

# 대용량 지문인식 시스템의 효율성 증가를 위한 지문분류

고영민, 조성원, 김재민, 최경삼  
홍익대학교 전기정보제어공학과

## Fingerprint Classification for Increasing Efficiency of Huge Fingerprint Recognition System

Youngmin Koh, Seongwon Cho, Jaemin Kim, Kyungsam Choi  
Dept. of Electrical, Information and Control Engineering, Hong Ik University

### 요 약

대용량 데이터베이스를 기반으로 하는 지문인식 시스템에 있어서 전체적인 처리효율 증가를 위한 연구가 활발히 진행되고 있다. 본 논문에서는 지문의 형상을 일정한 패턴을 기준으로 분류를 수행함에 있어서 영상의 Noise제거를 위해 하나의 영상에 크기가 서로 다른 2개의 블록으로 영상을 분할하여 공통적으로 추출해 내는 특이점의 Position과 개수에 따라 지문을 분류하여 대용량 지문인식 시스템의 처리 효율을 증가 시키는데 있다.

### 1. 서론

고도의 정보화 시대에 대용량의 정보관리와 보안문제의 필요성은 심각하게 대두되고 있는 실정이다. 기존의 열쇠나 출입카드와 같은 소유물이나 암호같은 지식정보는 망각이나 분실에 의해 고도의 신뢰나 보안을 요구하는 곳에서는 취약성을 보이고 있다. 특히 분실에 의한 비허가자의 보안구역 출입이나 개인신원 인증은 심각한 상태를 초래하는바 이에 대한 해결책으로 사람마다 가지고 있는 만인부동, 종생불변의 생체를 이용한 신원확인 방법은 이 문제를 해결 할 수 있는 대안으로 떠오르고 있다.

이런 생체를 이용한 보안시스템은 홍채, 얼굴, 음성, 장문, 지문 등을 중심으로 여러 연구가 활발히 진행되고 있으며 특히 지문이나 홍채 등은 시간, 장소, 환경에 적게 영향을 받고 있어 주목되고 있는 분야이며 활용되고 있다.

지문의 경우에는 정확도, 구현비용, 수행속도에서 가장 현실성 있는 신뢰도를 보이고 있으며 사용자로부터 금액 데이터 취득이 용이하고 거부감 또한 적은 것이 장점이라 할 수 있다.

이런 이유로 자동화 금융기기(ATM), 전자상거래, 범죄수사, 시스템 제어 접근등 다양한 응용분야로 확산 되고 있다[1][2][3].

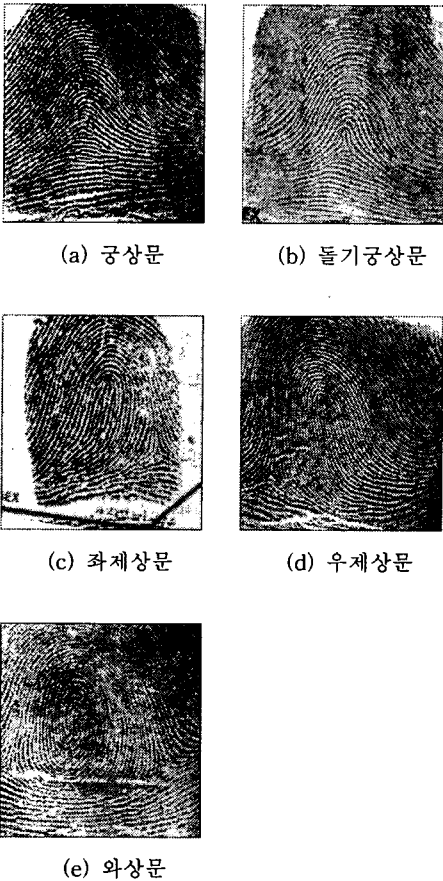
지문을 이용한 개인의 인증방법으로는 본인임을 확인하는 Matching 방법과 지문의 유형을 Pattern별로 분류하는 방법이 있는데 응용분야에 따라 데이터 베이스에 등록되어 있는 다수의 지문 중 입력된 지문과 가장 유사한 패턴을 가지는 지문을 구별해 내는 1:N의 Identification과 입력지문과 선택되어진 지문이 동일인의 지문인지를 판별하는 1:1의 Verification으로 나눌 수 있다[1].

