

인공지능 지문인식보드를 이용한 개인정보조회시스템에 관한 연구

김재완* · 한경희**

*한국해양대학교 전자통신공학과, **양산대학 뷰티디자인학과

A Study on the Personal Information Certification System using Artificial Intelligence Fingerprint Recognition Board

Jae-Wan Kim · Kyung-Hee Han***

**Dept. of Electronics and Communications Engineering, Korea Maritime University, Busan 606-791
Korea*

***Dept. of Beauty Coordination, Yangsan College, Yangsan 626-740 Korea*

요 약 : 본 논문에서는 신경회로망 중 역전파 알고리즘 (Backpropagation)을 이용하여 중심점을 추출하여 특징점과 정합을 거친 후 각 개인의 정보조회 및 관리를 할 수 있는 개인정보조회 시스템에 관하여 논하고 있다. 지문의 영상을 센서로부터 입력 받아, 전처리와 후처리 과정을 거친 후, 각각의 지문에 대한 특징값을 구하고, 지문 영상을 분류 및 매칭할 수 있도록 하였다. 다음으로, 제시한 알고리즘을 바탕으로 PC(Personal Computer) 없이 독립적으로 사용할 수 있는 실시간 임베디드 지문 인식 시스템을 구현하였다. 실시간 임베디드 지문 인식 시스템 설계에 있어 크기와 기능면을 고려해 메인 모듈의 프로세서로 최근 신호 처리에 많이 사용되고 있는 DSP(Digital Signal Processor)를 사용하였으며, 지문을 입력 받기 위한 센서로는 반도체 지문 센서를 사용하였다. 메인 모듈과 센서를 가지고 간단한 디스플레이 및 통신 테스트를 위해 AVR(ATmega16L)를 사용해 컨트롤 보드를 제작하여 간단한 인식 테스트를 하였다. 그리고 시리얼 통신을 통하여 PC 에 개인정보를 보다 더 자세히 디스플레이 해주는 개인정보 조회프로그램을 MFC로 구성하였다.

핵심용어 : 지문인식 알고리즘, 신경망, DSP, AVR, 임베디드 시스템

ABSTRACT : *This paper extracted characteristic points(end points, divergent points) and the central point of fingerprints by applying the neural network algorithm. With the back-propagation algorithm of neural network algorithms, ambiguity of the central point was minimized and thus the central point was extracted. Centered on the central point, lengths between the central point and end points(and divergent points) were measured respectively. TI's DSP(TMS320VC5509) was used as the*

* glitter@bada.hhu.ac.kr 051)410-4907

** lynn@yangsan.ac.kr 055)370-8212

main board of the fingerprint recognition system, and ATMEL's AVR(ATmega16L) was used as the control board. MFC, which was chosen as personal information inquiry system, manages and displays detailed personal data on PC screen by connecting the fingerprint recognition system through serial communication. In the personal information inquiry system, data sources are made and registered at ODBC Data Sources manager before making programs.

KEY WORDS : fingerprint algorithm, DSP, AVR, embedded systems

1. 서론

본 논문에서는 생체인식 분야 중 간단하면서도 높은 인식률을 가진 지문을 이용하여 임베디드 지문인식시스템을 구현해 보았다. 지문의 특징점 추출과정에서는 단점, 분기점의 특징점 외에 추가로 신경망을 이용하여 중심점을 추출하여 중심점과 특징점들 사이의 데이터를 이용하여 정합을 한다. 중심점 추출과정에서는 중심점의 모호성을 최대한 줄이기 위해 역전과 알고리즘을 통해 학습하였으며 그 후 다시 우선순위를 두었다. 이러한 알고리즘을 통한 인증결과를 지문보드의 LCD에서 뿐만이 아니라, 보다 더 자세한 정보제공과 관리를 할 수 있도록 PC상의 개인정보 조회프로그램에서도 표시할 수 있는 시스템으로 구성하였다.

2. 지문인식 알고리즘

본 논문에서는 지문 입력 시 위치이동, 회전각변화 등을 고려하여 기존 방법이 아닌 중심점을 기준점으로 BP신경망을 적용하여 지문의 중심점을 신경망을 통하여 추출하였고 다시 단점과 분기점을 이용하여 중심점, 단점, 분기점을 특징점으로 사용하였다. Fig. 1은 전체 지문인식 알고리즘의 순서를 나타낸 것이다.

