

지문인식 시 융선 방향정보로부터 특이점의 추출

The Extraction of the Singular Point from Ridge Direction Information for Fingerprint Recognition

이 형 교*, 윤 동 식**, 이 종 극***

Hyung-kyo Lee*, Dong-Sic Yun**, Jong-kuk Lee***

요 약

방향 성분은 소벨(sobel)과 FFT 방법 등을 주로 사용한다. 소벨을 이용한 방법은 소벨 마스크의 복잡한 처리 과정과 대표 방향 성분을 추출하고자 할 때 픽셀별로 단위 벡터를 만들어 누적시킬 경우 낮은 대비 영상이나 높은 대비 영상이나 같은 값이 나오므로 기울기 크기를 누적할 수 없어 대표 방향을 설정하기 어렵다. FFT를 변환을 이용한 방법은 융선이 정확한 방향 성분을 가지는 경우에만 방향성 추출이 가능하며 별도의 방향 필터를 사용해야 한다. 본 논문에서는 위의 단점을 보완하기 위하여 이진화된 영상을 세선화 한 후 픽셀 단위로 방향 성분을 추출하며, 8 x 8 픽셀크기의 블록 내에 존재하는 픽셀이 가지는 방향 성분 중 가장 많은 방향 성분을 융선의 대표 방향으로 추출하는 새로운 방법을 제안한다.

Abstract

The direction component uses mainly the sobel and FFT method. The sobel method is difficult to set representative direction when we wish to extract representative direction when we wish to extract representative direction component and the complicated processing process of sobel mask because same value appears in the low provision image or high provision image and we cannot accumulate tilt size in case of making accumulate after making unit vector to pixel. The method that uses FFT conversion for direction extraction is possible in case that ridge has correct direction specification and must use a special direction filter. After thinning the binary image to supplement above weak point in the paper, we extract direction component by pixel unit, and we extract the most direction components of pixel that exist in block of 8x8 pixels size as representative direction of ridge.

I. 서 론

인간의 생체학적인 정보를 이용한 개인 인식 및 검증은 비밀번호나 열쇠 같은 도구들처럼 분실될 우려가 없고 개인마다 독특한 특성을 가짐으로 보안 및 인식 분야에서 많이 활용되고 있다. 신체의 생체학적인 정보를 이용한 방법은 홍채, 음성, DNA, 지문, 얼굴 특징 등이 있으나, 지문은 땀샘이 융기되어 일정한 흐름을 형성한 것으로, 모양이 개개인마다 서로 다르고 태어날 때의 모습 그대로 평생 변하지 않는다는 장점 때문에 식별 성능에 대한 신뢰도와 안정도가 높은 것으로 평가되어 가장 효

율적인 개인 인증 방법으로 이용되고 있다^[1-2].

지문을 이용한 개인 인증 과정은 크게 지문의 유형을 구분하는 분류(classification)와 본인을 확인하는 정합(matching)의 과정을 포함한다. 지문의 개인 인증 시스템은 응용 분야에 따라 입력된 지문을 데이터베이스에 등록되어 있는 다수의 지문 중에서 가장 유사한 패턴을 구별해 내는 1대 다수의 식별(identification)과 입력된 지문과 등록된 지문이 동일한지를 1대 1로 판별하는 인증(verification)으로 나누어진다. 식별은 실종자의 검색, 범인 수사 등에 이용되고 인증은 출입을 제한하는 보안 시스템이나 개인 금고, 자동차 문의 개폐, 전자 결제 시스템, 패스워드와 병행하여 컴퓨터의 접근 허용 등에 응용된다.

지문 인식은 보통 두 개의 다른 단계에서 수행된다. 지문은 형태에 따라 궁상문, 와상문, 좌 제상문, 우 제상문, 변태문 다섯 가지로 분류된다. 분류된 지문으로부터

*안동대학교 멀티미디어과, **안동과학대학 사이버테러대응과

***동의대학교 컴퓨터 소프트웨어공학부

접수 일자 : 2004. 1. 06 수정 완료 : 2004. 4. 14

논문 번호 : 2004-1-3

단점과 분기점을 추출하여 세선점의 비교에 의해 두 지문 사이의 유사성을 결정한다. 이와 같은 단계에 의한 지문 분류 기법은 범죄수사 목적의 대규모 조회 작업을 효율적으로 수행할 수 있다^[1-2].