본 논문에서는 지문영상에 나타나는 몇 가지 특이점들 중에 core와 delta point의 효율적인 추출 알고리즘을 적용하여 대용량 고속 지문인식 시스템에 있어서 보다 효율적인 처리 시스템을 구현하는 알고리즘 개발을 목적으로 하고 있다.

### 2. 관련연구

#### 2.1 지문의 분류

지문의 분류는 크게 궁상문 (Arch), 돌기궁상문 (Tented arch), 좌제상문 (Left loop), 우제상문 (Right loop), 와상문(Whorl) 등 5가지로 분류 할 수 있다. 지문 분류기법들은 구조적방법, 통계적방법, 신경망에 의한 방법으로 대별된다. 구조적인 방법은 특이점들중 core와 delta point의 유·무와 위치, 개수에 의한 분류방법으로, 두 특이점이 존재하지 않으면 궁상문, core와 delta가 2쌍이면 좌제상문, 역시 제상선이 형성되고 오른쪽에 delta가 있으면 좌제상문, 역시 제상선이 형성되고 왼쪽에 delta point가 있으면 우제상문으로 분류한다. 그리고 core점과 delta점을 연결한 직선이 용선의 방향성분을 따라가면 돌기궁상문이 된다. [그림 1]은 5가지 지문의 예를 보여준다.



[그림 1] 지문의 종류

2.2 지문분류를 위한 방향영상 생성

구조적인 방법에 기초를 둔 특이점의 개수와 위치를 이용한 방법의 핵심은 지문영상에 존재하는 Ending point, Bifurcation, Core point, Delta point 중 core와 delta point 의 정확한 추출에 있다. 지문영상의 용선과 골의 흐름 중 용선(Ridge line)의 흐름을 방향 영상으로 추출하는데 방향영상이란 지문영상을 일정한 부영역으로 분할한 후에 용선의 흐름을 각도로 표현한 것이다.

부영역의 용선과 골의 경계가 되는 edge부분에서 gradient가 급격히 변화하는 것을 이용하여 계산한다.

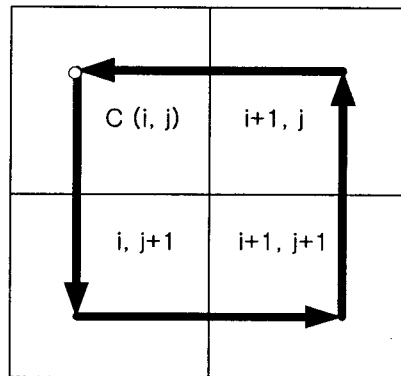
구배도는 Sobel연산자를 사용하여 식 (1) 과 같이 부영역내에서 방향 정보를 추출한다[4][5].

$$\theta_d(x, y) = \frac{1}{2} \tan^{-1} \frac{\sum_{i=-w/2}^{w/2} \sum_{j=-w/2}^{w/2} [G_x^2(x+i, y+j) - G_y^2(x+i, y+j)]}{\sum_{i=-w/2}^{w/2} \sum_{j=-w/2}^{w/2} 2G_x(x+i, y+j)G_y(x+i, y+j)} \quad (1)$$

여기서  $\theta_d(x, y)$ 는 처리대상화소  $(x, y)$ 에 대한 방향 값이고 부영역의 크기는  $w \times w$ , x축 구배도는  $G_x$ , y축 구배도는  $G_y$ 이다.

지문영역에서 배경이나 잡음이 있는 영역은 잘못된 방향영역을 제공함으로써 평활화 과정을 거친다. 이런 영역은 용선의 방향이 일정하지 않기 때문에 부영역내 구배도의 크기가 작게 나타난다.

