

방향 연결성 추적을 이용한 의사 특징점 제거

김강^o, 이건익^{*}

^o강원관광대학 관광정보처리과

^{*}강원대학교 컴퓨터공학과

e-mail:kkang424@hanmail.net, imchun@daum.net

pseudo feature point removal using direction connectivity tracing

Kang Kim^o, Keon-ik Lee^{*}

^oDept. of Tourism Information Processing, Kangwon Tourism College Dept.

^{*}Dept. of Computer Engineering, Kangwon University

● 요약 ●

본 논문에서는 방향 연결성 추적을 이용한 의사 특징점 제거에 관하여 연구하였다. 특징점을 추출하는 방법에는 교차수를 이용한 방법이 있다. 그러나 교차수를 이용한 방법에서는 의사 특징점이 많이 추출된다. 교차수를 이용한 방법에서 잘못 추출된 특징점들을 방향 연결성 추적을 이용한 의사 특징점 제거 알고리즘을 이용하여 의사 특징점을 제거하였다. 성능 평가를 위하여 교차수를 이용한 방법과 방향 연결성 추적을 이용하여 추출된 실제 특징점을 비교하였으며, 실험결과 방향 연결성 추적을 이용하여 많은 의사 특징점이 제거되었음을 알 수 있었다.

키워드: 방향 연결성(direction connectivity), 의사특징점(pseudo feature point)

I. 서론

전자 상거래와 신용 거래가 증가함에 따라 개인의 인증에 대한 요구는 증가하는 추세에 있다. 보안 및 인식 시스템에 사용될 수 있는 생체학적 특징으로는 지문, 장문, 손 모양, 망막, 홍채, 얼굴, 혈관 등이 사용되고 이들 특징들 중에서 지문은 가장 보편적으로 사용되는 매우 중요한 특징이다. 지문은 그 고유성과 불변성 때문에 범죄수사 등과 같은 개인의 인증에 오랫동안 이용되어 왔다[1].

일반적인 자동 지문 인식 시스템에서 특징점에 기반을 둔 인식 시스템의 특징 추출 과정은 다음과 같다. 지문으로부터 잡음 제거를 위한 전처리 과정을 거치고 분산 등을 이용하여 배경과 처리할 지문 영역을 분할하고 융선의 분리 및 평활화 과정을 수행하고 분리된 융선에 대하여 세선화 과정을 거치고 특징점을 검출하고 불필요한 특징점을 제거하는 후처리 과정을 거쳐서 인식을 위한 최종적인 특징점을 검출한다.

본 논문에서는 세선화를 수행하고 교차수를 이용하여 특징점을 추출하는 과정에서 많은 의사 특징점을 발생하는데 이러한 의사 특징점을 미리 제거하기 위하여 방향 연결성 추적을 이용하였다.

II. 관련 연구

1. 지문 인식 알고리즘

1.1 지문의 특징

지문은 손가락 끝단의 손바닥쪽에 표피가 융기되어 생긴 선에 의해 형성된 줄무늬로 땀구멍이 융기되어 만들어진 것이다. 이 지문은 피부 계층 중 표피 밑층인 진피 계층에서 만들어진 것으로 진피 부분이 손상되지 않으면 평생동안 변하지 않는 특성을 갖는다. 이러한 특성을 불변성이라 하는데 이 불변성을 기초하여 지문 인식의 연구가 시작되었다[2].

인식에 있어 필요한 생체 정보를 특징이라고 하는데 특별히 지문에 나타나는 특징을 Minutia라고 부른다. Minutia는 단점(ending)과 분기점(bifurcation)의 두 가지 형태로 분류하는데, 그림 1과 같이 단점이란 융선의 흐름이 끊어지는 곳을 말한다. 분기점이란 두 가닥의 융선이 하나의 융선이 되는 곳을 말한다. 하나의 지문은 하나 이상의 단점과 분기점을 가진다[1].

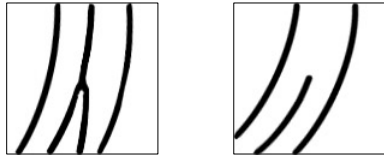


그림 1. 지문의 특징점
Fig. 1. Feature Point of Fingerprint

1.2 이진화

이진화는 원영상을 융선과 골로 구분하는 과정이며 이진화에는 일반적으로 정적이진화 기법과 동적이진화 기법이 있다. 정적 이진화 기법은 손상이 있거나 잡음이 많고 명암값의 분포가 불규칙하면 최적의 이진화 지문을 얻을 수 없기 때문에 이러한 단점을 보완할 수 있는 동적 이진화 기법을 사용하였다.

