

컴퓨터 기반 평가 시스템의 보안성 강화 방안*

김 상 현*, 조 상 영**

요 약

ICT 기술이 다양한 교육 분야에 적용되고 있지만 교육 평가 분야에 적용은 제한적이다. 컴퓨터 기반 평가는 기존의 지필 평가에 비해 시간적/공간적 제약을 넘어서는 장점을 가지며 있지만 시험 당사자들의 부정행위에 취약하다. 본 논문에서는 컴퓨터 기반 평가의 보안성을 강화하기 위하여 실시간 모니터링 및 프로세스 관리 방안을 제안한다. 제안된 방식에서는 시험 화면을 주기적으로 캡처하여 교수 화면에 표시하여 실시간 감시가 가능하도록 하고 부정행위에 사용될 프로세스를 시험 전에 차단할 수 있도록 한다. 많은 학생들의 화면을 실시간으로 감시하기 위해서는 캡처된 원본 이미지의 효과적인 압축이 중요하다. 이를 위하여 이미지 압축 모듈의 사용, 해상도 약화, 재 압축의 3단계 압축 방식을 적용하였다. 이를 통하여 약 6MB의 원본 이미지를 약 3.8KB의 저장 이미지로 변환하였다. 부정 프로세스 차단 기능을 위하여 윈도우즈 API를 이용한 프로세스 추출 및 관리 기능을 사용하였다. 새로운 보안 강화 방안이 적용된 본 논문의 컴퓨터 기반 평가 시스템이 기존의 컴퓨터 기반 평가 시스템과의 보안 관련 기능 비교를 통하여 우수함을 보여준다.

Security Improvement Methods for Computer-based Test Systems

Sang Hyun Kim*, Sang-Young Cho**

ABSTRACT

ICT technology has been applied to various educational fields, but applying to educational test field is limited. Computer-based test (CBT) can overcome temporal and spatial constraints of conventional paper-based test, but is vulnerable to fraud by test parties. In this paper, we propose real-time monitoring and process management methods to enhance the security of CBT. In the proposed methods, the test screens of students are periodically captured and transferred to the professor screen to enable real-time monitoring, and the possible processes used for cheating can be blocked before testing. In order to monitor the screen of many students in real time, effective compression of the captured original image is important. We applied three-step compression methods: initial image compression, resolution reduction, and re-compression. Through this, the original image of about 6MB was converted into the storage image of about 3.8KB. We use the process extraction and management functions of Windows API to block the processes that may be used for cheating. The CBT system of this paper with the new security enhancement methods shows the superiority through comparison of the security related functions with the existing CBT systems.

Key words : Computer-based test, cheating, real-time monitoring, process management

접수일(2018년 5월 28일), 수정일(1차: 2018년 6월 28일),
게재확정일(2018년 6월 29일)

* 한국외국어대학교/교육대학원 컴퓨터교육학과

** 한국외국어대학교/컴퓨터전자시스템공학부(교신저자)

★ 본 논문은 2018년 한국외국어대학교 교내연구비 지원에 의하여 연구 되었음.

1. 서 론

ICT(Information and Communication Technology)의 발달 및 사회 구성원들의 컴퓨터 활용 능력(Computer literacy) 향상으로 사회 각 분야에 최신의 ICT 기술이 도입되고 있다. 최근에는 기계 학습을 이용한 지능화된 자동화 및 서비스 제공을 위한 연구 개발이 활발히 이루어지고 있다. 교육현장에서도 이러한 추세에 맞추어 교육 콘텐츠 및 교육 운영 관리에 다양한 ICT 기술을 활용하고 있다. 다양한 코스웨어(Courseware)를 활용한 대규모 온라인 공개 강좌(MOOC: Massive Online Open Course)가 교육의 대상을 특정 소수에서 일반 시민으로 확대하고 있다 [1]. 교육 주체는 학습 관리 시스템(LMS: Learning Management System)을 도입하여 교육의 효율적인 운영 및 관리에 활용하고 있다 [2].

강의 및 운영에서는 다양한 ICT 기술을 활용하고 있지만 학습 평가에 있어서는 ICT를 접목한 모델이 많이 사용되고 있지 않다. MOOC의 강의 형태 단점을 개선하기 위한 대규모 적응형 상호작용 교재(MAIT: Massive Adaptive Interactive Text)에서는 자동화되고 개인화된 평가의 중요성을 강조하고 있다 [3]. 교육의 성과를 측정하는 평가는 강의 과정만큼 중요한 요소이며 온라인 또는 오프라인 강의를 위하여 ICT 기술을 활용한 효율적이고 정확한 평가 시스템의 구축은 전체 교육 과정의 완성도를 높이기 위한 필수 요소이다.

