

지문의 효과적 비교를 위한 이미지 처리과정에 관한 연구

서원택*, 김평호*, 임홍섭*, 정양권**, 조범준***

* 조선대학교 컴퓨터공학과

** 동신대학교 컴퓨터공학부

***조선대학교 컴퓨터공학부

The Study on the Process of Image Processing for Efficient FingerPrint Matching

Won-taek Seo, Pyung-ho Kim, Hong-sub Lim, Yang-kwon Jung, Beom-joon Cho

Dept. of Computer Engineering, Chosun Univ.

Dept. of Computer Engineering, Dongshin Univ.

Dept. of Computer Engineering, Chosun Univ.

E-mail : wontagi@ai.chosun.ac.kr, dae0006@chollian.net, sub1970@hanmail.net,

jovial@dongshinu.ac.kr, bjcho@mail.chosun.ac.kr

요 약

본 논문에서는 지문의 인식을 이용한 신원확인 시스템을 설계 및 구현해 보았다. 최근 새로운 주민등록증이 발급되면서 이를 신분확인에 주로 사용하고 있는데 사람의 유관에 의해 주민등록증상의 사진과 실물을 비교 판단함에 있어서 주변의 환경(야간, 조명, 혼잡 등)으로 인해서 오판의 소지가 생기고, 주민등록증상의 사진을 위조하여 범죄에 사용되는 경우도 종종 일어나고 있다. 이를 위해 주민등록증상의 지문부분과 실제 센서로 입력된 지문을 서로 비교하여 신원을 정확하고 빠르게 확인할 수 있는 시스템을 설계하였는데 그 중에서 전처리 부분에 해당되는 이미지 처리과정에 대해서 설명하였다.

1. 서론

사람에게는 다른 사람들과 구별되는 특징들이 여러가지가 있다. 얼굴 모양, 얼굴에 있는 신체 부위의 위치, 흉체의 모양, 지문등으로 사람과 사람을 구별할 수 있다. 그 중에서도 특히 지문은 다른 사람과 확실히 구별이 되기 때문에 옛날부터 지문을 이용하

여 신원을 확인하는 시스템이 운영된 것으로 알려져 있다[1][2]. F.Galton(1843-1930), H.Faulds(1843-1930) H.Wilder(1864-1928)은 지문을 이용한 신원확인 시스템에 과학적으로 접근하였고, H.Poll(1877-1939), Galton은 지문의 유일성과 시간이 흘러도 모양이 변하지 않는 점을 지적하였다[3].

최근에 지문을 이용하는 분야는 크게 세가지로 나누어 볼 수 있는데, 첫번째가 범의학분야로서 범죄수사를 할 때 많이 사용되고 있고, 두번째는 보안으로 출입통제 시스템이라든가, 인증에 관련된 부분에 사용되고 있고, 세번째는 의학에 관계된 것으로 특정 질병을 검사하거나 유전적인 관계를 조사할 때 지문이 사용되고 있다[4][5][6].

경찰은 모든 범죄자의 지문을 획득하여 데이터베이스화하고 있는데, 이 과정에서 손가락에 잉크를 묻혀 종이에 찍어내도록 하고 있다. 그런데 이 방법은 많은 잡음을 생성시킬 수 있다. 잉크의 양이 많거나 혹은 적을 수도 있고 종이 표면이 고르지 못해서 이미지 상에 잡음이 생길수도 있다. 그리고 지문을 찍을때의 강약이라든가 손가락의 위치등에서도 많은 에러가 날수 있다. 이러한 잡음은 시스템을 이용해서 인식과정을 거칠 경우 에러의 확률을 현저히 높이고 있는 실정이어서 지문을 서로 비교한다는 것이 매우 어려운 작업이 되었다.

보안을 요구하는 인증절차에서는 보통 센서를 사용하여 지문을 받아들인다. 이렇게 지문을 획득하는 방법은 위에서 말한 상당부분의 잡음과 에러가 감소한다. 그러나 이 방법도 아직 에러의 조건이 남아있는데 그날의 날씨(습도, 온도)라든가 손가락의 땅의 정도가 그 예이다.