지문의 분류 단계에서는 지문을 유일하게 확인할 수 없어도, 일치하지 않는 두 개의 지문을 결정하는데 도움을 주고, 지문 10개를 모두 사용할 경우, 분류된 지문에서 인식하고자 하는 지문이 해당되는 유형만을 대상으로 하여 인식 작업을 수행함으로써 비교해야 할 데이터베이스를 대폭 감소시켜 정합과정을 신속히 구현할 수 있다.

방향 성분은 소벨(sobel)과 FFT 방법 등을 주로 사용하며, 소벨을 이용한 방법은 소벨 마스크의 복잡한 처리 과정과 대표 방향 성분을 추출하고자 할 때 픽셀별로 단위 벡터를 만들어 누적시킬 경우 낮은 대비 영상이나 높은 대비 영상이나 같은 값이 나오므로 기울기 크기를 누적할 수 없어 대표 방향을 설정하기 어렵고, FFT를 변환을 이용한 방법은 융선이 정확한 방향 특성을 가지는 경우에만 방향성 추출이 가능하며 별도의 방향 필터를 사용해야 한다^[3].

이 논문에서는 위의 단점을 보완하기 위하여 이진화된 영상을 세선화 한 후 픽셀 단위로 방향 성분을 추출하며, 8x8 픽셀 크기의 블록 내에 존재하는 픽셀이 가지는 방향 성분 중 가장 많은 방향 성분을 융선의 대표 방향으로 추출한다. 추출된 융선의 대표 방향 성분을 이용하여 지문 인식 시 기준 축으로 사용할 수 있는 특이점을 추출하는 새로운 방법을 제안한다.

II. 지문 영상 처리

1. 지문 영상 특성

지문을 개인의 검증 수단으로 사용하게 된 것은 1684년 N. Grew가 영국황실을 대상으로 손의 융선을 연구하면서부터 시작되었으며, 최근에는 지문의 생체학적인 정보를 이용하여 정보기밀유지나 개인 검증 수단으로 많은 연구가 이루어지고 있다. 이는 홍채나 음성을 이용하는 방법보다 시스템 구성이 수월하고 신뢰성이 높기 때문이다.

지문은 손가락 끝단의 손바닥 쪽에 표피가 융기되어 생긴 융선에 의해 형성된 줄무늬로 땀구멍이 융기되어 만들어진 것이다. 이는 피부 계층의 표피 밑층인 진피 계층에서 만들어진 것으로 진피 부분이 손상되지 않으면 평생동안 변하지 않는 불변성의 특성을 가지며, 사람들간의 융선 모양이 각각 다른 유일성을 갖는다^[4-5].

Galton은 융선의 시작과 끝, 분기점(bifurcation point), 고립점(enclosure) 등으로 지문의 특징점(minutiae)을 정의하였으며 지문 영상의 특징점들은 융선이 흐르다가 끊어진 점을 끝점(ending point), 두 개의 방향으로 갈라지는 점을 분기점이라 하며 그림1과 같이 된다.

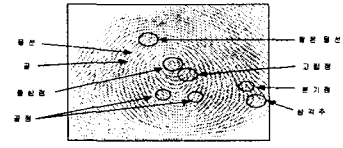


그림1. 지문의 특징점

Fig. 1 The formal feature of fingerprint

그림 1에서 중심점과 삼각주를 특이점이라 하며 지문을 분류하거나 인식하는데 기준 축으로 사용된다. 중심점은 지문 융선의 굴곡이 위쪽과 아래쪽으로 가장 큰 곳이며, 융선 흐름은 중심점을 완전히 싸고 돌아간다. 삼각주란 지문의 융선 흐름이 세 군데 방향에서 한 곳으로 모이는 것으로, 모양이 하천에서 나타나는 삼각주와 비슷한 형태를 가진다.

