

지문 자동 감식기를 위한 연구

구 하 성

한서대학교 컴퓨터과학과

A Study on the Automated Fingerprint Identification System

Hasung Koo

Hanseo University

Department of Computer Science

E-mail: hskoo@gaya.hanseo.ac.kr

요 약

최근들어 컴퓨터와 네트워크의 발전에 기인하여 일상업무의 대부분을 컴퓨터를 이용하여 할 수 있으므로 신원 확인은 중요한 분야로 부상되었으며, 지문은 편리한 입력과 중생불변하고 만인부동한 특성으로 생체 측정 분야 중 가장 각광받고 있는 분야가 되었다. 지문은 입력 방법에 따라 중심점과 삼각주를 전부 취득하는 회전 지문과 손가락을 회전하지 않고 취득한 평면 지문으로 나뉜다. 지문 인식 기술은 특징점 추출과 분류 그리고 매칭으로 나뉘는 AFIS에 이용되는 기술과 분류기술은 생략할 수 있는 검증 기술이 있는 데 본 논문에서는 AFIS에 관련된 전반적인 기술에 관하여 기술한다.

I. 서 론

컴퓨터 네트워크가 점점 발전함에 따라 일상 업무 뿐만 아니라 보안을 유지하여야 하는 정보들도 네트워킹 환경에서 주고 받을 필요성이 증가하고 있다. 이의 해결 방법으로 많은 정보 보호 기술이 개발되고 있으며, 그 중 하나의 방법으로 신체의 특성을 이용하는 생체측정학 역시 매우 중요한 기술 분야로 발전되고 있다. 인간의 신체에는 여러 개의 특징이 있으나 그 중 얼굴, 음문, 홍채, 망막, 족문, 손금, 지문, 서명, 족문 등이 쓰이고 있다. 지문은 입력의 편리성과 데이터의 불변성 그리고 도용의 힘들기 때문에 신체측정의 여러 분야 중 가장 활발하게 발전되고 있으며 가장 많이 상용화되고 있다.

지문은 만인 부동하고 중생불변한 특성을 가지고 있으므로 아주 오래전부터 연구되고 사용되었으나 지문 관련 최초의 학계 발표는 1684년 N. Grew가 영국에 제출한 것으로 알려져 있다. 그후 1900년대에 Galton이 형태학상 3가지 분류를 하였으며, Henry가 지문 분류법을 지문 융선의 전체적인 흐름과 중심점(core)와 델타(delta)를 이용하여 체계적으로 분류하였다[1,2].

지문의 이용 방법으로는 크게 지문키와 같이 본인만을 확인하는 1:1 매칭 방법과 신분이 밝혀지지 않은 유류 지문을 대상으로 후보자군에서 유류지문의 신원을 밝혀주는 1: many 매칭 방법으로 나뉘어 진다. 1:1 매칭의 경우 주로 지문을

이용한 금고키나 전자상거래시 본인 확인 등의 응용분야가 나뉘고 전자 주민증에 지문 데이터가 들어갈 경우 그 응용 범위가 매우 넓어 질 것으로 예상된다. 1:many의 경우 범인이 현장에 남고 간 유류 지문으로부터 구축되어 있는 데이터베이스(Database)에서 범인 후보를 색출해주는 시스템으로 이용되고 있으며, 이를 특히 AFIS(Automated Fingerprint Identification System)이라 하며 지문 자동 감식기라고 불린다. 위의 두 방법의 기술에는 과정상의 차이는 없으나, AFIS 쪽의 기술이 훨씬 더 정밀하고 정확한 기술이라고 할 수 있다[3]. 지문은 입력 방법에 따라 중심점과 삼각주를 모두다 취득하는 회전 지문과 손가락을 회전하지 않고 취득한 평면 지문으로 나뉜다[4]. 지문 인식 기술은 특징점 추출과 분류 그리고 매칭으로 나뉘며 각각의 기술마다 많은 단계로 다시 나뉘는 데 본 논문에서는 II장은 특징점 추출에 관해 다루며 III장은 분류, IV장은 매칭에 관해서 다루며 V장은 비교 및 고찰 마지막으로 VI장에서 결론으로 구성된다.