더구나 지문의 위치나 손가락의 습기, 그리고 입력 부분에 받는 일정하지 못한 압력 때문에 이미지를 변형시킨다던가 회전을 시켜야 한다. 그렇기 때문에 두개의 지문 이미지(FPI : Finger Print Image)를 겹쳐서 비교한다는 것은 거의 불가능하다. 대신에 융선패턴의 특징(융선의 절단부분이라든가 융선이 갈라지는 부분)을 이용하는데 이것을 minutiae라고 한다.

그리고 지문의 형태에도 여러가지의 종류가 있는데 다음 그림과 같은 형태들이 존재한다.

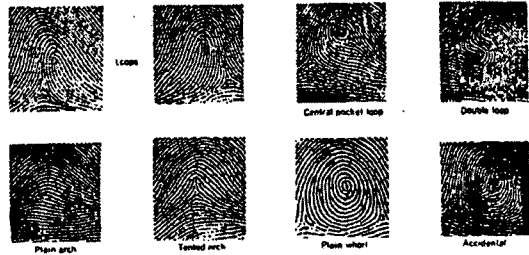


그림 1. 여러가지 타입의 지문들[7]

본 논문에서는 이러한 여건하에서 직접 센서를 이용하여 받은 지문이미지와 주민등록증에 있는 지문 이미지를 일반 PC 카메라를 이용하여 받은 이미지, 이 두개의 이미지를 비교하여 동일인인지 여부를 검증하는 시스템을 설계하여 보았다.

다음장에서는 일반적으로 지문이미지를 처리하는 과정에 대해서 설명하고 3장에서는 구현한 시스템의 설계방법과 4장에서는 실험결과를 고찰하였다.

2. 이미지 처리

앞에서 나열하였듯이 지문의 이미지를 정확하게 원하는데로 획득하기는 매우 힘들다. 때문에 얻어진 이미지에 여러가지 이미지 처리를 하여 지문 비교에 사용할 수 있는 여러가지 특징점 즉, minutiae를 구할 수 있다. 본 시스템에서 사용한 이미지 처리과정은 다음의 과정을 거친다.

2.1 히스토그램 평활화

본 시스템에서 먼저 손가락의 지문은 센서를 이용하여 입력을 받고, 주민등록증 상의 지문은 일반 PC 용 카메라를 이용하여 입력을 받는다.



(a) 주민등록증 원본 (b) 센서이미지 원본
그림2. 소스 이미지

처음으로 히스토그램을 이용한 평활화 작업을 수행하였는데 작업 결과는 다음의 그림과 같다. 히스토그램을 이용한 평활화는 적은 범위의 명암값 분포를 가진 영상을 넓은 분포의 명암값을 갖도록 하여 영상의 질을 향상시키는 작업이다.



그림 3. 평활화 과정을 거친 이미지

2.2 정규화(Normalization)

평활화를 거친 이미지는 정규화 과정을 통하여 정규화 된다.

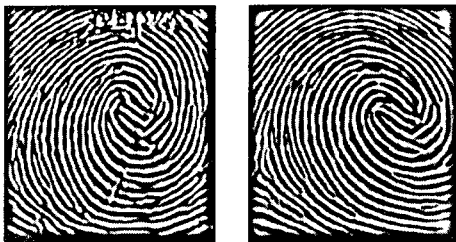


그림 4. 정규화 과정을 거친 이미지

2.3 이진화(Binarization)

정규화된 이미지에 이진화 과정을 거치면서 지문의 이미지는 Ridge 와 Valley가 확실히 구분이 된다. 이진화 과정을 거칠 때 Threshold를 구하는 과정이 중요한 과정에 포함된다.

