

온라인 시험을 위한 적응적 키보드 인증방법

고주영[†], 심재창^{**}, 김현기^{***}

요 약

전자교육(E-learning)은 새로운 교육의 한 방향으로 사이버학교 뿐만 아니라 기업체의 사원교육, 소비자 교육 등 전반적인 교육현장에서 적용되고 있다. 전자교육에서는 학습도를 평가하는 시험을 온라인으로 실시 하며 학습자는 개별적으로 서로 다른 장소에서 응시한다. 온라인 시험은 학습자가 자신의 아이디(ID)와 비밀번호를 타인에게 공개할 수 있어 시험부정이 일어날 가능성이 매우 높다. 그러므로 온라인 시험에서 학습자의 인증은 매우 중요하다. 본 연구는 아이디와 비밀번호를 이용하여 사용자 행동양식에 따른 키보드 적응적 인증 방법을 제안한다. 이 방법은 추가 시스템이 필요하지 않을 뿐만 아니라 사용자의 불편함을 초래하지 않는다. 아이디와 비밀번호를 입력할 때 마다 적응적으로 패턴을 갱신하는 방법을 제안하고 구현과 실험을 통해 기존의 방법보다 우수함을 입증한다.

Adaptive Keystroke Authentication Method for Online Test

Jooyoung Ko[†], Jaechang Shim^{**}, Hyenki Kim^{***}

ABSTRACT

E-learning as a new education trend is being applied not only to cyber school but also various education fields such as employee training for companies or interactive learning for consumers. Users of the E-learning can take online tests individually anywhere, to evaluate their achievement level. Because users who are taking the online tests may show their own IDs or passwords to others, the possibility of cheating is very high. Therefore, it is very important to authenticate the users. In this paper, we propose an adaptive-keyboard authentication method which depends on user behavior patterns through the use of IDs and passwords. This method does not need any additional devices or special effort. An adaptive method to update patterns in which IDs and passwords are entered was previously suggested and this new method has proved to be better than previous methods through simulations and implementation.

Key words: Keystroke Dynamic(키보드 입력), Authentication(인증), E-Learning(전자교육), Online test(온라인 시험)

1. 서 론

전자교육은 온라인상에서 교육과 학습이 이루어지는 학습방법이다. 온라인에서 교수자와 학습자간의 상호작용이 이루어지며 시간과 공간의 제약 없이

컴퓨터와 인터넷이 연결된 곳이라면 어디든지 학습이 가능하다. 교육비의 절감과 학습자의 자기 주도적 학습을 진행할 수 있는 등 여러 가지 장점이 있다 [1,2]. 한국교육학술정보원(KEIS)이 1996년 처음으로 사이버 학습인 에듀넷 서비스[3]를 시작 한 이래

※ 교신저자(Corresponding Author) : 고주영, 주소 : 경북 안동시 송천동 388번지(760-749), 전화 : 054)820-5911, FAX : 054)820-5599, E-mail : sonice@andong.ac.kr
접수일 : 2008년 1월 15일, 완료일 : 2008년 6월 30일
[†] 준회원, 국립안동대학교 멀티미디어공학전공 박사과정

^{**} 중신회원, 국립안동대학교 컴퓨터공학전공 교수
(E-mail : jcshim@andong.ac.kr)

^{***} 정회원, 국립안동대학교 멀티미디어공학전공 부교수
(E-mail : hkkim@andong.ac.kr)

학교 뿐 아니라 기업의 사원교육 및 공공기관의 대민 교육 등의 다양한 분야에서 적용되고 있다. 특히 대학교육에서는 전자교육을 적극 활용하여 강의의 일부분으로 적용하고 있다[4]. 사이버 공간에서 운영되는 사이버대학(원격대학)의 수는 2006년 4년제 15개, 2년제 2개 등 전체 17개로 늘어났으며 사이버대학에서 학위를 받는 학생의 수는 2006년 기준으로 전문학사를 포함하여 한 해 동안 13,000여명에 이른다[5]. 전자교육에서는 학습도를 평가하기 위한 시험을 온라인으로 개별적인 장소에서 실시하는 경우가 많다. 학습자가 온라인으로 시험을 치는 경우 자신이 원하는 장소에서 응시할 수 있어 편리한 점이 있으나 시험의 감독과 관리가 쉽지 않다. 그러므로 전자교육에서는 공정한 학사관리가 더욱 강조되며 온라인 시험에서 학습자 인증은 매우 중요한 요소이다[6].

신용카드와 같은 경우 비밀번호를 개인이 고의적으로 공개하는 경우는 매우 드물다. 그러나 온라인 시험에서는 높은 점수를 받기위해 학습자가 고의로 자신의 아이디와 비밀번호를 공개하여 대리시험을 치를 수 있는 문제점이 있다. 실제 전자교육으로 운영되는 각 대학에서는 시험 부정행위에 대한 엄격한 규정을 만들어 놓고 관리하고 있으나 학생들의 부정행위 사례는 계속 늘어나고 있다. 이를 막기 위한 예로 동일 IP나 연속되는 IP에서 시험을 본 경우 등은 부정행위로 처리하기도 한다[7]. 또한 온라인으로 시험을 치는 동안 하나의 화면에 한 가지 문제만 나타나게 하는 방법, 무작위로 문항을 제시하는 방법[8] 등이 활용되고 있으나 대리시험을 막는 데는 역부족인 면이 있다.