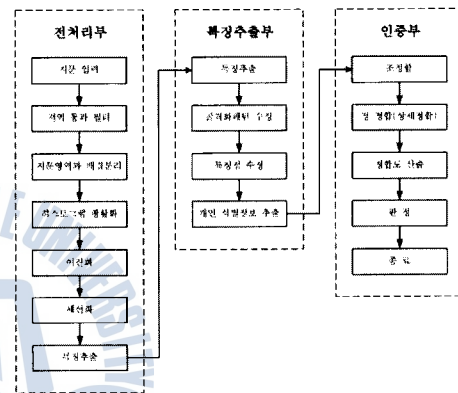


Fig. 1 System algorithm

2.1 전처리부

입력된 지문은 먼저 식 (1)[1][2]과 같은 고속 푸리에 변환(FFT)을 기본개념으로 하는 공간 주파수 영역의 버터워스 저주파필터를 통하여 잡음이 제거된다. Fig.2는 이러한 과정을 보여 준다.

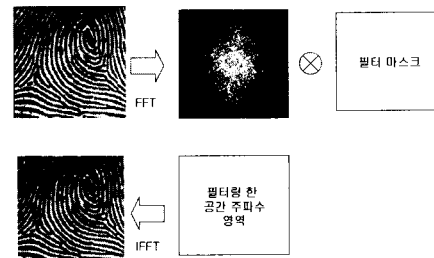


Fig. 2 Butterworth Low Pass Filter

$$H(u,v) = \frac{1}{1 + \left| \frac{D(u,v)}{D_0} \right|^{2n}}, D(u,v), \quad (1)$$

$$D(u,v) = \sqrt{(u^2 + v^2)}$$

그리고 전처리 과정에서는 지문영상의 좋은 품질을 구하기 위해 히스토그램 평활화, 이진화, 세션화 처리를 하게 된다[3].



Fig. 3 Histogram equalization

$$h(i) = Gmax/Nt H(i) \quad (2)$$

$H(i)$ 는 원시 입력영상의 누적 히스토그램이고 $h(i)$ 는 정규화된 히스토그램이다.



Fig. 4 Binarization and Thinning

2.2 특징 추출부

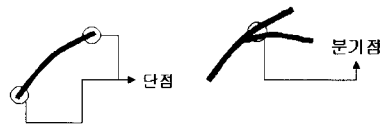


Fig. 5 Characteristic points

앞에서 제시한 전처리 과정을 거친 후 정합의 데이터로 쓰일 단점, 분기점과 같은 특징점들은 식(3)에 의해서 구해진다[4][5].

$$FE = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^8 |M(i) - M(i+1)| \quad (3)$$

식 (3)에서 M 은 마스크를 나타내고 식을 이용하면 $M(9) = M(1)$ 이다. 즉, 선을 이루는 화소의 값을 '1'로, 배경 화소의 값을 '0'으로 하고 화소의 값이 '1'인 중심점 S 를 기준으로 해서 마스크를 할 경우 점, 단점, 분기점은 각각 '0', '1', '3'의 FE(Feature Extraction) 값을 갖는다.

2.3 BP신경망에 쓰일 방향패턴 데이터 생성

교차수를 통한 단점, 분기점의 특징점을 구한 뒤 본 논문에서 제안한 BP신경망을 통하여 중심점을 추출한다. 중심점은 다소 주관적이며 모호성을 가지기 때문에 신경망을 통하여 학습을 한 뒤 다시 중심점의 패턴에 의한 방식과 지문 영상에서 좌표의 위치에 의하여 우선순위를 정하는 이러한 과정을 통하여 모호성을 최대한 줄임으로써 중심점의 신뢰성을 증가 시킨다. 이를 통하여 중심점을 기준으로 삼아 중심점과 특징점들 사이의 데이터를 이용하여 정합을 수행한다. 우선 BP신경망의 입력데이터로 방향각 정보를 이용하기 때문에 방향성분을 구한다. 방향성분을 구하는 마스크로는 5X5 크기의 픽셀단위 마스크를 이용하여 4가지 방향 중에서 어느 방향인가를 구한다.

