

사용자 인증을 위한 서명기반의 경량화된 특징추출기법

문현이, 김애영, 이상호
이화여자대학교 컴퓨터공학과
e-mail:{hyunyi02, kay}@ewhain.net, shlee@ewha.ac.kr

A Simple Feature Extraction Method for user Authentication based on Signature

Hyun-Yi Moon, Ae-Young Kim, Sang-Ho Lee
Dept of Computer Science and Engineering, Ewha Womans University

요 약

본 논문에서는 신용카드 결제시스템에서 실시간으로 본인인증을 할 수 있는 빠르고 간단한 특징추출 기법을 제안한다. 제안하는 기법은 흑백 구분이 명확한 서명 이미지의 특성에 기반하여 이진화에 필요한 임계값을 미리 설정하고, 서명의 특징점을 6가지로 분류하여 추출하였다. 또한, 실험을 통해 이 방법이 적은 계산량과 빠른 처리속도를 보인다는 것을 확인하였다.

1. 서론

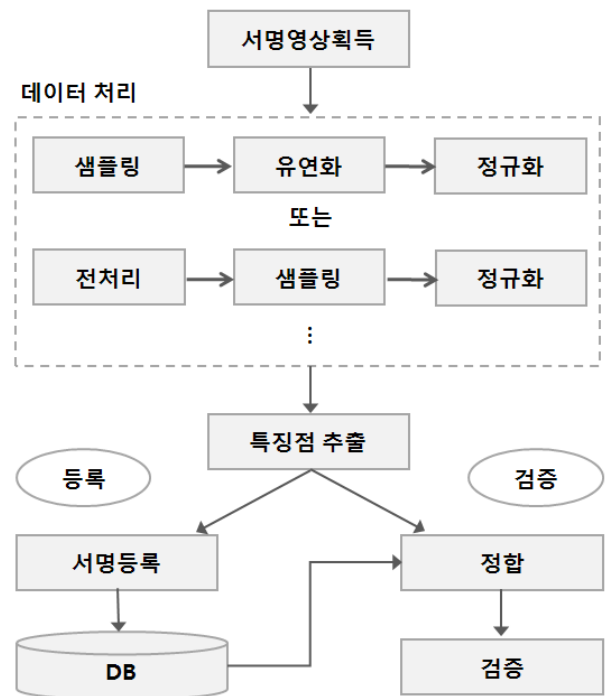
저렴하고 간편한 생체인증 방법인 서명은 모바일 및 유비쿼터스 컴퓨팅 기반의 상거래, PDA나 노트북과 같은 휴대용 기기 내의 데이터나 프로그램 보호 등에 간단한 보안장치로서 유용하게 적용된다.

특히 서명은 신용카드나 모바일 카드 기반의 결제시스템에서 카드 소유자가 본인임을 증명하기 위한 필수 사항이다. 그러나 이 과정은 실시간 검증 보다는 추후 문제 발생시 법정에서의 사후 확인용으로 사용되는 소극적인 역할만을 제공한다. 따라서 카드 소유자의 좀 더 적극적인 인증을 위하여 두 서명에 대한 실시간 검증이 가능한 최소한의 인증기능이 필요하다. 하지만 기존의 서명인식 방법은 서명보다 훨씬 고차원인 다른 생체정보의 이미지 처리단계를 그대로 포함하고 있어서 처리단계가 많고 계산량이 상당히 크다. 따라서, 본 논문에서는 최소한의 카드 사용자 인증을 위한 간단하고 계산량이 적은 특징추출기법을 제안한다.

2. 서명인식

일반적인 서명인식은 등록단계와 검증단계로 나뉘며 그 흐름은 (그림 1)과 같다. 등록단계는 입력받은 서명 이미지에 대해 특징을 추출하여 데이터베이스에 저장한다. 검증단계에서는 입력된 서명 이미지를 저장된 참조서명과 비교·검증한다[1].

