

## 출입 보안을 위한 레이블링을 이용한 영역 분리 및 지문 중심점 추출

이건익\*, 전영철\*, 김강\*\*

### The Extraction of Fingerprint Corepoint And Region Separation using Labeling for Gate Security

Lee Keon Ik\*, Jeon Young Cheol\*, Kim Kang\*\*

#### 요 약

본 논문에서는 지문 인식에 효율적으로 적용 가능하도록 출입 보안을 위한 레이블링을 이용한 영역 분리 및 지문 중심점 추출 알고리즘을 제안한다. 출입 보안 기술은 출입통제, 근태관리, 컴퓨터 보안, 전자상거래 인증, 정보 보호 등이 있다. 128×128 크기의 원 영상을 4×4 픽셀 크기로 나누어 방향 영상을 추출하고 잘못된 방향 영상에 대하여 방향 평활화 작업을 수행한다. 추출된 방향 평활화 영상을 각 방향별로 레이블링을 이용하여 영역을 분리하고 3가지 이상의 방향 변화가 나타나는 블록을 중심점으로 추출한다. 기존 방법에서 사용한 중심점 가능 영역이나 중심점 후보 영역을 탐색하지 않고 최대 방향과 레이블링을 이용한 방향별 영역 분리를 통하여 중심점을 추출함으로써 인식률과 매칭률을 높이고자 한다. 실험에 사용된 300개의 지문에 대하여 실험한 결과, Poincare 지수 방법은 94.05%의 추출율을 보였고 제안한 방법은 97.11%의 추출율을 보였다.

#### Abstract

This study is to suggest the extraction algorithms of fingerprint corepoint and region separation using the labeling for gate security in order that it might be applied to the fingerprint recognition effectively. The gate security technology is entrance control, attendance management, computer security, electronic commerce authentication, information protection and so on. This study is to extract the directional image by dividing the original image in 128×128 size into the size of 4×4 pixel.

This study is to separate the region of directional smoothing image extracted by each directional by using the labeling, and extract the block that appeared more than three sorts of change in different directions to the corepoint. This researcher is to increase the recognition rate and matching rate by extracting the corepoint through the separation of region by direction using the maximum direction and labeling, not search the zone of feasibility of corepoint or candidate region of corepoint used in the existing method. According to the result of experimenting with 300 fingerprints, the poincare index method is 94.05%, the proposed method is 97.11%.

▶ Keyword : Corepoint, Labeling, Gate Security, Region Separation

• 제1저자 : 이건익  
• 접수일 : 2008. 7. 7, 심사일 : 2008. 8. 1, 심사완료일 : 2008. 11. 26.  
\* 관동대학교 강사 \*\* 강원관광대학 관광정보처리과 교수

을 추출하는 방법에 대하여 제안하고 실험을 통하여 증명하고자 한다.

## I. 서론

보안 관련 시장은 개인 또는 그룹의 재산과 신변안정에 대한 수요의 발생에서 출발했으며, 이를 위한 기술의 활용 분야로는 출입통제, 근태관리, 컴퓨터 보안, 전자상거래 인증, 정보보호 등이 포함된다. 이들 분야들은 인간생활의 안전함과 편리함을 동시에 제공할 수 있으며 많은 경제적 효과를 가져올 수 있는 분야이다[1].

출입보안 시스템으로는 아파트 등의 보안을 위한 지문인식 도어락, 출입 통제 시스템 등이 있으며, 이외에도 눈의 홍채를 이용하여 인증하는 홍채 인식 보안 시스템, 혈관 패턴의 분포특성을 인식하는 혈관인식 통제 시스템, 무선통신을 통한 디지털 도어락, 가스 밸브 등 실내의 기기의 정보를 수집해 제어하는 무선보안시스템, 자동 경보 기능을 갖춘 홈 보안 시스템 등이 있다.

생체 인식 인증의 한 종류인 지문 인증은 이미 수백 년 전부터 개인마다 고유의 지문을 가지고 있다는 사실에 기반하여 본인과 타인을 구별하는 수단으로 사용되어 왔다. 지문은 팜샘이 융기하여 형성된 주름모양의 형상으로 만인부동, 종생불변의 특성을 가지고 있으며, 19세기 중반 에드워드 헨리(Edward Henry)가 지문을 체계적으로 정리한 이후 지금까지 가장 많이 사용되고 있는 개인식별 수단이다[2].

