

사용자 인증 보안을 위한 온라인 서명검증시스템

김진환*

요약

컴퓨터와 유·무선 인터넷이 확산되어 더욱 보안의 중요성이 요구되면서 살아있는 개별 인간의 신체 일부를 이용한 생체인증 보안기술이 핫 이슈로 회자되고 있다. 지문인증, 얼굴인증, 홍채인증, 정맥인증, DNA 인증, 뇌파인증, 손금/손모양인증, 음성인증, 서명인증 등 많은 생체인식기술들은 이미 수십 년 전부터 연구되었고, 과거 한때 상품화도 되었으나 시대의 요구에 부응하지 못하고 사라졌지만, 최근 들어서는 더욱 활발한 연구가 진행되고 있고 다양한 영역에서 상용화가 된 상태이다. 본 서명인증 보안기술은 전자펜(혹은 마우스)으로 입력된 개인의 동적인 서명을 이용하는 것으로써, 쓰는 모양, 쓰는 속도, 필체의 각도, 획수, 획순서, 펜DOWN/UP 정보 등의 여러 가지 정보를 비교·분석하여 진서명인지 모조서명인지를 실시간으로 검증하는 것이다. 경제성, 보안성, 활용성, 안정성, 편의성 등의 여러 가지 관점에서 볼 때, 앞으로 널리 확산될 전망이다. 본 논문에서는 지난 10여 년간 직접 연구 개발하여 2000년 8월에 교수실험실창업으로 사업화한 서명기술의 개요와 응용/구축사례를 소개하고자 한다.

1. 서론

컴퓨터 보급이 확대되면서 대부분의 업무들이 컴퓨터를 이용하여 처리되고 있는데 이에 따른 컴퓨터 범죄가 나날이 증가되고 있다. 지금까지 보안(security)에 관한 많은 연구가 진행되어 왔고 그 관심이 고조되고 있으며 국가, 기업은 물론 개인도 질 높은 정보를 축적하기 위하여 막대한 자금과 공을 들여 정보를 수집, 분석, 가공하기 위해 전력을 기울이고 있는데 이러한 정보의 보안을 위하여 사람의 신체적 특징을 인증, 보안에 이용하는 생체인식 보안시스템 개발이 크게 활기를 띠고 있다.

지금까지는 개인 식별을 위해 도장, 비밀번호를 주로 이용하였고, 요즘은 지문, 손금, 정맥, 서명, 음성 인식 등을 이용하여 편의성이나 보안성을 강화하고자 하는 연구가 활발히 진행되고 있다.

본 연구에서는 전자펜(혹은 마우스)으로 입력된 개인의 서명을 실시간으로 검증하는 것으로, 서명의 모양을 인식/검증하는 단순한 수준이 아니라, 서명을 쓰는 속도, 필체 각도 등의 정보를 비교/분석하여 진서명인지 모조서명인지를 검증하는 것이다. 이 기술을 이용하여 컴퓨터 파일 및 Server 보안, 전

자상거래, 은행거래 등에서 필요한 보안유지나 건물 출입 제한을 위한 자격확인 등 각종 컴퓨터 범죄에 대처하고자 하는 것이다.

II. 온라인 서명검증시스템

서명인증시스템이란 사람이 쓴 서명의 진위여부를 판별하는 시스템이다. 이때 시스템에 서명을 입력하는 방법은 두 가지가 있다. 첫째는 오프라인(off-line) 방식으로 종이에 쓴 서명을 디지털 카메라나 스캐너를 통해 입력하는 방식이고, 둘째는 온라인(on-line) 방식으로 마우스(mouse), 태블릿(tablet) 혹은 디지털타이저(digitizer)라는 입력장치와 전자펜을 이용하여 서명자가 쓰는 동안 실시간으로 데이터를 얻어 시스템에 입력하는 방식이다. 오프라인 방식은 서명의 형태적인 정보만을 사용하게 되기 때문에, 동적인 정보(필기순서, 시간적인 정보, 압력정보 등)까지 얻을 수 있는 온라인 방식에 비해 진서명(true signature)과 모조서명(forgery signature)의 분별력이 떨어지고, 화상처리(image processing)를 해야하므로 처리속도도 느리고 비용이 많이 드는 단점이 있어서 주로 온라인 서명인증기술이 활용되고 있다.