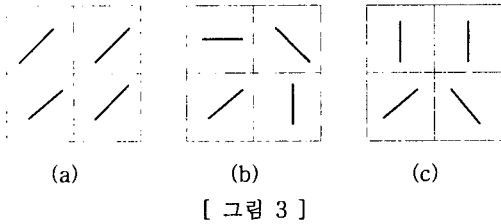
2.3 Poincare index를 이용한 core, delta점 추출



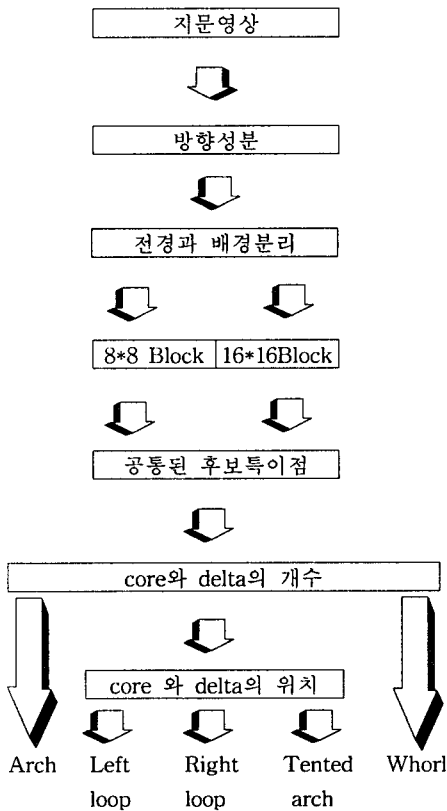
[그림 2] Poincare index

방향성 영상에서 특이점을 주위의 작은 폐곡선을 따라 Poincare 지수를 계산함으로써 보통점, core

점 delta점으로 추출한다. Poincare지수는 [그림 2]와 같이 폐곡선을 따라 방향성 각도의 변화를 더함으로써 계산되어진다. 각이 0도이면 보통점 (a), 180도라면 core점 (b), -180도라면 delta점 (c)이다. [그림 3]의 (a),(b),(c)는 각각 보통점, core점, delta점의 경우를 나타낸다.



### 3. 특이점 추출 알고리즘



[ 그림 4 ]

[그림 4]는 본 논문에서 사용된 특이점 추출 알고리즘의 block diagram 이다. 기존의 방법에서 특이점을 추출하기 위해 지문영상을 하나의 블록으로 분할

한 후 특이점의 개수가 2쌍 이하가 될 때까지 평활화를 반복적으로 수행하고 그 결과를 지문분류에 적용하였다[3]. 그러나, 이러한 방법은 반복적으로 평활화를 수행하려면 처리시간이 많이 소모될 뿐만 아니라 특이점이 없어지고, 원하지 않는 거짓 특이점이 추출될 수 있다. 본 논문에서 제안한 특이점 추출 방법에서는 지문 영상을 서로 크기가 다른 2개의 블록, 즉 8\*8블록과 16\*16블록으로 분할한다. 8\*8블록에서는 잡영으로 인하여 다수의 특이점이 잡히므로 16\*16블록으로 다시 한번 특이점을 구한다. 이렇게 크기가 다른 블록으로 영상을 분할 한 후 공통으로 추출해 내는 특이점을 후보 특이점으로 잡아 core와 delta를 구분함으로써 특이점을 구하기 위해 평활화를 무한히 반복 할 필요가 없으며 빠르게 특이점을 잡는데 중점을 두었다.

전경과 배경분리를 위해 식(2)를 이용하여 8\*8블록에서 지문영상의 분산을 구한다[4].

$$V(k, l) = \frac{1}{ab} \sum_{i=0}^b \sum_{j=0}^a [C(kb+i, la+j) - \mu]^2 \quad (2)$$

여기서 a, b는 Block의 폭과 높이,  $\mu$  는 Block  $(k, l)$ 의 평균이고 C는 영상 그 자체이다. 균일한 명암도를 갖는 영역의 Block에 대해서 분산은 0에 접근한다. 따라서, 적당한 임계값  $V_{th}$ 를 설정함으로써 분산이 임계값  $V_{th}$ 보다 적은 영상의 영역이 분할될 수 있다. 일반적으로 배경이나 균일한 명암도를 가진 영역에 일치하는 곳은 분산이 매우 낮고 전경은 매우 높다. 따라서 분산이 정의된 임계값 보다 높으면 전경으로 낮으면 배경으로 분할한다.

