

ARM프로세스 이용한 지문인식 신호처리 보드 설계에 관한 연구

A study on Design of Fingerprint Recognition Signal Processing Board using ARM Processor

김동한*, 강종윤*, 공석민*, 이주상*, 이재현**, 이상배***

(Dong Han Kim, Jong Yun Kang, Suck Min Kong, Ju Sang Lee, Jae Hyun Lee and Sang Bae Lee)

* 한국해양대학교 전자통신공학과, ** 동명대학교 정보통신계열, *** 한국해양대학교 전자통신공학과

Abstract : 지문인식 알고리즘 구현에 있어서 일반적인 전처리 과정을 거쳐, 특징점 추출시 본 논문에서는 방향성이 추출된 영상에서 블록을 형성하여 각 블록에서의 방향성 특징들을 신경회로망의 입력패턴으로 사용하여 특징점 추출을 수행했으며, 이를 바탕으로 PC없이 독립적으로 동작할 수 있는 지문인식 신호처리보드를 설계하여 실험한 결과 충분히 독립적으로 동작할 수 있음을 입증하였다.

Keywords : 신경회로망, 지문인식, SA, 특징점, 특이점

I. 서론

현대 정보화 사회에서는 초고속 통신망의 발전으로 인터넷과 정보기술의 발전을 가져왔다. 기업 및 단체, 나아가 국가적 차원의 핵심적인 정보관리수단으로만 이용되었던 예전과는 달리 이제는 정보 기술의 발달과 정보 시스템의 확충으로 개인도 컴퓨터를 이용해 e-mail, PC뱅킹, 전자상거래 등의 정보활용이 확대되고 있다. 이런 정보 활용 분야 속에는 보안을 유지해야 하는 정보들도 인터넷 환경에서 주고받고 있는 실정이다. 이의 따라 컴퓨터와 관련한 보안사고가 빈번히 발생하고 있어서, 귀중한 정보를 보호하고자 보안에 대한 필요성이 요구되어 지고, 그 중요성 또한 급격히 증가하고 있는 추세다.

이에 해결방법으로 많은 정보 보호기술이 개발되고 있으며, 그 중 하나의 방법으로 신체의 특성을 이용하는 생체인식기술 역시 매우 중요한 기술분야로 대두되고 있다. 최근 9.11 테러이후 전 세계적으로도 자국의 공항이나 항만 같은 출입국심사에 생체인식시스템을 적용하고 있는 추세이다.

일반적으로 생체인식 시스템은 PC상의 생체인식시스템과 독립형(standard-alone) 생체인식시스템으로 구분할 수 있다. PC상의 생체인식시스템이라고 하면 컴퓨터 상에서 보안이 필요한 부분에 생체인식시스템을 구축하는 것을 말하며, 독립형 생체인식시스템이란 말 그대로 PC상에서

구현한 기술을 마이크로프로세스를 이용해 하나의 독립된 시스템으로 만든 것을 말한다.

생체인식산업이 PC상의 보안시스템 구축에서 이제는 생체인식기술을 이용한 독립형 인증 시스템 구축 및 이에 대한 라이센스 비즈니스 형태로 발전되고 있으며, 향후에는 이동 통신을 이용한 무선 인증 방식으로 더욱 발전 될 전망이다. 따라서, 본 논문에서는 생체인식기술의 한 분야인 지문 인식 기술을 우리가 흔히 접할 수 있는 네트워킹 장비, 셋톱 박스, 휴대폰, PDA의 프로세스로 사용되는 ARM(Advanced RISC Machine) 프로세스의 일종인 SA(StrongARM) 프로세스를 이용하여 독립형 지문인식시스템을 구현하였다.[1]

본 논문의 구성은 2장에서는 지문인식 기술에 대해 소개하고 3장에서는 지문인식 알고리즘을 바탕으로 지문인식 프로그램을 소개하고, 4장에서는 지문인식 신호처리보드의 설계 및 실험결과를 소개하였으며, 마지막으로 5장에서는 결론을 나타내었다.

II. 지문인식 기술

지문인식은 동일인의 확률이 1/40억 정도라고 한다. 즉, 지구상에 동일한 지문을 가진 사람이 없다고 말할 수가 있다. 따라서, 생체인식의 여러 분야 가운데서도 가장 오랫동안 이용돼 왔다. 지문인식 시스템은 사용자의 지문을 전자적으로 읽어 미리 입력된 데이터와 비교, 본인여부를 판

별하는 것으로 안전성과 편리성 면에서 그 기능이 뛰어나 미래형 보안장치로 평가되고 있다.