지문 인식 시스템에서 사용하는 특징은 위의 특징점 및 특이점 외에도 여러 가지가 있으며 정합에 필요한 충분한 정보를 줄 수 없는 경우, 특징점 및 특이점간의 상호 관계, 지문 분류, 화질 정보 등 정합에 도움을 줄 수 있는 제 2 또는 제 3의 특징들이 필요하게 된다.

2. 지문 영상 인식 방법

2.1 지문 영상 분류

지문 영상을 분류하는 대표적인 방법으로 Henry 지문 패턴과 함브르크(hamburg)식 지문 패턴이 있으며, Henry 지문 패턴은 영국인 Edward Richard Henry가 제안한 방법으로, 융선을 기초로 한 와상문(whorl), 궁상문(arch), 제상문(loop)으로 분류되며 제상문은 단일 제상문(single-loop)과 중 제상문(double-loop)으로 세분화하였다. 이 방법은 중심점과 삼각점의 사이에 있는 융선 수, 중심점 수, 루프 수, 특징점 간의 위치 등으로 분류하여 영문자와 숫자로 표기되며, 미국의 FBI와 영어권 국가들이 지문 분류 방법으로 채택하여 사용하고 있다^[4-5].

2.2 지문 영상 인식 방법

일반적인 지문 인식 방법은 그림 2와 같이 구성되어 있으며, 입력 장치로부터 지문 영상을 받아들여 전처리 과정을 수행한 후 특징점을 추출하고 데이터베이스화된 특징값과 비교하여 인식한다.

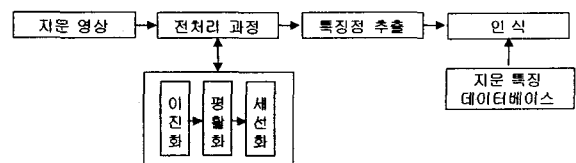


그림2. 지문인식 시스템 구성도

Fig. 2 Diagram of the fingerprint recognition system

(1) 전처리 과정

입력 장치를 통하여 인식 시스템에 입력된 지문 영상은 대부분 많은 잡음을 포함하고 있기 때문에 원하는 특징점을 찾기가 힘들다. 전처리 과정은 입력된 지문 영상으로부터 잡음을 제거한 후 이진화, 평활화, 세선화 과정을 거쳐 영상 데이터의 양을 축소하여 특징 추출 과정에서 처리 속도를 높이고 인식 과정에서 신뢰성을 향상시키기 위하여 전처리 과정을 거치게 된다.

가. 이진화 과정

이진화 과정은 256 그레이 레벨(gray level) 영상의 각 픽셀 농도 값을 임계 값(threshold value)에 의하여 흑백 픽셀로 변환하여주는 과정이다. 대상 픽셀이 정해진 임계 값 보다 큰 값을 가지는 픽셀에는 1, 작은 값을 가지는 픽셀에는 0을 부여함으로써 처리해야 할 정보량이 감소된다. 이 과정은 지문 영상에서 돌출부에 해당하는 융선부와 함몰된 부분인 골을 구별하기 위한 과정이다.

나. 평활화 과정

평활화 과정은 이진화 과정을 수행한 후 발생하는 세공(hole)과 같은 잡음을 제거하고 뚜렷한 융선과 골을 얻기 위한 방법으로 모폴로지(morphology) 기법을 이용한다.

모폴로지 기법에는 이진 영상 모폴로지 기법과 그레이 영상 모폴로지 기법이 있으며 알고리즘으로는 침식(erosion) 연산, 팽창(dilation) 연산, 제거(opening) 연산, 채움(closing) 연산으로 분류된다.

다. 세선화 과정

세선화란 대상 물체의 표면을 조금씩 벗겨내어 최종적으로 한 개 픽셀로 골격화 하는 것을 말하며, 대부분의 인식 시스템에서는 세선화 된 지문 영상으로부터 특징점을 추출한다.

세선화에는 윤곽선을 검출하는 방법과 골격선을 검출하는 방법이 있다. 연산자에 의한 윤곽선 검출은 임계치 선정에 따라 달라지며 임계치를 너무 작은 값으로 선택하면 윤곽선으로 판별되는 픽셀이 많아지고 따라서 윤곽선은 두껍게 나타난다.