* 성심외국어대학 정보통신학부(kjw@sungsim.ac.kr)

온라인 서명인증시스템은 진서명의 변화폭을 줄여 주고 비교과정에 입력할 특징을 추출하는 전처리과정, 서명을 입력받아 기준서명과 보안수준 값을 만들어 주는 등록과정, 두 서명의 특징을 입력받아 두 서명의 유사도를 계산해 주는 비교과정, 보안수준 값과 유사도를 이용하여 진서명인지 모조서명인지를 판단하는 인증과정으로 나누어진다.

본 서명인증시스템의 특징은 다음과 같다.

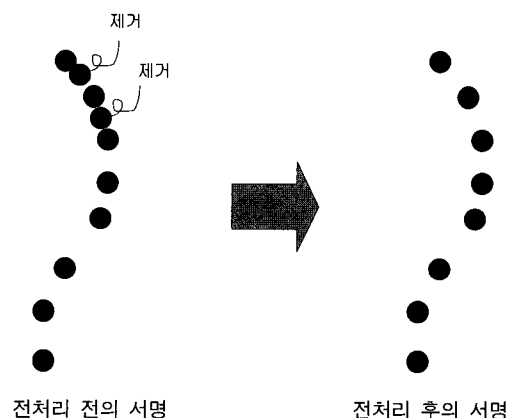
- ① 에러율(본인거부율, 타인수락률)이 낮다. 본 시스템에서는 전형적인 뛰어난 패턴매칭 기술로 잘 알려져 있는 DTW (Dynamic Time Warping) 방법을 본 서명시스템에 적합하도록 수정하여 적용함으로써 비교 유사도에 대한 신뢰도가 높으면서 처리속도가 빠른 알고리즘을 개발하였다.
- ② 사용자의 편의성이다. 필기는 사용상에 거부감이 없어 자연스러우며, 또한 일반사람들이 쉽게 사용할 수 있도록 사용자 인터페이스를 신중히 고려하였다.
- ③ 서명 DB 크기가 작다. 본 시스템은 1인당 3번의 서명에 대하여 평균 100Byte - 500Byte 정도로 아주 작은 크기이며, 이것은 1000만명에 대해 1GByte - 5GByte의 용량이 필요함을 의미한다.
- ④ 인식을 위한 처리속도는 빨라야 한다. DTW 방식은 두 패턴의 유사도를 측정하기 위한 방법으로서 뛰어나지만 계산량이 많아서 처리속도가 떨어지는 단점이 있는데 본 시스템에서는 서명 데이터를 압축하고, 자료구조를 잘 설계함으로써 처리시간에 거의 구애받지 않도록 구현되어 0.01초 이하로 처리가 가능하다.
- ⑤ 보안성이 뛰어나야 한다. 사용자의 서명 숙련도에 맞는 보안등급을 서명 시스템에서 피드백 해줌으로써 7단계의 보안등급을 사용자가 설정할 수 있도록 설계하였다.
- ⑥ 서명엔진의 크기가 작다. Win9x용은 32KB, PDA용은 8KB, JAVA용은 6KB에 불과하여, 아주 작은 소형기기에 적용 가능하다.
- ⑦ 입력 장치에 대한 독립성이 강하여(마우스로도 사용 가능함) 광범위한 영역에 적용 가능하다. 즉, PC 보안, 출입통제와 같은 stand alone 방식뿐만 아니라 인터넷을 통하여 처리하는 네

- 트워크 보안에도 무리없이 적용 가능하다.
- ⑧ 필요시에는 비밀번호를 바꾸듯이 서명을 변경하여 사용할 수 있다.
 - ⑨ 동적인 정보의 사용으로 해킹이 매우 어렵다.
 - ⑩ 기후, 온도, 신체변화 등 외부 환경변화나 Noise에 따르는 오동작의 가능성이 낮다.
 - ⑪ PDA, Webpad 같은 장치를 사용할 경우, 입력장치에 대한 경비부담 없이 소프트웨어만으로 처리가 가능하여 경제적이다.