지문을 촬영하는 입력부의 경우 가장 보편화된 방식이 광학 스캐너 방식[2]이며 최근에는 CMOS 소자를 이용하는 반도체방식이 주목을 끌고 있다. 지문인식시스템은 일반적으로 지문돌기의 분기점(bifurcation), 단점(Ending point)등으로 구성되는 특징점의 위치와 특성을 추출, 저장, 비교하는 알고리즘을 채택하고 있다. 만약, 땀이나 물기가 스캐너에 배어있는 경우, 에러 발생률이 크게 높아진다는 점, 여러 사람이 연속적으로 접촉한 곳에 자신의 손가락을 댄다는 불쾌함, 지문이 닳아 없어진 사람도 간혹 있다는 점등이 지문인식 시스템의 한계로 지적되고 있다. 하지만 현재 생체인식방식 중에서 가장 탁월한 성능을 가지고 있어 생체인식분야에서 대표적인 방식으로 자리잡고 있다.

III. 지문인식 알고리즘

다음 그림 1은 본 논문에서 구성한 지문인식 알고리즘의 흐름도를 나타낸다.

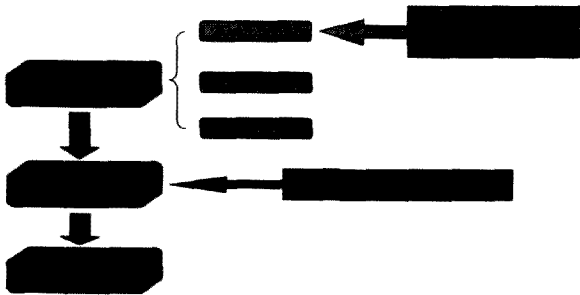


그림 1. 지문인식 알고리즘 전체 흐름도

그림 2는 입력된 지문이미지의 노이즈와 용선의 끊어짐, 용선의 겹침등의 오차를 보정하기 위해 두 단계의 필터처리를 거친 이미지를 나타낸다.



그림 2. 전처리 과정을 거친 지문이미지

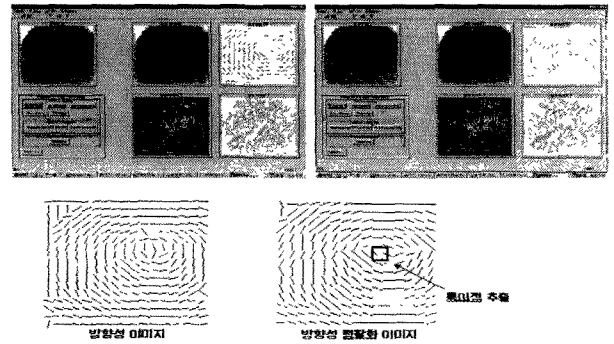


그림 3. 방향성 이미지 및 특징점 추출

그림 3은 지문이미지의 방향성과 방향성 평활화를 거친 이미지를 나타낸다. 방향성을 추출하기 위한 방법으로 Mehtre 방법, Ratha 방법, 창틀 마스크 방법, Sobel 연산자 방법등이 있는데, 본 논문에서는 시간 대 성능비가 우수한 Sobel 연산자 방법을 사용했다.[3][4] 지문의 방향성을 구하면 지문 품질이 좋은 영역에서는 실제 용선흐름과 일치하는 방향성이 생기는 반면에 지문 정보가 손상된 영역에서는 용선흐름과 무관한 방향성이 생기게 되는데, 이 때 이를 보정하기 위해 지문의 방향성 평활화를 수행했다.

그레이레벨에서 이미지 향상을 거친 이미지는 binary 이미지로 변환되어야 하는데 이때 히스토그램을 토대로 threshold값을 정해서 binary 이미지로 변환한다. 이때 가장 중요한 것이 임계값의 선택문제이다. 여기서는 지역적 임계값으로 전체 이미지를 분리(segmentation)했다. 지역적 임계값의 범위는 다음과 같다.

$$2^8 - \text{허용범위} \leq \text{임계값} \leq 2^8 + \text{허용범위}$$

본 논문에서 허용범위를 90으로 잡았을 때, 지문이미지의 이진화가 가장 잘 처리되었다.

Binary 이미지만으로 특징점을 추출하는 데는 어려움이 있다. 특징점을 구하기에 유리하도록 이진화된 이미지로부터 용선의 폭이 1픽셀인 이미지를 만드는 작업을 해준다. 세션화 작업후 지문 이미지는 용선의 골격만 남게되며, 특징점의 속성이 잘 나타나게 된다.

세션화된 지문이미지에서 신경회로망을 이용하여 특이점(Singular Point)을 추출하고 단점(Ending Point)과 분기점(bifurcation)으로 구성된 특징점(Minutiae)을 구한 뒤에 의사 특징점을 후처리과정을 통해 보정하게 된다.[5]

본 논문에서는 방향성이 추출된 영상에서 블록을 형성하여 각 블록에서의 방향성 특징들을 인공지능 기법의 한 분야인 신경회로망의 입력패턴으로 사용하여 특이점(singular point) 추출을 수행한다. 각 블록은 8*8의 영역으로 구성되고.