지문 인식 시스템은 크게 지문 형태별로 구분하는 분류(classification)와 본인임을 확인하는 정합(matching)의 과정으로 나눌 수 있다.

분류는 대형 지문 인식 시스템에서 여러 지문 형태별로 저장되어 있는 방대한 참조 지문 데이터를 대상으로 정합에 사용될 후보 지문을 1차로 걸러내는데 사용되며 정합은 입력 지문이 저장되어 있는 특정인의 지문과 일치하는가를 비교하는 과정이다.

정합에는 입력된 지문만으로 특정인의 지문과 일치하는가를 찾는 인식(identification)과 사용자 ID와 입력된 지문을 함께 사용하여 특정인에 대한 참조 지문과 일치하는지를 구별하는 인증(verification)으로 나눌 수 있다[3].

지문이 갖고 있는 정보는 크게 특이점(Singular Point)와 특징점(Minutia)으로 구분할 수 있다. 특이점은 중심점과 삼각점 등으로 이루어져 있으며, 특징점은 단점, 분기점 등으로 이루어져 있다[4].

본 논문에서는 특이점 중에서 중심점을 빠르게 추출하기 위하여 방향 추출 후 각 방향별로 레이블링을 이용하여 영역을 분리하고 방향별로 최소 레이블링 영역을 제외하여 중심점

## II. 관련 연구

특이점을 추출하는 방법으로는 높은 곡률값을 가지고 지역을 후보로 놓고 그 중 특이점을 추출하는 방법, DF의 국부적 에너지를 이용하는 방법[5], 신경망을 이용하는 방법, 두 개의 인접한 지역에서 DF sine값의 비율을 이용하는 방법[6], Poincare 지수를 이용하는 방법[7], 특이점 후보 추출 참조표를 이용한 방법[8], 방향 정보를 이용한 방법[3]으로 나눌 수 있다.

이 중 Poincare 지수가 많이 응용되어 사용되고 있다.

Poincare 지수를 이용한 방법은 방향성 영상에서 폐곡선을 따라 시계 반대 방향으로 돌 때 방향각이 0도, ±180도, ±360도가 된다. 각이 0도라면 보통점, 180도라면 중심점, -180도라면 삼각점이라 한다[7,11,12].

특이점 후보 추출 참조표를 이용한 방법은 특이점을 2×2 크기의 부 블록 대표 방향 집합으로부터 결정하게 되는데 2×2 크기의 부 블록으로부터 나올 수 있는 모든 가능한 형태의 경우는 256가지가 되므로 이에 따른 경우의 수를 준비해 놓고, 사전 실험을 거쳐 우 제상 중심점, 우 제상 아래 중심점, 좌 제상 중심점, 좌 제상 아래 중심점, 외상문, 삼각점, 평이의 7가지로 구분하여 참조표를 준비한다. 이 참조표를 이용하여 특이점을 판별하게 된다[8].

방향 정보를 이용한 방법은 상층부에서 하층부로 방향 영상의 루프 성분을 탐색하여 중심점 가능 블록을 찾는다.

중심점 탐색 블록으로부터 중심점의 방향 성분이 왼쪽 구석 블록에서는 90도 이상의 방향 성분이 존재하여야 하고 오른쪽 구석 블록에서는 90도 이하의 방향 성분이 존재하여야 하는 조건을 만족할 때 중심점으로 판별한다[3].

〈표1〉은 형태별 중심점의 위치와 개수를 나타낸다.

표 1. 형태별 중심점의 위치 및 개수  
Table 1. Corepoint Position and Number of Fingerprint Type

형태	중심점 개수	위치
궁상문	1	없음
좌 제상문	1	좌측
우 제상문	1	우측
이중 제상문	2	양쪽
외상문	2	양쪽

### III. 레이블링을 이용한 중심점 추출

방향 영상으로부터 방향 평활화 과정을 수행했다고 하여도 잘못된 방향이 국부적으로 나타나는 경우가 있고 방향 영상의 가장자리에서 국부적으로 나타나는 방향을 중심점 영역에서 제외시키기 위하여 각 방향별로 레이블링을 이용한 영역 분리를 통하여 중심점을 추출하였다.

#### 3.1 방향 추출

128×128 크기의 그레이 지문 영상을 32×32개의 부 영역으로 나누어 각 부 영역에 대하여 3×3 마스크를 이용하여 방향 영상을 획득하였다.

