

지문 인식의 전처리 과정 단축 알고리즘의 제안

김상현, 도재수
동국대학교 전자계산학과

pretreatment process shortening of fingerprint recognition algorithm

Sang-Hyun Kim, Jae-Su Do
Dept. of Computer Science, Dongguk University

요 약

본 논문에서는 "지문 인식의 전처리 과정 단축에 관한 연구"의 알고리즘의 구현에 대한 내용을 언급했으며, 향후 보완에 대한 내용을 다루고 있다[6]. 기존의 알고리즘을 보면 지문 매칭을 하기 전에 이미지 이진화와 세션화, 방향성 추출, 특징점 추출을 거친 후에 지문의 매칭이 이루어지는 단계이다. 이런 단계를 줄이기 위해 논문에서는 세션화 과정에서 기존의 알고리즘을 쓰지 않고 용선을 추적해 나가는 방법으로 세션화를 함과 동시에 방향성 추출과 특징점 추출을 함께 해 나갈 수 있는 방향을 제시하고 있다. 이렇게 됨으로써 인식 시간을 단축 할 수 있다.

1. 서론

지문은 인간의 신체 부분 중 가장 오래 전부터 이용되어온 특성의 하나로 현재에 이르러 범죄자 색출은 물론 각종 보안장치에 이용되고 있다. 특히 지문은 어느 사람도 같은 지문을 갖지 않았고, 또 세월이 흘러도 그 특징이 변하지 않는 특성을 지녀 가장 효율적인 개인 인증의 수단으로 각광 받고 있다.

근자에 와서 고도의 정보화 사회를 이루면서 고급 정보를 다루는 분야가 증대되어 각종 정보 유출이 큰 사회 문제로 대두되고 있어 보안 장비의 개발이 필요하게 되었다[1].

이런 상황에서 지문은 보안을 유지하는데 적합할 뿐 아니라 사용자의 편의도 추구할 수 있는 하나의 보안 체계이다.

이런 지문 인식은 보통 지문의 형태를 구분 짓는 용선의 형태에 의해 정해지는데 그 형태에 따라서 코어(중심점), 델타 같은 특징점을 추출하게 된다.

기존의 지문 인식 시스템은 특징점을 추출하기 위해 이진화, 세션화, 방향성 추출 단계를 거치고 나서

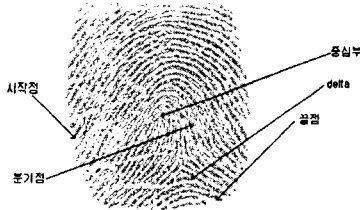
특징점 추출의 단계를 거친다. 이런 기존의 시스템들은 실시간 처리를 목적으로 하는 지문 인식 시스템에서 인식 속도를 저하 할 뿐 아니라 원 영상에 몇 가지 단계를 거치면서 이미지의 불필요한 변형이 생길 수도 있다. 그리고 세션화 알고리즘 역시 용선의 굵기를 임의의 마스크를 통해 줄여 나가는 방식이기 때문에 여러 개의 줄로 된 세션화가 이루어진다.

이런 문제를 해결하기 위해서 논문에서는 새로운 세션화 알고리즘을 제안한다. 이진화를 거친 원 영상을 가지고 용선을 추적해 가면서 세션화를 함과 동시에 지문의 특징점을 추출하게 된다. 이 알고리즘을 사용하게 되면 용선의 형태를 그대로 유지하고 있는 하나의 세션을 가지게 될 뿐 아니라 여러 단계로 되어 있는 지문 인식의 전처리를 하나의 단계로 줄임으로써 인식 시간을 단축할 수 있고 지문 인식 알고리즘을 간단하게 만들 수 있다[6].

2. 지문 인식 시스템

2.1 지문 구조의 특징

지문에서 선 모양으로 나타나는 것으로 산맥과 같이 솟아 오른 부분을 융선(Ridge)이라 하고 반대로 융선과 융선 사이에 계곡과 같이 파인 부분을 골(Valley)이라 한다.



[그림 2-1] 지문의 구조

[그림2-1]에서 보는 바와 같이 지문에는 정확한 방향성을 띤 융선으로 이루어진 정상영역(normal region)이외에 여러 특징적인 부분이 존재하고 있다. 이들 중에서 융선이 진행하다가 끊어지거나 분리되는 점들이 한 지문에 많이 분포되어 있음을 볼 수 있다. 이때 융선이 끊어지는 점을 단점(ending point)이라 하며 갈라지는 점을 분기점(bifurcation)이라 한다. 이들을 통칭하여 지문의 특징점(minutiae)이라 부른다. 일반적으로 한 손가락에는 이러한 특징점이 100-150개 정도가 분포하며 사람마다 모두 그 종류와 위치, 방향이 다르게 나타난다고 알려져 있다. 이러한 특징점의 위치 관계와 방향들이 50~60%이상 일치하면 동일한 지문이라 판정할 수 있다. 따라서 이러한 특징점에 대한 정보는 지문 또는 각 개인마다의 식별수단으로 사용될 수 있다[4][5].

