

지문에서 코아와 델타의 추출

Extraction of core and delta Points in Fingerprint

정 양 권*
(Yang Kwon Jeong*)

요 약

최근들어 화상 정보처리 분야가 점점적으로 중요시 됨에 따라 본논문에서는 정부기관, 경찰서 등의 범죄관련 기관에서 신분 확인용 및 범인 검거용으로 지문을 인식하는데 사용되는 특징점 추출에 관해 기술하였다. 전개과정은 퍼지 이론을 이용하여 세선화한 수행한후 그 화상을 일정 크기의 정사각형 크기로 나누고 8 방향 코드로 부호화한 자료로부터 코아와 델타를 추출하였다. 그 수행결과 80%정도는 정확히 특징점을 추출할 수 있다.

ABSTRACT

Recently pictorial information processing has become increasingly important. So, this paper described that feature points of fingerprint used to recognize fingerprints for identification in a government or arresting criminals in an institution like a police station related to crime. We apply an algorithm based on minimization of fuzzy theory to thinning and then the image into a certain size of squares. We have got some information about cores and deltas from the data encoding into one of the eight directional codes. We could extract about 80% feature points as the result of the experiment.

I. 서 론

최근 컴퓨터의 하드웨어 및 소프트웨어의 발전과 더불어 전세계를 하나의 지구촌으로 연결하는데 중추적인 역할을 한 통신매체, 인공위성, 팩시밀리등의 발전에 따라 기존의 텍스트 데이터로만 구성된 정보처리분야에서 회화처리분야에서 회화정보처리가 점차적으로 중요한 역할을 갖게 되었다. 산업 및 학제 전반에 걸쳐 분석처리용으로 데이터를 저장하거나, 원거리로 데이터를 전송하기 위하여 많은 분량의 영상이 이용됨에 따라 데이터 량이 많고 복잡한 형태를 지닌 영상데이터를 분석하고 처리하는데 영상처리

자동화 시스템이 필요하게 되었다. 이러한 측면에서 본논문에서는 지문화상 처리에서 핵심이 되는 특징점 추출을 중심으로 기술하였다.

지문 인식에 대한 연구는 잘 알려지지 않고 있지만 수천년전 중국인들에 의해서 그구조가 다양하고 지문형태는 불변하다는 것이 확인되었다^[1]. 최초로 지문 형태에 대해 과학적으로 증명하고, 연구한 사람로는 영국인 갈튼, 헨리, 폴드, 폴 등이다^[2]. 갈튼은 지문의 유전적 형질에 대해서는 찾아내지 못하였지만 동일한 지문 형태를 지닌 사람은 없다는 것을 확신 하였으며, 지문에 관한 자료를 화일로 구분 저장할 목적으로 3가지 형태로 분류 하였다^[3]. 그후 헨리는 갈튼의 분류기준을 수정시켰고, 이 시스템은 현재까지의 지문 인식연구에 기초가 되어왔다. 화상입력

*동신대학교 전자계산학과
접수일자 : 1993년 8월 13일

장치 및 각종 소프트웨어의 발달과 더불어 여전히 복잡 다양하지만 지문인식 과정의 세분화와 보다 많은 특징점의 정의와 함께 깊이있는 연구가 계속 진행되고 있다. 초기에 대부분의 학자들은 지문을 형태별로 분류하는데 역점을 두었으나, 1970년대부터는 지문인식을 위한 전처리 및 후처리에 관한 부분들이 점진적으로 많은 학자들에게 관심을 불러 일으켰다. 특히 나무구조를 이용하거나 지문화상을 세그먼트할때 발생하는 구조적 분절을 극복하기 위해 통계적 측면을 추가하여 인식률을 개선하였다^{4, 5, 6, 7}. 최근에도 미국, 일본, 인도 등에서 많은 연구가 활발히 연구가 진행되고 있다. 특히 미연방 수사국의 지원하에 이뤄지는 범죄 인식에 관한 연구, 빌딩 보안유지⁸에 많은 영향을 주고 있어 점차적으로 동서를 막론하고 연구 투자의 폭이 확대되고 있다⁹. 이러한 견지에서 패턴처리중 한 영역으로서 본 논문에서는 지문을 전처리하는데 있어, 1965년 버클리대 자대교수가 제안한 것으로 부정확하고, 불확실하며, 모호한 논리환경에서 정확하고 논리적이라기 보다는 근사적이며 무질서한 상황에 근기한 추론 방법으로 정확한 판단을 내릴 수 있다는 퍼지 이론을 적용하였다. 이 이론은 현재 퍼지제어기, 신경망회로, 자동설계, 로봇, 패턴인식, 전문가 시스템 등의 연구분야 뿐만 아니라 경영, 교육분야 등의 다양한 분야에서 응용되어지고 있다. 이러한 추구 방향에 따라 퍼지 이론을 적용하여 패턴 분석 및 인식 과정에서 영향을 미치는 그레이 레벨의 세선화 과정에 적용하였다.