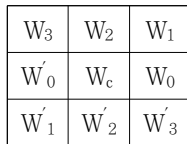


그림 1. 3×3 방향 마스크  
Fig 1. 3×3 Direction Mask

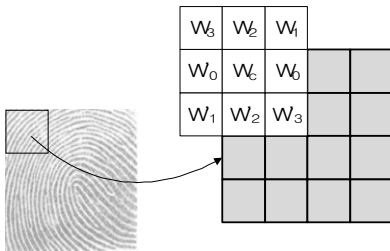


그림 2. 부 영역 및 융선 방향 마스크  
Fig 2. Sub Area and Ridge Direction Mask



(a) 1방향 (b) 2방향 (c) 3방향 (d) 4방향  
그림 3. 방향 패턴의 유형  
Fig 3. Type of Direction Pattern

네 개의 방향성을 검출 대상으로 하고 방향은 <그림 1>과 같이 3×3 방향 마스크를 이용하여 추출되며  $W_c$ 는 중심 픽셀이다.

$W_i$ 와  $W'_i$ 는  $W_c$ 를 중심으로 방향 값을 구성하게 되는 마스크에 위치한 화소 값이고  $x$ 와  $y$ 는 처리 대상의 좌표이다.

<그림 2>는 4×4 부 영역을 3×3 마스크를 이용하여 탐색하는 것을 나타내며 <그림 3>는 방향으로 추출할 4가지 방향 패턴을 나타낸다.

<그림 4>는 방향 추출 흐름도를 나타낸다.

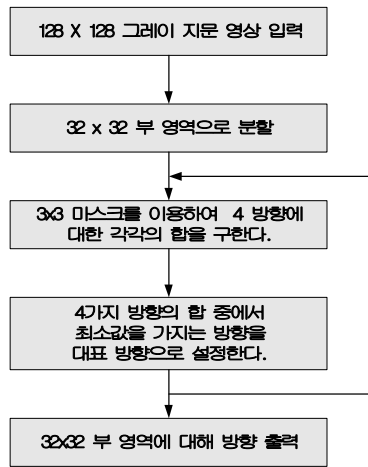


그림 4. 방향 추출 흐름도  
Fig 4. Direction Extraction Flowchart

방향 추출 알고리즘은 아래와 같다.

단계1 : <그림 2>와 같이 3×3 마스크를 이용하여 4×4 픽셀 크기의 영역을 중첩시켜 가면서 식 (1)과 같이 각 방향별로 방향의 합을 구한다(9).

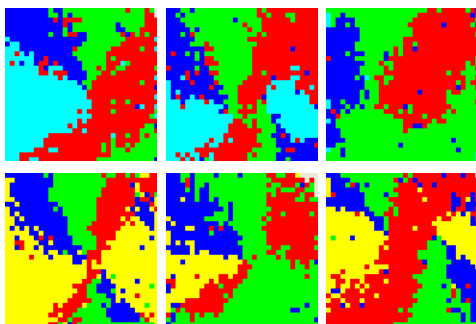
$$S_i = \sum_{x=1}^4 \sum_{y=1}^4 |W_i(x,y) - W'_i(x,y)|, \quad i = 0,1,2,3 \quad (1)$$

단계2 : 식 (1)에서 방향 별로 계산된 4가지 방향의 합중에서 가장 작은 값을 갖게 되는  $i$ 를 부영역의 대표 방향으로 설정한다.

단계3 : 전체 부 영역에 대하여 단계1~단계2 까지 과정을 반복하여 대표방향을 찾는다(10).



(a) 원영상



(b) 방향 추출  
그림 5. 방향 추출 결과

Fig 5. Direction Extraction Result

〈그림 5b〉는 〈그림 5a〉의 원 영상에 대한 방향 추출 결과를 나타낸다.

### 3.2 방향 평활화

추출된 방향으로부터 잡음으로 인하여 잘못 생성된 방향을 수정하기 위하여 추출된 방향을 〈그림 6〉와 같이 3×3 부 영역으로 설정한다.

〈그림 5b〉를 3×3 부 영역으로 중첩시켜 중심 방향을 기준으로 주변 8개 방향을 조사한다.