컴퓨터와 온라인상에서 본인을 인증하는 방법은 아이디와 비밀번호를 입력하는 방법이 가장 많이 사용된다. 본인 인증을 더욱 정확히 해야 하는 은행 등 금융기관에서는 인증키를 주로 사용한다. 이를 전자교육에 적용하여 공개키와 개인키 등의 인증키를 사용하는 연구[9]도 있으나 인증키를 늘 소지해야 하는 불편함이 있다. 최근 생체 인식을 이용하여 사용자를 인증하는 연구[10]가 이루어지고 있으며, 전자교육에서도 생체 인식을 적용한 학습자 인증에 대한 연구가 이루어지고 있다[6]. 신체적 특징을 이용한 생체인식 방법은 학습자의 신체적 특징을 구별하므로 학습자의 신원을 확인하는 가장 좋은 방법이나 생체인식에 필요한 부가 프로그램과 장치가 필요하

여 새로운 장치를 설치해야하는 어려움이 있다. 키보드 입력 특징을 추출하는 방법은 생체 인식 방법 중 하나이나 사용자 행동양식에 기반을 두고 있어 생체 인식을 위한 추가 장치를 필요로 하지 않는 장점이 있다.

본 연구에서는 개인이 자신의 아이디를 키보드로 입력할 때 서로 다른 행동양식을 보이는 것에 착안하여 생체 인식 방법 중의 하나인 사용자 행동양식에 기반을 둔 키보드 인증 방법을 연구하였다. 학습자가 본인의 아이디와 비밀번호를 입력할 때 나타나는 개별 행동 양식 특징 패턴을 추출하여 저장하고 적응적으로 갱신(update)을 한다. 그리고 학습자가 온라인 시험에서 아이디와 비밀번호를 입력할 때 이미 저장된 특징 패턴과 비교하여 본인임을 인증한다. 키보드 입력시간은 이전에서 현재키로 이동하는 평균시간과 각 키의 입력시간의 분산 값을 이용하여 학습자 개인의 특징패턴에 임계값을 적용하여 인증을 하고, 특정범위 내의 인증 패턴 데이터는 데이터베이스에서 갱신하여 개인의 특징 값을 적응적으로 안정화하였다. 제안된 방법으로 시스템을 구현하여 기존의 인증방법과 비교한 결과 제안된 방법의 성능이 우수하였다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 전자교육에서 학습자의 확인을 위한 온라인 인증방법에 대해 기술한다. 3장에서는 사용자 행동양식에 따른 적응적 키보드 인증방법을 제안한다. 4장에서는 제안한 방법에 대한 실험 및 고찰을 기술 한 후 5장에서 결론을 맺도록 한다.

2. 전자교육에서 학습자의 확인을 위한 온라인 인증방법

전자교육에서 학습자를 인증하는 방법으로 학습자의 아이디와 비밀번호를 이용하는 방법, 공개키와 개인키를 이용한 방법 그리고 지문이나 얼굴, 홍채 등을 이용하는 생체인식 방법 등이 연구되고 있다[6,9]. 온라인으로 실시되는 시험의 부정 방지를 위해서는 모니터마다 서로 다른 무작위 문항을 제시하여 타인이 볼 수 없게 하거나 시험화면으로 고정하여 다른 화면으로 이동을 금지하는 등의 방법이 적용되고 있다[8].

아이디와 비밀번호를 이용하는 방법은 가장 널리

사용되며 간단하고 추가 비용이 들지 않는다. 그러나 온라인 시험의 경우 개인의 아이디와 비밀번호를 학습자가 고의로 노출시켜 대리시험을 치르게 할 가능성이 있다. 그리하여 본인의 공개키 또는 개인키 등을 이용한 인증키로 본인을 인증하는 방법이 제시되었다. 학습자가 미리 학습센터에서 받아둔 개인키 등을 이용하여 학습자를 인증하는 방법이다. 이 방법은 학습자 본인이 평소 전자교육에 사용하던 컴퓨터에 인증키를 저장해 두고 같은 컴퓨터로 시험에 응시하든지 자신의 인증키를 소지하고 다녀야하는 불편함이 있다.

학습자 본인이 자신을 인증 받는 방법 중 가장 확실한 방법은 자신의 신체적 특징을 이용한 생체인식 방법이다. 생체인식은 자신이 유일하게 보유한 생물학적 특징인 생체정보 패턴을 이용하여 사용자의 신원을 확인하는 방법을 말한다. 생체인식은 우리가 평소에 사용하는 열쇠나 비밀번호와는 달리 잃어버리거나 도난당하는 일이 없고, 외부의 충격이 아니고는 손상될 위험이 적어서 개인의 신원확인에 적용하기 적당하다. 지문인식 방법은 생체 인식에서 널리 알려진 방법이다[11].

