

골선을 이용한 지문영상의 특징점 추출 향상 기법

여인호^{*}, 한상훈^{**}, 조형제^{*}
*동국대학교 컴퓨터 공학과/**한국재활복지대학 정보보안과

Improved Method for Feature Extraction by Using Vally-Line

In hyo^{*} Yeo, SangHoon^{**}, Han, Hyungje^{*} Cho
*Dept. of Computer Multimedia Engineering, Dongguk University
**Dept. of Information Security, Korea National College of Rehabilitation & Welfare

요 약

현재 정보의 가치가 높아짐에 따라 생체인식에 대한 연구가 많아지고 있다. 특히 지문에 대한 연구가 활발한데 기존의 용선을 이용한 특징점 추출이 아닌 지문에서 잡음이 적은 골선을 이용하고 에지 보존 평활화를 12방향각에 대해 적용함으로써 보다 세밀한 에지 보존 평활화를 사용함으로써 보다 정확한 특징점 추출의 방법을 제안한다.

1. 서론

현대 사회에서는 인터넷과 PC의 발전과 보급으로 인해 수많은 정보들을 주고 받고 있다. 정보들은 가치를 가지게 되고 새로운 무형의 가치로 존재하게 된다. 정보의 가치가 매겨짐에 따라 중요도에 따라 접근이 가능한 사람과 접근이 불가능한 사람으로 나누려는 연구가 이루어져 왔다.

정보의 보안 문제에서 가장 문제가 되는 것은 안전성이라 할 수 있다. 본인 이외에 다른 사람들이 접근할 수도 없고 잃어버리거나 파괴할 수 없는 독특한 보안 장치들은 오래전부터 어떤 가치를 보호하기 위해 존재해 왔다.

이런 관심들이 이제 생체 인식에 대한 관심으로 나타났고 생체 인식에 대한 연구를 가져 왔다. 생체 인식이라 하면 인간이 가진 생체의 특징을 이용해서 다른 사람과의 구별을 하는 것을 말하며 가장 쉽게는 얼굴 인식이라고 할 수 있을 것이다. 그 중에는 지문, 음성, 장문, 손등정맥, 홍채등이 있으며 그중 지문이 가장 많은 연구가 되어 왔다[1].

지문 인식에 대해서는 다양하게 연구가 진행되었는데 일반적인 방법으로는 아래 그림1 과 같이 3단계로 나누어 진다.

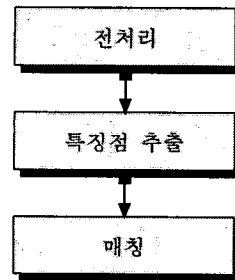


그림 1. 지문인식 과정

전처리과정은 지문을 입력 받고 지문에 대한 전처리 과정을 거치게 된다. 전처리의 목적은 특징점 추출이 용이해지는 방향으로 이루어지게 된다.

지문 획득시 주위의 환경 지문의 상태 등에 따라 다양한 품질의 이미지가 획득되는데 시스템 전체의 인식률을 높이기 위해서는 전처리 과정에서 이런 저 품질의 이미지의 이미지 품질을 끌어 올려야 한다.

전처리 과정으로는 잡음 제거를 위한 필터링과 용선과 곡부의 영상차이를 크게 하는 히스토그램 평활화, 그레이 영상을 이진 영상으로 만드는 이진화, 특징점 추출을 용이하게 하는 한 화소 두께의 세선화등이 있다.

필터링은 입력된 지문 이미지 잡음을 제거 하는 것이다. 땀샘이나 기타 다른 이유에 의해 생성된 지문 이미지의 잡음은 필터링을 통해 제거함으로써 다음 단계에서 보다 높은 성능을 나타내도록 하는 것이다.

히스토그램 평활화는 필터링으로 잡음이 제거된 이미지에 대해 용선과 골선이 뚜렷이 다른 히스토그램 값을 가지고 있음에 착안해서 히스토그램을 평활화 시킴으로 용선과 골선의 차이를 뚜렷하게 보이도록 하는 것이다.

이진화는 Threshold값을 적용해서 이진 이미지로 만들고 한 픽셀 단위의 선으로 세선화 한다.

특징점은 끝점(Ending point), 분기점(Bifurcation), 교차점(Trifurcation or crossover), 결정되지 않는 점(Undetermined) 등의 4가지로 구분된다.

2. 지문의 특징점 추출

본 연구는 지문 인식 시스템의 과정 중에서 전처리 과정과 특징점 추출에 대한 부분의 성능을 향상시키는 방법을 제안하는 것이다. 이 연구에서는 지문이미지에서 용선을 사용하는 것이 아니라 골선을 사용하는 것을 제안하고 있다.