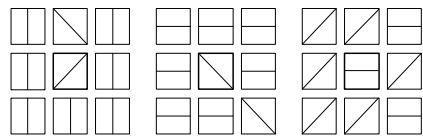
$D_7$	$D_8$	$D_1$
$D_6$	$D_c$	$D_2$
$D_5$	$D_4$	$D_3$

그림 6. 3×3 방향 부 영역  
Fig 6. 3×3 Direction Sub Area

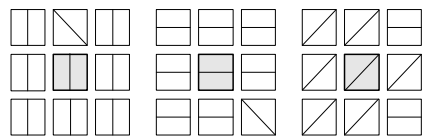
〈그림 7a〉와 같이 중심 방향과 동일한 방향의 개수에 의하여 주변 8개 방향 중에서 동일한 방향을 제외하고 가장 많이 나타나는 방향으로 〈그림 7b〉와 같이 중심 방향을 수정한다.

본 논문에서는 동일한 방향의 개수가 3개 이하인 경우에 한하여 평활화를 수행하였다.

〈그림 5b〉의 결과에서 3×3 방향 부 영역은 〈그림 6〉으로 표현할 수 있으며  $D_c$ 는 중심 방향을 나타내고,  $D_i (i = 1, 2, \dots, 8)$ 는 8 이웃 방향을 나타낸다.



(a) 방향 평활화 유형



(b) 방향 평활화 적용

그림 7. 평활화 유형 및 결과

Fig 7. Smoothing Type and Result

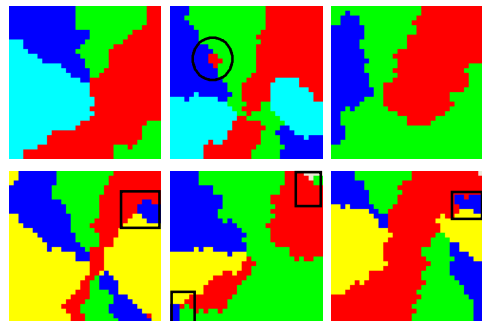


그림 8. 방향 평활화 결과

Fig 8. Direction Smoothing Result

〈그림 8〉은 방향 평활화 결과 영상을 나타내며 원으로 표시된 영역은 평활화를 통하여 제거되지 않은 잘못된 방향 영상이며 사각형으로 표시된 영역은 평활화 후에 경계 부분에서 국부적으로 나타나는 방향 영상을 나타낸다.

이러한 방향 영상은 중심점을 추출하는데 영향을 미치므로 레이블링을 이용한 영역 분리를 통하여 중심점 추출 영역에서 제외한다.

### 3.3 레이블링을 이용한 영역분리

레이블링은 '인접하여 연결되어 있는 모든 화소에 동일한 번호를 붙이고 다른 연결 성분에는 또 다른 화소를 붙이는 것으로, 이진화된 영상을 레이블링하는 간단한 방법이 Glassfire 알고리즘이다.

Glassfire 알고리즘은 마른잔디에서 불이 번져 나가는 모양과 비슷하게 화소를 레이블링하기 때문에 붙여진 이름으로, 자기호출을 이용하여 모든 인접요소가 레이블링 될 때까지 현재 관심화소의 주변 인접 화소를 차례로 검사하면서 레이블링 하는 방법이다.

레이블링의 단계는 이진화된 영상을 탐색하다가 밝기가 255인 화소값을 만나면 레이블링을 수행하고 이 레이블링 점을 4-근방 또는 8-근방의 중심으로 이동 후 다시 인접화소의 미 방문 255 화소 값을 레이블링 하는 방식으로 반복한다.

방향 평활화 과정을 거쳐도 지문에 잡음이 많은 경우 (그림 8)과 같이 국부적으로 나타나는 잡음이 있을 수 있기 때문에 지문 중심점 추출 시 국부적으로 나타나는 잡음과 가장자리 부분에 나타나는 영역을 제외시키기 위하여 각 방향별로 레이블링 알고리즘을 방향 영상에 적용하여 영역을 분리하였다.

지문 영상을 방향별로 레이블링을 이용하여 분리한 영상은 (그림 9)과 같다.