서명이미지의 획득단계에서 얻을 수 있는 기본적인 정보로는 서명의 좌표 값 (x, y), 서명하는 과정의 속도, 서명의 소요 시간, 펜의 압력 정보 등이 있다. 이 정보들로부터 특징을 추출하는 방법에는 서명의 전반적인 모양을



(그림 1) 서명인식 흐름도

이용하는 전역적 방법, 통계적인 방법, 기하학·위상 기반의 방법이 있다[2]. 또한, 참조서명과 입력서명의 비교 방식에 따라 특징추출방법은 전역적 비교방법, 점대점 비교방법, 분절단위 비교방법 등으로 구분된다[3].

그러나 이 방법들은 서명시의 속도, 좌표 추출, 정합시의 임계값 설정 등의 계산량이 상당히 커서 시간과 비용이 많이 들기 때문에 서명이라는 저비용 아이템에는 적

합하지 않다. 더욱이 유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서는 저렴하고 소형화된 센서에서의 빠른 처리를 요구함에 따라 계산량이 많지 않은 저가의 시스템을 필요로 한다. 이러한 시스템에 고비용의 장비가 더해지거나 많은 계산을 필요로 하는 시스템의 포팅은 속도나 비용 면에서 비효율적이다. 따라서, 본 논문에서는 실시간으로 간단히 본인 인증이 가능한 낮은 계산량과 저비용의 기법을 제안한다.

3. 인증기법에 적합한 서명의 간편한 특징점 추출 기법의 설계

1) 특징점의 분류

특징점은 (그림 3)와 같이 6가지로 분류한다. (그림 3)의 (a)는 서명의 끝점, (b)는 꺾어지는 점, (c)는 이어지는 선, (d)는 갈라지는 부분, (e)는 획이 교차한 부분, (f)는 단점이다.

$$cn(P) = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^8 |val(P_{i \bmod 8}) - val(P_{i-1})| \quad (1)$$

이러한 특징점들은 각 픽셀의 교차수를 식 (1)에 의한 결과값을 이용해서 분류된다[4].

P_0	P_1	P_2
P_7	P	P_3
P_6	P_5	P_4

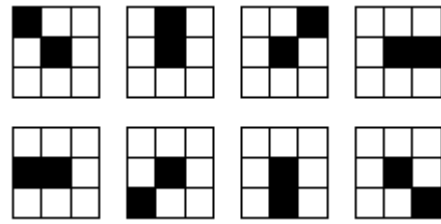
(그림 2) 각 픽셀의 구성

식 (1)의 계산을 위한 기본 단위는 서명 이미지의 각 픽셀에 대한 3×3 크기의 블록이다. 중심 픽셀 P 와 주변 픽셀을 (그림 2)와 같이 명명하고, 이 중심 픽셀 P 에 대해 식 (1)을 계산한다. 식 (1)에서 val 함수의 값은 1 또는 0으로 이진화된 각 픽셀의 값을 의미한다. 이에 따라 분류된 특징점의 $cn(P)$ 의 결과는 (a) $cn(P)=1$, (b) $cn(P)=2$, (c) $cn(P)=2$, (d) $cn(P)=3$, (e) $cn(P)=4$, (f) $cn(P)=0$ 이다. 단, $cn(P)$ 의 값이 동일한 (b)와 (c)의 경우에는 별도로 주변 픽셀의 차이 값을 계산하여 이차 분류한다.

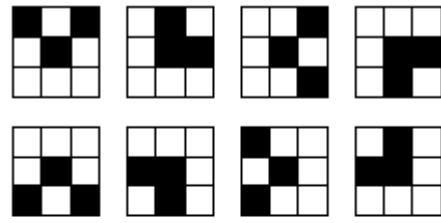
2) 제안하는 경량화된 특징점추출기법

제안한 특징추출기법의 서명인식의 흐름은 (그림 1)의 데이터처리 단계를 (그림 4)와 같이 수정·보완하였다. 흑백의 차이가 분명한 서명의 특성에 의한 임계값을 이용하여 획득한 이미지를 이진화·세션화한 후 특징점을 추출한다.