2.2 개인 인증 시스템

지문에 대한 개인 인증 분야는 크게 분류(classification)와 매칭(matching)으로 나뉜다. 분류는 여러 모양을 갖는 지문의 형태들을 어떤 공통된 특징을 기준으로 나누는 작업이고, 매칭은 입력지문과 데이터베이스 내의 등록 지문과 일치하는지를 비교하여 특정 개인을 식별하는 작업이다. 또한 매칭은 식별(identification)과 판별(또는 조합, verification)로 구분된다. 식별은 범죄현장의 유류지문과 같은 입력 정보를 이용해 대량의 데이터 중에서 동일한 등록 지문을 찾는 것이며, 판별은 지문과 함께 개인의 비밀번호나 카드를 함께 입력하여 등록된 본인의 지문과 동일 여부를 판별하는 것으로 출입통제 시스템에서 주로 사용하는 방법이다[3].

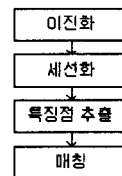
지문을 식별하는 방법은 크게 두 가지로 나눌 수 있다. 첫째는 융선의 흐름 형태(shape of ridge-line)에 근거한 방법으로, 이것은 전체 지문을 일정한 영역으로 분할하고 이 영역을 대표하는 방향으로 부호화한다. 이 부호화된 지문에서 주된 흐름선을 추출하고 그 흐름선의 형태에 의하여 분류를 한다. 이 접근 방법은 성격상 대부분 구문론적 방법에 의해 수행되어 구문론적 방법의 장,단점을 갖게 된다. 그리고 지문능선의 전체적 형태 정보를 이용하기 때문에 특징점들이 어느 정도 손상된 경우라 할지라도 분류가 가능하다.

두 번째 방법은 특징점에 근거한 식별 방법이다. 이 방법은 지문 영상을 하나의 벡터장(vector field)으로 보고 특징점들을 국부 연산자(local operator)에 의해서 찾아낸다. 여기서 얻어진 특징점의 종류 및 위치 관계에 의해서 지문을 분류하는 것이다. 이 접근 방법은 성격상 결정론적 방법(decision theoretic method) 또는 통계적 방법(statistical method)에 속한다. 과정 자체는 효율적이고 잡음에 강한 정점이 있으나, 전체 구조를 고려하기 힘들고 특징점을 잃어버린 경우에 분류가 곤란하다는 단점이 있다[1].

다른 방법으로 Wang[2]의 경우 지문 영상의 스펙트럼 생성을 위해 푸리에 변환을, 처리기로서 웨이블릿 변환을 사용하여 두 개의 변환을 결합한 인식시스템을 구현하였다.

2.3 지문 인식 과정

일반적인 지문 인식의 절차는 [그림2-2]와 같다. 전처리 과정은 입력받은 영상으로부터 특징을 추출하기 위한 준비과정으로서 이진화(binanzation)와 세선화(thinning)등을 거쳐 융선의 방향 성분이나 그 외의 특징점들을 추출하였다. 이러한 전처리를 거친 후 전처리 과정에서 구한 결과를 이용하여 매칭을 한다.



[그림 2-2]

1) 이진화(Binarization)

지문 영상에 있어 이진화는 기본적으로 지문의 돌출부인 융선부와 파인 부분인 곡부를 흑백으로 구별

하는 처리를 의미한다. 그러나 입력 영상이 지문 이외의 배경 영역을 포함하는 경우도 발생하므로 지문영역과 배경영역을 구별하는 과정까지 포함해야 하는 경우도 있다. 지문은 전체 입력 영상의 그레이 레벨의 분포가 일정하지 않기 때문에 국소 영역에 대한 지역적 이진화(local binarization)와 윈도우연산을 이용한 중첩(overlapping)기법이 많이 사용되어 왔다.

