

카메라를 이용한 온라인 시험 공정성 강화 시스템

고주영[†], 심재창^{**}, 김현기^{***}

요 약

이러닝은 교실에서 수업이 이루어지는 전통 수업 방식과는 달리 학생들이 각자의 장소에서 온라인으로 수업에 참여 할 수 있는 수업방식이다. 그리고 시험도 온라인에서 이루어지는 경우가 많아 이 경우 시험 감독이 어렵다. 감독이 어려운 온라인 시험도 성적에 포함되므로 공정한 학사관리가 중요하다. 본 연구에서는 카메라를 이용한 온라인 시험 공정성 강화 시스템을 제안한다. 온라인 수강생은 매 강의를 학습한 후 출석확인을 위해 카메라로 얼굴을 촬영하고 촬영된 영상은 저장된다. 그리고 시험을 치는 동안 시험 장면을 촬영하고 얼굴을 검출하여 대리시험 등의 부정행위를 방지하고자 한다. 촬영된 영상은 시험이 종료된 후 시험 답안지와 함께 사이버 학사관리 시스템에 전송시키고 시험 성적표와 함께 사진을 인쇄하여 본인을 인증하고 시험 부정을 방지하고자한다.

A System for Improving Fairness of Online Test Using Camera

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

ABSTRACT

E-Learning is different from the traditional classroom learning and examinees can take a class individually anywhere by online. And it is difficult to proctor an examination because they also take a test by online. However the results of the online test are included in their examination scores. Therefore, it is very important to authenticate the examinees. In this paper, we propose improvement of fairness system for online test using camera. Students can take a picture after every online classes and it has been saved. And during the test, ELTS(e-Learning Test System) takes images, detects the faces, and protects from getting another person to sit for cheating. After examination, the images have been transferred with the answer sheets to the cyber school management system. And a report card will be printed out with the user's images. Moreover, it will authenticate oneself and protect the online test from cheating.

Key words: Online test(온라인시험), Cheating(부정행위), Fairness(공정성강화), Face detection(얼굴 검출), Camera Authentication(카메라 인증)

1. 서 론

컴퓨터와 인터넷의 일상화로 온라인에서 실시하는 이러닝(e-Learning)은 누구나 언제 어디서든지 학습할 수 있는 새로운 학습 모델로 다양한 교육 환경

에서 적용되고 있다. 우리나라의 대학교육에서의 이러닝은 1990대에 일부 대학에서 온라인 강의를 실시하는 것으로 시작되었다. 강의와 시험 모두 온라인으로 진행되는 사이버 대학은 2009년 4년제 15개교 2년제 2개교가 운영되고 있다. 사이버대학의 졸업자 수

※ 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: 2009년 2월 13일, 수정일: 2009년 6월 10일
완료일: 2009년 7월 27일

[†] 정회원, 국립안동대학교 멀티미디어공학전공 박사과정

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

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

는 2007년 4년제 11,271명 2년제 1,312명에 이른다. 또한 일반대학에서도 권역별 대학 이러닝 지원센터에서 공동으로 이러닝 강좌를 개설하여 운영하며 이를 활용한 대학 간 학점교류 등을 추진하고 있다[1,2].

온라인 시험은 각자 개별 장소에서 실시되므로 별도의 감독과 관리가 쉽지 않다. 그러나 온라인 시험의 학점도 정식성적에 포함되므로 공정성을 강화하는 것은 매우 중요하다. 이러닝으로 학습이 진행되는 외국의 사례에서는 온라인 부정을 막기 위한 방법으로 시험 시간을 제한하고, 'Print Screen'키를 제한하는 방법과 더불어 시험 시작 전에 웹 카메라를 이용하여 ID를 제시하고 시험을 시작하도록 하는 경우도 있다 [3,4]. 온라인 시험에서 본인을 확인하기 위해 가장 많이 사용되는 방법은 로그인 할 때 아이디와 비밀번호를 입력하는 것이다. 이 방법은 가장 간편한 방법이지만 대리 시험 등의 시험 부정을 막기는 어렵다.