라. 세선화 된 영상의 복원

지문 영상의 복원 처리는 그레이 레벨 원 영상의 농담 변화율을 이용하여 방향성 영상으로 변환하고 원 영상의 농담 값을 보정시키는 방법과 세선화 과정을 수행한 후 융선의 연결 상태나 주위 조건을 고려하여 복원하는 방법이 있다. 이외에 방향 정보를 이용하는 방법과 추출된 특징점을 중심으로 일정 영역을 분할하고 영역에 대하여 구조적 분석에 따라 화질, 연결 가능성, 융선 길이와 방향, 복잡도 변수를 이용하여 특징점을 표현하고 이를 기초로 복원하는 방식이 제안되었다^[6].

III. 기존 방법의 고찰

영상 처리 및 패턴 인식 분야에서 주로 초기 단계에 행하여지는 처리과정은 부적절한 정보를 포함한 영역을 제거하는 것이다. 이는 처리 과정의 시간절약 뿐 아니라 신뢰성에도 중요한 영향을 끼친다. 지문 인식 분야에서 특징을 검출하기 위한 방법은 대표적으로 지문의 방향 성분을 이용하게 된다. 이 방법은 지문이 여러 개의 곡선 세그먼트(segment)로 구성되어 있기 때문에 융선 흐름도(ridge flow diagram)를 나타내는 2차원 방향성 영상(direction image)으로부터 특징을 검출하는 것이다^[7-10].

지문의 방향 성분을 추출하는 대표적인 알고리즘은 주파수 특성을 이용하는 방법과 공간 영역적 특성을 이용하는 방법이 있다.

1. 주파수 특성을 이용한 방법

주파수 특성을 이용한 지문 방향 성분 추출은 원 영상을 $n \times n$ 크기의 블록으로 나눈 후, 각 블록에 대하여 FFT를 이용하여 주파수 스펙트럼을 구하고, 구해진 스펙트럼의 계수들에 대해 그림 3과 같은 방향성 검출 마스크에 의해 각 방향에 해당 계수 값을 추출한 후 이들의 합을 계산한다. 이는 n 개 방향에 해당하는 계수 값의 합을 비교하여 최대 값을 갖고 있는 방향 인덱스를 그 영역의 방향 성분으로 결정한다.

스펙트럼 상에서는 원 영상과는 90°차이로 회전되어 나타나므로 모든 마스크는 90°회전된 방향을 갖는다.

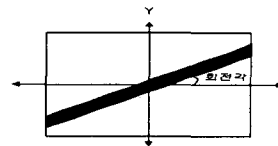


그림3. 방향 검출 마스크
Fig. 3 Direction detection mask

이 방법은 전처리 과정에서 이진화와 세선화 과정을 거치지 않고 실 영상에서 방향 성분을 추출할 수 있다는 장점이 있지만 블록으로 나누어 대표 방향을 검출 할 경우 블록 내에 서로 다른 방향 성분이 포함되어 있을 경우에 정확한 방향 성분을 검출하지 못한다.

2. 공간 영역적 특성을 이용한 방법

주파수 특성을 이용한 방법은 처리 속도가 빠르다는 장점이 있지만 국부적인 방향 성분 검출은 어렵다. 그러나 공간 영역적 특성을 이용하면 그림 4와 같이 국부적인 방향 특성을 검출하는 것이 용이하며, 명암 값 특성을 이용한 방향성 추출 방법과 소벨 연산자를 이용한 방향성 추출 방법이 있다.

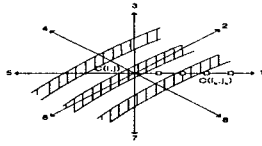


그림4. 방향 특성
Fig. 4 Direction characteristics

지문 영상은 용선 영역과 골 영역으로 구성되었으며, 일정 영역에서는 용선과 골의 흐름이 거의 평행하고 용선간의 거리는 일정하며 용선과 골 영역의 명암 값 차는 매우 작은 특성을 갖고 있다.

