

# 광센서를 이용한 지문인식 시스템의 구현에 관한 연구

\*신기봉 \*\*정경훈 \*\*\*강동욱 \*\*\*\*김기두

국민대학교 전자공학 대학원

\*tlsdl@i2t.co.kr

## A Study on Implementation of Finger-Print Identification System Using Optical Sensor

\*Shin, Gi-Bong \*\*Jung, Kyong-Hun \*\*\*Kang, Dong-wook \*\*\*Kim, Ki-Doo

Kookmin University Dept. Electrical Engineering Graduate

### 요약

지문인식 시스템이란 저장되어서 가지고 있는 지문data와 지금 현재sensor로 입력받은 지문data의 유사도를 측정하는 system이다. 현 시대의 보안에 관한 요구가 많아지면서, 개인password나PIN(Personal Identification Number)같이 외워서 사용해야만 하는 불편함이 없고, 본인임을 쉽게 증명할 수 있는 생체정보를 이용한 ID system이 각광을 받고 있다.

이러한 상황 속에서 가장 손쉽게 접할 수 있는Finger-print Identification system을 구현할 것이다.

지문인식 시스템은 sensor의 방식에 따라 여러가지로 분류되는데, 본 논문에서는 광학방식 센서를 이용한 지문 인식 시스템을 구현 하였다.

본 지문인식 시스템은 처음 지문영상을 센서로 입력 받고 그 입력된 영상을 전처리(pre-processing)해서 지문의 특징점을 추출한다. 이렇게 특징점들을 획득한 후, 후처리(post-processing)과정을 거쳐서 database에 저장 한다. 이렇게 지문영상의database를 구성한 후, 비교하고자 하는 지문영상을 센서로 입력 받아 지문영상을 획득할 때와 같은 processing과정을 거치고, 그 결과물과 database에 저장되어있는 지문과 1:N matching을 한다. 이렇게 해서 유사한 지문영상을 유사도에따라 출력한다.

### 1. 서론

생체 인식이란 살아있는 인간의 신체적 또는 행동학적 특징을 자동화된 장치로 측정하여 개인을 식별하는 학문 또는 기술을 의미한다. 최근까지 개인인증 수단으로 사용되었던 암호(password)나 PIN(Personal Identification Number) 방식은 암기를 해야 하고 도난의 우려가 있었으나 생체 인식의 경우는 암기를 할 필요가 없고 본인이 반드시 있어야 하므로 기존 방법을 실생활에서 급속도로 보완 대체하고 있다.

생체 인식 기술 및 산업 환경의 변화에 따라 업체간 경쟁과 연합이 가속화되어 기존 제품은 사용자의 편리성을 강화시키는 방향으로, 신제품은 새로운 응용 분야를 창출하는 방향으로 제품 개발이 이루어지고 있다. 생체 인식 산업은 정보화와 더불어 증가하고 있는 여러 정보화 역기능 문제를 해결해 주는 새로운 전략 산업으로 부상하면서 선진국들은 생체 인식 기술의 표준화 및 생체 인식 제품의 평가 제도를 도입하고 있다

생체 인식 기술은 지문, 얼굴, 홍채, 망막, 손바닥, 손등의 정맥, 음성 인식, 성문, 귀의 모양, 필체 서명, 키보드 타이핑습관, 걸음걸이습관 등 개인의 생리적 또는 행동상의 특징을 활용하는 기술로써, 생체 정보를 추출하는 하드웨어기술, 검색 및 인식하는 소프트웨어 기술, 활용을 위한 하드웨어 및 소프트웨어 시스템 통합 기술을 포함한다. 생체 인식 시스템은 사용자가 지니고 있는 생리적 또는 행동상의 특징을 측정하고, 그 결과를 사전에 측정된 특징과 비교하여 그 확실성을 결정함으로써 개인을 인식하는 패턴 인식 시스템이다.

생체 인식 기술은 인간 생활에 안전함과 편리함을 동시에 추구할 수 있어서 많은 경제적 효과를 가져 올 수 있는 기술이다. 따라서 IT기반이 비교적 잘 정립된 우리나라의 경우 전략적인 기술개발을 통해 기술 선도국으로 진입할 수 있는 유망 분야라 할 수 있다.