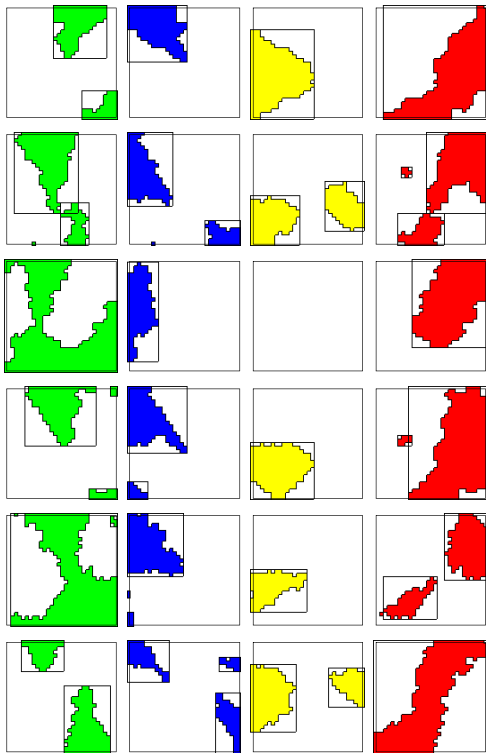


그림 9. 레이블링을 이용한 영역 분리  
Fig 9. Region Separation using Labeling

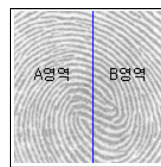
### 3.4 지문 중심점 추출

중심점이 있는 지문은 좌 제상문, 우 제상문, 이중 제상문, 외상문, 솟은 궁상문이 있고 중심점이 없는 지문은 궁상문이 있으며, 중심점을 효율적으로 추출하기 위하여 (그림 10a)와 같이 지문을 좌/우로 분리하여 각 영역에 대하여 방향 분포를 분석한다.

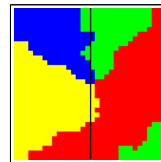
지문 전체에서 4가지 방향이 나타나지 않으면 궁상문으로 판단하고 한 영역에서만 모든 방향성이 나타나면 제상문으로 판단하며, 두 영역 각각에서 모든 방향성이 나타나면 외상문 또는 이중 제상문으로 판단하여 중심점을 추출한다.

방향성의 판단기준을 본 논문에서는 임계치를 10이하로 주어 판단하였으며 10 이하의 방향성이 나타나면 방향성이 나타나지 않는 것으로 판단하여 처리하였다.

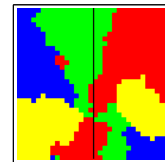
(그림 10b ~g)는 영역별 방향 분포를 나타낸다.



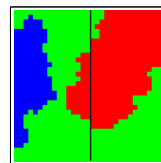
(a) 지문 영역 분리



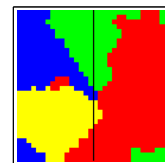
(b) 지문1



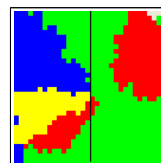
(c) 지문2



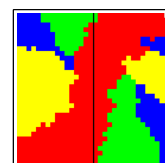
(d) 지문3



(e) 지문4



(f) 지문5



(g) 지문6

그림 10. 지문의 방향 분포  
Fig 10. Direction Distribution of Fingerprint

표 2. 방향 분포 수  
Table 2. Number of Direction Distribution

지문	A영역			
	1	2	3	4
지문1	14	63	262	62
지문2	155	147	140	52
지문3	304	148	0	48
지문4	70	156	247	24
지문5	134	185	10	64
지문6	59	60	168	212

지문	B영역			
	1	2	3	4
지문1	166	5	11	326
지문2	93	49	101	265
지문3	200	0	0	308
지문4	96	50	190	154
지문5	327	0	0	172
지문6	151	65	68	206

〈표 2〉에서 1, 2, 3, 4는 4가지 방향을 나타내며 각 방향에서 나타나는 숫자는 32×32개 방향에 대한 방향 개수를 나타내고 지문1 ~ 지문6은 논문에서 사용된 실험 데이터 중에 하나이다.

〈표 2〉를 통하여 지문1과 지문5는 제상문, 지문3은 궁상문, 지문2, 지문4, 지문6은 와상문 혹은 이중 제상문으로 판단된다.

논문에서는 숫은 궁상문은 제외하였으며 중심점이 있는 위치에 대응하는 지문의 방향 영상을 분석하여 대표 방향에 대하여 4×4 픽셀 크기의 2×2 블록을 중심점으로 선정하였고 〈그림 11〉과 같다.