2) 세션화(Thinning)

이진 화상으로부터 용선의 폭이 1화소인 선(line) 화상을 만들어 내는 것을 의미한다. 특히 세션화된 지문 영상은 특징점을 구함에 있어 유리하다는 장점으로 대부분의 인식 시스템에서 이 과정을 포함하고 있다. 그러나, 많은 정보량에 대한 단순 반복의 처리과정이 전용 프로세서나 병렬 처리 시스템의 사용을 요구하는 단점이 있다. 따라서 많은 세션화 알고리즘이 개발되어 사용되고 있으나 실시간 지문인식의 실용화에 가장 큰 요인이 되고 있다.

3) 특징점 추출(Feature Extraction)

지문의 판별을 위한 요소는 크게 일정한 방향성을 나타내는 부분과 그렇지 않은 부분으로 나누어진다. 이를 다시 정리하면 방향성을 갖는 영역은 이들의 방향을 45° 또는 22.5° 의 간격으로 분할하여 방향값을 부여한다. 이때 이들은 지문이 일반적인 개인 고유의 기준 좌표계가 없으므로 매번 입력된 지문 영상의 전체 지문 영역 안에서의 상대적인 방향을 의미한다. 그리고 방향이 설정되지 않는 영역은 고립점, 용선의 교차점등 여러 가지가 있을 수 있다. 지문 인식에서는 이들이 본질적으로 단점과 분기점의 조합된 형태이므로 단점과 분기점을 찾는 것을 목표로 한다. 또한 지문의 기준이 될 수 있는 중심점(Core point), 삼각주(Delta point)에 중점을 두기도 한다. 이들을 찾는 과정은 전처리 과정에 크게 영향을 받으며 계산량이 많은 단점이 있다. 단점과 분기점을 찾기 위한 방법으로는 이진 화상에 대한 윤곽선 추적법, 세션화후의 윈도우 사용등이 이용되어왔다[4][5].

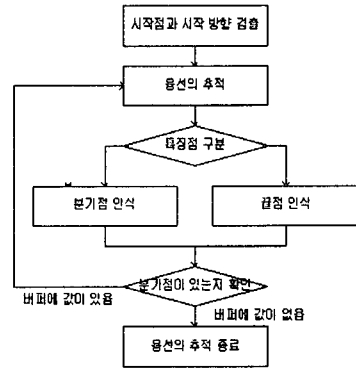
3. 세션화 알고리즘

다양한 용선 굵기의 지문이 있으므로 이런 지문을 처리하기 위한 동적인 마스크를 사용하게 된다. 동적인 마스크를 사용해서 이미지 전체를 스캔하면서 용선의 시작점부터 지문을 추적해 나가면서 세션화를

하게 되고 추적해 나가는 중에 분기점 같은 특징점 역시 같이 검출하게 된다.

[그림 3-1]은 논문에서 제시한 세션화 알고리즘이다.

8개의 방향으로 용선 추적을 진행하게 되며, 방향을 결정하기 위해 용선의 굵기에 따른 동적 마스크를 사용하게 된다.



[그림 3-1]

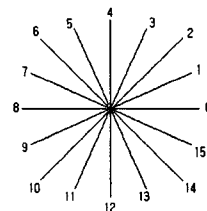
3.1 시작점 검출 및 방향 결정

동적인 마스크는 현재 값을 가지고 있는 pixel을 포함한 용선의 굵기보다 큰 값을 마스크로 가진다.

동적 마스크를 구한 다음 마스크에 들어 가는 용선의 값을 모두 조사해서 이미 만들어진 세션이 있는지 아닌지를 조사하게 된다.

만일 만들어진 세션이 있는 경우, 이것은 시작점이 아니기 때문에 다음 값을 다시 찾는다.

만들어진 세션이 없는 경우, [그림 3-2]에서와 같이 총 16개 방향에 대한 패턴을 비교하게 된다. 이에 만족하는 패턴이 있는 경우 시작점으로 인식하게 된다.



[그림 3-2]

3.2 용선의 추적

시작점이 정해지면 현재 픽셀의 값에서 수평, 수직 방향으로 용선의 굵기를 계산하게 되고 새로운 마스크를 구성하게 된다. 새로운 마스크가 구성이 되면 수

평, 수직 방향의 용선을 계산해서 다음 진행 방향을 결정하게 된다.

용선의 진행 방향은 구해진 마스크의 바깥쪽 테두리의 pixel값을 조사하여 현재 용선의 전체 방향이 어느 쪽인지를 체크해서 이전의 진행 방향과 비교 기울기를 구해서 앞으로의 진행 방향을 결정하게 된다.



[그림 3-3]

[그림 3-3]은 용선의 추적해서 세선화를 한 이미지를 보여주고 있다.

3.3 특징점 구분

특징점은 분기점과 끝점, 중심부를 구분한다.