### 2. 지문인식 시스템

생체 인식 분야 중에서 가장 많이 사용되고 있는 지문 인식은 1684년 영국에서 N. Grew가 사람들의 지문이 서로 다르다는 것을 발견하게 되면서 시작되어, 1968년 미국 윌스트리트의 한 증권회사에서 상업적 용도로 최초로 사용하였다. 지문은 태어나면서 죽을 때까지 같은 형태를 유지하며, 외부 요인에 의해 상처가 생겨도 금방 기존의 형태로 재생되기 때문에 타인과 같은 형태의 지문을 가질 확률은 10억 분의 1 밖에 되지 않는다. 지문 인식 기술은 이러한 지문 특성을 이용해 사용자의 손가락을 전자적으로 읽어 미리 입력된 데이터와 비교하여 본인 여부를 판별하여 사용자의 신원을 확인하는 기술이다.

지문 인식 기술은 신원확인 분야, 금고 및 출입 통제 시스템의 물리적 접근 제어, 범죄자 색출을 위한 범죄 수사 분야 등에 적용되어 왔으나, 1990년대에 들어 서면서 전자상거래상의 보안 및 인증을 위한 보안 시스템으로 활용되고 있다. 현재 지문 인식 기술에 대한 연구가 고도화되면서 입력센서가 더욱 소형화·집적화되고 있고, 네트워크를 통한 전자상거래 등의 응용 분야로 기술이 확대되어 가고 있다. 최근에는 휴대폰, PDA 단말기 등에도 적용 중에 있다.

또한 최근 출시되는 지문 인식 장치들은 손가락을 스캔하면서 손가락이 살아 있는 사람의 것인지도 검사하는데, 이것은 불법 사용자가 절단된 손가락을 이용하여 정당한 사용자를 가장하는 것을 방지하기 위함이다. 그러나 지문 인식 시스템은 일반적으로 4~5 개의 특징점만으로 개인을 식별하는 시스템들도 있기 때문에 지문 인식 시스템이 완벽한 개인 식별 수단이 될 수 없다. 아울러 땀이나 물기가 스캐너에 묻어있는 사람의 지문은 에러 발생률이 높고, 여러 사람이 손을 접촉한 곳에 손가락을 댄다는 불쾌감, 지문이 닳아 없어진 사람이나 손가락이 없는 사람의 경우 사용이 불가능하여 지문 인식 시스템의 한계로 인식되고 있다.

### 3. 지문인식 시스템의 구조 및 설계

본 논문에서 구현한 지문인식 시스템은 광학방식 센서로부터 지문 영상을 입력받아 전처리(pre-processing)과정을 거치고 특징점을 추출한 후 후처리(post-processing)를 거쳐서 얻은 특징점들을 지문 Database에 저장하고, 같은 방법으로 입력받은 지문영상과 Database 내에 저장되어있는 지문영상을 서로 비교하는 방법을 사용하였다.

#### 3.1 전처리(Pre-processing)

전처리는 입력받은 지문 영상에서 특징점을 추출하기 쉽게 하기 위한 처리단계로 6개의 단계를 거친다. Segmentation, Normalization, Direction Map, Gabor Filtering, Binarization, Thinning의 6단계를 순서대로 거쳐서 입력받은 영상에서 특징점을 추출하기 위한 준비를 마친다.



<그림1. pre-processing된 영상>

#### 3.2 특징점 추출(Minutia Extraction)

특징점 추출은 앞의 전처리과정을 거친 결과 영상으로 단점과 분기점들을 특징점으로 추출하게 된다. 이렇게 특징점들을 추출하면, 다수의 특징점들이 나타나게 되는데, 이러한 특징점들을 모두 다 포함한 영상은 검색과정에서 오류를 발생할 확률이 높기 때문에, 다음장에서처럼 후처리과정을 통해서 유사특징점을 정의하고, 그 유사특징점들을 제거한다.

특징점을 추출하는 방법은 Pre-processing한 영상에 3x3 마스크를 이용해서 특징점을 추출하게 되는데 식1을 계산하여  $C_N=2$ 이면 단점,  $C_N=6$ 이면 분기점으로 표시한다.

$$C_N = \sum_{k=1}^8 |P_{(k+1) \bmod 8+1} - P_{k+1}| \quad \text{<식1. 특징점 추출>}$$

#### 3.3 후처리(Post-processing)

후처리과정은 앞서서 수행한 특징점추출의 과정을 거친 후에 얻어진 특징점들중에서 유사특징점(Pseudo Minutiae)을 제거하는 알고리즘이다.

유사특징점(Pseudo Minutiae) 제거 알고리즘은 전처리과정의 결과로 얻은 특징점 목록, 그리고 지문화상을  $W \times W$ 블록 크기로 나눠 계산한 후 부 영역별 융선 방향을 입력으로 하여 다음의 순서로 유사특징점을 제거한다.

i) 단점과 단점, 단점과 분기점일 경우 후보 특징점에서 특징점들간의 임계치거리(20)까지 다른 단점이나 분기점이 나타나면 두 특징점을 제거한다.

ii) 분기점과 분기점일 경우 분기점에서 다른 특징점까지의 임계치거리(20)사이에 분기점이 있으면 두 특징점을 제거한다.



