

I. 서론

생체 보안 시스템 중에서 지문을 이용한 보안 시스템은 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. 대부분의 제안된 방법은 세선화된 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.

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

II. 관련 연구

1. 지문의 특징

지문은 피부 계층 중 표피 밑층인 진피 계층에서 만들어진 것으로 진피 부분이 손상되지 않으면 평생 동안 변하지 않는 특성을 갖는다. 이러한 특성을 불변성이라 하는데 이 불변성을 기초하여 지문 인식의 연구가 시작되었다.

인식에 있어 필요한 생체 정보를 특징이라고 하는데 특별히 지문에 나타나는 특징을 Minutia라고 부른다. Minutia는 단점(ending)과 분기점(bifurcation)의 두 가지 형태로 분류한다. 분기점이란 두 가닥의 융선이 하나의 융선이 되는 곳을 말한다. 하나의 지문은 하나 이상의 단점과 분기점을 가진다.

2. 이진화

이진화는 원래의 영상을 융선과 골로 구분하는 과정이며 이진화에는 일반적으로 정적 이진화 및 동적 이진화 기법이 있다. 정적 이진화 기법은 256 그레이 레벨값을 가지고 있는 영상에서 임계값을 기준으로 검정색과 흰색으로 분리하는 기법이고, 명암값이 고르게 분포되어 있고 화질이 좋은 영상은 문제가 없지만, 영상 자체에 손상이 있거나 잡음이 많이 있거나 명암값의 분포가 불규칙하면 하나의 임계값으로는 최적의 이진화 영상을 얻을 수 없다. 동적 이진화 기법은 부분적인 특징이 강한 지문을 각 부분마다의 임계값을 설정함으로써 이진화를 높일 수 있으며, 지문을 일정한 블록 단위로 나누어 블록의 평균값을 구하여 평균값을 임계값으로

결정함으로써 블록마다의 임계값을 다르게 사용하여 전체 지문의 향상을 가져온다.

3. 잡음의 형태와 특징

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

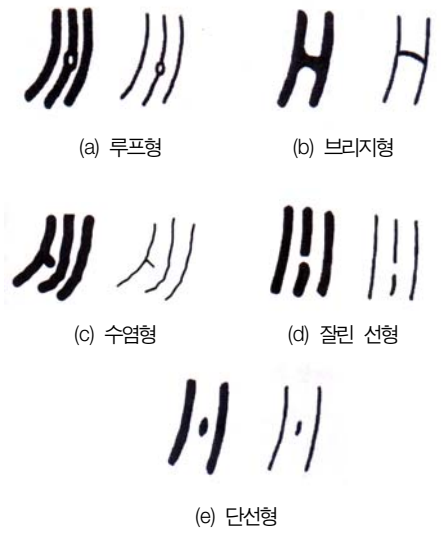


그림 1. 잡음의 종류

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 세선화 하였을 때 발생하며 특징점 추출 시 2개의 의사 분기점을 발생시킨다.

수염형 잡음은 이진 영상에서 융선 외곽 면이 부드럽게 이어지지 못하고 돌출된 부분이 세선화 특성에 의하여 끝까지 남아 세선화 된 융선 상에서 삐져나온 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 융선으로 부터 격리되어 있는 짧은 융선이 세선화 결과에 의하여 단선으로 나타나는 형태로 특징점 추출 시 2개의 의사 단점을 발생시킨다.

III. 제안된 알고리즘

그레이 레벨 지문 영상으로부터 세선화된 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.

이진 영상에서 융선의 넓이를 1 픽셀로 줄이기 위해 세선화 알고리즘이 사용되었다. 세선화는 융선 흐름의 연속성을 유지하기 위하여 병렬 처리 세선화 알고리즘을 사용하여 세선화하였다.

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 세선화된 영상에서 3×3 를 사용하여 찾아낼 수 있다. 그림 2에서 P는 지문의 세선화된 영상에서 8 근방에 대하여 후보 단점과 후보 분기점으로 구분될 수 있다. 각각의 후보 특징점들은 식 3-1 교차수에 의해서 구해진다.

