

직교 좌표 생성을 위한 방향성 및 특이점 추출

장지영*, 성연철*, 김승희*, 김성락**
*관동대학교 대학원 전자계산학공학과 박사과정
**관동대학교 컴퓨터공학과 교수
e-mail : urchin79@lycos.co.kr

Direction Information and Singular Point Extraction for Orthogonal Coordinate Creation

Ji-Young Chang*, Yeun-Cheol Sung*, Seung-Hee Kim*,
Sung-Nak Kim**

*Dept of Computer Science,
Graduate School of Kwan Dong University

**Dept of Computer Engineering,
Professor of Kwan Dong University

요 약

이 논문은 입력 지문 영상에 대하여 블록 이진화와 병렬 세선화를 거친 이미지에 4개의 각기 다른 방향 성분 요소를 이용하여 각 블록에 대한 대표 방향 성분들을 추출하여 방향 성분 이미지를 얻었다. 추출된 대표 방향성분 이미지에 정의된 방향성 패턴을 적용시켜 일치되는 블록에 대하여 1차와 2차 중심점으로 추출하였다. 이렇게 추출된 1차와 2차 중심점을 이용하여 직교좌표를 생성하였다. 직교좌표는 지문영상을 처리하여 인식 및 인증시스템에서 유용하게 쓰일 수 있을 것이다.

1. 서론

고도의 정보화 사회를 맞이하는 현대에서는 개인이 취급해야 하는 정보가 방대하고 다양하여 공개되기 쉬운 본인과 집단에 대한 정보를 보호하는 문제가 심각하게 나타나면서 정보나 시설물을 유지하고 관리하는 수단의 발전과 더불어 개인의 식별을 용이하게 해주는 인증 시스템도 많은 발전을 하게 되었다[1].

각 개인의 지문은 팜샘이 융기되어 일정한 흐름을 형성한 것으로, 모양이 개개인마다 서로 다르고 평생동안 변하지 않는 고유의 특성이 있어서 실생활에 사용되어져 왔다. 고유의 특성은 식별 성능에 대한 신뢰도와 안정도가 홍채 인식, 음성 인식, 얼굴 인식 등의 수단보다 높은 것으로 평가되어 가장 효율적인 개인 인증의 방법으로 이용되고 있으나 인간의 시각에 의존하는 방식은 그 처리량에 한계가 있어 이에

대한 자동화 처리가 강력히 요구되고 있다.

지문을 이용한 개인 인증 절차는 여러 지문을 형태별로 구분하는 분류과정과 본인임을 확인하는 조합과정으로 구분한다. 지문 분류 과정은 다양한 지문에서 공통적인 특징을 추출하여 몇 가지 범주로 나눔으로써 입력 지문이 어떠한 분류에 속하는가를 판별하는 것이며, 조합 과정은 인가된 사람의 지문을 등록시킨 후 입력 지문이 등록 지문과 일치하는가를 판별하는 것이다[2-3].

이 논문에서는 지문에 잉크를 묻혀 종이에 찍는 방식으로 채취하여 와상문, 궁상문, 제상문의 지문영상을 실험 대상으로 전처리 과정인 이진화와 세선화 과정을 거친 후, 지문의 융선이 방향성을 가지고 있다는 점을 이용하여 방향 성분을 추출하여 지문의 중심점을 효과적으로 찾는 알고리즘을 제안하였으며 중심점을 중심으로 하는 직교 좌표를 생성하였다.

2. 지문의 전처리

1) 이진화

이진화란 그레이 레벨 영상의 각 픽셀 농도 값을 임계값을 기준으로 정해진 임계값보다 큰 값을 가지는 픽셀에는 1, 작은 값을 가지는 픽셀에는 0을 부여하는 것이다.

이진화 기법에는 전역적 방법과 지역적 방법이 있다. 지역적 이진화 방법에는 여러 가지 알고리즘들이 연구되어져 왔으며, 가중치 탐색 평균법, 명암 차 측정 방법, 경계에 근거한 방법, 블록 이진화 방법 등이 있다[4].

이 논문에서는 여러 이진화 방법 중 블록 이진화 방법을 이용하여 그레이 레벨의 지문 영상에 대하여 이진화를 하였다. 블록 이진화 방법은 원하는 크기의 블록을 설정하고 그 블록마다의 명암 값을 고려하여 임계값을 설정하는 방법으로 각 블록마다 특정 값을 가질 수 있게된다.