평가도구로서 기존의 지필 시험(PBT: Paper-Based Test)과 컴퓨터 기반 평가 시스템(CBT: Computer-Based Test)은 몇 가지 중요한 차이점을 가지고 있다 [4].

첫째, CBT는 시간과 장소의 제약에 유동적으로 대처가 가능하다. 둘째, 시험 결과에 대한 즉각적인 결과 확인 및 피드백이 가능하다. 셋째, 멀티미디어 자료 및 기능 활용으로 다양한 평가가 가능해진다. 넷째, 평가 결과에 대한 자료 수집 관리가 용이해진다. 다섯째, 평가를 위한 비용 소모를 줄일 수 있다.

본 논문에서는 기존 교육현장의 PBT를 대체할 효율적이고 신뢰도 있는 CBT 시스템의 설계 및 구현에 대해 기술한다. 특히, 온라인 평가 시스템에서 발생하기 쉬운 부정행위를 방지하기 위한 기능에 중점을 두

고 전체 시스템을 설계하고 구현한다. CBT에서의 부정행위를 방지하기 위한 다양한 연구가 있다 [5]. 최근의 연구에서는 카메라와 신체에 착용하는 센서를 이용한 부정행위 방지 방안도 제시되고 있다 [6].

본 논문은 실제 교육현장에서 한 단계 더 강화된 보안성을 가진 CBT 시스템을 사용하게 하는 것이 목적으로, 이를 위해 현재 개발되어 사용되고 있는 여러 CBT 시스템들을 분석하였으며, 각 시스템의 장·단점을 파악하여 그 결과를 바탕으로 필수 개발 요구사항을 도출하였다. 개발된 시스템에서 보안성 향상을 위해 도입한 주요 해결 방안은 다음과 같다. 첫째, 보안성 향상을 위해 교수자가 불필요한 프로세스 및 오류 발생 가능한 프로세스를 지정하여 평가 시작 시 해당 프로세스를 종료해야만 응시할 수 있도록 한다. 시험 중에는 지속적으로 학생들의 시스템에서 구동되는 프로세스를 저장하도록 한다. 이는 시험 중 인터넷을 이용한 자료 검색 또는 시험자간의 채팅 등을 방지하는 목적도 있다. 둘째, 시험자가 답안을 작성하는 시험자의 화면을 시험 중간에 캡처하여 저장하여 시험 중간의 부정행위나 오류 사항을 실시간으로 파악할 수 있도록 한다. 또한 저장된 로그 자료 검색을 통하여 사후 분석에 사용 가능하도록 한다.

2. CBT 구축 사례 및 요구사항

보안성이 강화된 CBT 시스템을 구축하기 위해서 기존의 구축 사례를 조사 분석한다. 여기서의 보안성은 시험자들의 부정행위를 방지하기 위한 보안을 의미한다. 기존 구축 사례의 특징 및 장·단점을 조사 분석하여 새로운 CBT 시스템 설계 시 반영한다. 해외 사례와 국내 사례를 분석하였으며 해외사례는 문제 입력이나 문제 은행 구성을 주로 확인하였고 국내 사례는 평가 시스템의 사용자 측면을 중점적으로 파악하였다. 또한 각 사례 별로 보안성의 관점에서 특징들을 파악하였다.

2.1 해외 CBT 시스템

1) ProProfs [7]

ProProfs 시스템은 시험 출제 기능뿐만 아니라 교육, 설문, 문제 풀, 지식 베이스의 작성 기능 등을 제공

한다. 장점으로는 문제 입력을 쉽게 하기 위한 템플릿 페이지를 제공하고 최대한 사용자의 편의성을 제공하고 있다. 또한 Classroom이라는 가상공간을 제공하여 사용자들이 스스로 운영할 수 있도록 하고 있다. 단점으로는 개인화된 문제를 출제할 수 없고 모두에게 오픈되는 형태의 평가만 가능하다는 것이다. 보안성을 위한 특별한 고려사항이 없다.