이 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]. 동적 이진화 기법의 방법은 다음과 같다.

단계 1 : 원 지문을 일정한 크기로 나눈다.

단계 2 : 나누어진 블록들 중 하나의 블록에 대한 명도의 평균값을 구한다.

단계 3 : 계산되어진 평균값을 그 블록의 임계값으로 정한다.

단계 4 : 그 블록만 이진화를 수행한다.

단계 5 : 다음 블록에 대하여 단계 2~단계 4까지의 과정을 반복 수행한다.

단계 6 : 전체적인 이진화된 결과 값을 출력한다.

그림 2는 이진화에 대한 결과 지문을 나타낸다.

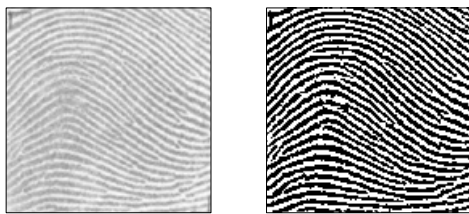


그림 2. 이진화 결과 지문
Fig. 2. Binary Result Fingerprint

1.3 세션화

세션화는 지문에서 특징점을 추출하기 쉽게 하기 위해 융선을 1화소인 선으로 바꾸는 알고리즘으로 지문 인식 과정 중 가장 많은 시간을 차지하는 과정으로 이 세션화 속도로 인하여 세션화를 거치지 않고 인식할 수 있는 다른 방법들이 많이 연구되어 왔다[4].

하지만 인식률에 있어서 특징점을 이용하는 방법이 효율적이기 때문에 많은 곳에서 이 방법을 사용하고 있다. 세션화 방법은 여러

가지가 있지만 기본적으로 순차적 처리와 병렬적 처리 방법으로 구분된다.

병렬 세션화 방법의 기본 알고리즘은 아래와 같다[5].

단계 1 : 처리 대상인 픽셀 I(a, b)에 대하여 아래 조건을 모두 만족하면 픽셀을 삭제한다.

- ① 픽셀 I(a, b)에 대하여 그 주위의 픽셀들의 연결수가 1
- ② 픽셀 I(a, b)에 대하여 그 주위의 픽셀들 중 검은 픽셀이 2개에서 6개 사이에 있다.
- ③ 픽셀 I(i, j+1), I(i-1, j), I(i, j-1)중의 하나는 배경픽셀이다.
- ④ 픽셀 I(i-1, j), I(i+1, j), I(i, j-1)중의 하나는 배경 픽셀이다.

단계 2 : 처리 대상인 픽셀 I(a, b)에 대하여 아래 조건을 모두 만족하면 픽셀을 삭제한다.

- ① 픽셀 I(a, b)에 대하여 그 주위의 픽셀들의 연결수가 1
- ② 픽셀 I(a, b)에 대하여 그 주위의 픽셀들 중 검은 픽셀이 2개에서 6개 사이에 있다.
- ③ 픽셀 I(i-1, j), I(i, j+1), I(i+1, j)중의 하나는 배경픽셀이다.
- ④ 픽셀 I(i, j+1), I(i+1, j), I(i, j-1)중의 하나는 배경 픽셀이다.

그림 3은 세션화에 대한 결과 지문을 나타낸다.

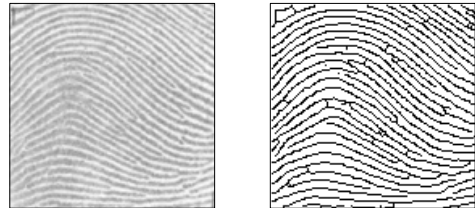


그림 3. 세션화 결과 지문
Fig. 3. Thinning Result Fingerprint

III. 특징점 추출

전처리 과정을 통해 융선의 골격이 추출되면 특징점으로 사용될 단점과 분기점을 추출하여야 한다. 특징점은 세션화 된 영상으로부터 교차수(CN: Crossing count Number)를 이용하여 추출한다.