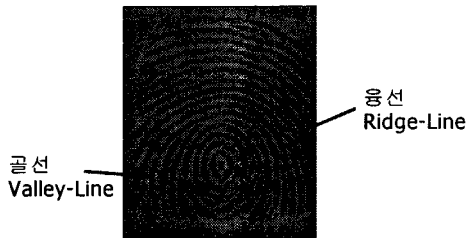


그림 2. 지문 이미지

그림2 에서처럼 골선은 용선과 교차되어 이미지에 반복되어 나타난다. 그리고 지문이미지에서 용선이 가지고 있는 특징점을 골선 역시 동일하게 가지고 있다. 따라서 용선에서 사용한 다른 알고리즘을 골선을 중심으로한 프로그램에서도 그대로 사용할 수 있다.

또한 골선의 경우 용선에 비해서 히스토그램의 차이가 적다. 그 이유는 용선의 경우 용선의 중간 중간에 땀샘들이 있어서 히스토그램의 차이가 심하게 나타나지만 골선의 경우 실제로는 손가락의 지문이 찍히지 않는 부분이기때 히스토그램의 차가 그리 크지 않게 나타난다.

아래의 그림3은 본 연구에서 제안하는 시스템의 구조도를 그린 그림이다. 본 연구는 전처리와 후처리 과정을 통해서 일반적인 지문 인식 시스템이 잃어버리

는 지문 특징점 정보를 보완하도록 하였다.

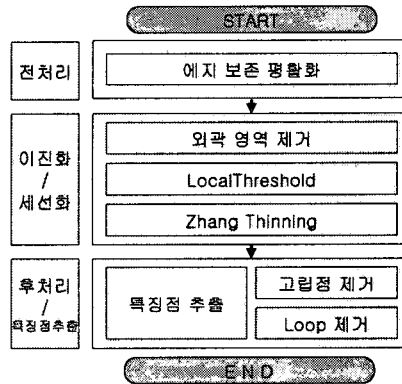


그림 3. 시스템의 구조

2.1 에지 보존 평활화

에지 보존 평활화는 평활화를 하는데 있어서 에지를 고려해 평활화를 하기 위한 방법으로 중심 픽셀과 주위 픽셀의 값의 변화를 비교해서 그 편차가 가장 작은 방향에 대해서 평균값을 구하고 중심 픽셀의 값을 취하는 알고리즘이다. 이런 에지 보존 평활화는 평활화를 하지만 비슷한 값을 가진 방향에 대해서만 평활화를 하기 때문에 에지는 어느 정도 보존이 가능하다.

기존의 에지 보존 평활화에서는 3*3 윈도우를 가지고 그림4에서처럼 4방향값만을 고려하도록 되어 있었다.

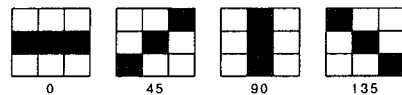


그림 4. 4 방향값을 가진 3*3 윈도우

이 논문에서는 기존의 4방향값의 윈도우로 인해 방향값의 차이가 크에 따라서 평활화가 지나치게 일어나는 문제점을 보완하기 위해서 그림5에서 처럼 12 방향 윈도우를 사용했다.

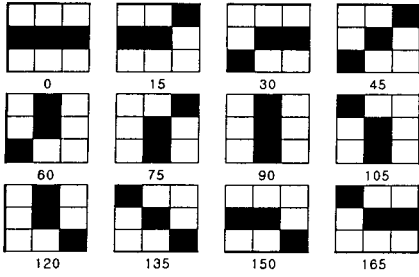


그림 5. 12방향값을 가진 3*3 윈도우

2.2 외곽 영역 제거

지문 이미지는 골선과 융선의 반복적으로 나타나는 부분과 그 외의 배경 부분으로 나누어 진다. 배경 부분은 손가락의 지문을 찍을 때 전혀 닫지 않았던 부분으로 아무런 데이터도 포함하지 않고 있는 부분이라고 할 수 있다. 이 배경 부분은 제거 시켜줄 필요가 있는데 그 이유는 불필요한 배경영역에 의외의 잡음으로 인해 이진화와 세선화 과정에서 전혀 다른 결과를 나타날 수도 있고 불필요한 이미지를 줄임으로써 메모리와 속도면 에서 잇점을 얻기 위함이다.