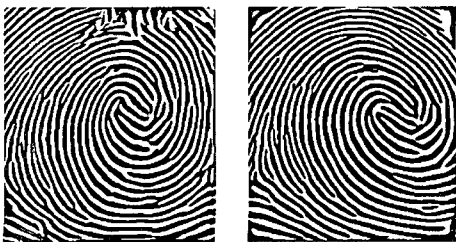


그림 5. 이진화 과정을 거친 이미지

2.4 용선폭을 이용한 필터링

지문의 이미지를 처리할 때 용선의 폭을 구하여 각기 다른 필터링을 하는데 본 시스템에서 사용한 방법은 각 부분의 용선폭을 측정하여 다음 평균을 구하여 3가지로 분류한 다음 필터링을 적용한다.

8	8	9	9	7	8	8	8
8	9	8	8	8	10	9	9
8	8	8	9	8	9	8	11
8	9	12	9	8	10	10	9
9	10	10	9	9	9	10	9
9	10	9	10	12	9	11	10

그림 6. 윈도우별 용선폭 측정

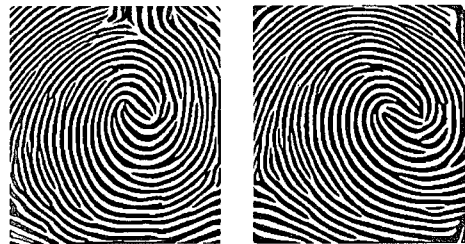


그림 7. 필터링 과정을 거친 이미지

2.5 Smoothing 과정

지문의 이미지는 입력받은 환경에 의하여 여러가지 변형이 나타날 수 있는데 그 중에서도 입력의 불량이나 손에 땀이 없는 사람은 지문의 용선 방향에 직각으로 빈공간이 나타난다든지 하는 상황이 발생할 수 있다. 때문에 끊어진 지문을 연결시키는 작업을 하는데 여기에 적용되는 방법이 Smoothing 방법이다.



그림 8. Smoothing 과정을 거친 이미지

2.6 Thinning 과정

마지막으로 이미지의 특징을 추출하기 위해서 Thinning 과정을 거친다.

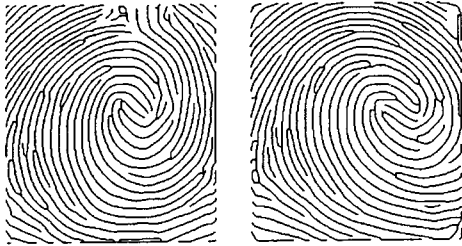


그림 9. Thinning 과정을 거친 이미지

2.7 특징점 추출

매칭과정에 입력될 이미지의 특징점을 구하는데 지문인식에 사용하는 minutiae에는 7개의 종류가 있다.

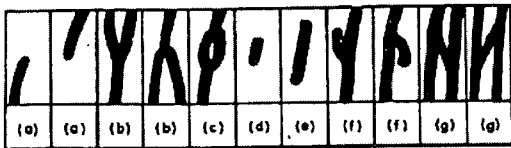


그림 10. Minutiae의 종류[7]

(a) ridge termination (b) fork or bifurcation (c) enclosure or lake (d) island (e) short independent ridge (f) spur or hook (g) crossover 형이고, 위의 minutiae를 검색하여 다음과 같은 결과를 얻었다.



그림 11. 특징점을 표시한 이미지

3. 시스템 구현

일반적으로 신원을 확인할 때 주민등록증상의 사진과 실물의 사진을 눈으로 비교 확인하는 경우가 많다. 하지만 이러한 경우에 피확인의 불쾌감을 일으킬 수 있고 시간에 따라 얼굴모양이 변한다든가 분장이나 변장을 한 경우 정확한 판단을 하기 어렵다. 이런 점을 보완하기 위해 본 시스템을 설계하였는데 주민등록증상의 지문과 실제 지문을 비교하여 정확한 신원확인을 신속하게 수행할 수 있게 하는 것에 목적이 있다.

먼저 피확인의 지문을 획득하기 위해 반도체 센서를 사용하여 256 * 288의 이미지를 얻는다. 주민등록증상의 지문을 입력받기 위해서는 PC용 카메라를 사용하였는데 정확한 위치와 간격이 요구되는 작업이어서, 일정한 틀을 만들고 그 내부에 카메라를 고정해서 일정한 이미지를 얻을 수 있었다.