본 논문에서는 지문인식에서 사용될 지문종류의 개요를 기술하고 지문영상을 채취하여 임계값을 적용해 여러가지 요인에 의해 오인식을 높히는 잡음을 제거하였다. 지문인식의 전 처리 과정에 퍼지이론을 적용하여 특징점을 추출하는데 선명한 세선 결과를 얻었다. 실험에 사용되는 대상 지문은 원지문을 채취하여 실험하는데 많은 어려움으로 인해 형태별로 향상된 대표적인 지문 화상을 칼라 스캐너에 의해 TIFF 형식으로 입력을 받았다. 이 보강된 지문영상으로부터 퍼지이론을 적용하여 세선화를 수행한 후 세선화 결과를 가지고 샘플 매트릭스를 구성하고, 8 방향 코드로 부호화한 정보로부터 특징점을 추출하는 알고리즘을 제안하였다. 본 논문의 구성은 2장은 지문의 형태 분류에 대해 살펴보고, 3장에서는 지문화상의 기하학적인 정의 및 골격선 추출에 대해 기술하고, 4

장에서는 샘플매트릭스 및 특징점추출에 대해 기술하고 5장에서는 실험결과, 그리고 6장에서 결론을 맺고자 한다.

II. 지문의 형태분류

지문 연구에는 많은 학자들이 오랜기간동안 연구를 하고 현재에도 진행이 되고 있다. 이장에서는 지금까지 지문연구에 기초가 된 헨리 시스템과, 본 논문에서 지문인식에 기준으로 사용될 몇가지 특징에 대해 기술 하겠다.

헨리의 시스템은 같은 지문 분류를 수정하였으며 실제적으로 중요한 원리는 다음 사항에 근거를 하고 있다^{10, 11}.

- 1) 불변성: 인간은 죽은후 지문 표면이 부패될때까지 지문 형태의 상세한 구조는 평생 동안 변화하지 않는다.
- 2) 유일성: 용선의 구성이 상당히 다양한 만큼 동일인이나 다른 사람의 손에 동일한 특성을 지닌 두가지 이상의 지문 형태는 없다는 것이다.
- 3) 유별성: 다양한 지문 형태는 구조적측면에서 분류가 가능하다는 것이다.

이상의 지문성질을 바탕으로 아치형(arch), 루프형(loop), 휠형(whorl)으로 미연방 수사국에서는 분류하며 이에대한 유형은 <그림 1>과 같다¹⁰.



(a) 아치형

(b) 루프형

(c) 휠형

그림. 1. 형태별 지문유형

1) 아치정의 및 형태

아치정의: 용선이 한쪽에서 진입하여 중간에서 용기하며 다른한쪽으로 흘러 나가는 지문 형태를 말하며 플래인 아치와 텐트형 아치로 나누어진다.

2) 루프정의 및 형태

루프 정의: 하나 이상의 용선이 한쪽에서 진입하여 중앙부분에서 반곡되며 용선(ridge)이 진입한 동일 방향으로 흘러 나가는 지문 형태를 말하며 엄지 지향형 루프와 약지 지향형 루프가 있다.

3) 휠정의 및 형태

휠형 정의: 적어도 2개의 델타를 가지며 플레인 휠형(Plain whorl), 중앙 포켓형이 있다.

이상과 같이 지문형태를 분류하는데 있어 용어의 정의가 필요함에 따라 역시 미연방수사국 정의 기준에 따라 정의 하였다. 완전한 지문 형태를 채취하고자 패턴영역이라 부르는 영역을 정의하고자 할때는 코아, 델타, 그리고 용선을 포함하고 있어야 한다. 일반적으로 휠의 정의는 쉽고 간단하지만 아치를 정의 할때는 형태는 단순하나 불가능하기도 하고 어렵다^[11]. 다음으로 특징점 추출과정과 본 논문의 지문분류 및 인식 기준에 사용될 용어는 다음과 같다.