2) Quiz CV [8]

아주 빠르고 간단하게 문제를 입력하여 평가를 치를 수 있게 되어 있으며 시험 시작, 종료 시각 등의 세부사항들을 지정할 수 있다. 개인별로 문제 순서가 섞인 형태로 출제할 수 있으며 평가 페이지를 문제 그룹이나 한 문제 단위로 선택하여 출제가 가능하도록 되어 있다. 하지만 문제 은행을 제공하지 않아 매 평가 생성이 다시 문제를 입력해야 하며 페이지 단위의 출제 시 모바일 UI가 불편한 단점이 있다. 보안성을 위한 문제 보기의 셔플 기능이 있다.

3) Think exam [9]

이 시스템은 입력한 문제를 문제은행에 저장되도록 하는 기능을 제공하며, 엑셀을 이용한 문제 입력 기능을 제공하여 시험자 또는 문제를 한 번에 입력할 수 있도록 지원한다. 그리고 문제별 오답 비율을 제공하여 난이도 조절에 도움을 주도록 되어있으며, 추가적으로 평가결과에 대해 E-mail 발송 및 SMS 공지가 가능하다. 보안성을 위한 특별한 기능은 없다.

4) Pearson Vue [10]

다양한 형태의 CBT를 지원하는 사이트로서 체계적인 평가 네트워크를 가지고 평가를 지원해준다. 독자적인 플랫폼을 통하여 평가의 설계, 평가, 평가 후 메타평가를 지원한다. 그리고 각 평가 진행 단계별 상세한 설명 및 전문적인 지원을 한다. 이 시스템은 보안성 강화를 위해 원격 CBT 진행시 웹캠을 통한 실시간 감독 기능을 지원하고 있다.

2.2 국내 CBT 시스템

1) 한양사이버대학교 CBT 시스템 [11]

평가 운영 방식은 스마트폰, 태블릿을 이용한 실시간 시험을 금지하여 안정성을 우선하고 있다. 즉, 네트워크의 안정성이 떨어지는 무선 인터넷 사양을 지양하고 있다. 포털사이트 카페 또는 스터디 그룹 등을 통한

기출문제 공유 시 징계로 문제 노출에 대한 피해를 최소화하고 있다. 이 시스템의 장점으로는 실시간(동시) 시험과 과제형(비동시) 시험을 지원하여 사용자의 선택이 가능하도록 하였으며, 공인인증서를 통한 로그인 을 통한 보안 및 신뢰도를 담보하고 있다. 그러나 보안 프로그램이나 메신저 등의 다른 프로그램으로 인하여 정상적인 시험 진행이 불가능할 수 있는 단점이 있다.

2) 고려사이버대학교 CBT 시스템 [12]

평가 프로그램을 전체화면으로 구동하여 평가 도중 다른 프로그램의 사용을 불가능하게 하여 보안성을 높이고 있으며, 시험을 응시할 수 있는 기회를 1회만 제공하여 부정행위의 가능성을 방지하고 있다. 이 시스템은 문항 및 보기 무작위 순서 출제를 지원하여 학생 개인별로 틀린 순서의 문제를 출제하고 있다. 실시간 시험과 과제형 시험을 지원하고 있으며 공인인증서를 이용하여 로그인을 하도록 되어 있다. Active-X 환경을 사용하고 있기 때문에 환경 설정 및 갑작스러운 오류 발생 시 대처에 어려움이 있다.

3) 사이버한국외국어대학교 CBT 시스템 [13]

평가 시에 2인 이상이 유사하거나 동일한 IP를 사용하는 지를 검사하여 부정행위를 파악하는 기능이 있다. PC 환경에서만 시험을 볼 수 있도록 하며 실시간 시험과 과제형 시험을 모두 지원하며 공인인증서를 사용하여 로그인하도록 되어 있다. Active-X 기술을 이용하고 있다.

2.3 기존 CBT 시스템의 장·단점 분석 및 보안성 강화 방안

기존 CBT 시스템의 사용자 측면에서의 장점으로는 문제입력 및 문제은행 구축/검색 시 유저의 사용이 편리하도록 최대한 보장하여 편의성을 높이고 있었고, E-mail이나 모바일 공지를 통한 평가결과 리포트를 제공하여 학생들에게 빠른 피드백이 가능하도록 하고 있다. 출제자에게 문제별 오답 비율을 제공하여 문제별 난이도 관리가 가능하도록 지원하고 있으며, 시험 유형에 따라 동시/비동시 시험을 지원하여 평가의 특성에 맞는 진행이 가능하도록 지원하고 있다.