$D(i-2, j-2)$		$D(i-2, j)$		$D(i-2, j+2)$
	$D(i-1, j-1)$	$D(i-1, j)$	$D(i-1, j+1)$	
$D(i, j-2)$	$D(i, j-1)$	$D(i, j)$	$D(i, j+1)$	$D(i, j+2)$
	$D(i+1, j-1)$	$D(i+1, j)$	$D(i+1, j+1)$	
$D(i+2, j-2)$		$D(i+2, j)$		$D(i+2, j+2)$

Fig. 6 Direction Mask of Pixel

$$\begin{aligned}
 &1\text{방향} \quad \sum_{x=-2}^2 P(i, j+x) \\
 &2\text{방향} \quad \sum_{x=-2}^2 P(i-x, j+x) \\
 &3\text{방향} \quad \sum_{x=-2}^2 P(i+x, j) \\
 &4\text{방향} \quad \sum_{x=-2}^2 P(i+x, j+x) \\
 P(i, j) &= \text{MAX}(\text{direction}1, 2, 3, 4) \quad (4)
 \end{aligned}$$

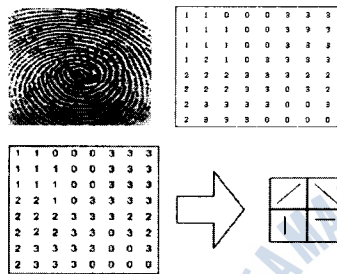


Fig. 7 An example of direction

식(4)의 1방향, 2방향, 3방향, 4방향의 식들을 이용해 최대값을 가지는 식으로 방향을 정한다[6][7].

2.4 BP를 이용한 중심점 추출

식(4)를 이용하여 방향성분을 구한 데이터는 중심점을 학습하기 위한 BP신경망의 입력 데이터로 쓰인다. Fig. 8은 BP신경망의 학습 방향과 원리를 나타낸 것이며 아래의 Fig. 9는 본 논문에서 적용한 중심점 추출과정을 나타낸 것이다.

$$W(t+1)_i = W(t)_i + 2\mu\xi_k X_{ki} \dots \quad (5)$$

$$W_{kj}^o(t+1) = W_{kj}^o(t) + \eta\delta_{pk}^o i_{pj} \quad (6)$$

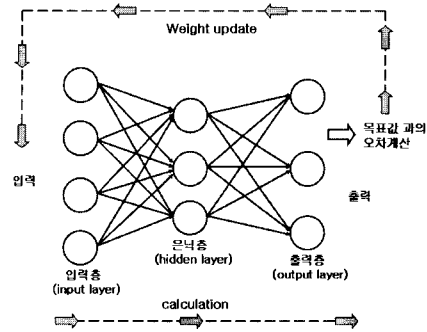


Fig. 8 Backpropagation algorithm

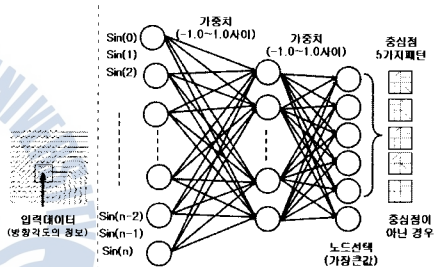


Fig. 9 Backpropagation for central point extraction

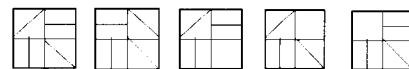


Fig. 10 Prioritized central point direction pattern

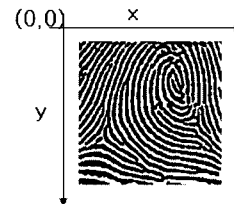


Fig. 11 Coordinate of fingerprint image

1. if $x_1=x_2, y_1<y_2$ then $point(x_1,y_1)$
2. if $x_1>x_2, y_1>y_2$ then $point(x_1,y_1)$
3. if $x_1<x_2, y_1\neq y_2$ then $point(x_1,y_1)$

앞에서 구한 방향각도는 BP신경망의 입력 데이터로 쓰이며 각각의 방향데이터는 sin, cos함수에 라디언(radian)값으로 표현된다. 입력층은 가로8, 세로8 크기의 마스크이므로 총 64개의 입력층을 가지며 출력층은 중심점 패턴 5개와 중심점이 아닌 경우를 1개로 하여 총 6개의 출력층을 가진다. 각각이 중심점은 그 종류에 따라 우선순위를 가지며 지문영상의 좌표에 따른 우선순위를 다시 한번 적용하여 최종적으로 나온 중심점을 정합의 기준점으로 삼는다.