1. 전처리 과정

서명은 나라, 나이, 시간, 습관에 따라 달라지고, 심리적, 육체적 상태에 따라 많은 변화를 보이고 있다. 전처리부는 이러한 서명의 변화를 줄여주는 과정으로 잡음제거과정(noise reduction process), 샘플링과정(sampling process)등으로 이루어진다.

- 잡음제거과정은 서명을 입력할 때 표면의 미끄러움, 서명자의 손 떨림 등으로 인하여 생기는 잡음을 제거하거나 줄이는 과정이다.
- 샘플링과정은 서명 입력으로부터 들어온 좌표점이 너무 많은 경우, [그림 1]과 같이 이를 일정한 개수마다 하나씩만 취함으로써 좌표점 수를 줄여 비교부에서의 처리 속도를 향상시키는 과정이다.



(그림 1) 전처리 전·후의 서명데이터

2. 특징점 추출 과정

아래에서는 온라인 서명인증시스템을 만들 때 사

용 가능한 특징점을 소개하고 있는데, 이러한 특징점들을 잘 조합하여 사용하고 비교부에서 유사도를 계산하는 좋은 방법을 찾는 것이 무엇보다 중요하다고 볼 수 있다. 서명인증을 위하여 가장 좋은 특징점은 진서명의 변화 폭을 줄여 주고, 모조서명과의 분별력을 크게 해 주는 것이며, 여러개의 특징점을 사용할 경우, 적절한 가중치를 부여하는 것 또한 중요하다고 볼 수 있다.

(사용 가능한 특징점)

- ① 속도, 속력, 가속도, 압력 정보
- ② 좌표점들의 모양, 두 점 사이의 방향, 기울기
- ③ 서명의 크기에 대한 정규화(normalization)을 하지 않고 처리함으로써 서명의 크기에서 차이가 많이 나면 모조서명으로 판단.
- ④ pen down 성분의 좌표점 개수
- ⑤ pen up 성분의 좌표점 개수
- ⑥ 교차점의 개수
- ⑦ 서명을 쓰는데 걸린 전체 시간
- ⑧ 각 획 사이의 pen up 시간
- ⑨ 각 획 사이의 pen down 시간
- ⑩ 서명의 시작점과 끝점의 방향
- ⑪ 전체 획 수
- ⑫ 전체 좌표점 수
- ⑬ 두 획 사이의 끝점과 시작점간의 방향과 길이
- ⑭ 각 획의 시작점과 끝점간의 방향과 길이

3. 비교 과정

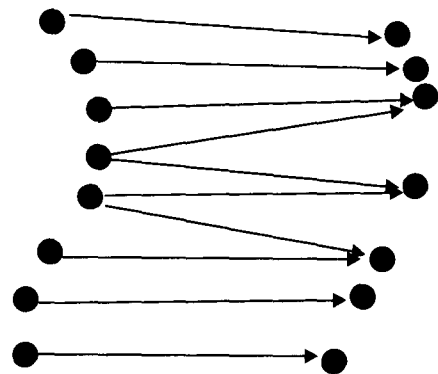
비교부에서는 입력한 서명과 이미 등록된(혹은 등록할) 서명을 비교하여 유사도를 계산하는 과정이다. 즉, 두 서명의 특징값의 차이를 구하여 모조서명인지 여부를 판단하는데 사용된다.

두개의 서명을 비교하여 유사도를 산출하는 방법은 주로 Dynamic Programming 방법, Hidden Markov Modeling 방법, Neural Network 방법 등을 사용하고 있으며, 본 서명시스템에서는 수정된 Dynamic Programming 방법을 사용하였다.