그림 4(a)에서 특징점 P는 교차수의 값에 따라 단점 또는 분기점으로 구분되며, 식 1-1은 교차수를 구하는 식으로 $|P_i - P_{i+1}|$ 에 대하여 i값을 1에서 8까지 증가하면서 교차수를 구한다.

$$CN = \sum_{i=1}^8 |P_i - P_{i+1}| \quad \text{식 1-1}$$

식에서 P는 마스크를 나타내고 i는 마스크의 8근방 순서이고 $P_9 = P_1$ 이다.

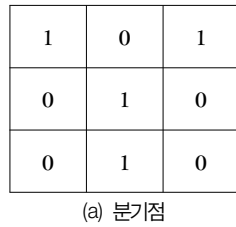
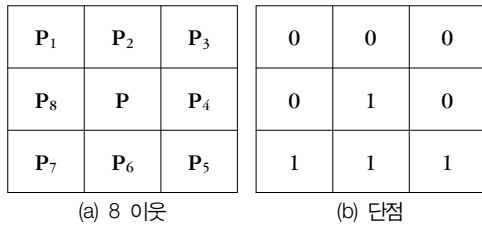


그림 4. 특징점의 구분
Fig. 4. division of feature point

융선을 이루는 픽셀 값을 '1'로 배경 픽셀 값을 '0'으로 하고 그림 4(a)에서 픽셀 값이 '1'인 중심 픽셀 P를 기준으로 해서 마스크를 적용하고 식 1-1을 이용하여 CN=2이면 단점, CN=6이면 분기점, CN=8이면 교차점으로 표시된다.

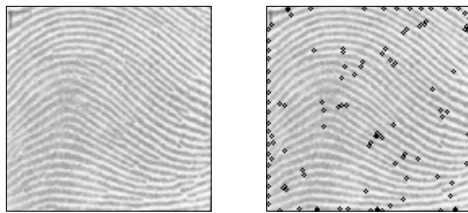


그림 5. 교차수에 의한 추출
Fig. 5. Extraction of Crossing count Number

IV. 의사 특징점 제거

교차수를 이용하여 특징점을 추출하는 경우 그 특징점들 중에서 브리지 패턴이나 루프형, 수염형 패턴에 의한 의사특징점 구조도 특징점들로 추출되어진다. 이러한 의사 특징점 구조들은 대부분 근접한 거리 내에서 분기점과 단점들의 결합된 형태를 가진다. 그러므로 후보 특징점 픽셀을 중심으로 일정한 영역 내에서 융선의 연결성을 추적함으로써 이러한 의사특징점들을 제거할 수 있다.

세선화 지문을 F라고 하면 경계 픽셀에 대하여 1에서 0으로, 2에서 0으로, 3에서 0으로 변하는 픽셀 수를 각각 T_{10} , T_{20} , T_{30} 이고 $T_{10} \wedge T_{20} \wedge T_{30} = T_{123}$ 이라고 할 때, 의사 특징점 제거하는 알고리즘은 다음과 같다[6].

단계 1 : 세선화 영상 F에 대응하는 8x8 크기의 영상 F_1 을 생성한다.

단계 2 : 만약 F_1 의 중심픽셀이 후보 단점일 경우

- ① 후보 단점과 연결된 픽셀에 대응하는 F_1 영상의 모든 픽셀을 그림 6(a)와 같이 1로 표시한다.
- ② F_1 영상의 경계를 따라서 시계방향으로 회전하면서 1에서 0으로 변하는 픽셀수를 구한다.
- ③ T_{10} 이 1이면 후보 단점은 실제 융선 단점으로 판단한다.

단계 2 : 세선화 영상 F에 대응하는 8x8 크기의 영상 F_1 을 생성한다.

단계 2 : 만약 F_1 의 중심픽셀이 후보 분기점일 경우

- ① 후보 분기점과 연결된 픽셀에 대응하는 F_1 영상의 모든 픽셀을 그림 6(b)와 같이 1, 2, 3으로 표시한다.
- ② F_1 영상의 경계를 따라서 시계방향으로 회전하면서 1에서 0으로, 2에서 0으로, 3에서 0으로 변하는 픽셀수를 구한다.
- ③ $T_{10} \wedge T_{20} \wedge T_{30} = 1$ 이면 후보 분기점은 실제 융선 분기점으로 판단한다.