먼저 끝점 같은 경우는 용선의 진행 방향으로 계속 추적을 해 갔을 때 더 이상 진행 방향에 픽셀 값이 없을 때를 가르킨다.

분기점 같은 경우는 용선을 추적할 때 추적하는 방향과는 다른 방향으로 또 하나의 용선이 존재 할 때 분기점으로 인식하게 되고 현재 위치와 방향을 버퍼에 저장하고 진행 방향을 따라서 계속 진행한 후에 끝점이 나오면 버퍼에 있던 위치에서 저장된 방향으로 남은 용선을 추적해 나가는 방법을 사용한다.



[그림 3-4]

[그림 3-4]는 분기점에 대한 추적 이미지이다. 분기점이 생기는 부분의 용선은 다른 곳 보다 용선의 굵기가 커지므로 그에 맞는 마스크를 구성해서 서로 다른 방향의 진행이 있는지 조사하게 된다.

중심부는 거의 원형태를 그리는 것이 일반적이므로 용선의 방향이 가장 급격하게 변하는 부분을 인식하도록 설계했다.

3.4 용선 추적 종료

현재 추적중인 용선이 끝점이고 버퍼에 아무런 값이 없다면 용선의 추적을 끝내고 새로운 시작점을 찾는다[6].

4. 구현 결과 및 검토

4.1 구현 방법

300×300 크기의 Bitmap 이미지를 입력 받아서 평균값을 이용한 이진화를 거쳤다.

메디안 필터를 이용해서 지문의 잡음과 탐구멍에 대한 처리를 했다.

용선 추적을 통한 특징점 추출을 위해서 현재 위치에서의 용선의 굵기를 수직·수평 방향으로 구한 다음 용선의 굵기 보다 큰 마스크를 설정해서 다음 진행 방향을 결정하도록 했다.

4.2 구현 결과



[그림 4-1]

보는 바와 같이 용선의 추적은 비교적 잘 진행이 되었으나 용선이 굵은 곳이나 용선 사이의 골이 좁은 곳에서 마스크가 근처 용선을 간섭하는 곳이 생기면서 원영상에는 존재하지 않는 분기점이 발생 했으며 숨 구멍과 같은 잡음으로 인한 단점이나 분기점이 발생 했다.

4.3 검토

마스크 설정시 현재 pixel을 중심으로 마스크를 설정하도록 하였는데 이 부분으로 하여 인접 용선 간에 간섭이 생겼기 때문에 용선의 중심을 잡아서 그 중심에서의 마스크 재 설정이 필요하다.

숨구멍과 같은 잡음에 대비하기 위해 특징점 추출 과정 이전에 잡음을 없애기 위한 이미지 처리가 더 추가 되어야 하며, 동시에 잡음에 대처하기 위해 마스크에서 용선의 방향을 잡는 알고리즘의 보완이 필요하다.

위의 사항을 보완한다면 기존의 알고리즘 보다 빠른 특징점 추출을 구현 할 수 있을 것이다.

현재로는 이런 보완점을 계속 수정 중에 있으며, 가능한 학회 발표 이전에 마치려고 한다.

5. 결론

본 논문에서 실제 알고리즘의 구현과 보완을 다루고 있으며 이 알고리즘은 지문 인식의 전처리 단계인 이미지 세션화, 방향성 추출, 특징점 추출이라는 3개의 단계를 이미지 세션화 단계에서 동시에 처리를 해 줌으로써 지문 인식 시스템의 알고리즘을 간단히 해 줌과 동시에 인식 시간을 단축 시켜 줄 수 있는 방법이다.

따라서 향후 지문 인식 시스템의 구현에서 많은 도움이 될 것이다.

[참고논문]

- [1] 제종태, "Ridge-line을 이용한 계층적 지문인식", 서강대학교 석사학위논문, 1990.
- [2] R. L. Wang외, "Combination of FT and WT for fingerprint recognition", SPIE Vol. 2242 Wavelet Application, 1994.
- [3] 문명권의, "구조적 방법에 근거한 지문 영상의 효율적인 분류", 정보과학회 논문지, 제24권 2호, pp170-171, 1997.
- [4] 안도성, "실시간 지문영상 자동인식을 위한 알고리즘 개발", 인하대학교 석사학위논문, 1994.
- [5] 안도성외, "블록 FFT를 이용한 실시간 지문 인식 알고리즘", 전자공학회 논문지, 제32권 16호, pp910-912, 1995.
- [6] 김상현외, "지문 인식의 전처리 단축에 관한 연구", 정보처리학회 논문지, 제