생체인식 방법에는 사람의 신체적인 특징 즉 지문, 혈관, 홍채 등의 특징을 이용하는 생물학적 특징을 이용한 방법과 사람의 평소 습관에서 비롯되는 행동적 특징을 이용하는 방법이 있다. 지문인식 방법은 가장 많이 알려진 방법이다. 전자교육에서 생체인식 방법 중 지문, 혈관, 홍채의 인식을 실제 적용하려면 부가 장치가 필요하다. 그러므로 학습자가 강의를 듣고 시험을 치르는 곳에 인식을 위한 부가 장치가 있어야 되는 불편한 점이 있다.

생체인식에 사용되는 사람의 행동적 특징은 목소리의 특성과 이름을 사인하는 방법의 특성 그리고 키보드로 문자를 입력하는 방법의 특성 등이 있다[12]. 개인에 따라 타이핑 특성이 다르다는 것은 이미 19세기부터 알려져 왔으며 그 후 키 입력 패턴이 개인적으로 서로 다르다는 것에 기반을 둔 다양한 연구가 진행되었다. 키보드의 입력 습관에 기반을 둔 개인을 인증하는 연구에서는 개인의 키 입력 리듬을 정형화하는 방법 등이 있다[13,14]. 그러나 키 입력 리듬을 분석하기 위해 사용자가 입력해야하는 패턴의 수가 너무 많은 단점이 있다. 아이디나 이름과 같은 짧은 문장을 입력하는 것이 아니라 사용자의 모든

키에 대한 키보드를 입력특성을 사용하여 특성을 추출하는 연구도 있다[15,16]. 이 방법은 시스템이 개별 특징을 추출하기 위해 많은 데이터를 항상 보유하고 있어야 하는 단점이 있다. 그리고 키보드 입력 특성과 더불어 키 입력이 발생하는 압력을 추가하여 개인 특성을 추출하는 연구는 키 압력을 측정하는 고가의 장치가 부가적으로 요구된다. 그리고 다양한 수학적 방법과 통계학적 방법으로 접근하여 개인의 키보드의 입력특성을 구별하는 연구가 진행되고 있다 [17,18].

본 연구에서는 생체인식의 행동적 특징인 자신의 아이디와 비밀번호를 입력할 때 발생하는 키보드 입력 습관을 이용하여 본인 인증방법 연구하였다. 학습자의 개별 특징 패턴을 추출하기 위해 아이디와 비밀번호를 입력할 때 발생하는 키 입력 시간을 추출하여 계산하였다. 또한 학습자가 특정패턴 값을 추출하기 위해 너무 많은 횟수의 키보드 입력을 해야 하면 학습자에게 부담이 될 수 있으므로 학습자가 인터넷에 접속할 때 자연스럽게 아이디와 비밀번호를 학습할 수 있다. 여기서는 평소에 자신의 아이디와 비밀번호를 입력할 때 등록된 키 입력 패턴을 사용하도록 하였다. 그리고 본인임을 인증할 때는 저장된 특정패턴 값과 새로운 값을 비교하였다. 개별 특징 패턴을 추출하기위해 추가 장치가 필요하지 않고 평소 전자교육을 학습하기 위한 기본 컴퓨터 시스템만 있으면 학습자 인증이 가능하다. 그러므로 언제 어디서나 학습을 하고 시험을 칠 수 있는 전자교육에 적용이 편리하다. 본인 인증이 확인 되었을 때는 새로운 키 입력 패턴을 가중치를 주어 이전에 등록된 키 입력 패턴에 추가시킴으로 본인의 키 입력 패턴의 특징을 적응적으로 정형화 할 수 있다.

3. 사용자 행동 양식에 따른 적응적 키보드 인증 방법

3.1. 사용자 키보드 입력과 시간측정

일반적으로 학습자들이 키보드로 문자를 입력할 때 크게 두 가지 행동을 생각해 볼 수 있다. 하나는 손가락으로 키보드를 누르는 키 누름(Key down)과 손을 떼는 키 놓음(Key up) 사이의 시간(Dwell Time)이고 다른 하나는 하나의 키에서 다른 키로 이동하는 시간(Flight Time)이다. 그림 1은 키 누름과

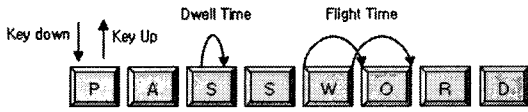


그림 1. 키 누름과 놓음의 시간 간격

키 놓음을 나타내는 그림이다.

키보드 인증 시스템(Keyboard Authentication System: KAS)에서 아이디의 문자열을 입력하는 동안 프로그램내의 타이머를 활용하여 키 패턴을 추출하여 저장한다. 그림 2는 문자열의 아이디 생성과 키 입력 특징 패턴 입력과정이다.