2) 세선화

세선화란 이진화된 영상으로부터 그 이진 영상을 대표할 수 있는 선 영상을 만들어 내는 것으로 지문은 선 영상에 의하여 표현되기 좋은 구조를 가지고 있다는 점과 특징점을 구하는데 선 영상이 유리하다는 점으로 인하여 지금까지 개발된 자동 지문 인식 알고리즘에는 세선화 처리를 포함시킨다.

세선화는 기본적으로 순차 처리 방법과 병렬 처리 방법으로 구분할 수 있고 병렬 처리 방법은 현재의 처리 결과가 처리 이전, 이후에 전혀 영향을 미치지 않는 것으로써 전체 영상에 대한 한 차례의 처리가 모두 끝난 다음 버퍼에 저장되어 있는 처리 결과를 원래의 대상 영상 위에 덮어쓰게 된다.

순차적 처리 방법은 현재의 처리 결과가 처리 이전의 결과에 영향을 받으며 처리 이후의 결과에도 영향을 미치는 것으로 대상 영상만 있으면 처리가 가능하다.

이 논문은 병렬적 처리 방법의 하나로 제안된 Zhang Suen 세선화 알고리즘을 사용하여 세선화 하였다.

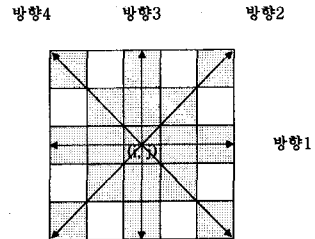
3. 제안된 방법에 의한 방향성 및 중심점 추출

1) 방향성

소벨 마스크 방법은 0° 와 90° 인 수평과 수직성분에 대한 방향 성분 검출에는 강하지만 그 외 방향 성분에 대해서는 방향 성분을 추출하는 과정이 복잡

하기 때문에 대표 방향을 구하기 위하여 이 논문에서 픽셀별로 단위 벡터를 만들어 누적시킬 경우 낮은 대비 영상이나 높은 대비 영상이나 같은 값이 나오므로 대표 방향을 설정하기 힘들었던 점과 윤선이 정확한 방향 특성을 가지는 경우에만 방향성 추출이 가능했던 퓨리에 변환의 문제점 모두 해결할 수 있는 알고리즘을 제시한다.

단계 1 : 픽셀 값이 0(백 픽셀)이면 방향을 갖지 않는 끝에 해당하므로 제외하고 1(흑 픽셀)인 픽셀에 대해서만 방향을 추출한다. 각 방향 위치는 [그림 1]과 같다.



(i, j)는 방향을 구하고자 하는 픽셀
[그림 1] 방향 값 계산을 위한 방향 마스크

단계 2 : 4개 방향에 대해서는 5×5 크기의 마스크를 중첩시켜 가면서 각 방향 위치에 존재하는 픽셀 값이 1인 픽셀의 개수를 계산하며 (식 1)은 4개 방향에 대한 수식을 의미한다.

$$\begin{aligned} \text{방향 1의 개수} &= \sum_{x=-2}^2 P(i, j+x) \\ \text{방향 2의 개수} &= \sum_{x=-2}^2 P(i-x, j) \\ \text{방향 3의 개수} &= \sum_{x=-2}^2 P(i+x, j) \\ \text{방향 4의 개수} &= \sum_{x=-2}^2 P(i+x, j+x) \quad (\text{식 1}) \end{aligned}$$

단계 3 : 방향 별로 계산된 픽셀 개수가 가장 큰 값을 가지는 방향을 픽셀의 대표 방향 값으로 설정하며 (식 2)와 같다.

$$P(i, j) = \text{MAX}(\text{방향1, 방향2, 방향3, 방향4})(\text{식2})$$

단계 4 : 전체 픽셀에 대하여 첫째에서부터 셋째 과정을 반복하여 방향 성분을 찾는다.

단계 5 : 모든 픽셀에 대하여 단계 4까지를 수행

한 후 8×8 크기의 블록으로 영상을 분할 한 후 각 블록에 대하여 가장 많은 수의 방향 값을 선택하여 블록의 대표 방향으로 설정한다.