II. 특징점추출

다양한 조건 및 잡음이 섞인 지문 화상으로부터 그 지문의 특성을 규정 지을 수 있는 융선의 특이점은 특이점은 다음의 그림1과 같다. 단점은 융선이 시작되거나 끝나는 점이며, 분기점은 융선이 갈라지는 곳이며, 중심점은 지문의 융선중 방향이 가장 급격하게 변하는 곳이며, 삼각주는 융

선의 흐름이 세방향으로 나뉘어지는 곳을 말한다. 이러한 특징점의 추출은 다음과 같은 단계를 거친다.

- 1) 원화상 입력
- 2) 입력영상의 Noise 제거 및 Normalization
- 3) 전경과 배경의 분리 및 용선 방향 추출
- 4) 여러 가지 필터에 의한 gray level 화상의 이진화
- 5) 이진 화상의 세선화 및 세선화 후 잡음 제거
- 6) 방향성분을 이용한 중심점과 삼각주 검출
- 7) 특징점과 특징점의 방향 성분 추출 및 특징점 주위의 용선 밀도 검출

그림 1에서는 위의 여러 단계중 중요한 단계를 나타내었으며, 특징점 추출에서의 가장 중요한 기술로는 사람에 따라서 나타날 수 있는 지문상의 잔주름과 잡음에 강한 추출 방법을 택하는 것이다.

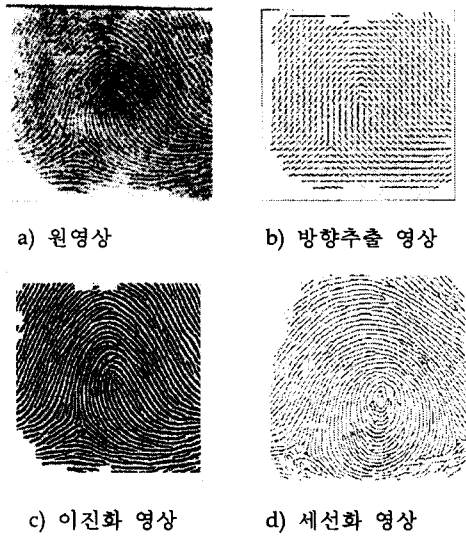


그림 1. 특징점 추출 과정

III. 분류

지문의 분류 기술은 1:1 과 같은 단순 비교시에 필요한 기술은 아니며, AFIS와 같이 보통 100만 지문 이상되는 DB상에서 범인의 지문을 비교하여 검색할 때에 필요한 기술로 비교 대상이 되는 지문의 수를 분류수에 비해하여 줄일 수 있는 장점을 가지고 있다. 그러나 너무 많은 분류는 분류에서 오류를 일으킬 수 있는 원인을 제공함으로써 실제적으로는 그림2과 같은 5분류법을 이용

한다. 지문 분류 알고리즘은 일반적으로 지문 특징점 추출시에 얻어지는 블록 영상의 방향 성분과 중심점과 삼각주의 갯수 및 위치로 판단한다. 그림 4는 분류 알고리즘의 단계를 그림으로 나타낸 것으로 Type Line(지문 형태선)을 추출하고 난 뒤 삼각주를 탐색하고 중심점을 추출하는 모습을 보여 주고 있다.