2.5 지문의 매칭

정합에 있어서 가장 중요한 것은 어떤 기준점을 설정하느냐 인데 본 논문은 앞에서 신경회로망을 적용하여 지문의 코어 즉 중심점을 찾은 것을 이용하여 지문의 매칭을 하고자 한다. 기준점을 찾지 않고 특징점들 사이를 연결하여 망을 구성하여 인식하거나 또는 몇 개의 특징점들 사이의 거리나 사이각을 이용하는 이러한 기준점을 배제한 특징점의 개수나 종류만으로 위치를 추적하기는 입력 시 각도나 위치변화에 있어 정확하게 정합한다는 보장을 하지 못한다.



Fig. 12 Confirm method(Central, End, Divergent)

본 논문에서는 두 단계의 정합방법을 채택하였다. 특징점으로 쓰인 단점과 분기점에 대하여 각각 따로 중심점에 대한 거리를 이용하여 정합을 하여 신뢰성을 높였다. 그리고 단점과 분기점을 하나의 특징점으로 같이 취급하지 않고 단점과 분기점을 다른 특징점으로 인식하여 중심점과 단점, 중심점과 분기점과 같은 형태로 정합을 하게 된다.

3. 시스템의 구성

3.1 지문인식 시스템

지문인식 시스템의 전체 구성은 메인모듈과 제어모듈로 되어있으며 센서로부터 입력된 지문영상은 메인모듈에서 제시한 알고리즘을 바탕으로 인증을 한다. 제어모듈에서는 LCD, 키패드, 그리고 개인정보 조회프로그램과의 시리얼 통신을 하며, 인증된 결과는 PC에서도 개인의 정보를 표시할 수 있다.

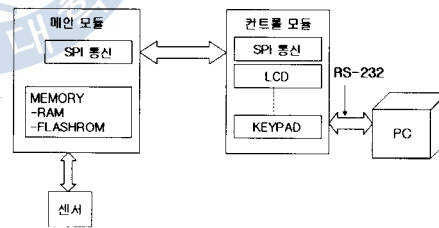


Fig. 13 Fingerprint system hardware construction

Table 1 System construction

지문인식 모듈	TMS320VC5509
지문 센서	반도체 센서
제어부 모듈	ATmega16L
개인정보 조회 프로그램	Visual C++
LCD	16x2
키패드	4x4

3.2 개인정보 조회 프로그램

프로그램은 기본적으로 COM1, COM2를 초기에 9600BPS, Data 8Bit, Stop 1Bit, No Parity로 초기화 하면서 실행된다. 또한 이 프로그램은 hexa 통신 처리를 한다. 통신설정용 멤버변수들을 선언해 Port 설정, 보오레이트 설정, Parity bit 설정, 플로우 설정 등을 추가 하였다. 이렇게 설정함으로써 포트나 보오레이트 설정값들을 선택함으로써 다른 시스템에도 활용이 가능하도록 하였다. PC에서 시리얼 통신을 하기 위해서는 특정 레지스터에 값을 쓰면 송신이 되는 마이컴과는 달리 따로 포트를 열고, 그 외의 값들을 설정 해주어야 한다.

45 78025-xxxx	김기연	회사	010-942-9423	부산광역시 남구 A	진오전 대(대)
46 78025-xxxx	김영준	회사	02-453-3042	부산광역시 동구 A	진오전 대(대)
50 78025-xxxx	김영준	회사	010-7000-xxxx	부산광역시 남구 A	진오전 대(대)

Fig. 14 Personal information Record set



Fig. 15 Personal information Program

각각의 개인정보들은 데이터베이스를 사용하여 레코드로 저장한다. ODBC를 사용하여 먼저 데이터 소스를 만들고 이것을 ODBC데이터 원본관리자에 등록한다. 각 개인의 정보는 하나의 레코드로 구성되어 있으며 레코드의 필드는 기본적으로 번호와 함께 이름, 주민번호, 직업, 전화번호, 주소, 혈액형, 그리고 사진으로 구성되어 있다. 개인정보 조회프로그램의 레코드셋은 Fig. 14와 같고 PC에 나타나는 기

본화면은 Fig. 15와 같다.