- 1) 분기점: 한 용선의 두개 이상의 용선으로 나누어 지거나 또는 거의 병렬 용선으로 갈라 지는데 <그림 2>에서 처럼 전형적인 분기점을 보여주고 있다.
- 2) 델타: 델타는 지문화상에서 짧은 용선, 분기, 도트(dot)와 같은 요소들을 델타라 할 수 있다^[12].



그림 2. 전형적인 분기점

3) 코아: 루프형이나 휠형에서 내부 또는 중심부에서 선회되는 부분에 위치하며 아치에서는 코아를 지니지 않으며, 일반적으로 코아는 루프의 건부(shoulder)가 내부를 향하거나 반곡선을 그리는 용선을 지칭한다.

이상의 정의로 코아와 델타의 정의는 지문을 채취하는 과정에서 많은 잡음으로 인한 문제점을 줄이는데 주요한 기준이 되며^[13] 구조적인 방법으로 지문의

형태 분류를 시도 하였지만 여전이 많은 종류의 형태를 다 분류 할 수는 없다.

III. 화상의 기하학적 정의 및 골격선 추출

3.1 화상의 기하학적 정의

지문을 구분하는데 사용하는 특성이나 특징점들은 앞절에서 언급하였듯이 용선의 끝, 도트, 코아, 델타 등으로 마루의 정상적인 흐름의 필수적인 방해요소들이다. 일반적으로 자동지문 인식에서 마루의 끝이나 분기점을 특징점이라 간주한다. 특징점과 관련된 위치는 각지문 패턴에서 150개 이상의 특징점을 가질 지라도 지문을 인식하는데는 12개 정도로 충분하며 또한 매칭에 있어 이 정도의 수의 특징점이 일치되면 동일 인물의 지문이라 판정을 내린다^{[7][14]}. 그러나 지문을 채취하는데 여러가지 환경요소들로 인하여 많은 잡음이 특징점으로 간주하는데 이는 오인식의 원인이 되기도하며 그만큼 특징점 추출이 중요함을 의미한다.

지문 인식을 수행하는데 있어 앞 부분에 언급했던 특성때문에 입력된 지문화상은 세선화 과정을 필히 거쳐야하며 이미지의 기하학적 특성을 이용한 퍼지를 적용하여 세선결과를 얻었다. 기하학적 퍼지의 개념은 로젠펠드(Rosenfeld)^{[15][16]}가 정의한 것과 같으며 퍼지의 이론을 이용하여 세선화를 하는데 소속 함수의 3가지 성질 즉 그레이 레벨 강도의 최대치, 수평과 수직상의 위치하는 강도의 최대치를 이용한것이고 최적의 퍼지 세선화는 화상의 골격선을 최소한으로 압축하므로써 추출할 수 있다.

이상의 성질을 가지는 지문 화상을 정의 하는데는 다음과 같다. 즉, 화상 크기는 M×N으로 놓고 레벨은 L로서 퍼지 세그먼트의 배열로 가정하면, 화상 X에 대한 퍼지 집합의 표기는^[16]

$$X = \{\mu_x(X_{mn}) \text{ 또는 } \mu_{mn} : m = 1, 2, \dots, M; n = 1, 2, \dots, N\} \text{이다.}$$

여기서 $\mu_x(X_{mn})$ 은 $(0 \leq \mu_{mn} \leq 1)$ 이다.

로젠펠드는 디지털 화상의 기하학적 개념을 퍼지 집합과 이 집합과의 관계성들을 일반화된 기하학의 표준 속성으로 표현 하였다. 여기서는 기하학의 다양한 성질중에서 그레이 화상의 강도의 밝기를 이용하

여 퍼지 집합으로 표현하면 다음과 같다.

화상 영역 $\mu_x(X_{mn})$ 을 μ 로 대체하면 영역 μ 는 다음과 같다.

$$a(\mu) \triangleq \int \mu \quad (1)$$

또 다른 표현으로 $X = \{\mu_{mn}/X_{mn}\}$ 이다.

$$a(x) = \sum_m^M \sum_n^N \mu_{mn} \quad (2)$$

(여기서 $m=1, 2, \dots, M; n=1, 2, \dots, N$ 이다)

퍼지 집합 μ 에서 수평선상으로 윤곽선에서 최대의 강도의 밝기를 갖는 부분과 수직선상으로 최대의 강도를 갖는 화소를 택하여 세선화를 수행하는 과정은 다음절에서 다루었다.