IV. 제안 알고리즘

특이점 추출 알고리즘은 지문의 분류와 인식 시 기준 축을 설정하기 위하여 사용한다. 일반적인 특이점 추출 알고리즘으로는 poincare 지수를 이용한 특이점 추출 방법과 특이점 후보 추출 참조표를 이용한 특이점 추출 방법, 방향 정보를 이용한 특이점 추출 방법 등이 있다.

1. poincare 지수를 이용한 특이점 추출 방법

poincare 지수를 이용한 특이점 추출 방법은 지문 영상의 방향성을 평활화 한 8×8, 16×16 두 가지 블록의 방향성 영상에서 주위의 작은 폐곡선을 따라 poincare 지수를 계산함으로써 보통점, 삼각주, 중심점 등의 특이점을 추출한다.

poincare 지수는 폐곡선을 따라 방향성 각도의 변화를 더하여 계산되며, 8×8 픽셀을 하나의 블록으로 구성하고 그 영역에서 2×2 픽셀 크기로 (i, j)→(i+1, j)→(i+1, j+1)→(i, j+1)→(i, j)의 순서로 돌면서 방향각을 계산한다. 여기서 방향각이 0이면 보통점, -180이면 삼각주, 180이면 중심점이 된다.

2. 특이점 후보 추출 참조표를 이용한 특이점 추출 방법

특이점 후보 추출 참조표를 이용한 방법은 2×2 크기의 부 블록 대표 방향 집합으로부터 특이점을 추출한다. 참조표는 각 부 블록이 가질 수 있는 대표 방향 값을 4 단계로 간략화하여 2×2 크기의 부 블록으로부터 나올 수 있는 256가지 형태에 대하여 우 제상 중심점, 우 제상 아래 중심점, 좌 제상 중심점, 좌 제상 아래 중심점, 외상문, 삼각주, 평이의 7가지로 구분하여 구성된다.

특이점을 추출할 때 참조 표 순번 결정법은 그림 5와 같으며, 이에 따라 참조 표에서 특이점인지의 여부를 판별한 후 이를 기록하게 된다.

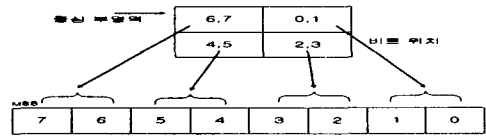


그림5. 특이점 후보 추출 참조표를 이용한 순번 결정법

Fig. 5 Look-up table index determination method for singular point candidate extraction.

이러한 과정을 거치면 보통 하나의 지문 영상에 의사 특이점을 포함한 여러 개의 특이점 후보들이 나타날 수 있으므로 추가적인 처리가 필요하다.

그림 6과 같이 특이점 후보들에서 하나씩을 선택하여 일정 크기의 4개 블록으로 구분하고, 특이점 후보 부 블록 대표 방향과의 불 일치도를 계산하여 $Dist(x, y)$ 가 가장 작은 값을 가지게 되는 특이점을 중심점과 삼각주 각각에 대해 최대 2개까지 선택한다^[11]. 이 방법은 특이점 후보 영역이 검출되면 일정 크기의 주변 블록과 방향 불 일치도를 계산하는 추가적인 처리가 필요하다.

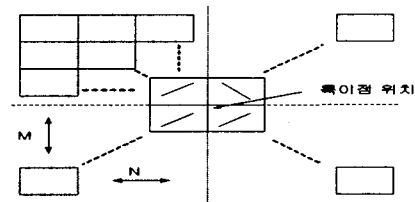


그림6. 특이점 선택 4개 블록
Fig. 6 Four block for singular point confirmation

3. 방향 정보를 이용한 특이점 추출

방향 정보를 이용한 특이점 추출 방법에서 탐색할 지문 영상 내의 방향 값은 그림 7과 같이 4개 방향의 방향 값 차이가 45°인 <0>, <I>, <II>, <III>, <IV> 사이의 4개 구간을 의미하며, 8개 방향은 방향 값의 차이가 22.5°이고 (0), (1), (2), (3), (4), (5), (6), (7), (8)의 8개 구간을 의미한다.