보안성 강화 측면에서는 문제 및 보기 섞기 기능과 전체화면 시험진행 그리고 인접 IP 체크 등을 통해 부

정행위에 대한 보안성을 확보하고 있다. 웹캠을 이용한 원격 감시도 이용하고 있으며 시스템 설계에는 포함되지 않지만, 문제 노출에 대한 대비책도 마련하고 있다. 국내에서는 Active-X 환경과 공인인증서를 사용하여 인증하도록 되어 있다. 이 경우 평가 환경의 오류 시에 대처가 어렵다.

기존의 시스템들은 시험 진행 시의 부정행위를 감시하는 기능이 약하다. 따라서 본 논문에서는 시험 시의 부정행위의 방지 및 감시를 위하여 시험 모니터링 및 기록 방안을 제안하며 또한 시험의 안정된 진행과 응용 프로그램을 이용한 부정행위를 막도록 특정 프로그램들의 강제 종료를 통한 사전 차단 기능을 제안한다. 따라서 보안성 향상을 위한 CBT 설계 기능 요구 사항을 다음과 같이 도출한다.

- 학생별 문제 및 보기 셔플 기능
- 전체 시험 화면 기능
- 접속 IP 기록 및 조회 기능
- 시험 화면 및 프로세스 실시간 모니터링 및 저장 기능
- 응용 프로그램 탐지 및 종료 기능

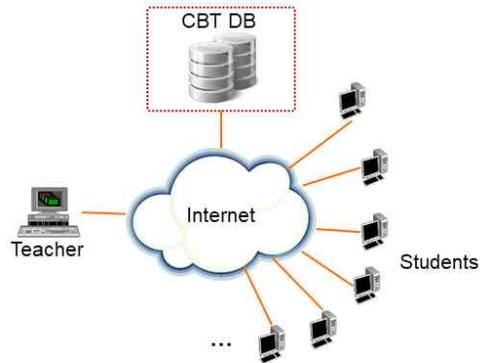
3. CBT 시스템의 보안 기능 설계

보안성 향상을 위한 5가지 기능 요구사항 중에서 학생별 문제 및 보기 셔플 기능은 시험 화면에서 문제를 표시할 때 랜덤 함수를 사용하여 간단하게 구현될 수 있으며 전체 시험 화면 기능도 프로그램 구동 시에 하드 코드를 사용하여 어렵지 않게 구현이 가능하다. 접속 IP는 DB 서버에서 간단하게 확인이 가능하다. 따라서 본 절에서는 시험 화면과 프로세스의 실시간 모니터링 및 저장 기능과 응용 프로그램 탐지 및 종료 기능의 설계에 대하여 기술한다.

3.1 전체 CBT 시스템 구성

전체 시스템은 인터넷을 통하여 동작할 수 있도록 구성한다. 교수자 시스템과 학생 시스템으로 분리하여 설계하였다. 인터넷을 통하여 시스템에 각각 로그인할 수 있다. 교수자는 문제 관리, 시험 관리, 시험상황 모니터링, 시험결과 관리를 할 수 있으며, 학생은 이전 시험 결과 보기, 시험응시를 할 수 있다. (그림 1)은 전체 구성을 보여준다. 교수자와 학생은 전용 프로그램

을 사용하여 인터넷을 통하여 시스템에 접근한다. HTTP(Hypertext transfer protocol)를 사용하지 않고 프로그램에 오라클 인스턴트 클라이언트를 내장하여 데이터베이스와 직접 연결하여 통신하도록 설계하였다.