3.2 골격선 추출

화소의 밝기를 추출하는 알고리즘은 자데(Zadeh)의 표준 함수 $S^{[17]}$ 를 이용하였다. 지문 화상에서 골격선을 추출하는데는 대상의 윤곽선중에서 최대 강도와 수직과 수평을 점유하는 강도의 밝기를 이용하여 결정 한다. X_{max} 를 지문 화상에서 최대의 강도의 화소라하고 $P_o(mn)$ 을 (m, n) 에서 최대 밝기하면, $P_o(mn)$ 을 정의하는 가장 간단한 방법은 $P_o(X_{mn}) = X_{mn}/X_{max}$ 이다. 그리고 X_1 과 X_2 를 각각 좌우 윤곽선에서의 거리를 X_{mn} 이라하면 지문 화상이 구성하는 윤곽선의 수평 중심 위치를 점유하는 정도를 나타내는 $P_h(X_{mn})$ 은 다음과 같이 정의를 내릴 수 있다.

$$P_h(X_{mn}) \begin{cases} = \frac{X_1}{X_2} \text{ 만약 } d(X_1, X_2) \leq 1 \text{이고 } X_1 \leq X_2, & (3) \\ = \frac{X_2}{X_1} \text{ 만약 } d(X_1, X_2) \leq 1 \text{이고 } X_1 \geq X_2, \\ = \frac{2X_1}{X_2(X_1+X_2)} \text{ 만약 } d(X_1, X_2) > 1 \text{이고 } X_1 < X_2, \\ = \frac{2X_2}{X_1(X_1+X_2)} \text{ 만약 } d(X_1, X_2) > 1 \text{이고 } X_1 > X_2, \end{cases}$$

여기서 $d(X_1, X_2) = |X_1 - X_2|$ 값이다.

비슷한 방법으로 수직선상에서 점유하는 정도를 나타내는 식은 다음과 같다.

$$P_v(X_{mn}) \begin{cases} = \frac{Y_1}{Y_2} \text{ 만약 } d(Y_1, Y_2) \leq 1 \text{이고 } Y_1 \leq Y_2, & (4) \\ = \frac{Y_2}{Y_1} \text{ 만약 } d(Y_1, Y_2) \leq 1 \text{이고 } Y_1 \geq Y_2, \\ = \frac{2Y_1}{Y_2(Y_1+Y_2)} \text{ 만약 } d(Y_1, Y_2) > 1 \text{이고 } Y_1 < Y_2, \\ = \frac{2Y_2}{Y_1(Y_1+Y_2)} \text{ 만약 } d(Y_1, Y_2) > 1 \text{이고 } Y_1 > Y_2, \end{cases}$$

식(3)과 (4)로 중심윤곽선 가까운 화소에는 퍼지의 수 1,0을 그리고 먼쪽에 화소에는 최소 값을 놓는다. 결정인자로 $(X_1 + X_2)$ 또는 $(Y_1 + Y_2)$ 는 중심 윤곽선에 속하지 않는 값과 구분할 수 있도록 윤선의 너비를 이용하였다.

이러한 구성함수는 다음과 같이 정의될 수 있다.

$$\mu_c(X_{mn}) = \max\{\min(P_o, P_h), \min(P_o, P_v), \min(P_h, P_v)\} \quad (5)$$

혹은

$$\mu_c(X_{mn}) = w_1P_o + w_2P_h + w_3P_v \text{ 이며 } w_1 + w_2 + w_3 = 1 \text{이다.} \quad (6)$$

위의 식에 의해 화상에서 윤곽선의 중심에 속하는 정도를 나타낼 수 있는데 식(5)은 윤곽선을 추출 하는데 3가지의 기본 성질 중 적어도 2개의 성질이 적용될 때 μ_c 가 이 되도록 최대 최소 연산자를 이용한 연결성의 원리를 이용한 것이고 식(6)은 화소가 지니고 있는 강도에 따라 P_o 속성으로 중량을 부여하여 이용하는 식이다. 골격선을 추출하는데 두 가지 모두 이용 가능 하나 본 논문에서는 식(5)을 이용하였다.