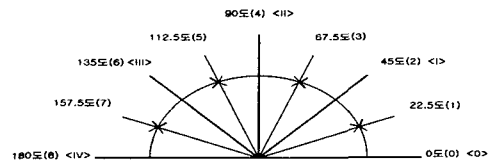


그림7. 방향 영상의 방향값
Fig. 7 Direction value of direction image

특이점을 검출하기 위해 지문의 방향 영상에서 루프 성분을 탐색해 나가고, 더 이상의 루프 성분이 탐색 영역 내에 존재하지 않거나 특이점과 유사한 성분, 즉 8개 방향성분에 대하여 방향 값 (3, 5), 4개 방향 성분에 대하여 방향 값 (I, III)을 갖는 위치를 특이점으로 지정하며 루

프 성분 및 탐색 영역은 그림 8과 같다.

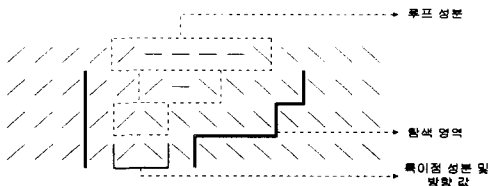


그림8. 루프성분의 탐색영역 표시
Fig. 8 Detection area indication of loop component

V. 실험 및 결과

1. 특이점을 이용한 지문 인식 시스템 구현

실험에 사용된 지문 입력 범위는 가로, 세로 1.5cm의 크기를 가지며 지문 영상이 가지는 픽셀의 크기는 128×128로 하였다. 이 크기보다 작거나 클 경우 지문 영상이 축소 또는 확대되어 전처리 수행 후 원 영상이 가지는 용선 흐름을 보전할 수 없다.

이 논문에서 제안한 방법에 의해 추출된 방향 정보를 이용하여 특이점을 획득하고, 특이점을 중심으로 하는 좌표계를 생성하여 지문 인식을 수행하는 과정의 흐름도는 그림 9와 같다.

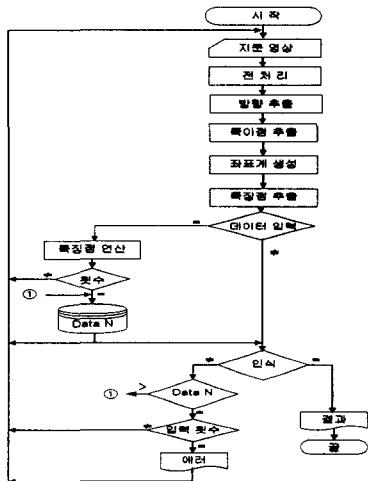


그림9. 지문인식 흐름도
Fig. 9 Fingerprint recognition process

세션화 된 지문 영상에서 용선에 해당하는 픽셀의 방향 값을 추출하고, 각 픽셀이 가지는 방향 값을 이용하여 세션화 후에 발생하는 루프형 잡음과 단선형 잡음을 제거하였다. 잡음 제거전과 후의 세션화 된 영상은 그림 10과 같으며 (a)에서 원으로 표시된 부분은 세션화 후 발생하는 잡음을 나타내며 (b)는 잡음이 제거된 후의 영상이다. 잡음이 제거됨으로써 의사 분기점과 단점의 개수를 줄일 수 있었으며 그림 11과 같이 의사 분기점은 셀보강전이 평균 43.8개, 보강 후는 평균 38.9개가 되고, 의

사 단점에서는 전후가 평균 20.3개, 평균 92.4개로 나타나 의사 특징점을 전체적으로 54%를 줄일 수 있었다.



(a) 잡음 제거 전 (b) 잡음 제거 후

그림10. 잡음 제거 전후의 세션화된 영상
Fig. 10 Thinned image before and after pixel restoration

블록 대표 방향은 8×8 픽셀 크기의 블록에서 픽셀이 가지는 방향 성분 중 가장 많은 방향 성분을 대표 방향으로 하였다.