키 입력 특징 패턴을 추출하기 위해 학습자가 아이디를 입력할 때 하나의 키에서 다른 키로 이동하는 시간을 측정하였다. 이동시간은 키를 처음 누르는 시간부터 다음 키를 처음 누르는 시간까지 측정 할 수 있고, 하나의 키를 눌렀다가 놓을 때와 다음 키를 누른 후 손을 놓을 때까지의 시간을 측정 할 수 있다. 본 연구에서는 그림 3과 같이 이동시간은 하나의 키를 눌렀다가 놓는 중간 값과 다음 키를 눌렀다가 놓는 중간 값을 측정하였다.

3.2. 키보드 입력 특징 패턴 추출 및 학습방법

개인의 특징 패턴을 등록하기 위한 과정은 다음을 3회 반복한다.

먼저 두 쌍의 문자열을 연속하여 입력받는다. 이

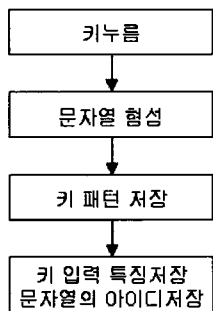


그림 2. 키 입력 특징패턴 저장과정

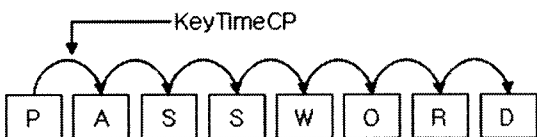


그림 3. 키보드의 이동시간 측정방법

때 각 키를 누를 때와 놓을 때의 시각을 기록한다. 그리고 두 쌍의 문자열에서 키별 유사도를 측정한다. 두 쌍이 유사한 경우가 2회 입력되면 [학습성공]을 출력하고, 각 키별 평균값을 저장한다. 유사한 쌍이 2회 입력되지 않으면 [학습실패]를 출력하고 재학습을 요청한다.

학습자는 패턴을 등록하기위해 평소와 같은 상태에서 자신의 아이디를 연속해서 두 번씩을 몇 차례 입력한다. 입력된 두 패턴의 유사성을 검사하기 위해 실험에 의한 임계값을 구해 두고, 연속된 두 패턴이 유사한 경우가 두 번 될 때까지 패턴입력을 시도한다. 만약 열 쌍의 패턴에 대해서도 학습에 실패하면 사용자가 키보드 입력에 익숙하지 않는 경우이므로 임계값의 범위를 증가시켜 등록에 성공할 때 까지 반복한다. 이때의 임계값은 저장해 두고, 학습에 성공한 패턴만을 저장한다. 그림 4는 기본 패턴 학습 방법과정을 나타내는 흐름도이다.

학습자의 키보드 입력 특징 패턴의 특징 값을 구하기 위해 각 키별로 측정된 FlightTime(i)을 추출하고 각 키별로 이전키와 현재키 사이의 시간 값 차이의 절대 값을 구하였다. n개의 문자와 n개의 값의 각각의 키 입력시간(ft)은 ft1, ft2, ... ftn 으로 나타내고 이전키와 현재키 사이의 시간(ft_du)은 ft_du1, ft_du2, ..., ft_dun-1로 나타낸다. 각 문자별 특징 값간의 절대거리차를 구하여 다음의 과정으로 임계값을 구하였다. 두개의 패턴 Pattern1, Pattern2가 입력 되었을 경우는 식(1), (2)와 같이 표현 한다.

$$Pattern1: p1ft1, p1ft2, \dots p1ftn \tag{1}$$

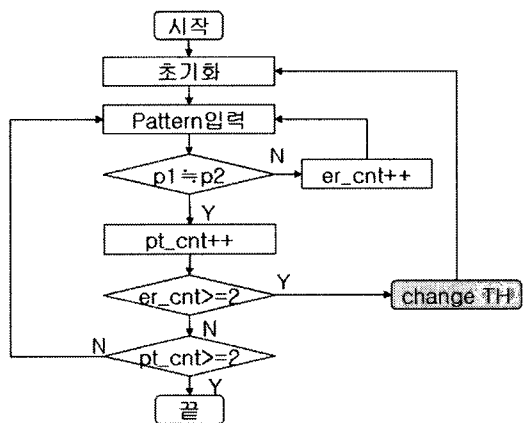


그림 4. 기본 패턴 학습 방법

$$Pattern2: p2ft1, p2ft2, \dots, p2ftn \quad (2)$$

각 키별 거리 차의 절대 값(PD)은 식(3)과 같이 계산한다.

$$PD[i] = abs(p1ft[i] - p2ft[i]) \quad (3)$$

특정 값 간의 절대 거리 차의 합(SPD)의 계산 과정은 식(4)와 같다.

$$SPD = \sum_{i=1}^n abs(p1_ft[i] - p2_ft[2]) \quad (4)$$

마지막으로 임계 값 KPS(Key Pattern Score)는 식(5)와 같이 구한다.

$$KPS = \frac{\sum_{i=1}^n abs(p1_ft[i] - p2_ft[i])}{N} \quad (5)$$

첫 번째 입력 패턴과 두 번째 입력 패턴의 임계값이 지정 한계범위(OFFSET_CHAR)와 입력키의 개수(char_cnt)의 곱한 값 범위 내에 있으면 학습패턴으로 등록하였다. 기타 정보를 입력하는 과정으로 인증이 실패한 횟수(er_cnt)와 성공한 횟수를 저장한다. 실패한 횟수가 많아지면 인증에 실패하였음을 알리고 성공한 횟수(pt_cnt)는 적응적 패턴을 형성하는데 사용하였다.