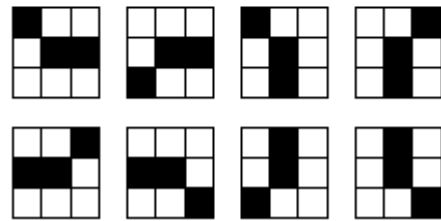
위의 특징점 추출기법의 흐름을 (그림 5)의 서명이미지를 이용하여 설명하면 다음과 같다.



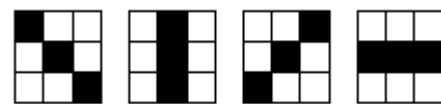
(a) $cn(P) = 1$



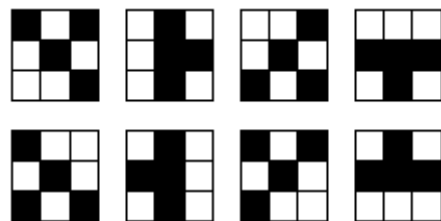
(b) $cn(P) = 2$



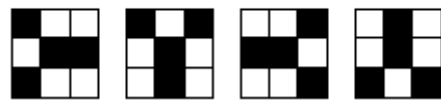
(c) $cn(P) = 2$



(d) $cn(P) = 3$



(d) $cn(P) = 3$



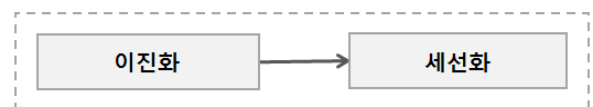
(d) $cn(P) = 3$



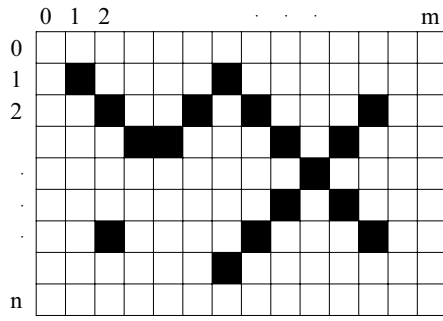
(e) $cn(P) = 4$

(f) $cn(P) = 0$

(그림 3) 특징점의 분류



(그림 4) 제안한 특징점 추출기법 기반의 데이터처리 단계



(그림 5) 세션화된 서명의 예

- 단계1 : 가로축 $m+1$, 세로축 $n+1$ 개의 픽셀로 구성된 서명 이미지를 획득한다.
- 단계2 : 흑백의 중간 값인 128를 임계값으로 하여 이진화한다.
1. $threshold = 128$
 2. $i = 0, j = 0$
 3. while $i = n, j = m$
 4. if $p(i, j) > threshold$
 5. $p(i, j) = 1$
 6. else $p(i, j) = 0$
 7. end /* while */
- 단계3 : 불필요한 픽셀을 제거하기 위해 세션화한다.
- 단계4 : 세션화된 영상의 좌표값 (1, 1)을 시작점으로 해서 값이 1인 픽셀을 찾는다.
- 단계5 : 각각의 픽셀은 주변 픽셀을 포함한 3×3 의 블록을 기본 단위로 하여 $cn(P)$ 를 계산한다.
- 단계6 : 특징점 분류기준과 비교하여 각각 발생된 패턴의 수를 센다.
- 단계7 : 왼쪽에서 오른쪽, 위쪽에서 아래쪽으로 각 픽셀을 확인하여 좌표 값 $(n-1, m-1)$ 까지 단계4와 단계5, 단계6을 반복한다.