배경 부분은 지문이미지가 가진 특징인 골선과 융선의 반복에 의해서 제거될 수 있는데 골선과 융선이 반복됨에 따라 밝기의 변화 값이 일정하게 변화하게 되고 배경영역은 변화가 없어 일정한 밝기를 가진다. 따라서 밝기의 변화량을 구해서 지문 영역과 배경 영역을 구분한다.

$$P_{aver} = \sum_{i=0}^m \frac{P_i}{P_{all}} \quad (m = \text{전체 픽셀}) \dots\dots\dots$$

①

$$P_d = \sum_{i=0}^m \frac{(P_i - P_{aver})^2}{P_{all}} \dots\dots\dots$$

②

$$P_{all} = P_0 + P_1 + P_2 + \dots\dots + P_{n-1} + P_n \dots\dots\dots$$

③

본 논문에서는 24*24 크기의 윈도우로 이미지를 나누고 윈도우내의 픽셀의 밝기 변화량을 구한다. 이 밝기의 변화량이 임계치 이상이면 지문 영역으로 판단한다.

2.3 Local Threshold

Local Threshold는 이미지를 이진화 하는 방법이다. 이미지를 이진화하는 방법은 여러 가지가 있다. Gray 레벨의 경우 0에서 255까지의 픽셀 값을 가지므로

128값을 Threshold값으로 삼아서 이미지 전체를 0과 1의 값으로 이진화 시키는 방법도 있다. 이때 1은 Gray level에서 255의 값에 해당한다.

지문 이미지는 특성은 동일 무늬가 반복적으로 나타나는 것이므로 일반적인 이진화 방법을 사용할 수 없다. 지문 이미지의 경우 히스토그램의 값의 범위가 무척 좁다. 따라서 융선과 골선의 차이를 구별하기가 쉽지 않다. 따라서 지역적 특성을 충분히 감안하는 Local Threshold값을 사용하도록 한다. Local Threshold는 일정 영역의 윈도우를 가지고 그 윈도우 내의 픽셀들의 값의 평균을 내서 그 평균값을 Threshold값으로 가지고 윈도우 내의 픽셀들을 이진화시키는 것을 말한다. 이때 윈도우 내의 값만으로 Threshold값을 정하기 때문에 지역적인 특징을 충분히 고려한 값을 Threshold값으로 가지게 된다.

또 이 논문에서는 약간 변형된 Local Threshold를 사용하는데 전체 지문이미지를 24*24 윈도우로 나누고 그 영역내의 Threshold값을 정하는데 윈도우 주위의 3 픽셀의 영역을 더하여 30*30 픽셀의 윈도우의 평균값을 구해 Threshold 값을 정하게 된다. 이런 변형된 Local Threshold 는 실제로 이진화시키는 윈도우보다 Threshold를 취하는 윈도우가 크기 때문에 보다 넓은 Local 이미지를 고려하게 되고 주위 변화에 보다 민감하게 적용하게 된다. 구해진 Threshold 값으로 window내의 픽셀이 Threshold보다 크면 255로 작으면 0으로 이진화 시킨다.

2.4 세선화

세선화는 말 그대로 이진화된 이미지를 한 픽셀의 선으로 만드는 것을 의미한다. 세선화는 특징점을 찾기 위해서는 꼭 필요한 과정으로 지문 이미지의 손실을 감소하고자라도 세선화를 통한 특징점 추출을 선택할 만큼 강력한 잇점을 가진다. 세선화를 하는 방법은 다음과 같다. 우선 한 픽셀 P1에 대해서 주위 픽셀을 아래 그림6과 같이 정의 한다.

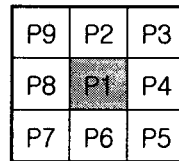


그림 6. 주위 픽셀

정의된 픽셀들에 다음과 같은 공식을 적용한다.

$$N(p_1) = p_2 + p_3 + \dots + p_8 + p_9 \dots\dots\dots$$

- ① $2 \leq N(p_1) \leq 6 \dots\dots\dots$ ②
- $S(p_1) = 1 \dots\dots\dots$ ③
- $p_2 \cdot p_4 \cdot p_8 = 0 \dots\dots\dots$ ④
- $p_2 \cdot p_6 \cdot p_8 = 0 \dots\dots\dots$ ⑤

공식을 적용했을 때 ②식부터 ⑤식까지 모두 만족하면 P1의 점을 제거한다. 이렇게 더 이상 적용할 픽셀이 없을 때까지 반복 수행을 하게 된다. 이진화된 이미지와 세선화를 한 이미지이다.

2.5 특징점 추출

특징점은 3*3 슬라이딩 윈도우를 사용해서 쉽게 찾을 수 있다. 그림 7에서처럼 윈도우 내의 골선에 해당하는 픽셀의 개수를 세어서 특징점을 분류 할 수 있다.