<그림2. Minutia Extraction된 영상(좌)과 Pseudo Minutia Termination된 영상(우)>

#### 3.4 Matching Algorithm

매칭 알고리즘은 하나의 특징점에서 다른 특징점들을 모두 연결하여 그 선의 거리를 구하고 모든 선분의 길이를 구한다. 이렇게 구해진 선분의 길이가 같은 점을 검색을 하여 scoring을 한 후, 모든 특징점의 score를 특징점의 개수로 나누어 유사도(similarity)를 구한다.

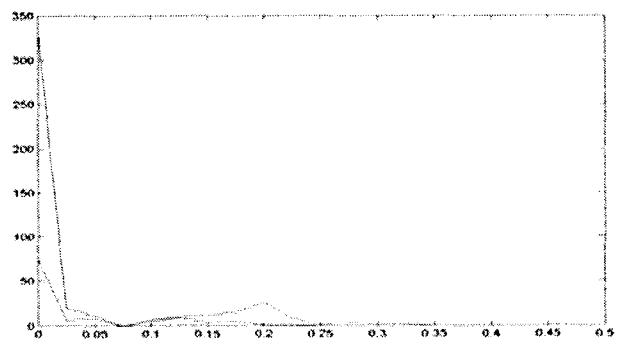
이렇게 구해진 유사도를 가지고 임계치를 넘는 영상들을 구해서 후보 list를 만들고, 그중 가장 유사도가 높은 영상과 matching되었다고 판단한다.

이렇게 모든 특징점들마다 계산을 하게 되면, 복잡도가 증가하여 성능이 저하되는데, 이를 피하기 위해서 특징점의 수가 검색할 대상영상과 차이가 많이 나면 검색을 취소하고 다음 영상으로 넘어간다.

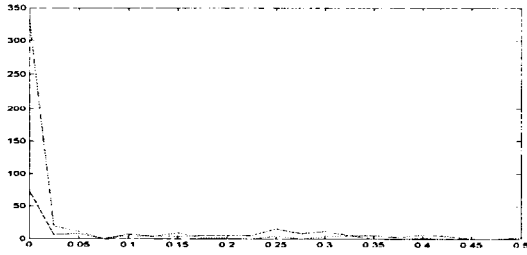
### 4. 결론

———— FRR (본인 - 본인)

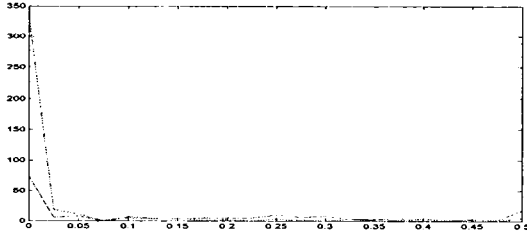
———— FAR (본인 - 타인)



<그림3. 한 특징점에서 그려지는 최대의 특징선분 : Count = 10>



〈그림4. count = 20〉



〈그림4. No count(no limit)〉

본인임을 선언하기 위한 최소 threshold : ERR = 0.15

위의 그래프에서 보는 것과 같이 유사도가 0에 가까운 값이 많이 나왔다. 이것은 본인과 타인을 구분하는데 좋은 결과라 할 수 있다. 각 개인당 6장의 영상을 얻어서 실험했기 때문에 본인과 본인을 검사할 때도 유사도가 0에 가까운 값이 많이 나왔는데, 이것은 지문영상을 입력받을때 여러 각도로 영상을 입력하였기 때문이다.

추후로 보완해야 할 점으로는 방대한 DB가 구축 될 때, search time 을 줄이기 위해서 입력 되어있는 지문 영상들을 classification하는 과정이 필요하며, Gabor Filter에 의해서 지문인식 system의 성능이 많이 좌우되므로, frequency adaptive한 filter를 구현하면 더욱 좋은 성능을 가진 system을 구현할 수 있을것이다.

### 참고문헌

- [1] 지문인식 이론 및 실습, 한국정보통신 교육원, 교재, 2005
- [2] 패턴인식 및 학습, 김상운, 홍릉과학출판사
- [3] Bible Visual C++ 6.0 이이표, 김병세 공저, 삼양출판사
- [4] 용선의 연결성 추적을 이용한 의사특징점 제거 알고리즘, 성연철, 2002년 관동대학교 대학원 학위논문