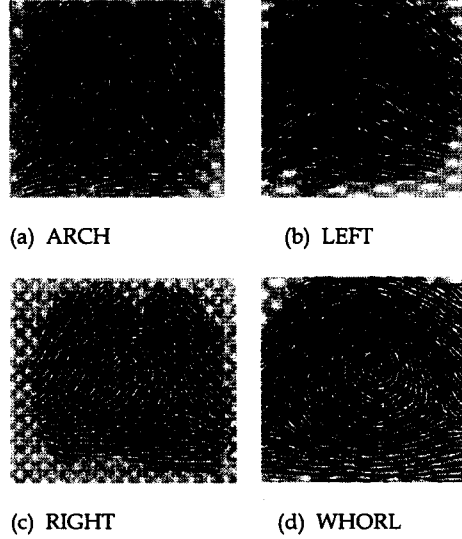


그림 2. 지문의 분류

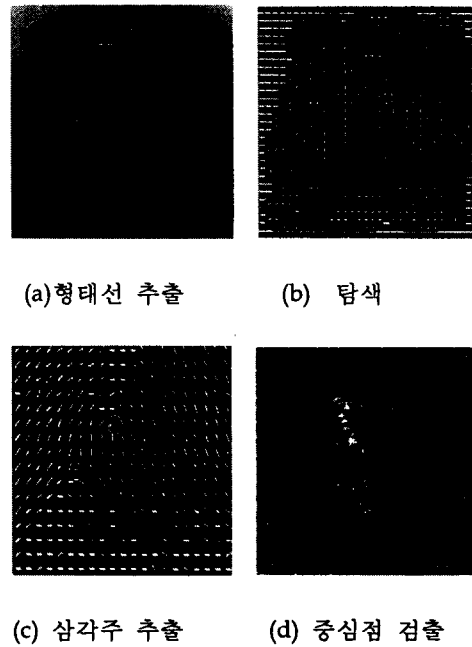


그림 3. 분류 알고리즘의 과정

IV. 매칭

지문은 아래와 같은 변형을 가지게 된다.

- 1) 밀리는 효과에 의해서 좌표 변환이 일어나는 경우로서 같은 지문을 여러번 취득하더라도 피부의 유연성에 기인하여 특징점의 좌표값이 틀려지게 된다.
- 2) 지문이 회전된 경우로서 이는 전체적인 회전과 부분적인 회전이 일어나게 된다.
- 3) 부분적인 밀림 또는 왜곡에 의해서 1)번과 2)번 현상이 국부적으로 다르게 발생하는 경우가 많다.
- 4) 지문 입력시 받아들이지 못한 부분에 의하여 특징점이 소멸되거나 잡음에 의하여 없는 특징점이 추가되는 경우가 발생한다.

위의 현상이 복합적으로 일어나는 것이 지문 영상이므로 이상적인 매칭 알고리즘을 구현하기 위해서는 다음과 같은 조건을 가져야 한다.

- 1) 빠진점이 있거나 잡음에 의해 추가된 특징점이 있더라도 이의 영향을 최소화하여야 한다.
- 2) 지문 입력시 흔히 일어나는 밀림 현상에 유연한 알고리즘이 되어야 한다.
- 3) 지문의 회전에 관한 영향을 최소화하여야 한다.
- 4) 상대적인 특징점의 개수 차이에 따른 영향을 최소화한다.
- 5) 단순히 특징점의 수적 우세가 매칭시 유리한 요소로 작용하지 않도록 한다.

지문 매칭 알고리즘은 특징점이 추출되고 난 뒤 이루어지는 단계로서 지문에 가장 특화된 알고리즘이다. 일반적인 경우 1:1 매칭시에는 타인을 본인으로 판단하는 TYPE I ERROR가 0%에 가까운 성능을 가져야 하며, 1:many인 경우 타인을 본인으로 판단하는 경우에는 관대하나 본인을 본인으로 판단하지 못하는 TYPE II ERROR에는 매우 엄격한 오류 허용율을 가져야 한다. 또한, 1:1인 경우 본인 비교만 이루어지는 형식으로서 특징점의 모든 분포를 고려해 단계별로 비교하지만 1:many인 경우 100만 이상의 지문을 매칭하기 위해서는 가능한한 매칭의 전처리 단계에서 단순 비교하여 후보군을 줄여야 한다. 이런 전지에서 분류를 이용하며, 매칭의 전처리 단계에서 특정 후보군을 제외시키는 알고리즘의 설계가 요구된다. 일반적으로 매칭 알고리즘은 특징점간의 기하적으로 구성된 그래프 패턴의 비교 산점과 특징점의 x축과 y축의 위치와 특징점과 융선과의 비교를 통해 특징점의 방향 성분을 추출하여 이용한다. 아래의 그림은 지문영상으로부터 추출된

그래프 패턴의 예이다.