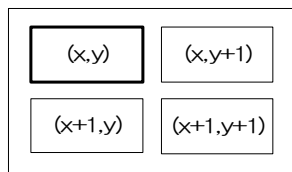


그림 11. 중심점 좌표  
Fig 11. Corepoint Coordinates

〈그림 11〉에서 (x, y)는 중심점의 좌표를 나타내며 4×4 픽셀 크기를 가진다. (x, y+1), (x+1, y), (x+1, y+1)은 각각 오른쪽, 아래쪽, 오른쪽아래에 있는 픽셀의 좌표를 나타낸다.

2×2 블록을 시계 반대 방향으로 탐색하여 최대 방향성을 포함하면서 3가지 이상의 다른 방향이 나타날 경우 지문의 영역별 방향 분포 조건에 따라 중심점을 추출하였다.

〈그림 12〉는 지문의 중심점 추출 결과이다.

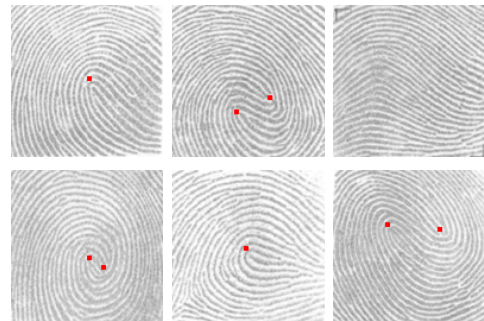


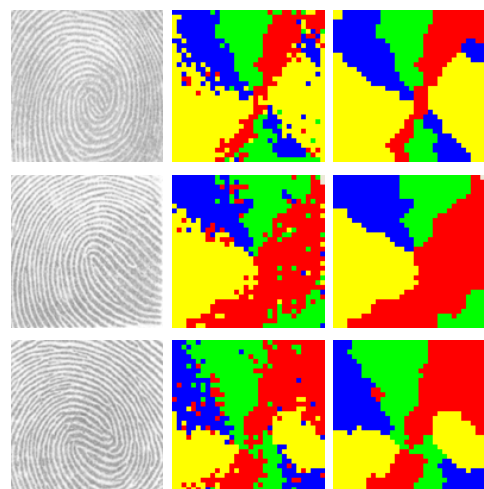
그림 12. 중심점 추출 결과  
Fig 12. Corepoint Extraction Result

#### IV. 실험 결과

실험에 사용한 지문 데이터는 종이에 지문을 회전날인으로 획득한 영상을 스캐너 등의 장비를 이용하여 학생 30명의 지문을 입력받아 실험 데이터로 이용하였다.

한 명당 10개의 지문을 입력받아 총 300개의 지문을 이용하였으며, 지문 영상은 128×128 크기의 8Bit의 Gray 영상으로 이용하였다. 알고리즘은 Pentium 3.0GHz 프로세서와 2GByte의 메모리를 장착한 Desktop PC 및 비주얼 베이직 언어를 이용하여 구현하였다.

128×128 크기의 원 영상으로부터 4×4 픽셀 크기로 나누어 방향 영상을 추출하고 3×3 블록을 탐색하여 중심 블록 주변의 8개 블록이 가지는 방향 값을 이용하여 방향 평활화 작업을 수행한다.



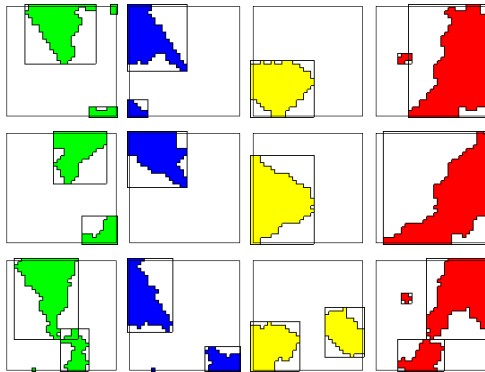
(a) 원영상 (b) 방향 영상 (c) 평활화 영상  
그림 13. 방향 영상과 방향 평활화 영상

Fig 13. Direction Image and Smoothing Image

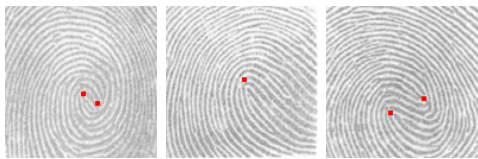
〈그림 13〉은 방향 영상과 방향 평활화 영상을 보여준다.