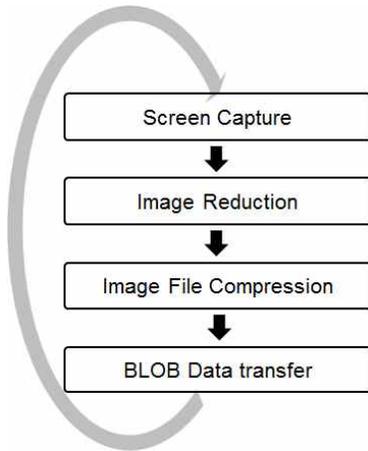
(그림 1) 전체 시스템 구성

3.2 시험 화면 실시간 모니터링 기능의 설계

학생들의 시험 상태를 모니터링하는 기존의 방법은 웹캠을 사용하는 것이다 [10]. 그러나, 분산되어 있는 다양한 환경에서 시험을 보는 학생들을 웹캠을 이용하여 관찰하는 것은 비용과 성능 면에서 적절하지 않다. 본 논문에서는 이에 대한 대안으로 응시자 시스템에서 주기적으로 화면을 캡처하여 서버로 보내고 서버는 이를 저장하며 교수자 시스템에서는 각 학생별로 보내지는 캡처 이미지를 조회하여 교수자 화면에 보여지는 방식을 제안한다. 이 방식은 웹캠을 필요로 하지 않으며 교수자와 학생 전용 프로그램에서 구현이 가능하다. 하지만 이런 방식을 구현하기 위해서는 몇 가지 문제점을 해결해야 한다. 먼저 고화질의 캡처 이미지를 캡처하여 보내는 과정에서 응시자 시스템에 부하가 걸리면 원활한 시험 진행이 불가능하기 때문에 성능 저하에 대비책이 필요하다. 그리고 이미지의 용량이 크면 이미지 데이터를 전송하는 시간이 많이 걸릴 뿐 아니라 이미지 데이터를 저장하는 DB에도 용량의 한계로 인한 낭비가 발생할 수 있다. 예를 들어, 10초에 한번씩 화면을 캡처하고 원본 모니터 캡처 화면의 크기가 약 6MB라고 하면 평가 시간이 60분인 시험을 보는 한 응시생당 2,160MB의 이미지 데이터가 발생하며 100명이 시험을 본다고 하면 약 220GB가 넘는 DB 용

량이 필요하게 된다. 또한, 교수자 시스템에서도 100명이 응시한 시험을 모니터링한다고 가정하면 10초에 한 번씩 600MB의 이미지 데이터를 DB에서 전송받아와 출력해주어야 한다. 이 경우 최소 60MB/sec의 전송속도가 보장되는 망이 필요하게 된다.

응시자 시스템에서 화면 캡처에 의한 부하를 감소시키기 위해서는 이미지 캡처 작업을 쓰레드 기술을 적용하여 비동기방식으로 처리하도록 한다. 이를 통해 응시자는 화면 캡처에 의한 부하를 느끼지 못하며 시험을 볼 수 있다. 화면 이미지의 저장 및 전송 시간을 단축하기 위해서는 압축 기술을 사용하도록 한다. 시험 화면 모니터링을 위해서는 내용 확인이 가능한 수준의 해상도 또는 화질을 사용해도 되기 때문에 캡처한 화면의 용량을 줄인다. 또한 압축 알고리즘을 사용하여 저장 및 전송을 위한 이미지 파일의 크기를 더 줄이도록 한다. (그림 2)는 화면 모니터링을 위한 이미지 캡처 및 저장 순서를 보여준다.



(그림 2) 화면 캡처 및 전송 순서

3.3 프로세스 확인 및 강제종료 기능 설계

시험 중에 응시 프로그램의 안정적인 구동과 부정 행위에 사용될 가능성이 있는 응용 프로그램의 구동을 막기 위하여 실행 중인 프로세스들을 확인하고 문제의 소지가 있는 프로세스를 응시 전에 종료시킬 수 있는 기능이 필요하다. 이와 같은 기능은 허용되는 프로그램만 구동하는 형태와 허용되지 않는 프로그램을 종료하는 형태로 설계할 수 있다. 본 논문에서는 최소한의

제약을 강제하는 형태인 허용되지 않는 프로그램의 구동을 막는 방식을 택한다. 이를 위하여 응시 프로그램이 구동되게 되면 실행 중인 프로세스들의 이름과 ID를 운영체제 API를 통하여 추출한다. 그리고 DB에서 실행되지 말아야 할 프로세스 이름을 조회하여 운영체제에서 추출된 프로세스들의 이름과 교차 검색을 통한 구동되지 말아야 할 프로세스의 존재 여부를 확인한다. 만약에 등록된 프로세스가 없다면 바로 응시화면으로 진입하며, 등록된 프로세스가 있다면 확인 창을 출력하고 종료 여부를 확인받게 한다. 응시자가 프로세스 종료를 선택하면 프로세스 ID를 활용하여 프로세스 종료 명령을 운영체제에 내려 해당 프로그램을 종료시킨다. 이러한 프로세스 확인 및 종료 기능의 구현은 운영체제의 API를 이용하면 가능하다. 시험 중간에 학생들이 새로운 응용 프로그램을 구동하는 지를 확인하기 위하여 이미지 캡처 시에 해당 시스템에서 동작하는 프로세스를 확인하여 기록하게 한다.