3.3 학습자 인증과 적응적 키보드 특징 패턴 갱신(update)

학습자 인증을 하기위한 과정은 다음과 같다. 문자열을 입력받는다. 이때 각 키가 눌릴 때와 놓일 때의 시각을 기록한다. 데이터베이스에 저장된 문자의 눌릴 때와 놓일 때의 시각과 유사도를 측정한다. 데이터베이스에 저장된 문자열과 유사하면 [인증됨]을 출력하고, 데이터베이스의 내용을 갱신한다. 유사하지 않으면 [인증실패]를 출력한다. 3회 이상 유사도 인증이 실패하면 [경고]를 출력하고 초기 상태로 돌아간다.

학습자가 강의를 듣기 위해 자신의 아이디를 입력할 때 새로운 키 입력 패턴이 저장된다. 이때 새로운 패턴이 입력되었을 때 로그인에 실패하였을 경우 오류 횟수를 측정하여 저장해 두어서 오류의 횟수가 많으면 로그인 불가 판정을 내려 다른 방법을 제시하도록 하였다. 그리고 새로운 키 패턴이 입력되었을

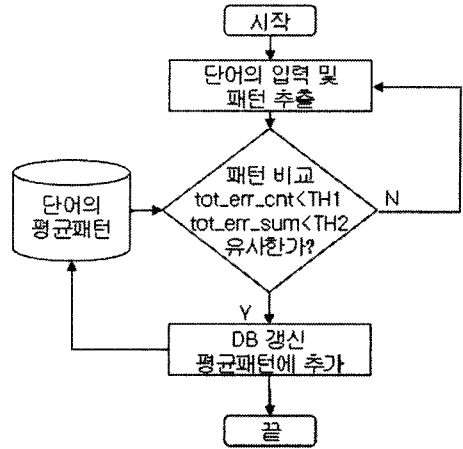


그림 5. 적응적 학습 패턴 갱신 방법

때 이전에 등록된 키 입력 패턴과 비교하여 유사한 패턴인 경우 기존의 패턴과 새로운 패턴을 다시 추출하여 저장한다. 이때 기존의 패턴과 새로운 패턴에 가중치를 서로 달리하여 계산한다. 그림 5는 적응적 학습 패턴갱신 방법을 나타낸다.

4. 실험 및 고찰

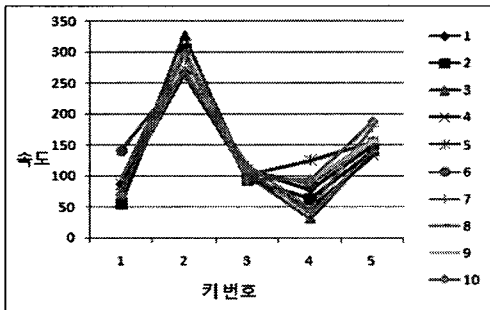
본 학습자가 등록된 키보드 입력 특징 패턴과 실제 인증에서 입력하는 키보드 입력 특징 패턴이 일치하는지 확인하기위해 일반 개인 컴퓨터에서 자신의 아이디를 평소와 같은 방법으로 입력하도록 하였다. 실험환경은 Window XP와 Microsoft Visual C++ 6.0을 사용하였다.

실험에 사용된 데이터는 학습자 A와 학습자 B의 경우 자신의 아이디를 등록하고 다른 9명의 학습자들은 학습자 A의 아이디와 학습자 B의 아이디를 입력하였다. 학습자 A와 학습자 B도 다른 실험자와 함께 자신들의 아이디를 입력하였다. 표 1은 학습자 A의 학습패턴의 이동시간(Flight Time) 측정 표와 각 키 값들의 평균값 KeyTimeAve 이다. 학습자 A가 자신의 아이디를 입력하면 그림 6의 (a)에서와 같이 비슷한 그래프의 패턴이 연속적으로 나타난다. 반면에 타인이 학습자 A의 아이디를 입력하면 그림 6의 (b)와 같이 그래프의 특징이 다를 수 있다.