본 연구에서는 부정행위를 방지하고 공정성 강화를 위해 PC 카메라를 이용하여 수험자가 지속적으로 시험을 치고 있는지 확인하는 방법을 제안한다. PC 카메라는 컴퓨터 사용자들이 흔하게 사용하는 것으로 가격이 저렴하고 구하기가 용이하다. 그리고 수험자가 로그인을 할 때 키보드 입력 특징을 추출하는 키보드 인증방법을 적용하였다[5]. 제안된 방법은 PC 카메라를 이용하여 시험 도중에 수험생의 얼굴을 촬영하여 얼굴검출방법을 통해 수험생이 시험을 지속적으로 치고 있는지 확인하는 방법이다. 제안된 방법으로 수험자 본인을 인증하고 시험도중 수험생이 자리를 이탈하는지와 수험생 이외의 다른 사람이 있는지를 확인할 수 있다. 얼굴검출 방법은 생체인식 중 얼굴 인식을 하기위한 전 단계로 사람의 얼굴이 있는지 확인하는 것으로 처리 속도가 빨라 독립적인 연구가 많이 진행되는 분야이다[6]. 제안된 방법은 수험자가 아이디와 비밀번호를 입력하고 등록된 내용과 동일한 경우 키보드 인증을 실시하게 되고 시험 시스템에 로그인 되면 카메라인증이 시작된다. 수험자가 테스트 영상을 촬영하고 얼굴이 검출되면 온라인 시험이 시작된다. 시험이 진행되는 동안 수험자의 모습은 2초당 1장씩 촬영된다. 이때 얼굴이 검출되는지는 얼굴 찾기 알고리즘에 의해 자동으로 확인된다. 얼굴이 검출되지 않으면 수험자가 카메라 촬영의 범위 밖으로 나가는 경우로 보고 경고 표시를 한다. 또한 두 명 이상의 얼굴이 검출될 때도 경고 표시를

한다. 경고가 지속되면 본인 확인을 위해 학사 정보 시스템에 저장된 수험자 개인의 정보에 대한 질문을 한다. 질문에 즉시 답변이 이루어지면 시험이 계속되고 답변이 이루어지지 않으면 부정행위로 분류되어 시험을 종료한다. 제안된 방법은 적용하기 간편하며 수험자가 부담 없이 사용할 수 있는 장점이 있다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 온라인 시험에서 부정방지를 위한 수험자 확인 방법에 대해 기술한다. 3장에서는 카메라를 이용한 온라인 시험의 공정성 강화 시스템을 제안하고, 4장에서는 제안한 방법에 대한 실험 및 고찰을 기술 한 후 5장에서 결론을 맺는다.

2. 온라인 시험에서 부정 방지를 위한 수험자 확인 방법

온라인 시험은 학습자가 스스로 장소를 정하여 정해진 시간에 시험을 치는 방법으로 전통적인 교실 수업과는 달리 시험을 감독하는 것이 무척 어렵다. 온라인 기반의 시험에서 시험결과와 공정성을 강화하는 방법은 그림 1과 같이 분류 할 수 있다.

온라인에서 본인 인증을 위해 일반적으로 많이 사용하는 방법은 아이디와 비밀번호를 입력하는 방법이다. 이 방법은 사용하기 간편하지만, 다른 사람의 도움을 받거나 다양한 방법의 부정행위나 특히 수험자를 대신해서 다른 사람이 시험을 치는 대리시험 등의 부정행위를 막기 어려운 면이 있다. 인증키 방법은 보안이 강화되는 금융기관에서 많이 사용하는 방법이다[7]. 그리고 온라인 시험에서 시험시간을 제한하거나 문제를 무작위로 제시하는 방법 등 시험 문제 제시 방법의 변화를 통하여 공정성을 강화하는 방법이 있다. 또한 토플(TOEFL) 시험과 같이 시험은 온라인으로 치지만 지정된 장소에서 직접 감독관이 감독하며 시험을 치기 전에 수험자를 촬영하는