전처리 과정중 이진화 과정은 동적 이진화 기법인 블록 이진화 기법을 수행 하였다. 이진화란 256-level의 명도 값을 가지고 있는 영상에서 임계값을 기준으로 검정색과 흰색으로 나누는 기법이다. 이때 일반적으로 명암 값이 고르게 분포되어 있고 화질이 좋은 양질의 영상은 문제 없지만 영상 자체에 손상이 많이 있고 명암 값이 불규칙하면 하나의 임계값으로는 그 영상에 대하여 최적의 이진화 영상을 얻을 수 없게 된다. 그러므로 블록 이진화 기법을 사용하는데 원하는 크기의 블록을 설정하고 그 블록마다의 명암값을 고려하여 임계값을 다르게 적용하여 특정부분

에 적당한 임계값을 정해줄 수 있는 방법으로 그 단계는 먼저 지문영상을 일정한 크기로 분할 한 다음 분할 한 블록들 중 하나의 블록에 해당하는 명도값의 평균을 계산한다. 그 계산한 평균값을 그 블록의 임계값으로 정하여 해당블록만 이진화를 수행한다. 다음블록도 앞에서와 같은 방법으로 반복하여 전체적인 이진화 값을 출력한다[4][5].

#### 4. 실험 및 고찰

본 실험은 Window 2000 환경에서 Visual C++, Win32 API을 이용하여 구현 하였으며 실험을 위하여 반도체 방식 센서(AuthenTec사, FingerLoc AF-S2, 500dpi, 256×256)를 이용하여 22명으로부터 엄지 지문영상을 입력받아 실험하였다. [표 1]은 지문분류 실험 결과를 나타낸다.

지문분류	Arch	Tented Arch	Left loop	Right loop	Whorl
Arch	3/3	0/3	0/3	0/3	0/3
Tented Arch	0/4	3/4	1/4	0/4	0/4
Left loop	1/8	1/8	6/8	0/8	0/8
Right loop	0/5	1/5	0/5	4/5	0/5
Whorl	0/2	0/2	0/2	0/2	2/2

[표 1] 지문분류 결과

지문의 질이 양질의 영상 일 경우 core점과 delta점이 잘 잡히지만 저질의 영상에서는 역시 core점과 delta점의 특이점 추출이 용이하지 않아 육안으로 판별과 실험상에서의 판별에 차이를 보이고 있다. 그러므로 지문입력 모듈을 통한 영상 취득에 있어서 양질의 영상을 얻기 위해 센서의 향상을 필요로 한다.

#### 5. 결론

자동지문인식장치(Automated Finger Identification System)에서 정합 알고리즘만을 사용하여 Matching 일치율로 본인 및 타인을 판별하는 방법에 지문을 형상별로 분류를 하여 정합전에 수행함으로써 대용량 지문 인식 시스템에서의 전체적인 효율성 증가에 있다. 본 논문은 구조적인 방법에 기반을 둔 알고리즘이므로 앞으로 좀 더 원영상에서 정확하게 특이점을 추출 해내는 알고리즘의 개발은 계속 필요 할 것이며 좀 더 세밀한 지문영상의 분류는 타인의 접근에 대한 거부율의 속도 향상에 기여 할 것으로 생각 된다.

#### [참고문헌]

- [1] Anil Jain, *Introduction to biometrics, Biometrics- Personal Identification in Networked Society*, Kluwer Academic Publishers, pp. 1~41, 1999
- [2] Anil K. Jain, Lin Hong, Yifei Wan, *Fingerprint Image Enhancement: Algorithm and Performance Evaluation*, IEEE Transaction on Pattern Analysis and Matching Intelligence, Vol. 20, No. 8, pp 777~789, 1998
- [3] KALLE KARU and ANIL K. JAIN, *Fingerprint Classification*, IEEE Pattern Recognition Society , Vol 29. No 3. 1996.
- [4] 신의재, *개선된 전처리 과정을 통한 지문인식 알고리즘에 관한 연구*, 홍익대학교 석사학위논문, 2000
- [5] 김은희, *위치 이동에 무관한 지문 인식 정합 알고리즘에 관한 연구*, 홍익대학교 석사학위논문, 2001