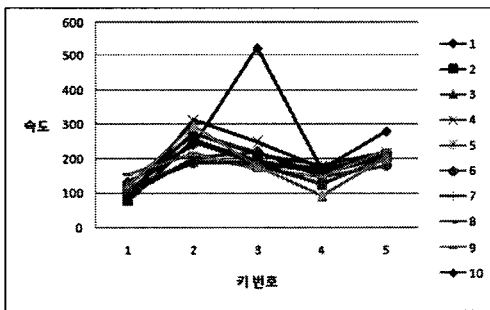
학습된 패턴으로 새로 입력된 패턴을 적응적으로 인증하기 위해 각 키 별 거리 차의 절대 값(PD)과 거리 차의 합(SPD)을 구하고 KPS를 이용하여 인증

표 1. 학습자 A 학습패턴의 이동시간(FlightTime) 측정 표

키번호 \ 입력횟수	1	2	3	4	5
p1	54	265	101	47	116
p2	62	257	101	46	125
p3	78	249	109	54	125
p4	109	234	101	55	124
p5	86	265	117	62	132
p6	78	242	109	39	124
KeyTimeAve	78	252	106	51	124



(a)



(b)

그림 6. 학습자 A에 대한 본인과 타인의 실험 결과 그래프 (a)는 본인의 키 입력에 대한 시간 그래프 (b) 타인의 키 입력에 대한 시간 그래프

을 시도하였다. 표 2는 학습자 A의 키별 인증을 위한 입력패턴의 이동시간(FlightTime) 측정표이다.

입력된 패턴이 인증되었을 경우 학습패턴에 가중치를 부여하기 위해 첫 번째 적응패턴에는 *KeyTimeAve* 값에 가중치를 부여하여 계산하고 그 다음 적응패턴은 새로 갱신된 값에 가중치를 부여하여 다시 계산하였다. 가중치는 저장되어 있는 학습 횟수(*pt_cnt*)를 적용하였고 결과는 표 3과 같다.

본인이 인증을 시도 하였을 때 적응적 갱신 결과

에 따라 인증되었는지 확인하기 위해 SPD가 임계값 (KPS)보다 적으면 본인임을 인증하여 표 4와 같이 PASS를 나타내었다.

적응적 키보드 인증방법이 기존의 키 입력 패턴

표 2. 학습자 A의 인증패턴 FlightTime 측정 표

인증시도 \ 키번호	1	2	3	4	5
p1	94	257	132	31	163
p2	62	249	140	46	164
p3	70	265	140	47	163
p4	85	258	132	47	156
p5	78	249	132	54	187
p6	77	250	132	46	180
p7	77	242	125	54	187
p8	70	249	133	38	171
p9	62	257	125	38	148

표 3. 학습자 A의 가중치 적용결과

키번호 \ 적응적 인증	1	2	3	4	5
KeyTimeAve	78	242	109	39	124
chang TH_1	80	253	110	48	130
chang TH_2	78	252	114	48	134
chang TH_3	77	254	117	47	137
chang TH_4	78	254	118	47	139
chang TH_5	78	254	119	48	144
chang TH_6	78	253	121	48	147
chang TH_7	78	252	121	48	150
chang TH_8	77	252	122	48	151

표 4. 학습자 A의 본인 인증 결과

키번호 \ pd	1	2	3	4	5	SPD	인증
pd_1	18	4	30	2	34	88	PASS
pd_2	8	13	26	1	29	76	PASS
pd_3	8	4	15	0	19	47	PASS
pd_4	0	5	14	7	48	74	PASS
pd_5	1	4	13	2	36	55	PASS
pd_6	1	11	5	6	40	63	PASS
pd_7	8	3	12	10	21	55	PASS
pd_8	15	5	3	10	3	36	PASS

인증방법보다 우수성을 입증하기 위해 기존의 키 입력 방법과 비교하였다. 비교방법은 박중호[17]가 제안한 키 입력 전체 시간과 평균값으로 인증을 시도하는 방법과 각 키별 저장된 입력 값에 새로 입력된 패턴의 분산 값을 비교할 때 고정된 임계값을 지정하는 방법 그리고 본 연구에서 제시한 적응적 키보드 인증 방법이다. 첫 번째 방법은 각 키별 입력 패턴 값의 오차율을 10%로 설정하여 72%의 본인 인증률을 보였다. 그리고 각 키별 분산 값을 고정된 임계값을 지정하는 경우 본인 인증률이 91.3%로 나왔다. 본 연구에서 제안한 적응적 키보드 인증 방법은 학습자 A의 본인 인증률은 99%정도로 매우 높은 결과 표 5와 같은 결과가 나왔다. 그림 7은 각 방법별로 본인 인증률을 비교하는 그래프이다.

다른 학습자와 학습자 A의 키보드 입력 패턴이 서로 상이한지 알아보기 위해 표 6에서 10명의 다른 학습자들이 학습자 A의 아이디를 입력하여 키보드 입력 값들을 비교하였다. 총 96회 인증을 시도하여 95회 거부되어 다른 사람이 자신의 아이디로 인증을 시도할 경우 대부분 거부되는 것을 보여준다. 표 7은 학습자 B의 아이디로 다른 학습자들이 인증을 시도한 결과표이다.