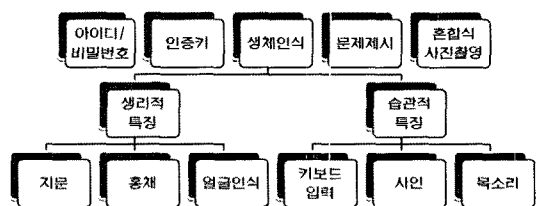


그림 1. 온라인 시험 공정성 강화 방법

방식은 혼합식 사진 촬영방법으로 분류 할 수 있다. 시험 감독관은 시험을 치기 전 교실에서 수험자의 사진을 찍고 그 사진은 최종토플 성적 증명서에 인쇄 되어 본인을 증명하게 된다. 이 방법은 온라인 오프라인 혼합방법으로 대리 시험 등 시험 부정을 막기에 용이하나 비용이 많이 들고 시험을 치기위한 특정 장소가 필요하고 수험자들이 이동해야 하는 어려움이 있다. 생체 인식 방법은 생리적 특징으로 구별하는 방법과 습관적 특징으로 구별하는 방법이 있다. PC 카메라를 이용하여 온라인으로 사용자를 식별하는 연구 중 실시간 얼굴을 검출하여 사용자의 움직임에 따라 카메라가 추적하는 연구가 있다[8,9]. 얼굴 검출 방법은 카메라로부터 입력된 동영상 또는 정지 영상에서 얼굴의 위치를 찾아내는 것을 말하며 영상 감시 시스템, 원격 회의 시스템 및 얼굴 인식 시스템에서 다양하게 응용 할 수 있는 기술이다[10,11]. 본 연구에서는 얼굴 검출 방법을 사용하여 수험자가 시험을 지속적으로 치고 있는지 확인하고, 키보드 입력 특징을 추출하는 방법을 적용하여 온라인 시험에서 수험자 확인을 통한 공정성 강화시스템을 연구하였다. 키보드 입력 특징은 키보드를 누르고 놓을 때의 시간간격을 측정하여 개인별 키코드를 추출하였다[5]. 그리고 얼굴 검출 방법은 누구나 쉽게 적용 할 수 있는 PC 카메라를 이용하여 적용하였다. 카메라에서 얻은 영상에서 얼굴을 검출하여 온라인으로 진행되는 시험에 무리가 되지 않는 방법으로 얼굴 인식 이전단계인 얼굴 검출 과정을 적용하여 수험자를 인증하고자 한다.

3. 카메라를 이용한 온라인 시험의 공정성 강화 시스템

3.1 온라인 강좌 시스템

카메라를 이용한 온라인 강좌 시스템의 구성은 그림 2와 같다. 등록단계는 수강생이 온라인 강좌를 듣기 위해 등록하는 단계이다. 이 단계에서 수강생은 자신의 개인정보와 전공 등의 인적 사항을 입력한다. 그리고 강좌 시청단계에서 강좌를 듣는다. 일반적으로 사이버 강좌는 매 강좌마다 들어야 하는 시간이 정해져 있는 경우가 많다. 수강생은 해당 강좌를 완전하게 듣고 난 후 출석확인을 한다. 본 시스템에서는 강좌가 끝날 때 출석 확인으로 PC 카메라를 이용

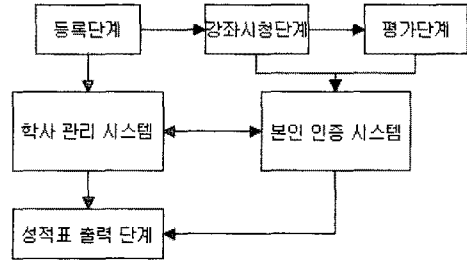


그림 2. 온라인 강좌 시스템

하여 사진을 촬영한다. 촬영된 영상은 본인 인증 시스템에 저장하였다가 성적표 출력단계에서 사용한다. 그리고 평가 단계에서 시험을 치는데 이 때 본인 인증 시스템에서 본인 인증단계가 적용된다. 본 연구에서는 온라인 시험의 공정성 강화를 위한 PC 카메라 기반의 본인 인증 시스템을 설계하고 구현하였다.

3.2 카메라를 이용한 영상 획득 및 저장

본 연구에서는 온라인 시험 시 카메라를 이용하여 영상에서 수험자의 얼굴을 검출하고 저장한다. 그림 3은 카메라를 이용한 수험자 얼굴 검출 과정을 나타낸다. 그림 4는 수험자 얼굴 검출과정의 단계별 설명이다.