평활화 영상을 방향별로 방향 레이블링을 이용하여 영역을 분리하고 2×2 블록에 대하여 최대 방향을 포함하여 3가지 이상의 다른 방향 변화가 나타나는 블록을 중심점으로 추출한다.

〈그림 14〉는 레이블링을 이용한 방향별 영역 분리와 중심점 추출 결과를 보여준다.



(a) 레이블링을 이용한 영역 분리



(b) 중심점 추출

그림 14. 레이블링 및 중심점 추출

Fig 14. Labeling and Corepoint Extraction

본 논문에서 제안한 레이블링을 이용한 지문 중심점 추출은 기존 방법에서 많이 사용된 중심점 가능영역 또는 중심점 후보영역을 탐색하지 않고 최대 방향 과 레이블링을 이용한 방향별 영역 분리를 통하여 중심점을 추출하는 방법을 제안하였다.

논문에서의 성능평가를 위하여 기존 방법으로 가장 많이 사용되는 Poincare 지수를 이용한 방법과 논문에서 제안한 방법에 대하여 중심점 추출율과 처리속도를 비교하였으며, 중심점이 없는 공상문은 비교대상에서 제외하였다.

표 2. Poincare 지수 방법에 의한 중심점 추출율  
Table 2. Corepoint Extraction rate for Poincare index method

지문	추출율(%)
좌제상문	91.7
우제상문	92
이중제상문	97.5
와상문	95
전체	94.05

표 3. 제안한 방법에 의한 중심점 추출율  
Table 3. Corepoint Extraction rate for proposed method

지문	추출율(%)
좌제상문	96.7
우제상문	96
이중제상문	98.75
와상문	97
전체	97.11

표 4. Poincare 지수 방법에 의한 처리 시간  
Table 4. The processing time for Poincare index method

지문	처리 시간(ms)
좌제상문	6.7
우제상문	11
이중제상문	10.4
와상문	6.9
전체	8.5

표 5. 제안한 방법에 의한 처리 시간  
Table 5. The processing time for proposed method

지문	처리 시간(ms)
좌제상문	5.3
우제상문	8
이중제상문	8.7
와상문	5.4
전체	6.85

지문 종류별로 중심점 추출율을 비교하기 위하여 중심점의 위치에 따라 좌제상문과 우제상문, 중심점 사이의 거리에 따라 이중제상문과 와상문을 분류하여 비교하였다.

〈표 2〉과 〈표 3〉은 Poincare 지수 방법과 제안한 방법의 중심점 추출율을 비교한 것이며, 〈표 4〉와 〈표 5〉는 Poincare 지수 방법과 제안한 방법의 처리 시간을 비교한 것이다.

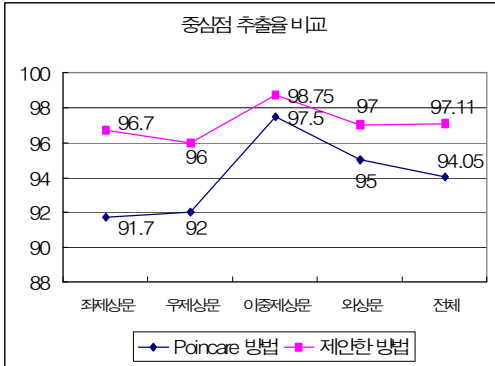


그림 15. 중심점 추출률 비교  
Fig 15. Comparison of Corepoint Extraction rate

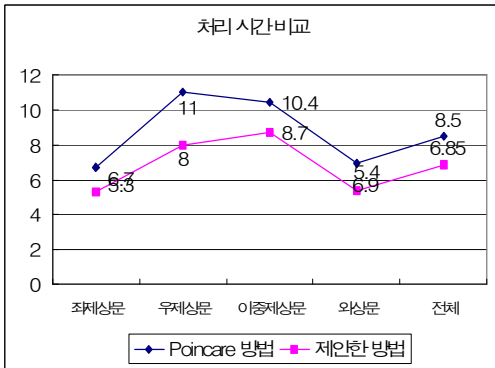


그림 16. 처리 시간 비교  
Fig 16. Comparison of The processing time

<그림 15>와 <그림 16>을 통하여 제안한 방법이 레이블링을 이용한 영역분리를 통하여 최소 레이블링 영역을 제외시킴으로써 상대적으로 Poincare 지수를 이용한 방법보다 중심점 추출율과 처리 속도에서 우수한 것으로 나타났다.