각분면 3개방의 세션화		
방향	빈도	비율
제1.1방역	2	3
제1.2방역	0	1
제1.3방역	2	0
제1.4방역	0	0
제1.5방역	1	2
제2.1방역	1	1
제2.2방역	2	1
제2.3방역	1	1
제2.4방역	1	1
제2.5방역	2	2
제2.6방역	1	1
제2.7방역	1	1
제2.8방역	1	1
제3.1방역	1	1
제3.2방역	2	0
제3.3방역	0	0
제3.4방역	3	4
분기점	22	21
단점		

방향	빈도	비율
제1방역	7	4
제2방역	13	8
제3방역	12	9
분기점	32	21
단점		

방향	빈도	비율
제1방역	7	1
제2방역	9	6
제3방역	52	13
분기점	68	20
단점		

(a) 공상문 (b) 와상문 1

그림11. 의사 특징점의 수
Fig. 11 The number of minutiae

실험에 사용된 지문은 경찰청에서 사용하는 지문 분류에 따라 제상문, 와상문, 공상문의 3가지 종류로 엄지손가락 지문 375개로 실험하였다.

특징점 데이터베이스는 동일인으로부터 여러 번 지문을 채취한 후 가장 안정된 지문으로부터 특징점을 추출하여 데이터베이스화하였다.

데이터베이스화 된 전체 지문의 특징 값과 비교하여 인식하게 되며, 이 논문을 수행하기 위하여 개발한 인식 시스템의 기본 화면은 그림 12와 같다.

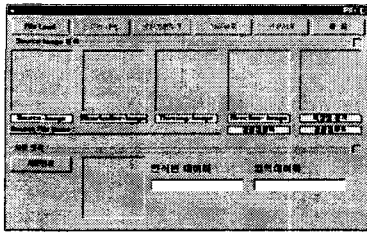


그림12. 인식 시스템의 기본 화면
Fig. 12 Basic screen for recognition

그림 13은 인식 결과를 나타내는 결과 화면으로 (a)는 인식을 위해 입력된 지문의 처리가 진행중인 상태를 나타내며, (b)는 인식을 성공한 경우이고, (c)는 인식을 실패한 결과이다.



그림13. 인식 결과
Fig. 13 Result of recognition

2. 결과

표 1은 제안된 방법에 대한 지문 유형별 특이점 추출 결과이고, 제안된 방법에 의하여 생성된 좌표계를 이용한 인식한 결과는 표 2와 같이 나타났다.

지문 유형	샘플의 수	추출 오류	추출율
중상문	100	(11)11%	(89)89%
와상문	125	(11)8.8%	(114)91.2%
제상문	150	(10)6.64%	(140)93.33%
전체지문	375	(32)8.53%	(343)91.47%

* ()의 수 : 데이터 수

표1. 지문 유형별 특이점 추출 결과

Table. 1 Singular point extraction result by fingerprint type

지문 유형	샘플의 수	인식 오류	인식율
중상문	100	(17)17%	(83)83%
제상문	125	(16)12.8%	(109)87.2%
와상문	150	(15)10%	(135)90%
전체지문	375	(48)12.8%	(327)87.2%

* ()의 수 : 데이터 수

표2. 좌표계를 이용한 인식률

Table. 2 Recognition ratio using coordinate system

VI. 결 론

이 논문에서는 픽셀 단위의 방향 성분으로부터 용선

방향을 추출하여 특이점을 구하는 방법을 제안하였다. 용선의 방향 정보를 얻기 위하여 이진화 된 영상에 대하여 용선 흐름의 연속성을 유지할 수 있도록 병렬 처리 방법으로 세선화 하였다. 세선화 된 지문 영상에서 특징점 패턴을 안정화하기 위하여 루프형과 단선형 잡음으로 발생할 수 있는 의사 특징점을 제거하였다. 실험에 사용한 지문 375개를 대상으로 약 57%의 의사 특징점을 제거할 수 있어 특징점의 신뢰성을 높일 수 있었다.

대표 방향 추출 과정에서는 브리지형 잡음에 의한 오류로 추출된 방향 성분을 보정하기 위해 방향성 평활화 작업을 수행하였으며 세선화 후에 발생하는 잡음의 영향을 제거할 수 있었다. 세선화 된 영상에서 방향을 추출하므로 별도의 방향 필터가 필요 없으며 대비도에 영향을 받는 문제점을 해결할 수 있었다.