이 시스템에 사용된 키보드 인증과정은 아이디와 비밀번호 입력 시 키보드의 누름시간과 놓음 시간을

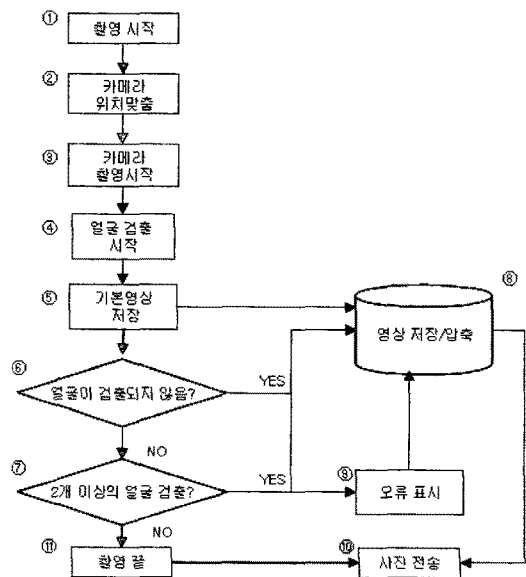


그림 3. 수험자 얼굴 검출과정

- ① 로그인후 시험이 준비되는 단계
- ② 수험자가 직접 카메라의 위치를 조정하고 확인하는 단계.
- ③ 시험이 시작되고 카메라가 촬영을 시작하는 단계.
- ④ 시스템에서 얼굴 검출을 시작하는 단계
- ⑤ 기본 영상 저장단계(시험 초기, 시험 중간, 시험 종료 직전)
- ⑥ 얼굴이 검출되는지 확인하는 단계. 얼굴이 검출되지 않으면 오류를 표시하고 영상을 저장한다.
- ⑦ 2개 이상의 얼굴이 검출되는지 확인하는 단계. 2개 이상의 얼굴이 검출되면 오류를 표시하고 영상을 저장한다. ⑥과 ⑦의 과정은 시험이 진행되는 동안 지속된다.
- ⑧ 영상 저장 및 압축단계. 시험 도중에는 수험자의 컴퓨터에 저장하였다가 시험이 종료됨과 동시에 답안지와 함께 시험 데이터베이스로 전송.
- ⑨ 영상에서 얼굴이 검출되지 않거나 2개 이상의 얼굴이 검출될 경우 오류를 표시하는 단계.
- ⑩ 압축된 영상을 전송하는 단계
- ⑪ 시험이 끝나면 촬영이 끝나는 단계

그림 4. 수험자 얼굴 검출과정의 단계별 설명

추출하여 개인 특징 패턴 값을 구하는 방법[4]을 적용하였다. 시험을 위한 로그인이 허용되면 수험자 얼굴 검출이 시작된다. 시험이 시작되기 전 카메라를 이용하여 테스트 사진을 촬영한다. 테스트 영상은 얼굴이 제대로 검출되는지 확인하는 과정이다. 시험이 시작되면 자동으로 시험 장면이 촬영된다. 시험이 촬영되는 영상은 두 종류이다. 한 가지는 지정시간에 촬영되는 ‘기본영상’이고, 다른 한 가지는 수험자가 시험을 치는 동안 2초마다 한 장씩 촬영되는 ‘시험영상’이다. 기본영상은 시험 초기(영상 1), 시험 중간(영상 2), 시험 종료 직전(영상 3)에 촬영한다. 이 영상 중 하나는 저장되었다가 성적표 출력에 포함시키도록 하였다. 시험영상은 2초마다 촬영되면서 얼굴이 검출되는지 확인된다. 오류가 발생되면 경고 메시지를 나타내며 동시에 저장된다. 경고메시지는 수험자의 얼굴이 검출되지 않거나 두 명 이상이 검출될 때 발생된다. 오류 발생이 3회 이상일 경우 재인증이 시도된다. 재 인증은 학사 정보에 저장된 개인 정보를 이용한 질문을 무작위로 제시하여 답변을 신속하게 할 경우 시험이 계속 진행되도록 설계하였다. 얼굴 검출 과정은 시험이 진행되는 동안 지속되므로 시험이 끝날 때 까지 수험자가 지속적으로 자리에 있는지 확인한다. 시험 도중 발생한 인증 오류는 시험 마지막 카메라 인증 란에 ‘인증’, ‘재확인’, ‘인증불

가’가 표시된다. ‘재확인 필요’ 또는 ‘확인 불가’가 나왔을 경우 온라인에서 자신의 시험 도중 사진을 확인 할 수 있게 하여 이의를 제기 할 수 있도록 설계하였다. 카메라 인증 시스템에 저장하는 영상은 320x240 크기의 칼라 영상을 JPG형태로 압축한 1장 당 25~30KB일 경우 50장의 영상의 저장된다면 1.25~1.5MB의 저장 공간이 필요하다. 만약 오류 영상이 없다면 최초 테스트 영상과 지정영상을 합하여 4장의 영상만이 저장된다. 오류가 많을수록 많은 영상이 저장된다.