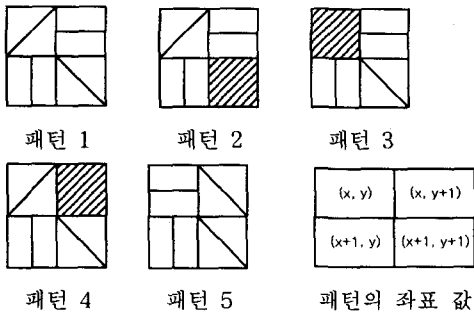
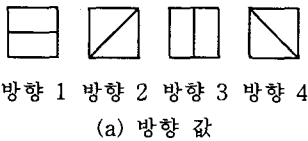
단계 6 : 대표 방향을 설정할 때 동일한 값을 갖는 방향이 존재하면 주변 블록이 어떤 방향을 가지고 있는가를 검사하여 대표 방향을 결정한다. 블록 좌표(x, y)에서 동일한 값을 갖는 방향 성분이 있을 경우 주변 블록의 방향 성분을 조사하여 3개 블록의 대표 방향 값이 모두 같으면 좌표(x, y)의 방향 값을 주변 블록이 갖는 방향 값으로 결정한다.

2) 중심점

지문에서 가장 명확한 특이점은 중심점과 삼각점이 있다. 이 논문에서는 획득한 방향 성분을 이용하여 지문의 특이점 중에서 중심점을 추출하는 알고리즘을 제안하였다.

중심점은 대부분 지문의 중심 영역에 위치해 있고 용선의 방향 성분이 루프 형태를 갖는다. 루프 형태를 이룬다는 것은 방향 변화가 심하다는 것을 의미하며 이러한 특성이 중심점 위치를 탐색하는데 사용한다.

중심점 위치에 대응하는 지문의 방향 영상을 분석하여 대표 방향에 대하여 2×2 크기의 중심점 패턴을 선정하였으며 패턴 2, 3, 4의 빗금친 영역을 제외한 나머지 세 가지 방향만 일치하게 된다면 중심점 영역으로 선택하였으며 선정된 패턴은 [그림 2]와 같다.



[그림 2] 방향 값과 중심점의 방향 패턴

단계 1 : 전체 지문 영상을 8×8 픽셀 크기의 32

×32 개의 블록으로 분할한 후 각 블록에 대하여 대표 방향을 설정한다.

단계 2 : 중심점은 지문의 외곽에 존재하지 않으므로 방향 영상에서 가장자리 N개의 블록은 중심점 탐색 블록에서 제외한다. 2×2 크기의 블록을 중첩시켜 가면서 방향 패턴을 비교한다. 패턴 1에 대하여 4개 블록의 방향 성분이 모두 일치하는 블록을 찾는다.

단계 3 : 중심점이 존재하는 부분만 패턴으로 지정한 형태처럼 방향 성분의 변화가 있고 그 외의 부분에서는 방향성의 변화가 없이 동일한 형태의 방향 성분만 분포한다. 패턴 1과 동일한 방향 성분을 갖는 블록이 존재하면 중심점 좌표 값 (x+1, y+1)과 동일한 위치에 있는 블록을 중심점 영역으로 선정하고 중심점 탐색을 종료한다.

단계 4 : 패턴 1과 동일한 방향 성분을 갖는 블록이 탐색되지 않으면 중심점 패턴 2에서 5까지를 순서대로 단계 2에 적용한다. 제시한 패턴과 동일한 방향성분을 갖는 블록을 모두 검사하여 중심점 좌표 값 (x+1, y+1)과 동일한 위치에 있는 블록을 검출한다.

단계 5 : 검출된 블록을 후보 중심점 블록이라 하고 검출된 후보 블록이 3개 이상이면 2개 블록이 남을 때까지 제거한다. 검출된 후보 중심점 블록이 core_direct(x₁, y₁), core_direct(x₂, y₂)라 할 때 아래와 같은 조건을 만족하는 블록을 중심점으로 선정한다.

중심점 블록 선택 조건 :

- ① if x₁=x₂, y₁<y₂ then singular_point(x₁, y₁)
- ② if x₁>x₂, y₁=y₂ then singular_point(x₁, y₁)
- ③ if x₁<x₂, y₁≠y₂ then singular_point(x₁, y₁)

중심점 블록 좌표 값은 중심점을 중심으로 하는 직교 좌표를 생성하는데 사용한다.

singular_point(x₁, y₁)은 중심점으로 선정된 블록이다.

조건 ①은 동일한 x 좌표 상에 두 개의 후보 중심점 블록이 검출되는 경우로써 y 좌표가 작은 값을 갖는 후보 블록을 중심점으로 선택하고

조건 ②는 y 좌표가 동일한 경우 x 좌표가 큰 후보 블록을 선택하고

조건 ③은 모든 좌표가 동일하지 않을 경우 x 좌표가 큰 후보 블록을 중심점으로 선택함을 의미한다.