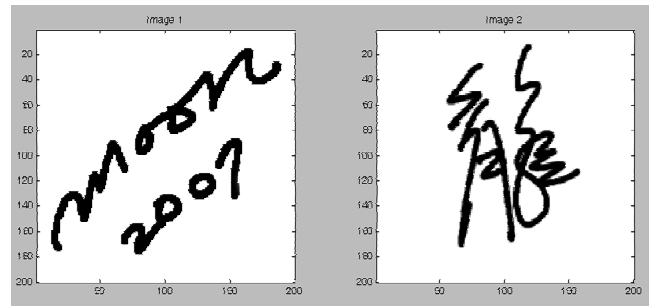
위의 흐름을 (그림 5)에 적용한 예는 <표 1>과 같다.

<표 1> (그림 5)의 특징점 개수의 예

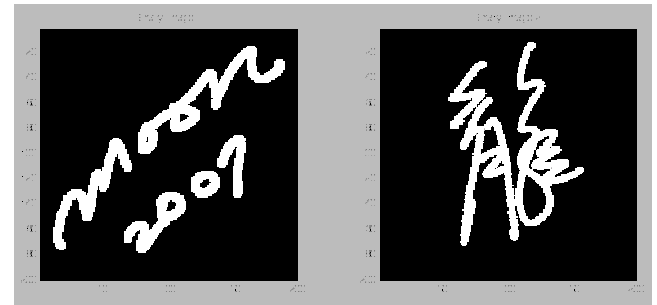
특징점의 분류	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)
특징점의 개수	4	3	8	0	1	1

4. 실험 결과 및 분석

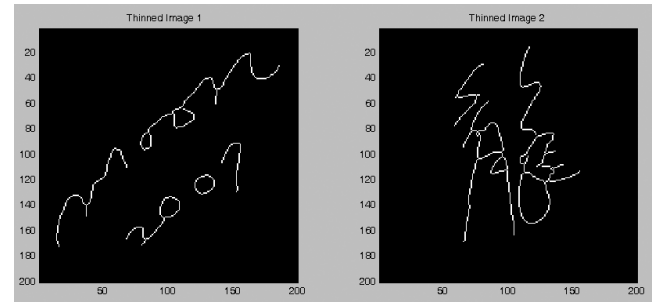
(그림 6)의 (a)는 Wacom사의 타블렛 Graphire3로부터 획득한 서명이미지이고, (b)는 서명이미지를 이진화한 이미지이며, (c)는 (b)의 이미지를 세션화한 후 얻은 이미지이다.



(a)



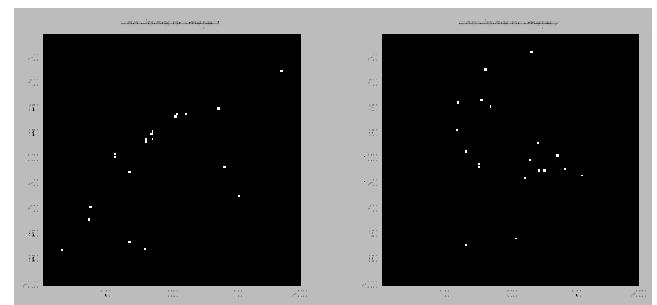
(b)



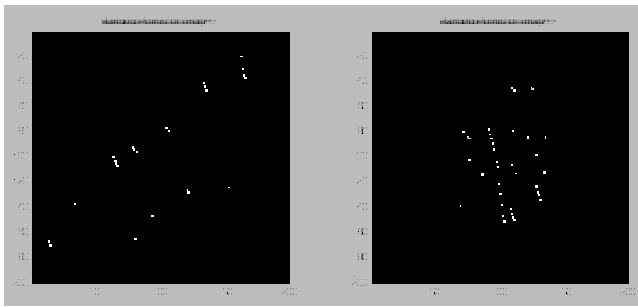
(c)