3.3 얼굴 검출 과정

얼굴 검출 방법은 카메라로부터 입력된 동영상 또는 정지영상에서 얼굴의 위치를 찾아내는 것을 말하며 영상 감시 시스템, 원격 회의 시스템 및 얼굴 인식 시스템에서 다양하게 응용 할 수 있는 기술이다[10,11]. 얼굴을 검출하는 방법은 지식기반(Knowledge-Based) 방법[12], 특징기반(Feature-based) 방법[13], 외형기반(Appearance-Based) 방법[14]등이 있다. 그 중 외형기반 방법은 학습 영상 집합에 의해 학습된 모델을 이용하여 얼굴 검출하는 방법이다. 외형기반 방법은 얼굴 검출 분야에서 가장 많이 사용하는 방법 중 하나이며, 신경망(Neural Network)을 이용한 검출[15], 통계적 방법들을 이용한 SVM(Support Vector machine)[16], 에이더부스터(Adaboost)[6]등 패턴인식 알고리즘이 존재한다. 본 연구에서는 상태 기반 방법 중 가장 많이 적용 되고 있는 에이더부스터 방법을 이용하여 학습자의 얼굴을 검출 하고자 한다. 에이더부스터 방법은 속도가 빠르고 정확도가 높으며 구현이 용이하여 적용하기 편리한 특징이 있다.

4. 실험 및 고찰

본 논문에서는 학습자가 온라인 시험을 치는 환경과 비슷한 조건을 주기위해 일반 개인 컴퓨터에서 학생들이 평소 사용하는 컴퓨터와 PC 카메라를 그대로 이용하여 실험을 실시하였다. 실험 환경은 Windows XP 와 Microsoft Visual C++6.0을 사용하였다. PC용 카메라는 SMARTCam 30만 호소 Talk Capture USB PC카메라(올인포케이)와 QuickCam® Deluxe for Notebooks(로지텍)를 사용하였다. PC 카메라의 종류는 설치방법에 따라 책상위에 세우는 것, 모니터

에 삽입된 것, 노트북 화면 윗부분에 고정시키는 것 등을 사용할 수 있다. 얼굴 검출 테스트를 위해서는 OpenCV 라이브러리를 사용하였다. 얼굴검출 알고리즘은 속도가 빠르고 사용하기 편리한 에이더부스터 알고리즘을 이용하였다. 에이더부스터 알고리즘은 연산이 빠른 Haar-like 특징을 객체 검출을 위한 특징 집합으로 사용한다.

4.1 카메라의 위치

카메라를 설치하는 위치에 따라 수험자의 특정 동작에 따라 얼굴검출이 되지 않는 경우가 있다. 표 1은 카메라의 위치에 따른 얼굴검출 비율이다. 표 1에서와 같이 카메라의 위치에 관계없이 정면을 볼 때는 모든 수험자의 얼굴이 검출 된다. 그리고 카메라의 위치가 좌측일 때 좌측을 보면 얼굴 검출율이 높아 지나 우측을 보는 경우는 검출율이 떨어진다. 그 이유는 카메라에 얼굴의 일부분만 나타나기 때문이며, 만약 시험도중 잠깐 고개를 돌리므로 얼굴 검출이 되지 않는 경우를 위하여 카메라 인증 과정에서 경고 메시지를 주어 수험자가 자신의 자세를 바로 잡을 수 있도록 하였다. 본 연구에서는 카메라의 위치가 정면 중앙 위쪽일 때 수험자의 얼굴이 대부분의 동작에서 고르게 검출되므로 실험 시 카메라의 위치를 정면 중앙위에 두었다.