이상으로 주어진 $\mu_c(X_{mn})$ 은 다음과 같이 정의할 수 있다.

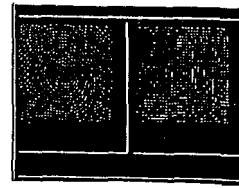
$$\mu_c \alpha = \{X_{mn} \in X \mid \mu_c(X_{mn}) \geq \alpha\}, \quad (7)$$

(여기서 $0 < \alpha < 1$)

여기서 다양한 알파(α) 값에 따라 다른 결과를 얻을 수 있으며 다음으로 이에 대한 알고리즘 수행에 따른 세선 결과는 <그림 3>에서와 같다.

단계1: 화상의 크기($M \times N$) 화소와 지문 화상($X = \{X_{mn}\}$)에 대한 그레이 레벨은 8 칼라로 정하고 변수는 L 이다.

- 단계2: 화상 X에 대한 분할로 커지기를 추출한다.
- 단계3: 방정식 (5)을 이용하여 윤곽선을 구성한다.
- 단계4: 방정식 (7)을 이용하여 알파를 생성한다.
- 단계5: 방정식 (13)을 이용하여 압축한다.
- 단계6: 알파값을 다양하게 적용하고 압축을 최소화 한다.



(c) 원형

그림 4. 샘플 매트릭스



(a) 아치형 (b) 루프형 (c) 원형

그림 3. 세션 결과

IV. 샘플 매트릭스 구현 및 특징점 추출

다음으로 세션화 자료에서 특징점을 추출하는 과정으로 첫번째로는 지문 패턴을 인식할때 미연방수사국이 제안한 3가지 지문 형태로 분류를 하면 지문 인식시 시간적, 공간적, 경제적 낭비를 줄일 수 있었고 두번째로는 인간이나 각종 자동화 시스템이 물체를 인식 하고자 할때 해당 사물이나 대상이 가지는 고유하는 특성을 보거나 감지하고 인식 하듯이 특징점이란 패턴 인식에서 가장 중요한 인자 이기 때문이다. 이러한 이유들로부터서 TIFF형식의 세션화 화일을 샘플 매트릭스로 <그림 4>와 같이 나눌수 있다. 여기서 샘플 매트릭스란 여러가지 의미가 있겠지만 한개의 용선이 정사각형내부를 통과 하도록 나누는 것을 의미한다.

<그림 5>의 8 방향 코드로 용선을 부호화 하는데 있어 그 원리는 다음과 같다. 즉 화소들이 샘플 매트릭스에서 x축과 y축상에 분포된 비례에 따라 8 방향 코드중 한값으로 변환 하였다.

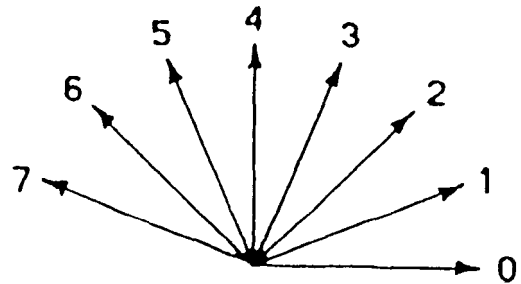
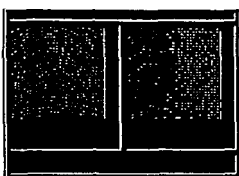
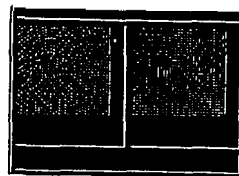


그림 5. 8 방향 코드

- X축 선상에만 화소가 존재하고 Y축이 불변하면 "0"으로
- X>Y이면 "1"
- X=Y이면 "2"
- X<Y이면 "3"
- X축은 불변하고 Y축 선상에만 화소가 존재하면 "4"
- $|-X| < Y$ 이면 "5"
- $|-X| = Y$ 이면 "6"
- $|-X| > Y$ 이면 "7"로 변환된다.



(a) 아치형



(b) 루프형

위의 샘플 매트릭스로부터 엔코딩을 수행한후 3단계를 거쳐서 특징점의 기준인 델타는

- (1) 델타는 코어를 향하는 하나의 분기점이라 할 수 있다.
- (2) 한분기점과 또다른 형태의 델타 사이에 어떤 선택 사항이 있을시는 분기점쪽의 델타가 선택

된다.