지금까지 실험한 내용으로 적응적 키보드 인증 시스템(KAS)을 구현하였다. 먼저 새로운 패턴을 등록하기 위해서는 그림 8에서와 같이 [Select]에서 [LEARN]을 선택한 다음 아이디란에 자신의 아이디

표 5. 각 방법별 학습자 A의 본인 인증률

	평균값 인증 방법	고정 임계값 방법	적응적 인증 방법
본인 인증률	72.0 %	91.3 %	99.0 %

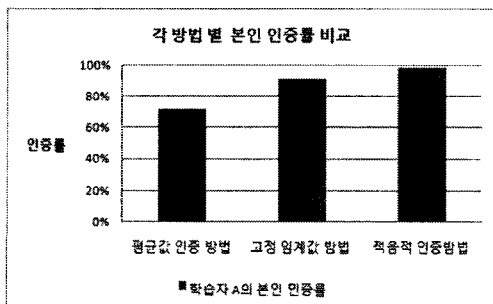


그림 7. 각 방법별 학습자 A의 본인 인증률

표 6. 학습자 A의 아이디 인증 결과표

학습자	입력횟수	거부	인증
B	10	10	0
C	12	12	0
D	12	12	0
E	10	10	0
F	8	8	0
G	10	9	1
H	8	8	0
I	7	7	0
J	10	10	0
k	9	9	0
Total	96	95	1

표 7. 학습자 B 아이디의 인증 결과표

학습자	입력횟수	거부	인증
A	12	12	0
C	10	10	0
D	6	6	0
E	12	12	0
F	10	9	1
G	1	1	0
H	8	8	0
I	8	8	0
J	8	8	0
k	6	6	0
Total	75	74	1

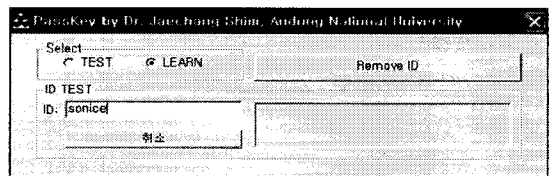


그림 8. 아이디 학습 화면

를 입력한다. 그리고 패턴이 등록되었으면 그림 9와 같이 [Accept]가 나타나서 패턴이 등록되었음을 알린다. 그런 다음 로그인 할 때는 [TEST] 버튼을 눌러서 아이디란에 아이디를 입력한다. 이때 그림 10과 같이 [PASS]가 나타나면 정상으로 인증된다는 것이다. 그리고 패턴입력과정에서 열 번 이상 오류가 발생하면 패턴 생성이 불가능하다는 판정하여 키보드

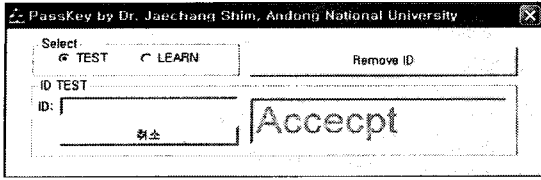


그림 9. 아이디가 등록되었음을 알리는 화면

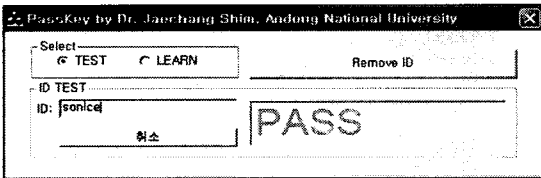


그림 10. 정상적으로 인증된다는 화면

입력이 능숙하지 못한 사람들이 발생할 수 있는 오류를 최소화하였다.

5. 결론 및 향후 연구계획

본 논문에서는 온라인 시험 부정 방지를 위한 사용자 행동 양식에 따른 적응적 키보드 인증 방법을 제안하였다. 실험결과 학습자가 자신의 아이디를 등록하고 인증할 때 인증값(KPS)의 설정에 따라 대부분 정확한 인증과 거부가 판단되었다. 본인임을 증명하는 KPS는 각 키가 입력될 때 키가 눌린 상태로 머무르는 시간과 다른 키로 이동하는 시간으로 추출하였다. 제안된 방법은 학습자가 평소 온라인 강의에 로그인 할 때 자신의 아이디를 입력하면 이때 입력된 패턴으로 KPS를 추출하도록 하여 학습자가 패턴을 등록하기 위해 별도의 수고를 하지 않을 수 있는 장점이 있다. 그리고 학습자가 온라인으로 시험을 응시하기 위해 로그인하면 이미 저장되어 있는 KPS와 비교하여 본인임을 인증하도록 제안하였다. 학습자가 시험을 치기위해 아이디를 입력하여 인증이 되면 새로 입력한 키보드패턴은 가중치를 부여하여 저장되어 있는 패턴과 함께 새로운 패턴으로 추출되어 다시 저장하는 사용자 적응적 방법을 사용하여 개인 패턴특징의 오류를 최소화 하였다. 본인 인증 실험결과로 학습자 본인의 패턴에 대해 분산 값만 비교하여 인증하였을 때는 약 72.0%의 인증률을 보였고, 고정 임계값을 사용한 경우 91.3%의 인증률을 보였으며, 적응적 인증 방법을 사용한 경우 99.0%의 인증률을

보여 본 연구에서 제안한 적응적 인증 방법이 효과적임을 알 수 있었다. 그리고 개인의 키 패턴 특징을 찾아내기 위해 많은 양의 데이터베이스를 사용하지 않으며 개인의 특정 키 값을 저장하였다가 비교하는 방법을 사용함으로써 개인인증을 위한 별도의 장비가 필요 없어 일반 컴퓨터에서 온라인 강의와 온라인 시험 인증시 쉽게 사용될 수 있는 장점이 있다. 사용자 행동 양식에 따른 적응적 키보드 인증 시스템(KAS)은 향후 핵심 엔진부분을 모듈화하고 웹 기반의 인터넷으로 프로그램을 갱신 할 수 있도록 구현하여 지속적인 데이터를 수집하여 분석할 계획이며 나이분포와 숙련도에 따른 키보드 입력패턴에 대한 연구도 수행할 예정이다.