4.2 카메라 설정

사이버 강좌 수강생들은 다양한 종류의 카메라를

표 1. 카메라의 위치에 따른 얼굴검출 비율

카메라위치 수험자 동작	정면_중앙위	정면_중앙아래	좌측_위	좌측_아래
정면_중앙	100.0	100.0	100.0	100.0
정면_위	100.0	20.0	16.0	8.0
정면_아래	90.0	100.0	80.0	80.0
우측을 봄	80.0	60.0	10.0	0.0
좌측을 봄	100.0	40.0	100.0	80.0
고개 숙임	30.0	100.0	80.0	50.0
고개 오른쪽으로 기울임	40.0	60.0	60.0	20.0
고개 왼쪽으로 기울임	40.0	20.0	60.0	30.0
손을 턱에 쿡	100.0	80.0	80.0	100.0
평균(%)	75.6	64.4	65.1	52.0

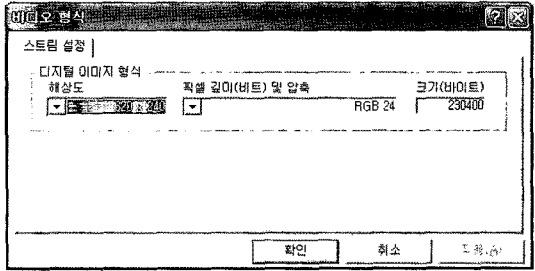


그림 5. 카메라의 설정 화면

사용할 수 있다. 그러므로 카메라 인증 시작 단계에서 카메라 종류에 대한 설정을 지정한다. capDriver GetCaps(WM_CAP_DRIVER_GET_CAPS) 는 CAPDRIVERCAPS에 정보를 넘겨주어 카메라의 종류를 가져온다. 그림 5는 카메라의 설정을 맞추는 화면이다. 해상도는 160*120, 320*240, 640*480으로 지정할 수 있으나 실험 시에는 320*240으로 맞추었다. 그리고 픽셀 깊이 및 압축에서 RGB24 와 IYUV 등 카메라 종류에 따라 지정할 수 있게 하였다.

4.3 얼굴영상 초기화

온라인 시험을 치기 전에 카메라를 설치 한 후 영상이 얼굴 검출이 무리가 없는 상태인지 확인하기 위해 카메라의 영상 테스트를 해야 한다. 본 연구에서는 온라인 강의를 들을 때 마다 출석 확인과 더불어 수험자의 영상을 촬영하도록 하였다. 그러므로 따로 카메라 설치가 필요하지 않으나 시험동안 오류를 방지하기 위하여 카메라 설정을 맞추도록 하였다.

그림 6은 시스템의 초기 영상테스트 화면이다. 수험자는 시험 도중에 약간의 동작 변화가 있을 수 있으므로 가능하면 화면의 중간에 얼굴이 오도록 한다.

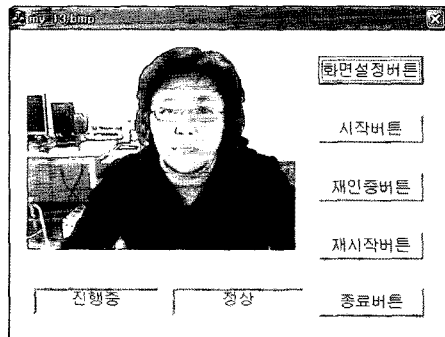


그림 6. 영상테스트 화면

본 연구에서 사용되는 얼굴 검출 프로그램이 얼굴이 아닌 부분을 얼굴로 인식하는 경우도 있을 수 있으므로 첫 테스트 화면은 반드시 하나의 얼굴만 검출 되도록 하였다.

4.4 ELTS(E-Learning Test System)의 카메라 인식 과정

그림 7은 ELTS의 작동 단계이다. 2초에 한 장씩 영상이 촬영되면서 얼굴을 검출하며 검출된 얼굴의 수가 1이 아닌 경우는 '오류'로 표시된다.

4.5 실험 결과 및 분석

본 연구에서는 온라인 시험도중에서 수험자의 자리 이탈과 두 명 이상의 얼굴이 검출되는 경우 오류 발생이 되는 것으로 실험 하였다. 그림 8은 수험자가 지속적으로 검출되는 상태와 검출되지 않은 상태를 나타낸다. 실험자 1명이 1분간 자리에 있다가 30초간 자리이탈 후 다시 30초간 자리에 되돌아온 경우이다. 수험자의 얼굴이 검출 될 경우 Y축에 정상(100)으로 표시하고 검출되지 않을 경우 Y축의 오류(1)로 표시하였다. X축은 촬영된 영상의 개수이다.