그림 7. 특징점의 구분

먼저 특징점을 추출하고 후처리 과정을 통해서 잡음으로 인해 발생하는 특징점들은 제거하도록 한다.

2.6 고립점 제거와 Loop제거

고립점과 Loop는 특징점 추출을 방해할 수 있는 잡음이다. 고립점의 경우 주위와 연결되어 있지 않는 픽셀 또는 선을 말한다. 대부분의 경우 이런 고립점의 경우는 잡음에 해당되므로 제거한다. 고립점은 두개의 끝점을 연결하고 있는 선이므로 특징점을 추출하는 단계에서 두개의 끝점으로 연결된 선분은 제거하도록 한다.

Loop의 경우는 두개 이상의 분기점이 나타나므로 근접 거리에 있는 두개의 분기점을 대상으로 추적용 Loop인지 판별하고 제거 하도록 한다.

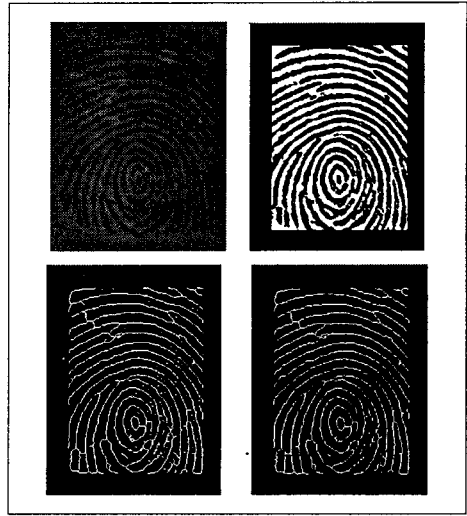


그림 8. 실험 결과

3. 실험 결과

그림 8은 본 논문에서 제안하는 알고리즘으로 실험을 한 결과이다. 제안된 알고리즘으로 실험을 한 결과는 그림에서 세선화된 결과로 나타났다. 방향 정보를 이용하는 기존의 알고리즘들은 지문에서 방향이 급격히 변화가 있는 지역에서 원래의 특징을 손상시키는 경우들이 있었다. 그리고 이러한 결과로 인해 에러가 발생할 수 있는 요지가 있다. 하지만 이 알고리즘은 방향값에 대한 의존도를 최소화하여 지문 이미지의 손상을 최소화하는 알고리즘을 사용함으로써 보다 손실이 없는 특징점을 얻을 수 있다.

4. 결론

지문인식과정에서 특징점을 추출하는 단계가 가장 중요한 과정이다. 하지만 지문 영상을 전처리 및 세선화 하는 과정에서 원하지 않는 특징이 나타나고, 중요한 특징을 잃어버리는 경우가 많다.

본 연구에서는 지문 영상에서 지문 이미지의 손상을 최소화하여 특징점을 추출하는 단계에서 손실이 없는 특징점을 얻어 매칭 단계에서 정확한 매칭이 가능하도록 하였다.

[참고문헌]

[1] Dan Driscoll, "Fingerprint ID system", advanced Imaging, Vol. 9, No. 5, pp.20 ~ 24, 1994
 [2] 박은영, 한상훈, 조형제, "비교할 특징점의 제한을 통한 지문 인식 시스템의 성능 개선" 정보과학회 학

술발표 논문집(B) 제 26권, 1호, pp.549-551, 1999

[3] Dario Maio and Davide Maltoni, "Direct Gray-Scale Minutiae Detection in Fingerprints, "IEEE Transaction on Pattern Analysis and Machine Intelligence, Vol. 19, No. 1, pp.27-40, JANUARY,1997

[4] 오정근 "단일 단계 매칭 기법을 이용한 지문 인식 시스템의 성능 개선" 동국대학교 컴퓨터 공학과 석사 학위 논문, 2000

[5] 유기영 외 4명 "지문에서 골 추적을 이용한 지문 정합", 정보과학회지, Vol. 19, No. 7, July, pp. 51-58, 2001

[6] 조기영, 이대영, "지문 인식을 위한 정합 알고리즘에 관한 연구", 한국통신학회 논문지, Vol. 16, No.2, pp.155-161, 1991

[7] 차정희, 조형재"이미지의 방향 분포를 이용한 지문 분류 기법", 한국 멀티미디어학회 학술발표 논문집, 2001.6 pp.200-203

[8] 장동혁, "디지털 영상 처리의 구현", PC 어드밴스, 1999

[9] Dana H.Ballard, "Computer Vision", Prentice-Hall, 1982