4. 실험 및 결과

모두 50개의 지문 영상을 입력받아 지문 데이터를 비교 실험하였다. 총 10명에 대한 지문 영상 50개에 대하여 한사람의 지문 영상 1개를 가지고 타인의 지문 영상 45개를 비교실험한 FAR 결과와 자신의 지문 영상 5개중 임의의 1개의 기준 지문 영상을 자신의 나머지 4개의 영상을 가지고 비교 실험한 FRR 결과를 중심점, 단점, 분기점과 임계값에 대해서 실험하였다. 실험은 '중심점과 단점', '중심점과 분기점', '중심점과 단점, 분기점' 과 같이 실험을 하였으며 정합임계값(TH) 기준에 따라 값의 변화에 따른 FAR, FRR의 변화도 실험해 보았다. 정합 임계값의 변화는 65, 70, 75, 80, 85으로 주어 임계값 TH의 변화에 따라 결과의 변화를 실험하였다. 그 실험의 결과는 각각 Table 2와 Table 3과 같고 중심점과 특징점 정합의 경우에는 임계값을 80으로 기준하여 실험하였다. Table 3에서의 경우는 임계값을 차례대로 높여서 실험한 결과이다.

Table 2 Result based on central point

경우	FAR	FRR
중심점과 단점	0.5	3.0
중심점과 분기점	3.5	1.5
중심점과 단점, 분기점	0.1	4.5

Table 3 Result based on critical value

임계값 TH	FAR	FRR
65	4.5	0.8
70	3.0	1.5
75	1.6	2.5
80	0.1	4.5
85	0	6.5

여기서의 모든 실험은 ‘중심점과 단점, 분기점’을 사용하고 임계값을 변화하여 FAR-FRR을 실험 하였는데 임계값을 낮추면 본인 FRR이 낮아지지만, 시스템 보안에 필요한 FAR이 상대적으로 높다. 그리고 임계값을 85까지 높이면 FAR이 0이 됨을 알 수가 있지만 높은 FRR로 인하여 사용에 불편이 있다. 따라서 중심점과 단점, 분기점을 사용하고 임계값을 적정선 80으로 맞추어 실행한 결과 개인인증과 개인정보의 PC 디스플레이면에서 가장 최적의 결과가 나왔다.

5. 결 론

본 논문에서는 생체인식기술중 하나인 지문을 이용하여 보다 더 안전하고 신뢰할 수 있는 사용자 인증방법을 구현하였다. 이를 바탕으로 신경망을 적용하여 임베디드 지문인식 시스템을 구현하였고, SPI 통신을 이용하여 제어보드에서 컨트롤을 한다. 그리고 PC에서 인증결과와 개인의 정보를 나타내는 개인정보 조회 프로그램을 구현하였다. 제안한 알고리즘을 사용하여 임계값=80, FAR=0.1, FRR=4.5로 하여 시스템의 성능을 최적화 하였고 이를 바탕으로 하여 얻어진 결과값을 가지고 개인정보 조회시스템을 수행한 결과 각 개인의 정확한 정보가 PC에 나타났다. 신경망의 특징을 이용하여 기존과 다른 매칭 알고리즘을 구현 하였고 또한 지문 중심점의 모호성을 크게 줄였다. 이번 연구를 바탕으로 앞으로는 더욱 다양한 개발이 가능하며, 신경망을 이용하여 지문뿐만이 아니라 음성, 손 모양, 얼굴인식과 같이 둘 이상의 생체 정보나 생체인식 기술을 조합한 다중생체 인식 시스템을 연구하고자 한다.

참 고 문 헌

[1] D. H. Ballard, "Generalized Hough

transform to detect arbitrary patterns", IEEE Trans. Pattern Anal. Machine Intell, vol.PAMI-3, no.2, pp.111-122, Feb. 1981

[2] Morris, R. and Thomson, K. "Password Security : A Case History". Comm ACM vol.22, no.11, pp.121-127, 1979.

[3] H. C Lee and R. E. Gaensslen, Advances in Fingerprint Technology, Elsevier, pp.56-87, 1991.

[4] R. Brunelli and D. Falavigna, "Personal Identification Using Multiple Cues", IEEE Trans. Pattern Analysis and Machine Intelligence, vol.17, no.10, pp.995-966, Oct. 1995.

[5] Holems, -J. P. "Available hardware for automated entry control", ANS winter meeting, pp.11-16, Nov.1990.

[6] Brief History of Fingerprint Identification, Los Angeles Police Department. pp.76-90, 1997.

[7] H. C. Lee and R. E. Gaensslen, Advances in Fingerprint Technology, New York : Elsevier, pp.76-89, 1991.

원고접수일 : 2006년 12월 18일

원고채택일 : 2007년 1월 19일