4. CBT 시스템의 보안 기능 구현

전체 CBT 시스템의 구현을 위하여 개발언어로 Powerbuilder 11.5를 사용하였고 DB로 Oracle 11g를 사용하였다. 전체적으로 교수 프로그램과 학생 프로그램을 구현하였고 DB는 13개의 테이블을 사용한다. CBT 시스템의 보안성을 위하여 3개의 테이블이 사용되었다.

4.1 실시간 모니터링 기능의 구현

학생 시스템에서 답안 작성이 시작되고 나면 매 초당 시험 응시 가능 기간인지 답안 작성 가능 시간인지 등을 확인하도록 하고 10초에 한 번씩 전체 화면을 캡처하고 프로세스 리스트를 저장한다. 교수 프로그램의 모니터링 메뉴에서는 이렇게 저장된 학생들의 화면 캡처 및 프로세스 정보를 실시간으로 업데이트하며 교수자가 확인할 수 있도록 하였다. 그리고 저장된 모니터링 자료들을 평가 후에도 검색할 수 있도록 하여 평가 중간의 문제 사항을 확인하여 다음 평가에 반영할 수 있도록 하였다.

시험을 보기 위한 학생 프로그램이 구동되면 쓰레드로 구현된 비동기 방식으로 모니터 캡처 및 이미지 데이터파일 저장을 수행한다. 구현된 방식에서는 이

과정이 1초 이내에 완료되기 때문에 필요에 의하여 설정된 10초의 모니터링 주기를 더 빠르게 할 수 있다. 캡처된 이미지 용량을 줄이기 위하여 ImageMagick이라는 모듈을 사용하여 원본 이미지의 사이즈를 50% 줄이고 내용확인이 가능한 수준으로 화질을 낮추어 50KB 용량까지 줄일 수 있었다. 이는 약 6MB의 원본 이미지의 0.8% 크기로 학생 1인당 60분 시험의 경우 약 18MB의 용량이 필요하다. 이를 더 줄이기 위하여 Zlib 모듈을 사용하여 한 번 더 압축하여 DB로 데이터를 전송함으로써 약 25%의 추가적인 데이터 용량을 감소시켰다. (그림 3)은 모니터링 화면을 저장하기 위한 CBT DB의 테이블이다. 이 테이블은 시험코드와 학번으로 이루어진 PK(Primary Key)를 가지고 있으며 캡처된 데이터를 바이너리 형태로 저장하는 BLOB 캡처 데이터 컬럼을 가지고 있다.

테이블 이름		시험캡처							
테이블 설명									
PRIMARY KEY		시험코드, 학번							
FOREIGN KEY		시험코드, 학번							
INDEX									
NO	PK	AI	FK	NULL	컬럼 이름	TYPE	DEFAULT	설명	참조 테이블
1	Y			Y	시험코드	INT			시험
2	Y		Y	Y	학번	VARCHAR2(20)			회원마스터
3				Y	캡처시간	VARCHAR2(20)			
4				Y	캡처데이터	BLOB			
5			Y		캡처데이터길이	VARCHAR2(20)			

(그림 3) 시험캡처 테이블

(그림 4)는 시험 중간의 학생 시스템에서 구동되는 프로세스의 기록을 위한 DB 테이블이다. 이 테이블은 시험코드와 학번, 저장시간, 프로세스이름, PID로 이루어진 PK를 가지고 있다.

테이블 이름		시험 중 프로세스내역							
테이블 설명									
PRIMARY KEY		시험코드, 학번, 저장시간, 프로세스이름							
FOREIGN KEY		시험코드, 학번							
INDEX									
NO	PK	AI	FK	NULL	컬럼 이름	TYPE	DEFAULT	설명	참조 테이블
1	Y			Y	시험코드	INT			시험
2	Y		Y		학번	VARCHAR2(20)			회원마스터
3	Y				저장시간	DATE			
4	Y				프로세스이름	VARCHAR2(100)			
5	Y				PID	VARCHAR2(20)			