- (3) 델타정의에 만족되는 몇개의 델타가 존재 할 경우는 코아쪽에 가장 가까운 부분이 선택 된다.
 - (4) 코아를 향하며 지문 패턴 영역안의 용선 중간에는 델타가 없다.
- 와 코아의 기준으로는

- (1) 코아는 지문의 대략적인 중심 위치이다.
- (2) 코아는 델타로부터 떨어진 루프의 견부(Shoulder)에 위치한다.
- (3) 용선의 높은 만큼의 높이로 로드(Rod)가 중앙에 위치할때는 로드의 끝이 코아이다.

이상의 특성을 이용하여 코아와 델타를 추출하는 과정을 기술하면 다음과 같다. 첫째, X좌표를 기준으로 수직상에 존재하는 샘플링 매트릭스의 엔코딩값을 변화된 검색후 샘플링 값이 변화하였으면 1을 변화하지 않았으면 0을 더하여 합을 구한다. 이와같은 방법으로 Y축을 기준으로 합을 구한다음 X축에서 최대값을 갖는 부분과 Y축에서 최소 값을 갖는 부분들이 화상의 중심부분에서 발견되면 코아가 존재할 수 있는 가능 영역으로 설정하고 둘째, 코아 존재가능영역의 샘플링 매트릭스를 기준으로 사방에 적어도 3개 이상의 엔코딩값이 2 이상(45°)인 값들로 구성이 되었다면 단계3에서 코아로 설정한다. 그리고 델타도 유사한 과정을 거쳐 추출하는데 단 X와 Y축의 값이 반대이며 델타 존재 가능영역도 지문 화상의 하단 좌우 부분에 존재할 수 있다는 것을 제외하고는 동일한 과정으로 수행한다. 다음 <그림 6>은 특징점이 존재할 수 있는 영역을 그래프로 나타낸 것이다.

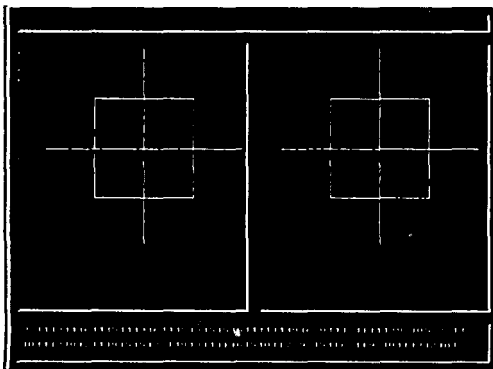


그림 6. 특징점 후보영역 추출을 위한 그래프

V. 실험 실험

87개의 지문 화상을 대상으로 실험을 수행한 결과 지문에 대해서는 매우 만족할만한 결과를 얻었으며, 전체적으로 80%정도의 정확도를 얻을 수 있었다. 부정확 결과를 얻은 화상을 검토한 결과 지문의 용선들이 불분명하거나 용선의 진행방향이 자주 끊어지는 화상에 대해서는 코아의 추출점이 실제 코아에서 벗어나는 현상이 나타났다. 샘플링 매트릭스에서 나타나지 않은 부분은 공백으로 표시한 결과 용선의 갑작스런 끝이 특징이 아닌 특징으로 추출된점도 많았다. 그리고 형태별로는 아치형, 엄지 지향형 루프, 약지 지향형 루프, 월형등은 정확한 추출을 하였지만 화상이 선명하지 못하거나, 이중 루프, 텐트형 아치 등은 각각 월형과 루프형에서 나타날 수 있는 지점에 코아가 나타났다. 끝으로 본 알고리즘의한 코아와 델타의 결과는 아래의 <그림 7>의 같이 아치형에서는 코아가 발견되지 않았고 루프형은 1개의 코아와 1개의 델타, 그리고 월형에서는 중심부의 용선의 모양에따라 코아의 수가 달랐다. 즉 정원형의 경우는 한개의 코아가 생성되었고 타원형일 경우에는 두개의 코아가 생성되었다. 이경우 이중 루프의 경우와 매우 비슷한 결과를 보였다.