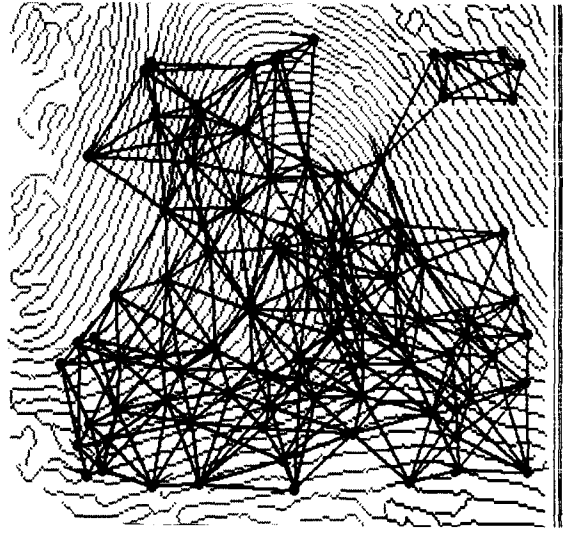


그림 4. 특징점의 기하학적인 구조

V. 비교 및 고찰

아래의 그림은 지문 인식 시스템의 응용예이다. 그림 하단에 표기되고 있는 것은 프리즘을 이용하여 지문을 입력 받는 것으로 지문 인크를 손가락에 붙이지 않고 지문을 받을 수 있는 지문 전용 입력기라고 할 수 있다. 그림 5는 라이브스캐너를 통하여 받은 지문 입력 영상을 특징점을 추출하기 위해 단말에 지문 프로그램을 설치한 지 지문 영상 자체를 네트워킹하여야 하기 때문에 네트워킹에 과부하를 줄여야 하고 프레임 그래버를 사용하기 때문에 사용자 측면에서 과도한 비용이 지불될 수 있으며, 컴퓨터 특성상 다른 기능의 카드와 충돌의 염려가 많다. 또한, 지문 원지를 입력 받는 AFIS의 입력단에서는 원지에서 입력받는 스캐너가 있어야 한다. 최근들어 반도체의 발전으로 라이브 스캐너 부분을 반도체로 처리하고 추출 알고리즘을 하드웨어로 구현하므로써, 컴퓨터의 직렬포트나 병렬 포트에 직접 지문을 입력시켜주는 시스템을 본 연구실에서 개발하고 있다. 이 시스템의 구현은 저가격으로 일반적인 컴퓨터에 지문 입력과 매칭을 할 수 있는 기능을 부여하므로써 전자상거래나 정보보호시 좋은 도구가 될 수 있다고 생각된다.

VI. 결론

지문은 사람의 신체의 특성을 이용하는 것으로 도용이 거의 불가능하다는 장점을 가지고 있

으므로 최근들어 많이 연구되어 지는 정보 보호 학문의 한 분야로 충분한 가치가 있다고 생각된다. 지문을 이용함에 있어 지문키의 경우 보다 저렴한 가격에 빠른 알고리즘으로 발전 되어야 하며, 최근들어 지문 전용 입력 반도체의 개발로 발전 속도가 가속화 되고 있다. 또한, AFIS 알고리즘의 경우 손상된 유류지문에서 정확한 특징점 추출과 고속의 1:many 매칭을 실현할 수 있는 알고리즘을 중점적으로 개발하고 있다. 앞으로 정보화 사회에 있어 지문 인식의 가치는 점점 증대하리라 생각되며, 국내에서도 좀더 많은 투자 개발이 있어야 한다.

by *Directional Fourier Filtering*," *IEE. Proc.-Vis., Image Signal Processing*, Vol 141 No.2, April, 1994.

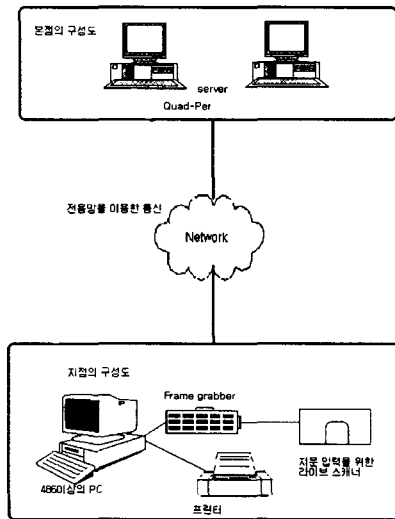


그림 5. 지문 입력 시스템의 응용예

VII. 참고 문헌

- [1] A. K. Hrechak, "Automated Fingerprint Recognition Using Structural Matching," *Pattern Recognition*, 23, 1990.
- [2] FBI's Manual, *The Science of Fingerprints*, U.S. Government Printing Office, Washington, D.C., 1963.
- [3] B. M. Mettre, "Fingerprint Image Analysis for Automatic Identification," *Machine Vision and Applications*, 6, 1993.
- [4] B. G. Sherlock, *Fingerprint Enhancement*