참고 문헌

- [1] 손종문, “Web 기반 사이버 학습 시스템 설계 및 구현,” 청구대학교 교육대학원 교육학과 컴퓨터 교육전공 석사학위논문 2003.
- [2] 손경아, 이정은, “대학교육에서의 이러닝 운영 절차 개발 및 적용,” 교육정보미디어연구, 제13권, 제1호, pp. 75-98, 2007.
- [3] 에듀넷, <http://www.edunet4u.net/index.jsp>.
- [4] 안동대학교, e-class 강의지원시스템, <http://eanu.andong.ac.kr:9090/eclass/index.jsp>
- [5] 한국교육학술정보원, <http://www.keris.or.kr/download/data/2007-total.pdf>.
- [6] 조길익, 곽덕훈, “e-Learning 상에서 온라인 시험 응시자 인증에 관한 연구,” 한국정보과학회 04 봄 학술발표논문집(B), 제31권, 제1호, pp. 499-501, 2004.
- [7] 경희사이버대학교, <http://www2.khcu.ac.kr>
- [8] 장재경, 김호성, “무작위 문항 제시에 의한 온라인 시험의 부정행위 방지,” 한국정보과학회 가을 학술발표논문집, 제29권, 제2호, pp. 397-399, 2002.
- [9] 김성덕, 정재동, 원동호, “인증서를 이용한 개인 식별 확인 및 키분배 통합 프로토콜,” 정보처리학회논문지 C, 제12-C권, 제3호, pp. 317-322, 2005.
- [10] G. Chetty and M. Wagner, “Audio-Visual Multimodal Fusion for Biometric Person

Authentication and Liveness Verification," *Proceedings of the 2005 NICTA-HCSNet Multimodal User Interaction Workshop*, Vol. 57, pp. 17-24, 2006.

- [11] 이필규, 영상처리 및 생체인식, 홍릉과학출판사, 2005.
- [12] D. A. Umphress and G. Williams, "Identify verification through keyboard characteristics," *International journal of man-machine studies*, Vol.23, No.3, pp. 263-273, 1985.
- [13] J. J. Leggett and G. Williams, "Verifying identity via keystroke Characteristics," *International Journal of Man-Machine Studies*, Vol. 28, No.1, pp. 67-76, 1988.
- [14] F. Monrose and A. D. Rubin, "Authentication via keystroke dynamics," *Proceedings of the 4th ACM conference on Computer and communications security*, pp. 48-56, 1997.
- [15] J. R. Young and R. W. Hammon, "Method and apparatus for verifying an individual's identity," *United States patent US 4,805,222*, 1989.
- [16] D. Gunetti and C. Picardi, "Analysis of Free Text," *ACM Transactions on Information and System Security (TISSEC)*, Vol.3, No.3, pp. 312-347, 2005.
- [17] 박중호, "키보드의 입력속도 정보를 이용한 신용카드 보안기법," 석사학위논문, 안동대학교, 2001.
- [18] J. Lee, S. Choi and B. Moon, "An evolutionary keystroke authentication based on ellipsoidal hypothesis space," *Proceedings of the 9th annual conference on Genetic and evolutionary computation*, pp. 2090-2097, 2007.



고 주 영

1989년 효성여자대학교 의류학과 학사
 1994년 효성여자대학교 의류학과 석사
 2002년 국립안동대학교 멀티미디어공학전공 석사

2004년 ~ 현재 국립안동대학교 멀티미디어공학전공 박사수로
 관심분야 : 멀티미디어응용, 이러닝



심 재 창

1987년 경북대학교 전자공학과 학사
 1990년 경북대학교 전자공학과 공학석사
 1993년 경북대학교 전자공학과 공학박사

1997년 ~ 1999년 IBM T. J. Watson Research Center, Researcher
 2005년 ~ 2007년 Princeton University Visiting Fellow Professor
 1994년 ~ 현재 국립안동대학교 컴퓨터공학전공 교수
 관심분야 : 영상처리, 패턴인식, 컴퓨터비전, 임베디드 비전시스템, 이미지 센서네트워크



김 현 기

1986년 경북대학교 전자공학과 학사
 1988년 경북대학교 전자공학과 공학석사
 2000년 경북대학교 전자공학과 공학박사

1988년 2월 ~ 1995년 8월 한국전자통신연구원 선임연구원
 2002년 3월 ~ 현재 국립안동대학교 멀티미디어공학전공 부교수
 관심분야 : 멀티미디어시스템, 이러닝, 멀티미디어응용