제안된 특이점 추출 방법은 픽셀 단위의 방향 성분으로부터 용선 방향을 추출하여 특이점을 구함으로써 기존의 방법에서처럼 방향성 평활화 작업을 반복적으로 수행할 필요가 없었으며 지역적인 특징을 상실하지 않음을 보여주었다. 특이점을 중심으로 하는 좌표계는 지문 영상의 상·하, 좌·우 위치 이동에 대한 영향을 최소화 할 수 있었다.

참 고 문 헌

- [1] 문 병권, 정 규식, "구조적 방법에 근거한 지문영상의 효율적인 분류", 정보과학회 논문지(B), 제24권 제2호, pp.170-179, 1997.
- [2] 김 백기, "지문 영상의 무손실 압축 및 분류 알고리즘에 관한 연구", 경희대학교 대학원 박사학위논문, 1997.
- [3] 안 도성, 김 학일, "블럭 FFT를 이용한 실시간 지문 인식 알고리즘", 전자공학회논문지, 제32권 B편 제6호, pp.89-101. 1995.
- [4] C. Domeniconi, S. Tari and P. Liang, "Direct Gray Scale Ridge Reconstruction in Fingerprint Images", *Proceedings of the IEEE International Conference on Acoustics, Speech, and Signal Processing*, Vol.5, pp.2941-2944, 1998.
- [5] B. Chennankara, W. Y. Xu, F. C. Lin, M. D. Drake, M. A. Fiddy, "Optical Fingerprint Recognition using a Waveguide Hologram *Applied Optics*, Vol.34, No.20, pp.4079-4082, 1995.
- [6] 한국 과학기술원 시스템 공학센터, "지문을 이용한 Security System의 개발에 관한 연구", 1987.
- [7] A. P. Paplinski, "Directional Filtering in Edge Detection", *IEEE Transactions on Image Processing*, Vol.7, No.4, pp.611-615, 1998.
- [8] S. Kasaei, M. Deriche and B. Boashash,

"Fingerprint Feature Enhancement using Block-Direction on Reconstructed Images"
"International Conference on Information Communications and Signal Processing ICICS '97", pp.721-725, 1997.

- [9] M. Tico, S. Lungu, "Fingerprint Segmentation Based on Directional Information", *Acta Technical Napocensis-Electronics and Telecommunications*, Vol.38, No.1, pp.1-5, 1998.
- [10] 권 용재, 박 영태, "방향정보와 특징점을 사용한 지문영상의 형상 분류에 관한 연구", *대한전자공학회 추계종합학술대회 논문집*, 제21권 제2호, pp.963-966, 1998.
- [11] 김현, 김 학일, "RSTI불변 지문인식 알고리즘", *전자공학논문지*, 제35권S편 제6호, pp.838-850, 1998.



이 형 교(Hyung-kyo Lee)
 1976.2 경북대학교 전자공학과 공학사
 1996.2 국민대학교 전자공학과 공학석사
 2003.8.22 동의대학교 컴퓨터공학과 박사
 수료
 1978-1984 전자기술연구소 연구원
 1985-1988 (주)데이콤 주임연구원

현재 안동대학교 멀티미디어과 겸임교수
 관심분야 : 웹디자인, 영상처리, 멀티미디어



윤 동 식(Dong-Sic Yun)
 1992년 관동대학교 정보처리학과(공학사)
 1994년 관동대학교 전자계산공학과
 (공학석사)
 2000년 관동대학교 전자계산공학부
 (공학박사)

1994-1998 아세아항공 전문학교 정보통신과교수
 1999년 ~ 현재 안동과학대학 사이버테러대응과 교수



이 중 극(Jong-Keuk Lee)
 1978년 2월 경북대학교 전자공학과(공학사)
 1988년 2월 미국 North Carolina St.
 University(M.S)
 1994년 6월 미국 Texas A&M
 University(Ph.D)

1988년 6월 Assistant Teaching Texas A&M University
 1995년 3월 ~ 현재 동의대학교 컴퓨터·소프트웨어공학부 부교수
 관심분야: 알고리즘, 병렬 컴퓨터시스템, 컴퓨터네트워크