영역안의 각 방향성특징들은 신경회로망의 입력 벡터로 사용된다. 그리고 특이점 영역을 검색하여 특이점이 있는 영역은 1, 없는 영역은 0로 출력된다. 아래 표1을 보면 고립점(Isolated Point)와 교차점(Crossing Point)는 후처리과정을 통해 보정 되어야 할 의사 특징점에 해당한다.[6]

구성된 신경회로망은 입력층이 8*8*2의 128개의 node로 구성되어있고, 은닉층은 32개의 node로 구성되어있고, 출력층은 1개의 node로 구성되어있다. 신경회로망의 구조는 그림 4에 나타나 있다. 여러 가지 지문의 특이점의 방향성 특징 벡터 40개를 랜덤하게 추출하여 신경회로망의 학습 데이터로 사용하였다.

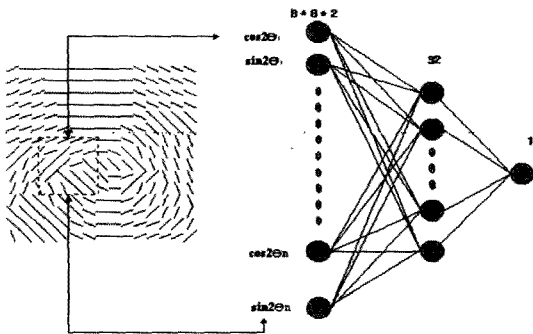


그림 4. 특이점 추출을 위한 신경회로망

표 1. 특징점

FE	속성
0	점(Isolated Point)
1	단점(Ending Point)
2	융선(Ridge Point)
3	분기점(Bifurcation Point)
4	교차점(Crossing Point)

특징점 추출 과정에 의해 처음으로 추출된 특징점에는 손상된 지문 이미지와 이미지 처리 오류에 의한 의사 특징점들이 포함되어 있다. 이러한 의사 특징점들은 후처리과정을 통해 제거 한다.

후처리과정을 거친 지문에서는 특이점(Singular Point)과 특징점(Minutiae Point)을 이용하여 매칭을 수행할 수 있다. 지문의 특이점과 특징점의 이용하여 매칭할 때 입력 지문과 저장된 지문 영상은 회전이나 평행 이동과 같은 변형이 일어난다. 여기에, Hough Transform 개념을

이용하여 지문영상의 회전과 평행 이동의 요소를 알아낸다.

- 1) 회전과 평행 요소를 적용, 특징점의 위치와 방향이 일치하는 특징점의 개수를 카운트 한다.
 - 2) 정합 점수를 이용하여 가장 높은 정합 점수를 가지는 저장된 지문이미지를 조회하여 입력 지문 영상과 매칭으로 간주함
- 정합점수 계산식은 아래와 같다.[7]

$$MS(r, s) = \frac{100 N_{paired}}{\max(N_s, N_r)}$$

N_{paired} 정합을 이룬 특징점 개수
 N_r 입력 지문의 특징점 개수
 N_s 저장된 지문의 특징점 개수

IV. 지문인식 보드의 설계 및 실험결과

본 논문에서 제안한 지문인식 모듈은 크게 2부분으로 구성되었다. 128×128픽셀 영상을 입력받는 센서부분과 입력받은 이미지를 처리하는 메인 부분으로 구성 되어있다.

본 논문에서의 구성한 지문인식 신호처리보드의 CPU는 최근 영상처리 시스템, 휴대폰, 셋톱박스, PDA등의 시스템의 핵심부품으로 사용되고 있는 ARM프로세스의 일종인 SA를 이용해서 구성했다.[8][9]

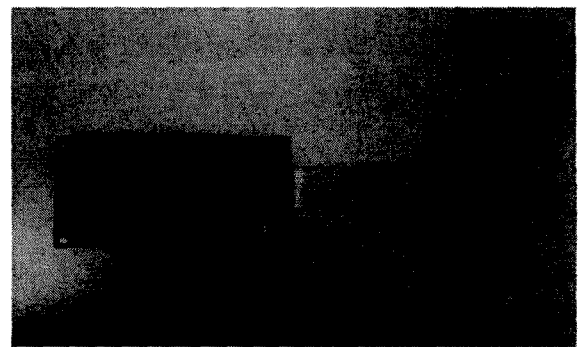


그림 5. 실제 설계한 지문인식 신호처리보드 모듈

PC상에서 구현한 지문인식 알고리즘을 바탕으로 본 논문에서 구성한 독립형 지문인식 신호처리보드에 적용하였다. 실험환경은 표 2와 같다.