제안된 방법으로 추출된 방향 영상과 원 지문 영상을 비교 분석한 결과에 의해 두 개의 중심점 블록이 존재할 때 x 좌표가 크고 y 좌표 값이 상대적으로 작은 위치에 분포하고 있다는 결론을 얻을 수 있었고 중심점을 선정하는데 적용하였다.

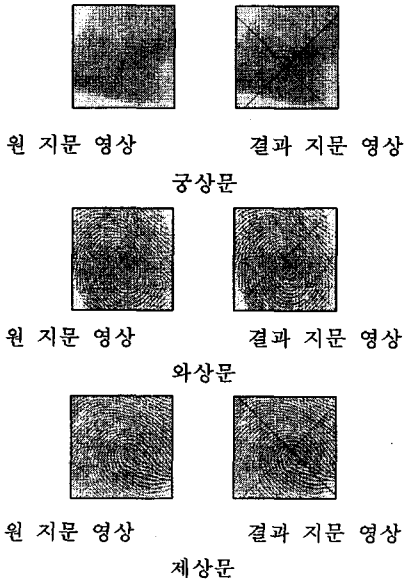
4. 실험 및 결론

실험에 사용된 지문 영상은 지문을 잉크에 묻혀 종이에 찍는 방식으로 회전 압날이 아닌 평면 압날의 방법으로 지문 데이터를 채취하였으며 지문의 분류중 와상문, 궁상문, 제상문 세가지 지문 형태를 실험 대상으로 하였다.

스캐너를 이용하여 해상도 500DPI로 획득한 256 그레이 레벨을 갖는 256×256 픽셀 크기의 오른손 엄지 손가락 영상이다.

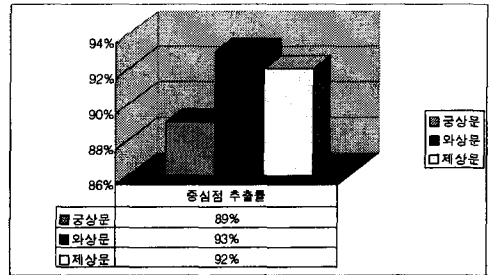
윤선이 가지는 방향 성분을 추출하기 위하여 전처리 과정으로 그레이 영상에 고주파 강화 필터를 적용하여 윤선을 부각시킨 후 필터 처리된 영상에 대하여 지역 이진화를 수행하고 세선화 과정을 통하여 얻어진 결과를 이용하여 방향성을 추출하였다.

실험에 사용된 지문 영상의 중심점과 직교 좌표 추출 결과는 아래와 같다.



실험은 3가지의 지문 형태를 갖는 정량화 된 지문 200개를 대상으로 중심점을 추출한 결과 궁상문에서 89%, 와상문에서 93%, 제상문에서 92%의 추출률을 보였으며 <표 1>과 [그림 3]은 제안된 방법에 의한

지문 유형별 중심점 추출 결과이다.



[그림 3] 지문 유형별 중심점 추출 결과

이 논문에서는 지문의 검증과 인식에 있어 더 효율적인 결과를 얻기 위하여 중심점 추출 후 직교 좌표를 생성하였으며 제안된 방법에 의한 지문의 유형별 중심점 추출률 결과 91.3%의 정확성을 보였다.

중심점을 통과하는 직교 좌표의 생성함으로써 개인 인증 시스템에 있어 지문 입력 시 발생하는 회전성, 방향성의 문제를 해결할 수 있으며 직교 좌표에 의해 분할된 각 영역에 존재하는 특징점을 통하여 지문 검증 및 인식에 있어 효율적인 결과를 가져올 것이다.

향후 연구 과제로는 직교 좌표의 생성으로 분할된 영역을 이용하여 지문의 검증 및 인식에 있어 특징점을 추출하는 과정으로 사용하여 더 좋은 알고리즘을 구현한다면 검증 및 인식이 더욱 향상될 것이다.

참고문헌

[1] Dario Maio, Member, IEEE, and Davide Maltoni, "Direct Gray-Scale Minutiae Detection In Fingerprints", IEEE Transactions On Pattern Analysis And Machine Intelligence, Vol.19, No.1, January 1997.

[2] Anil K.Jain, Salil Prabhakar, and Lin Hong, "A Multichannel Approach to Fingerprint Classification", IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, Vol.21, No.4, 1999.

[3] 채종진, "Ridge-line을 이용한 계층적 지문인식", 서강대학교 석사학위 논문, 1990.

[4] Ahmed S. Abutaleb and M.Kannel, "A Genetic Algorithm for the Estimation of Ridges in Fingerprints", IEEE Transaction on Image Processing, Vol.8, No.8, August 1999.