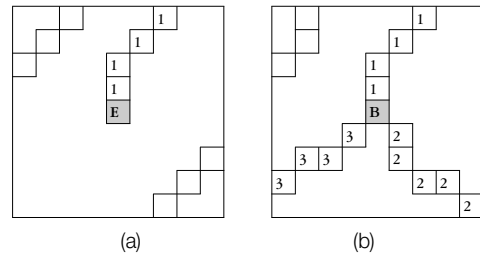
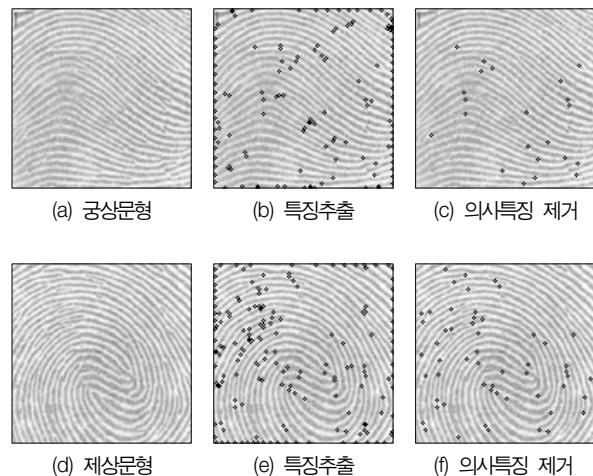


그림 6. 후보 특징점에 대한 융선 추적
Fig. 6. Ridge Tracing for Candidate Feature

IV. 결론

성능을 평가하기 위하여 지문 영상 입력 장치로부터 얻은 크기가 128x128인 지문영상으로 컴퓨터 시뮬레이션을 수행하였다. 실험에는 외상문형, 공상문형, 제상문형의 3종류를 사용하였다.



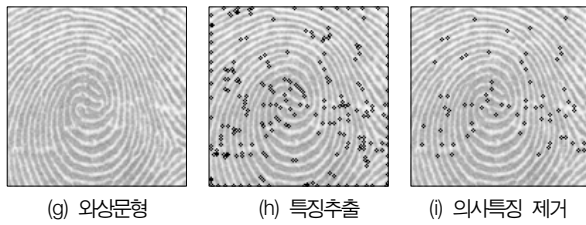


그림 7. 지문 종류별 의사특징점 제거
Fig. 7. Pseudo Removal of Type

표 1. 교차수와 의사특징제거의 특징점 비교
Table 1. Feature compare of CN and PR

지문 특징	분기점	단점	방법
공상문형	56	78	교차수
제상문형	74	100	
외상문형	118	112	
공상문형	11	11	의사특징제거
제상문형	22	33	
외상문형	29	39	

실험은 펜티엄 III 컴퓨터에서 Visual Basic 언어로 구현하였다. 실험결과를 보면 방향 연결성 추적을 이용한 의사 특징점 제거 알고리즘에 의해 의사특징이 많이 제거되었음을 알 수 있다.

향후 공개되거나 손상된 지문에 대한 알고리즘을 추가한다면 지문 인식 시스템에서 인식률과 검증률을 향상시킬 수 있을 것으로 기대된다.

참고문헌

- [1] 송명철, “지문의 방향정보를 이용한 Reference Point 검출 방법 및 지문 인증 시스템”, 고려대 대학원 석사학위 논문, 2002.
- [2] 장동혁, “디지털 영상처리의 구현”, 정보게이트, 2002.
- [3] 신의재, “개선된 전처리 과정을 통한 지문 인식 알고리즘에 관한 연구”, 홍익대 대학원 석사학위 논문, 2001.
- [4] Marius Tico and Eero Immonen and Pauli Ramo and Pauli Kuosmanen and Jukka Saarinen, “Fingerprint Recognition Using Wavelet Features”, Proceedings of the IEEE International Symposium on Circuits and Systems, Vol. 2, pp. 21-24, 2001.
- [5] 신미영, “지문 인식을 위한 융선 방향 정보로부터의 특이점 추출”, 관동대학교 박사학위 논문, 2001.
- [6] Marius Tico and Pauli Kuosmanen, “An Algorithm for Fingerprint Image Postprocessing”, Proceedings of the Conference record of The Thirty-Fourth Asilomar Conference on Signals, Systems & Computers - Volume 2, pp. 1735-1739, 2000.