(그림 4) 시험 중 프로세스 내역 테이블

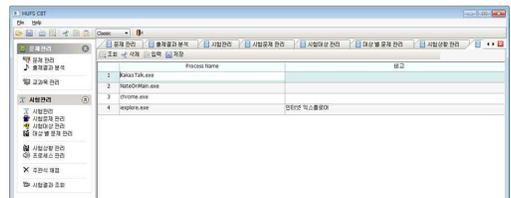
4.2 등록 프로그램의 프로세스 강제종료 구현

학생들이 학생 프로그램을 구동하여 시험을 시작하게 되면 가장 먼저 교수자가 관리 프로세스로 등록해 놓은 프로세스들을 확인하고 관리 프로세스가 구동되고 있지 않으면 시험을 바로 진행하도록 하고 등록 프로세스가 있으면 팝업창으로 그 프로세스를 종료할지 물어보고 프로세스 종료를 선택하도록 한다. 만약 프로세스를 종료하지 않으면 시험 시작이 불가능 하도록 하였다. (그림 5)는 관리 프로세스를 위한 테이블로서 프로세스 이름과 설명을 저장한다.

테이블 이름		프로세스관리대상							
테이블 설명									
PRIMARY KEY		프로세스이름							
FOREIGN KEY									
INDEX									
NO	PK	AI	FK	NULL	컬럼 이름	TYPE	DEFAULT	설명	참조 테이블
1	Y				프로세스이름	VARCHAR2(100)			
2				Y	설명	VARCHAR2(200)			

(그림 5) 프로세스 관리 대상 테이블

관리 프로세스의 등록 및 해지를 위한 교수 프로그램 화면은 (그림 6과) 같다.

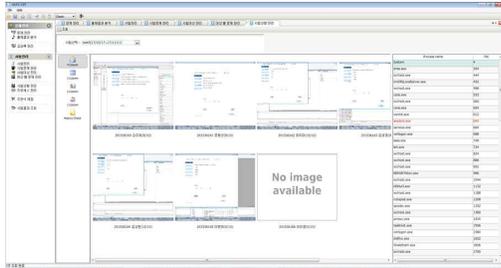


(그림 6) 프로세스 관리 화면

4.3 시험 상황 관리를 위한 교수 프로그램

교수 프로그램에서 시험 진행 상황을 모니터링하기 위해서는 시험을 선택하고 화면의 컬럼 숫자를 선택하면 선택한 컬럼에 해당하는 화면 구성으로 학생들의 실제 시험 응시 화면을 모니터링 할 수 있다. 학생 화면을 클릭하면 해당 학생의 프로세스가 표시되도록 되어있다. 학생 화면을 더블클릭하면 외부 이미지 프로그램으로 연동되게 되어 확대, 축소 및 저장이 가능하다. 그리고 프로세스를 더블클릭하면 프로세스 관리

대상에 입력되도록 하였다. (그림 7)은 시험 상황 관리 화면을 보여주고 있다.



(그림 7) 시험 상황 관리 화면

시험 상황 관리뿐만 아니라 저장된 캡처 내용과 프로세스 내용을 평가 이후에도 확인해 볼 수 있도록 History Check 화면을 구현하였다. 이를 이용하여 평가 후에 학생들의 시험 과정을 정밀하게 분석하거나 문제점을 확인해 볼 수 있다.

<표 1> CBT 시스템 별 보안성 기능 지원 비교

구분	전체 화면	문제 쉬기	웹캠 감독	IP 저장	모니터링	프로세스
ProProfs	X	X	X	X	X	X
Quiz CV	X	O	X	X	X	X
Think exam	X	X	X	X	X	X
Pearson Vue	O	O	O	X	X	X
고려사이버대	O	O	X	X	X	X
한양사이버대	O	O	X	X	X	X
사이버한국외대	O	O	X	O	X	X
개발 CBT	O	O	X	O	O	O

5. 결론 및 향후 과제

본 논문에서는 지필 평가를 대체할 기존 시스템보다 향상된 보안성을 제공하는 CBT 시스템을 설계하고 구현을 하였다. 전용 프로그램 형태로 구현하여 시험의 보안성을 강화하기 위한 방안들을 쉽게 적용할 수 있도록 하였다. 보안성 강화를 위해 강제 전체화면 보기 기능, 문제/보기 쉬움 기능, 응시 IP 저장 및 비교 기능을 통하여 보안성을 강화하였다. 추가적으로 교수가 문제가 될 수 있는 프로그램들을 사전에 등록하