두 점 사이의 방향성분과 거리성분을 주된 특징점으로 사용하였으며, 두 성분에 대한 적절한 가중치를 실험을 통하여 결정하였다. 또한 pen up 성분도 고려하여 획의 개수와 획 사이의 상관관계도 계산하여 유사도를 측정하는데 반영하였다.

아래 [그림 2]은 두 서명을 비교할 때 각각의 특징점이 대응되는 관계를 나타내고 있다.

- 패턴A = A1, A2, A3, o o o, An (n 개의 점에 대한 특징성분)
- 패턴B = B1, B2, B3, o o o, Bm (m 개의 점에 대한 특징성분)



기준서명(패턴A)

검증을 위해 입력된 서명(패턴B)

[그림 2] 서명 특징성분의 비교

4. 인증(판단) 과정

인증부는 비교부에서 계산된 입력서명과 기준서명간의 유사도와 보안수준 값을 가지고 처리를 하게 되는데, 서명을 등록하는 과정에서는 입력한 3번의 서명을 교차 비교하여 등록 여부를 판단하게 되며, 서명을 인증하는 과정에서는 입력서명과 서명DB에 있는 기준서명을 비교하여 진서명인지 모조서명인지를 판단하게 된다.

5. 서명 등록(학습) 화면

등록과정은 사용자의 서명을 서명DB에 저장하는 과정이다. 아래 [그림 3]은 3개의 서명을 등록하기 위한 User Interface이며 차례로 서명을 3번 입력하면 교차 비교 후, 3번의 서명에 대한 유사도가 높으면 등록이 가능하고 그렇지 않으면 3개의 서명 중에서 유사도가 가장 떨어지는 서명을 교체하는 방식으로 서명을 재 입력하도록 하여 최종적으로 3번의 서명을 저장하게 된다. 이 등록과정에서 몇 개의 기준서명을 등록할 것인가 하는 문제도 중요하다. 너

무 많은 기준서명을 등록하게되면 등록 시의 불편함과 큰 기억용량을 필요로 하게 되며, 너무 적은 기준서명을 등록하여 사용하게 되면 등록 시의 수월함과 적은 기억용량만 있어도 되지만 진서명 여부를 판단하는데 어려움이 있다.

본 시스템에서는 3개의 기준서명을 등록하여 사용하였으며 실험결과 적당한 개수임을 확인할 수 있었다. 즉, 등록 시의 불편함도 줄이고, 1명당 평균 100-500Byte의 기억용량을 필요로 하였으며, 검증결과도 만족할 만한 수준이었다.



(그림 3)서명등록화면

6. 서명 테스트 화면

아래 [그림 4]는 자신의 서명을 서명DB에 등록하기 바로 직전에 자신에 맞는 보안수준을 설정하고 (극비:1수준, 중요:3수준, 보통:5수준, 낮음:7수준) 여러 번의 테스트를 한 후, 등록버튼을 눌러서 등록 화면에서 입력한 3번의 서명과 보안수준 값을 서명DB에 등록하게 되는 User Interface이다.

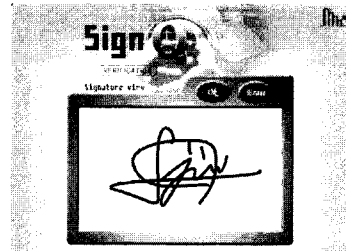


(그림 4)서명테스트화면

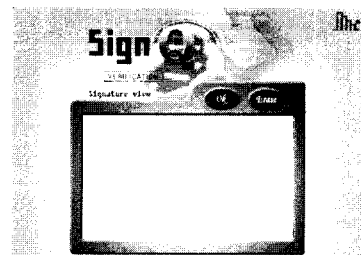
7. 서명 인증 화면

아래 [그림 5]은 서명인증시스템에서 본인임을 인증 받기 위하여 서명을 입력하는 User Interface이다. 서명을 입력하고 확인버튼을 누르면 이미 등록된 3개의 서명과 비교/검증하여 본인 서명임이 확인

되면 어떤 권한을 부여해 주게된다. 이때 자신의 서명이 보이게 할지 혹은 보이지 않도록 할지를 'Signature View'라는 toggle 버튼을 사용하여 다른 사람에게 누출될 위험을 줄여주도록 설계되었다.