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

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

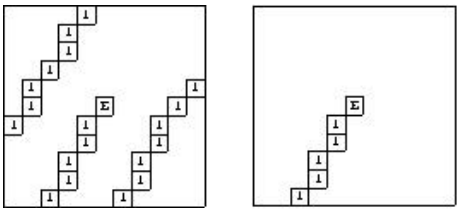
융선을 이루는 픽셀 값을 '1'로 배경 픽셀 값을 '0'으로 하고, 픽셀 값이 '1'인 중심점 P를 기준으로 해서 마스크를 할 경우 CN=1이면 후보 단점, CN=3이면 후보 분기점으로 표시한다. 다른 모든 경우의 픽셀에 대해서는 후보 특징점 집합 안에 포함하지 않는다.

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 후보 단점과 후보 분기점의 연결된 융선 픽셀을 조사한다.
(3) 윈도우 W의 경계에 해당하는 픽셀들 중에서 후보 특징점과의 연결성을 이루는 융선 픽셀을 조사한다. 단점은 1개, 분기점은 3개가 존재한다.

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

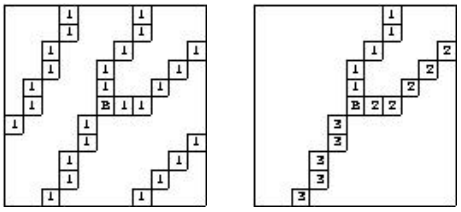
그림 3과 그림 4는 후보 단점과 후보 분기점에 대하여 융선의 연결성을 탐색하여 특징점으로 추출되는 예를 보여준다.



(a) (b)

그림 3. 후보 단점에 대한 융선 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.



(a) (b)

그림 4. 후보 분기점에 대한 융선 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 융선과의 연관성 분석

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

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

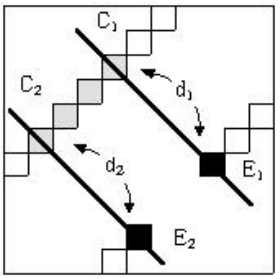


그림 5. 이웃 융선과의 연관성 분석

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.

IV. 시험 결과

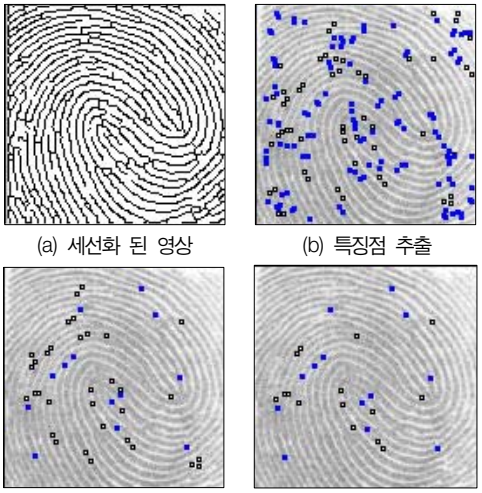
실험은 지문영상 입력장치로부터 획득한 256 그레이 레벨을 갖는 128×128 크기의 지문 영상을 대상으로 하였으며, 특징점을 추출하는 과정에서 제안된 알고리즘의 2 단계 과정을 적용하였다.

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)



(a) 세선화 된 영상 (b) 특징점 추출

(c) 1 단계 수행 후 (d) 2 단계 수행 후

그림 6. 실험 결과

그림 6은 제안된 알고리즘을 적용하여 특징점을 추출한 예이다.

Ⅳ. 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 확대함으로서 신뢰성 있는 특징점의 추출을 수행할 수 있다.

향후 손상된 지문에 대한 알고리즘을 추가한다면 인식률과 검증률을 향상시킬 수 있을 것으로 기대된다.

참고문헌

[1] N. Kics “IPTV over the face and eye tracking on-screen interface controlled study,” Papers 10-35-06-09 2010.06

[2] A. Koni “Improved Face Detection Using Adaboost Algorithm tilted” Papers 2008.06 Article 12 No. 3

[3] Journal of Korea Multimedia Society “Adaboost algorithm, real-time face detection and tracking using

[4] Yang gwon Jung, Choi calls back, “the doctor study feature points algorithm,” Journal of Korea Information Processing Society, Volume 3,Issue 4, pp.899-907, 1996.

[5] Kim kang, lee geon ik, “pixel connectivity tracking feature points using a pseudo-removal”, Journal of Korea Society of Computers and Information, 2011.08.

[6] Mi Young Shin, “Ridge direction information for fingerprint extraction from the singularity,” Kwandong University doctoral dissertation,2001.