여 시험 시작 전에 학생 시스템에서 종료시킴으로써 오류 및 부정행위를 방지하는 기능과 평가 진행 중에 학생 시험 환경의 지속적인 모니터링을 통하여 오류 사항 감지 및 부정행위를 방지하는 기능을 구현하였다. <표 1>은 기존 CBT 평가 시스템들과의 보안성 비교이다. 표에서 보는 바와 같이 본 논문의 시스템이 보안성을 위한 가장 많은 기능을 가지고 있음을 알 수 있으며 화면 캡처와 프로세스 관리 기능은 본 논문의 CBT 시스템의 고유한 기능으로 타 시스템에 비하여 높은 보안성을 확보하고 있다.

현재 시스템은 윈도우즈 환경에서 동작하고 있다. 본 CBT 시스템이 보다 범용적인 환경에서 동작할 있도록 다른 운영체제를 지원할 수 있도록 해야 하며 추가적으로 모바일 환경에서도 구동하도록 개선이 이루어져야 할 것이다. 본 논문에서 구현된 스크린 모니터링 기술은 100명 이상의 실시간 PC 사용 모니터링을 위하여 시스템 부하를 최소화하여 개발되었다. 이러한 기술은 CCTV 보안 또는 PC 보안 분야에 적용될 수 있으며 교육 분야에서는 온라인 교육 현장의 모니터링에 활용될 수 있다.

참고문헌

- [1] T. Karsenti, "MOOCs: What the research says," *Int. Jour. of Technologies in Higher Education*, vol. 10, no. 2, pp. 23-37, 2013.
- [2] L. Morgado, H. Paredes, B. Fonseca, P. Martins, Á. Almeida, A. Vilela, B. Pires, M. Cardoso, F. Peixinho, and A. Santos, "Integration scenarios of virtual worlds in learning management systems using the MULTIS approach," *Personal and Ubiquitous Computing*, vol. 21, no. 6, pp. 965-975, Dec. 2017.
- [3] P. Compeau, P. A. Pevzner, "Life After MOOCs," *Communications of the ACM*, vol. 58, no. 10, pp. 41-44, 2015.
- [4] T. Davey, "Practical Considerations in Computer-Based Testing," [online] Available: <https://www.ets.org/Media/Research/pdf/CBT-2011.pdf>, ETS, Jan. 2011.
- [5] H. Corrigan-Gibbs, N. Gupta, C.

Northcutt, E. Cutrell, and W. Thies, "Deterring Cheating in Online Environments," ACM Transactions on Computer-Human Interaction, Vol. 22, No. 6, Article 28, Sep. 2015.

- [6] X. Li, K.-M. Chang, Y. Yuan, and A. Hauptmann, "Massive open online proctor: Protecting the credibility of MOOCs certificates," in Proc. of the Conf. on Computer Supported Cooperative Work and Social Computing. pp. 1129 - 1137, Vancouver, BC, Canada, Mar. 2015.
- [7] ProProfs, [Online] Available: <https://www.proprofs.com/>
- [8] Quiz CV, [Online] Available: <https://www.quizcv.com/>
- [9] Think exam, [Online] Available: <https://www.thinkexam.com/>
- [10] Pearson Vue, [Online] Available: <https://home.pearsonvue.com/>
- [11] Hanyang Cyber University CBT system, [Online] Available: <http://www.hyc-u.ac.kr/CampusGuide/TestSettingGuide.asp>
- [12] The Cyber University of Korea CBT system, [Online] Available: <http://www.cuk.edu/101018.do>
- [13] Cyber Hankuk University of Foreign Studies CBT system, [Online] Available: http://www.cufs.ac.kr/clf/hlp/clfhlp_down-list1.jsp

[저자 소개]



김 상 현 (Sang Hyun Kim)

2005년 2월 한국항공대학교 컴퓨터정보공학 학사
2018년 2월 한국외국어대학교 컴퓨터교육과 석사
email : perfumez@hufs.ac.kr



조 상 영 (Sang-Young Cho)

1988년 2월 서울대학교 제어계측공학과 학사
1990년 2월 KAIST 전기및전자공학과 석사
1994년 2월 KAIST 전기및전자공학과 박사
1997년 ~ 현재 한국외국어대학교 컴퓨터전자시스템공학부 교수
email : sycho@hufs.ac.kr