(작성중인 서명을 보이게 한 화면)



(작성중인 서명을 보이지 않게 한 화면)

(그림 5)서명인증화면

III. 응용 분야

기존의 열쇠, 출입증, ID, PASSWORD 방식에서 보안이 강화된 사용자 인증이 필요한 모든 분야에 활용이 가능한 기술이다. 특히, 요즘 무분별하게 운영되고 있는 각종 성인사이트에서는 청소년 보호를 위하여 성인인증 기능을 강화할 필요가 있으며, 인터넷 쇼핑몰, 만화, 영화, 음악, 전자상거래 사이트에서의 대금결제 시 본인 인증을 강화하여 소비자를 보호해야 한다. 이를 위해 국가적인 차원에서 다양한 생체인증기술과 PKI기술을 활용하는 통합인증서버를 구축하여 대 국민 서비스를 해야 할 것으로 사료된다.

- 유/무선 분산 컴퓨팅 환경의 원격 네트워크 접속
 - VPN (Virtual Private Network)
 - ERP (Enterprise Resource Planning)
 - CRM (Customer Relationship Management)

- Internet Banking
- Internet HTS
(Home Trading System)
- Virtual University LOGIN
- EC (Electronic Commerce)
- Client/Server
- Intranet/Extranet
- 전자결제
- 전자의료처방전 등
- 현금자동출금기, 전자화폐, 신용카드 reader기 등의 보안
- Computer Data, Program, File Access 보안
- PC, PDA, WebPad, Tablet PC, Server의 LOGIN 보안
- 근태 관리, 회원 관리, 금고 보안, 건물출입통제 등
- PASSWORD와 서명, 음성, 지문, 홍채, 손금, 혈관 인식 등을 조합하여 사용 가능

IV. 대표적인 국내·외 응용/구축 사례

1. (주)지란지교소프트(www.jiran.com)

PC 보안용 FileSafe, 전자결제시스템, VPN, 인트라넷, 전자세금계산서, 점포닷컴 등을 개발하는 소프트웨어 전문개발업체로 자사의 서명엔진 SignQ의 윈도우 버전을 이용하여 FileSafe라는 PC용 파일, 디렉토리 보안용 소프트웨어에 적용하였고, SignQ의 ActiveX 버전을 이용하여 인터넷 전자결제시스템에 적용하여 판매하고 있다.

홈페이지 <http://test.intracool.net>에서 직접 테스트를 해볼 수 있다.

2. (주)에스브이엘(www.svl.co.kr)

국내 최초로 구매자와 판매자간에 협상방식의 전자상거래 솔루션을 개발하여 운영하는 Web 솔루션 전문 개발업체로서, 인터넷 전자결제 시 자사의 서명엔진 SignQ의 JAVA 버전을 도입하여 보안을 강화하였다. 홈페이지 <http://www.isignq.co.kr>에서 직접 테스트를 해볼 수 있다.

3. 디날리아이티(주)(www.denali.co.kr)

PDA(그림 6)를 이용한 모바일 솔루션 전문 개발업체이며, 코스닥 등록업체로 자사의 서명엔진 SignQ의 PDA 버전을 이용하여 모바일 인터넷뱅킹, 사이버트레이딩, VPN, 게임 로그온, 보험, 물류, 전자결제시스템 등 다양한 제품에 적용하여 판매하고 있다.



(그림 6) PDA 적용 화면

4. 링크(주)(www.winksoft.com)

PDA를 이용한 모바일 솔루션 전문 개발업체이며 자사의 서명엔진 SignQ의 PDA 버전을 이용하여 모바일 인터넷뱅킹, 사이버트레이딩, VPN, 보험, 물류 등 다양한 제품에 적용하여 판매하고 있다.