표 2. 독립형 지문모듈의 실험환경

	시스템 구성
컨트롤 보드 프로세스	AT89C52
테스트 방법	Serial 통신
개발 툴	Keil C (Language)
재구성된 지문이미지 크기	128×128 픽셀

1) 테스트 방법

먼저, 지문인식 신호처리보드에 지문을 입력하여 컨트롤 보드와 serial 통신을 통해 데이터의 송/수신을 확인했다.통신 패킷은 총 7byte로 구성되어 있는데, 패킷 구성을 보면 다음 표 3과 같다.

표 3. 시리얼 통신 패킷 구성도

Command	Paral	Para2	ErrorCode	Checksum
1Byte	2Byte	2Byte	1Byte	1Byte

- ① Command : 독립형 지문인식 신호처리보드를 활성화 시키는 명령을 보내는데 사용한다.
- ② Paral : 데이터 전송에 사용한다.
- ③ Para2 : Param1의 추가 데이터가 있는 경우에 데이터 전송에 사용한다.
- ④ ErrorCode : 명령에 대한 독립형 지문인식 신호처리 보드의 실행결과를 나타내는데 사용한다.
- ⑤ Checksum : 통신 에러를 검출하는데 사용한다.

2) 통신 패킷 사용방법

- ① 모든 명령들은 컨트롤보드로부터 독립형 지문인식 신호처리 보드로 전송된다.
- ② 독립형 지문인식 신호처리보드는 명령패킷에서 같은 형식을 사용하여 승인된 각 명령으로부터 응답을 받는다. 명령패킷은 PC로부터 독립형 지문인식 신호처리보드에 보내진다. ACK Packet은 독립형 지문인식 신호 처리보드로 보내진다.
- ③ 독립형 지문인식 신호처리보드는 ACK의 에러코드 필드안의 명령의 결과를 보낸다. 만약 명령의 활성화가 에러없이 완전하다면, 에러코드는 '0'이다.

3) 다음 그림 6은 실험을 위해 구성된 컨트롤 보드와의 인터페이스를 나타낸 블록도이다.

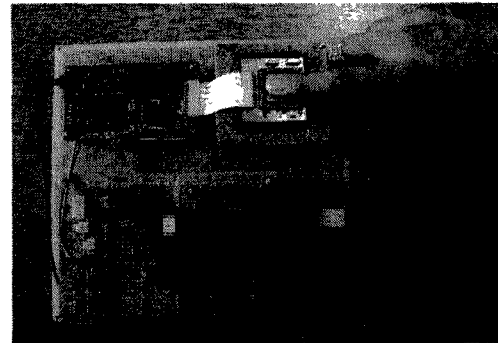


그림 6. 구성된 전체 보드

V. 결론

본 논문에서는 생체 인증 방식중의 하나인 지문인식에 인공지능 기법인 신경회로망을 이용하여 독립형 지문인식 신호처리보드를 설계,구성하였다. 지문인식 알고리즘과 독립형 지문인식 신호처리보드를 실험하기 위해 두 가지 방법으로 사용했다. 먼저, PC상의 알고리즘 실험과 다음으로 독립형 지문인식 신호처리보드와 컨트롤 보드와 Serial 통신을 통해 실험을 하였다. 컨트롤 보드와 Serial 통신을 통해 독립형 지문인식 신호처리보드에 대해 신뢰성을 실험한 결과 충분히 PC 없이 독립적으로 동작할 수 있음을 알 수 있었다.

VI. 참고문헌

- [1] <http://www.arm.com>, "ARM Architecture",
- [2] 김인기, "접촉발광소자를 이용한 지문인식에 관한 연구", 선문대 석사학위 논문, 1999.
- [3] B. M. Methre, "Segmentation of Fingerprint Images - A Composite Method", Pattern Recognition, Vol.22, No.4, pp.381-385, 1989.
- [4] 김 현, "RSTI불변 지문 특징량 추출 및 인식과 응용", 인하대 석사학위 논문, 1998.
- [5] 李柱尙, "A Study on the Fingerprint Recognition Method Direction using Neural Networks", 韓國海洋大學校 碩士學位論文, 2001
- [6] L.C.Jain, U.Halici, I.Hayashi, S.B.Lee, S.Tsutsui, "Intelligent Biometric Techniques in Fingerprint and Face Recognition", CRC Press
- [7] Joon-Ho Hang, "Design of Authentication Protocols using Biometrics and Implementation of Efficient Fingerprint Identification System", 포항공대 석사학위 논문, 2000.
- [8] AIJI System, "ARM7 Application Course", 2002.
- [9] <http://www.intel.com>,