(그림 6) (a) 서명이미지 (b) 이진화한 결과 (c) 세션화한 결과

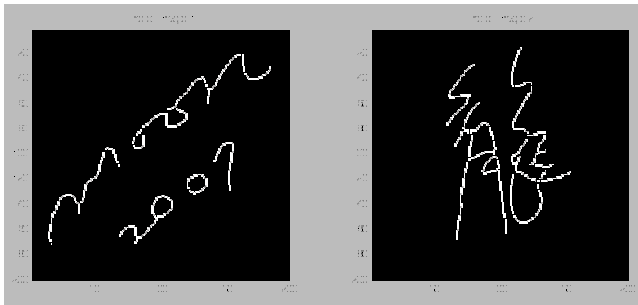
(그림 7)은 (그림 6)에서 얻은 세션화한 이미지를 특징점 분류기준에 따라 나누어 본 결과이다. 세션화한 이미지를 이용하여 특징점을 분류하였기 때문에 원이미지에서 보이는 특징들과는 다른 결과를 도출해내기도 한다. (a)는 끝점, (b)는 꺾어지는 점, (c)는 이어지는 선, (d)는 갈라지는 부분의 위치를 나타낸다.



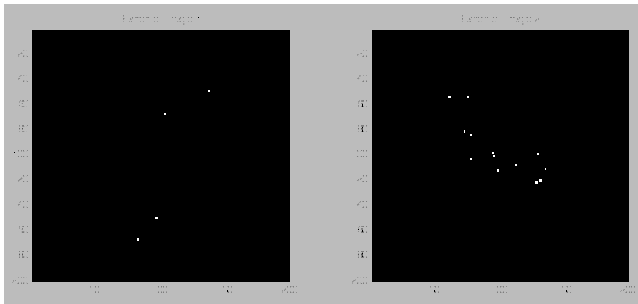
(a)



(b)



(c)



(d)

(그림 7) 세션화한 이미지에 대한 특징점 분류 결과

실험을 통해 얻은 특징점의 개수와 전체 특징점의 개수 대비 백분율은 <표 2>와 같다.

<표 2> (그림 6)의 서명에 대한 특징점 분류 결과

분류 개수	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)	전체 개수
image 1	20 (3.75)	24 (4.50)	485 (90.99)	4 (0.75)	0 (0.00)	0 (0.00)	533 (100)
image 2	19 (2.86)	37 (5.56)	595 (89.47)	13 (1.95)	1 (0.15)	0 (0.00)	665 (100)

제안한 특징추출기법의 장점은 다음과 같다.

- 추출단계축소
단계를 축소하여 빠른 데이터 처리가 가능하다.
- 계산량 감소
서명특성을 살린 임계값 설정으로 계산량이 낮다.
- 다양한 문자처리
한자와 같이 x, y 좌표 값의 변화가 작은 서명에 대해서도 적용이 가능하다.

5. 결론

본 논문은 서명획득시 서명이미지의 흑백 구분이 명확함을 이용하여 미리 정해진 임계값과 6가지로 분류한 특징점을 이용하여 적은 계산량으로 간편하게 본인인증을 할 수 있는 서명인식을 제안하였다.

추후, 제안한 특징 추출 방식을 확장해서 분류된 특징점 각각에 식별자를 적용하여 실험을 하고, 추출한 특징점을 여러 암호시스템에 적용하여 인증프로토콜을 구성해 볼 필요가 있다.

참고문헌

- [1] A.K. Jain, F.D. Griess and S.D. Connell, "On-line signature verification," *Pattern Recognition*, vol.35, no.12, pp.2963 - 2972, 2002.
- [2] I. Pavlidis, R. Mavuduru and N. Papanikolopoulos, "Off-line Recognition of Signatures Using Revolving Active Deformable Models", in *Proc. IEEE International Conference on Humans, Information and Technology*, Vol.1, pp.771-776, 1994.
- [3] T.H. Rhee, S.J. Cho and J.H. Kim, "On-Line Signature Verification Using Model-Guided Segmentation and Discriminative Feature Selection for Skilled Forgeries," in *Proc. International Conference on Document Analysis and Recognition*, 645-649, 2001.
- [4] D. Maltoni, D. Mario, A. Jain and S. Prabhakar, *Handbook of Fingerprint Recognition*, Springer, 2003.