5. (주)페스로컴(www.kikipen.com)

다양한 종류의 펜 입력Tablet 장치를 생산/판매하는 업체로서 자사의 문자인식 엔진 MMiPen을 채택하여 판매하고 있으며, 서명엔진 SignQ를 이용한 보안사업에도 진출하기 위해 준비하고 있다.

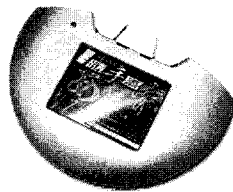
홈페이지 www.kikipen.com에서 자사의 문자인식솔루션을 테스트해볼 수 있다.

6. (주)웹포인트(www.webpointpen.com)

타블렛장치 없이 일반 모니터 위에 쓸 수 있는 전자펜을 개발하여 생산/판매하는 업체로서 자사의 문자인식 엔진 MMiPen과 서명인증 엔진 SignQ, 전자철판 소프트웨어를 도입하여 판매하고 있는 업체이다.

7. Ergotech(www.ergotech.com.tw)

대만의 펜 입력장치 전문 개발업체로 다양한 종류의 Tablet 장치와 초소형 TouchPad(그림 7)를 제작하는 업체로서 자사의 서명엔진 SignQ를 이용한 다양한 응용제품과 TouchPad를 패키지화 하여 전세계에 유통을 준비하고 있는 업체이다.



(그림 7) TouchPad

V. 결 론

온라인 서명인증시스템이란 사람이 쓴 서명의 진위여부를 판별하는 시스템이다. 마우스(mouse), 테블렛(tablet) 혹은 디지털타이저(digitizer)라는 입력장치와 전자펜을 이용하여 서명자가 쓰는 동안 실시간으로 데이터를 얻어 시스템에 입력하는 방식으로 서명의 동적인 정보(필기순서, 시간적인 정보, 압력정보 등)와 형태적인 정보를 사용하여 진서명(true signature)과 모조서명(forgery signature)을 판별하는 것이다.

종래의 서명인증기술에서는 본인의 서명을 여러 번 등록하고 검증하고자 할 때 쓰는 서명이 화면에 표시가 되도록 구성이 되어 다른 사람에게 누출되는 위험이 있었는데 본 시스템에서는 인증받고자 할 때 쓰는 서명이 화면에 표시가 되지 않도록 함으로써 누출의 위험을 방지하였다. 또한 종래의 기술에서는 자신의 서명을 등록하고자 할 때 아무런 제약 없이 본인의 서명을 등록할 수 있도록 하였지만 본 시스템에서는 본인의 서명을 등록하기 전에 등록하고자 하는 3개의 서명을 교차 비교하여 유사도(서명의 각도, 모양, 획수, 획순서, 속도 등)를 측정하고 유사도가 높으면 등록이 가능하도록 허용하고, 유사도가 낮으면 등록이 불가능하도록 하여 사용자의 서명에 대한 훈련을 유도함으로써 서명인증시스템의 성능을 높이고, 자신의 서명에 대한 보안 수준을 높임으로써 타인의 모방을 방지하도록 하여 한층 더 보안을

강화하도록 설계하였다.

보안의 중요성이 한층 강조되는 현 시점에서, 본 서명인증시스템은 컴퓨터 및 중요한 자료의 보안, Network Server의 접근 제한과 온라인 쇼핑, 신용 카드, 군사기밀, 국가행정 보안, 인터넷 뱅킹/사이버트레이딩, 건물 출입 제한 및 자격 확인 등의 광범위한 분야에 적용 가능한 기술이다. 그리고 대국민적 보호 차원에서 인터넷 전자상거래 시 결제보안, 유해 음란사이트로부터 청소년을 보호하기 위한 성인 인증 보안에도 관심을 가져야 할 때이다. 특히, 서명은 전세계적으로 사용되고 있기 때문에 국내에서의 보안을 위한 효용 가치 뿐만 아니라, 서명 문화가 발달되어 있는 서구 세계에 더욱 효용가치가 있어서, 현재 외국의 여러 바이어들과 기술 수출에 대한 협의가 활발히 진행되고 있다.