그림 7. 특징점 추출 결과

VI. 결 론

본 논문에서는 원지문 대신 보강된(Enhancement) 지문을 대상으로 6만5천칼라를 지원 해주는 스캐너(그의 장비: SUN4/65, PC386)를 가지고 TIFF형태로 입력을 받아 보다 선명한 결과를 얻기 위해 지문 채취 결과에 따라, 평활화와 임계값을 각각 다르게 적용하였고 골격 추출에서 세션화 과정에 제한된 알

고리점을 적용하여 세선화를 수행한뒤 이 자료로부터 샘플 매트릭스를 구성하였고, 여기에 구성된 각 샘플의 8방향 특성을 고려하여 수치화 한후 이방향 특성에서 지문의 가장 중요한 특징점의 요소인 코아와 델타의 위치를 자동적으로 추출할 수 있도록 구현하였다.

본 논문을 연구하는 과정에서 지문을 채취하고, 세선화하고, 특징을 추출하는데까지의 결과에 따라 아주 민감한 반응을 보였다. 그리고 부분적으로 파손된 화상에 관해서는 용선의 복원이 전제 되었다. 특징점 추출에서 아치형은 중앙 부분에서 X축을 기준으로 날때 최소값을 갖는 즉 그래프상에서 오목 현상이 나타났고 루프형과 활형에서는 중앙 부분에서 갑작스런 변화를 일으키는 현상들이 나타났다. 그리고 본 지문에 관한 연구과제로는 샘플링 매트릭스의 사각 지점에 분포된 화소의 방향에 대해 고려하지 않으므로 약간의 정보 누실을 가져 왔다는 점과 지문화상의 회전, 축소, 방향이동 등을 고려하지 않았지만 계속적으로 범죄 인식 기관에서 그러한 특성들이 매우 중요한 만큼 이러한 측면과 지문 채취 과정에서 나타나는 선명도 문제에 따르는 미세한 부분까지 정확하게 지문의 용선을 인식하게 할 수 있는 특수 형광 물질을 이용하는 방안, 지문을 보관하는데 많은 기억 용량을 점유하고 탐색시 많은 시간이 걸린다는 면에서 지문 화상을 데이터베이스화 하는데도 연구를 진행하고 있다.

참 고 문 헌

1. K. S. Fu, An Application of Stochastic Languages to Fingerprint Pattern Recognition, Patt. Recog. 8, pp. 173-179, 1974
2. Andrew K. Hrechak, Automated Fingerprint Recognition Using Structural Matching, Patt Recog, 23, pp. 893-904. 1990
3. FBI's Manual, The Science of Fingerprints, U.S. Government Printing Office, Washington, D.C. 1963
4. K. S. Fu, A syntactic method for recognition of Fingerprint. Tech. Rept. 75-36, School of Electrical Engineering, Purdue University, IN, 1974
5. C. V. Rao, On Fingerprint Pattern Recognition, Patt. Recog. 10, pp 5-18, 1978
6. S. G. Zaky, Fingerprint Identification Using Graph Match. Patt. REcog. 19, pp. 113-122, 1986
7. B. M. Methre, Segmentation of Fingerprint Images-A Composite Method. Patt. Recong. 22, pp. 381-385. 1989
8. The Construction Specifier, (1989). JUNE pp 52-58, 1989
9. N. N. Murthy, Detection of Singular Points in Fingerprint Images. Patt. Recog. 25, pp. 139-153. 1992
10. FBI's Manual, The Science of Fingerprints, Rev. 11-79. 1980
11. Francis, Galton Fingerprint Directories 4r. Retland Gate Londeon, S.W. 1895
12. J. T. Tou Automatic fingerprint identification and Classification analysis and topological coding, Pic. Recog. pp. 411-456.1968
13. M. Kawagoe Fingerprint pattern classification, Patt. Recog. 20, pp. 429-435. 1984
14. L. Q. Gorman, Approach to Fingerprint Filter design, Patt. Recog. 22, pp 29-38. 1989
15. A. Rosenfeld, Digital Image Processing. Academic Press, 1976
16. Rosenfeld, A. The fuzzy geometry of image subsets. Patt. Recog. Lett. 2, pp. 311-317, 1984.
17. Zade, L.A. Calculus of fuzzy restriction. In: L.A. Zadeh et al., Eds., Fuzzy Sets and Their Applications in Cognitive and Decision Process. Academic Press, Londen, pp. 1-39, 1975

▲정 양 권



1961년 6월 30일생
 1985년 2월 : 조선대학교 전산기
 공학과 졸업
 1988년 8월 : 조선대학교 대학원
 졸업
 1994년~현재 : 조선대학교 박사
 과정 수료
 현재 : 동신대학교 전산통계학과
 전임강사