위의 두가지의 장치를 하나로 결합하여 디자인하여 만든 장치를 다음 사진에 나타내었다.



그림 12. 실제지문과 주민등록증지문 입력장치

위 장치를 이용하여 실제 이미지와 주민등록증상의 이미지를 획득한 다음 앞장에서 설명한 방법대로 이미지 처리를 해서 특징점을 얻은 다음 지문의 코어의 위치를 추적한다. 지문의 코어를 정확하게 추적하고 난 다음 매칭 알고리즘에 적용을 시켜 정확한 판단을 내린다.

위 시스템의 워크 플로우는 다음과 같다.

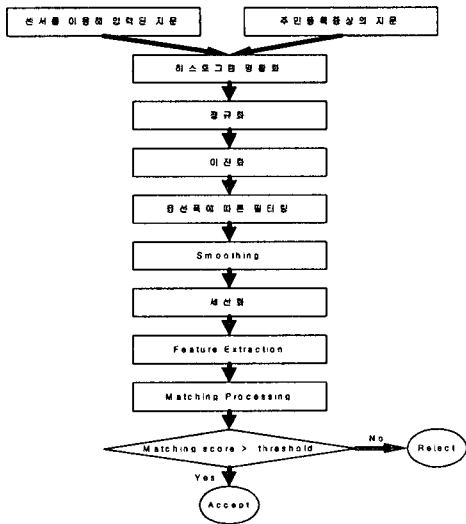


그림 13. 시스템 프로세스 흐름도

4. 결론 및 향후 연구과제

본 시스템을 이용하여 무작위로 많은 사람들의 지문을 획득하여 식별 여부를 판단하였다. 각 지문의 형태에 따라서 인식하는 정확도가 달라졌는데 그 이유는 본 시스템의 매칭과정에서 지문의 코어를 찾는 과정의 난이도에 따라서 매칭의 정확도가 틀렸기 때문인데, 전체적으로 85% 이상의 정확도를 나타내었다.

본 시스템을 이용하여 실험한 결과, Loop 형이나 지문의 코어가 없는 Plain 형을 비교하는데는 상당히 저조한 성능을 보였다. 또한 지문의 융선폭이 너무 두꺼운 경우에도 식별의 정확도가 떨어지는 결과를 나타내었다. 이에 앞으로의 연구과제는 위와 같은 단점을 보완하기 위한 더 나은 처리과정을 연구하여 정확도를 95% 이상으로 올려야 하겠다.

[참고문헌]

[1] B. Moayer, K.S. Fu, "A syntactic approach to fingerprint pattern recognition", Pattern Recognition 7, 1-23, 1975.
 [2] D.K. Isenor, S.G. Zaky, Fingerprint identification using graph matching, Pattern Recognition 19. 113-122, 1986.

[3] F. Galton, Finger Prints, MacMillan, London, 1892.
 [4] Q. Xiao, H. Rafat, A combined statistical and structural approach for fingerprint image postprocessing. Proceedings of the IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics Conference, pp. 331-335, 1990.
 [5] The Science of Fingerprints: Classification and Uses United States Department of Justice, Federal Bureau of Investigation, Washington, rev. 12-84, 1988.
 [6] W.C. Lin, R.C. Dubes, A review of ridge counting in dermatoglyphics, Pattern Recognition 16, 1-8, 1983.
 [7] A. Shimizu, M. Hase, Trans. Inst. Electronic Comm. Engineers Japan, Part D, J67D(5), pp. 627.
 [8] L. O'Gorman, J.V. Nickerson, "An approach to fingerprint filter design, Pattern Recognition 22, 28-38, 1989.
 [9] A. Farina, Zs. M. Kovacs, A. Leone, "Fingerprint minutiae extraction from skeletonized binary images", Pattern Recognition 32, 877-889, 1999.