참 고 문 헌

- [1] R. Plamondon, and G.Lorette, "Automatic Signature Verification and Writer Identification - The state of the Art Pattern Recognition," Vol.22, No.2, pp.107-131, 1989.
- [2] Mitsu YOSHIMURA, Yutaka KATO, Shin-ichi MATSUDA and Isao YACHIMURA, "On-line Signature Verification Incorporating the Direction of Pen Movement," IEICE TRANSACTION, VOL. E 74, NO.7, JULY, 1991.
- [3] John R. Parks and Hampshire, "METHODS AND APPARATUS FOR SIGNATURE VERIFICATION," US Patent number 5109426, Apr.28, 1992.
- [4] M. Parizeau and R. Plamondon, " A Comparative Analysis of Regional Correlation, Dynamic Time Warping, and Skeletal Tree Matching for Signature Verification," IEEE Trans. on PAMI, vol. 12, no. 7, pp.710-717, Jul. 1990
- [5] 유재룡, 박명수, 김성훈, 김재희, "온라인 서명 검증을 위한 전처리 및 Dynamic Programming 알고리즘의 결정요소들의 최적화," Proceedings

- of the Third Joint Conference & Exhibition on Artificial Intelligence, Neural Network and Fuzzy Systems, pp.459-463, 1993
- [6] R. Plamondon and M. Parizeau, "Signature Verification from position, velocity and acceleration signals: A comparative study," Proc. 9th Int. Conf. Patt. Rec. pp.260-265, 1988
- [7] R. F. Farag and Y. T. Chien, "On-line signature verification," Proc. Conf. on On-line Interactive Comput. pp.403, Brunel University, London, 1972
- [8] 김진환, '보안을 위한 온라인 서명검증시스템에 관한 연구' 성심외국어대학 산학연구, 제18권 제2호, 1998.10
- [9] 김진환, '온라인 서명검증을 위한 PUI 설계에 관한 연구' 한국정보처리학회 춘계발표논문집, 1999.04
- [10] 김진환, 'A Case Study on the On-line Signature Verification System' 성심외국어대학 논문집, 제18권, 1999.12
- [11] 김진환, '온라인 서명검증시스템의 기본개념과 애플리케이션' 시큐리티월드 잡지, 2000년 12월호
- [12] 김진환, '온라인 서명 검증 소프트웨어 'Sign Q'' 자동인식보안 잡지, 2000년 12월호
- [13] 김재희, '생체인식 심화학습 - 서명검증기술과 응용분야' 시큐리티월드 잡지, 2001년 4월호
- [14] 김진환, 이현주, '온라인 서명검증 장치' 특허 등록번호 P141802, 등록일자 1998.03.25
- [15] 김진환, '온라인서명 검증을 위한 개선된 사용자 인터페이스 설계' 특허출원번호 10-2000-0050618, 2000.08.30
- [16] 김진환, '사용자의 훈련에 기반한 온라인 서명 검증시스템' 특허출원번호 10-2000-0053895, 2000.09.14

〈著 者 紹 介〉



김진환 (Jin-whan Kim)

1989년 2월 : 부산대학교 전산통계학과 졸업

1992년 2월 : 연세대학교 전산과 학과 석사

2002년 2월 : 부산대학교 전자계

산학과 박사수료

1992년 1월~1996년 5월 : LG종합기술원 인공지능 연구실 주임연구원

1996년 6월~1997년 8월 : LG소프트연구소 선임연구원

1997년 9월~현재 : 성심외국어대학 정보통신학부 멀티미디어전공 교수 (주임교수 역임)

2000년 8월~현재 : (주)마이그룹 대표이사

2002년 2월~현재 : 생체인식협의회 운영위원

관심분야 : 서명검증, 문자인식, 음성처리, 다중 생체인증시스템, 유·무선인터넷 보안, 워터마킹