### V. 결론

지문인식 제품들이 개인 및 단체의 정보보안이나 공공 기관, 연구소 등의 출입통제, Banking, Computer Security 등의 분야에서 도입되어 사용되고 있으며, 지문인식을 비롯한 생체인식 시스템의 성능은 획득한 영상의 질에 달려있다고 할 수 있다.

또한 정확한 중심점 추출은 기준 축의 역할로서 지문 인식률과 매칭율을 높이는 결과를 가져올 것이다.

그러나 정확한 중심점 추출을 위해서는 좋은 품질의 영상을 얻었을 경우에 시스템 성능을 높일 수 있다.

본 논문에서 제안한 레이블링을 이용한 영역 분리 및 지문 중심점 추출은 약간의 잡음에서도 중심점을 정확하게 추출할 수 있는 결과를 보였으나 잡음이 많은 지문영상은 중심점을 정확하게 찾지 못하는 결과를 가져왔다.

지문을 입력하는 방법에서 좋은 품질의 지문을 획득하거나 임계치 이하의 저 품질은 인식에서 제외하거나 재입력을 받는 방법을 이용하면 지문 인식 및 매칭에 효율적으로 사용되어질 것이다.

### 참고문헌

- [1] 장윤석, "출입통제 시스템을 위한 다중생체인식 기술", 중앙대학교 정보산업대학원 석사학위논문, 2002
- [2] 양지성, 김학일, "지문의 의사 특징점 제거 알고리즘 및 성능 분석", 전자공학회논문지, 제37권 제5호, 2000
- [3] 차승윤, "공간 영역적 특성을 이용한 실시간 지문 검증", 관동대학교 대학원 박사학위논문, 1999
- [4] 박창희, 윤경배, 고창배, "응선 엔트로피 계측을 이용한 지문 분류", 정보처리학회논문지B, 제10-B권, 제5호, 2003
- [5] V. S. Srinivasan and N.N. Murthy, "Detection of Singular Points in Fingerprint Images", Pattern Recognition, Vol. 25, No. 2, pp. 139-153, 1992
- [6] A. K. Jain, S. Prabhakar, L. Hong, S. Pankanti, "Filterbank-Based Matching", IEEE Trans. Image Processing, Vol. 9, No. 5, pp. 846-859, 2000
- [7] Sen Wang and Wei Wei Zhang and Yang Sheng Wang, "Fingerprint classification by directional fields", Proceedings of the 4th IEEE International Conference on Multimodal Interfaces, pp. 395-399, 2002
- [8] 김현, 김학일, "RSTI 불변 지문 인식 알고리즘", 전자공학회 논문지, 제35권 S편, 제6호, pp. 838-850, 1998
- [9] 김종대, "지문의 방향 벡터를 이용한 지문 영상에서 중심점 검출에 관한 연구", 아주대학교 대학원 석사학위논문, 2003
- [10] 신의재, "개선된 전처리 과정을 통한 지문 인식 알고리즘에 관한 연구", 홍익대 대학원 석사학위논문, 2001



- [11] Sen Wang and Yangsheng Wang, "Fingerprint Enhancement in the Singular Point Area", IEEE Signal Processing Letters, Vol. 11, No. 1, January 2004
- [12] 송영철, 박철현, 박길흠, "레이블링 방법을 이용한 지문 영상의 기준점 검출", 한국통신학회논문지 제28권 9C호, pp. 860-867, 2003

### 저 자 소 개



#### 이 건 익

1998년 8월 : 관동대학교 전자계산  
공학과 석사  
2005년 8월 : 관동대학교 전자계산  
공학과 박사  
현재: 관동대학교 강사  
관심분야: 패턴인식, 영상처리, 지문  
인식, 보안



#### 전 영 철

1999년 2월 : 관동대학교 전자계산  
공학과 석사  
2008년 8월 : 관동대학교 전자계산  
공학과 박사  
현재 : 관동대학교 강사  
관심분야: 패턴인식, 영상처리, 로봇  
공학, 보안



#### 김 강

1993년 2월 : 숭실대학교 정보산업  
학과 석사  
2003년 2월 : 대전대학교 컴퓨터공  
학과 박사  
현재 : 강원관광대학 관광정보처리과  
교수  
관심분야: 보안, 영상처리