그리고 수험자가 자리에서 일어났다가 앉았다가 반복하는 경우를 알아보았다. 표 2는 수험자 1명이 수험자 1명이 자리에 앉았다가 일어나는 동작을 반복한 경우 얼굴 검출 결과표이다. 번호는 파일의 개수를 표시하고 검출은 얼굴이 검출되는 숫자를 나타

단계 1: [화면설정버튼] 누른다. 시험 시작 전 화면에 얼굴이 검출되면 [시작버튼]을 누른다.
단계 2: [시작버튼]을 누르면 카메라 인증이 시작된다. 2초에 한 장 씩 촬영하면서 얼굴검출. 기본 사진은 3장 촬영 및 저장 (시작 후 5초, 시험 중간, 시험 종료 5초전에 촬영)
단계 3: 오류 발생 3회 이상 재인증 요청[재인증 버튼]을 누르고 질문에 답변. 질문에 답변을 마치면 [다시시작]버튼 누른다.
단계 4: [진행중알림] 부분에서 '진행 중' 표시함. 진행 되지 않을 때는 '진행 안 됨 표시'
단계 5: [오류검출] 부분에서 '검출 중', '검출 안됨', '2명 검출'등의 메시지 나타나고 영상저장
단계 6: [종료버튼] 누르면 저장된 사진 저장 및 전송 기본 사진은 3장 촬영

그림 7. ELTS 작동 단계

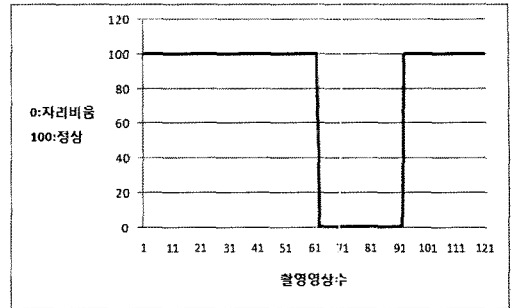


그림 8. 수험자가 지속적으로 검출되는 상태와 검출되지 않은 상태

낸다. 상태는 1일 때 1명이 검출되므로 정상이고 1이 아닌 숫자는 오류로 표시하였다. 번호 3의 오류는 정상임에도 손으로 얼굴을 가림으로 오류로 표시된 상태이다. 그림 9는 표 2에 대한 정상과 오류 발생 그래프이다. 정상임에도 실수로 오류가 발생한 부분은 깊은 골 형태의 그래프로 나타났다. 이를 개선하는 방법으로 메디안 필터링 과정을 거친다. 표 3은 오류에 대한 메디안 필터링 결과이다. 그림 10은 메디안 필터링 과정을 거친 오류 수정 그래프이다. 골이 깊은 형태가 보정되고 정상으로 표시되었다.

전체 실험에 대한 결과는 표 4와 같다. 실험 1, 실험 2, 실험 3은 수험자가 지속적으로 시험을 치는 경우이다. 실제 오류가 없으나 수험자의 자세의 변화에

표 2. 수험자 1명이 자리에 앉았다가 일어났다가 반복한 경우의 얼굴 검출 결과

번호	검출	파일이름	상태	상태설명
1	1	my_1.bmp	정상	1명 정상
2	1	my_2.bmp	정상	1명 정상
3	0	my_3.bmp	오류	손으로 얼굴 가림
4	1	my_5.bmp	정상	1명 정상
5	1	my_6.bmp	정상	1명 정상
6	0	my_7.bmp	오류	자리이탈 정상
7	0	my_9.bmp	오류	자리이탈 정상
8	0	my_11.bmp	오류	자리이탈 정상
9	0	my_13.bmp	오류	자리이탈 정상
10	1	my_15.bmp	정상	1명 정상
11	1	my_17.bmp	정상	1명 정상
12	0	my_19.bmp	오류	자리이탈 정상
13	0	my_21.bmp	오류	자리이탈 정상
14	1	my_22.bmp	정상	1명 정상

표 3. 오류에 대한 메디안 필터링 결과

실험	결과	메디안필터링
100	정상	100
1	오류	100
100	정상	100
100	정상	100
100	정상	100
100	정상	100
100	정상	100
1	정상	1
1	정상	1
1	정상	1
1	정상	1
100	정상	100
100	정상	100
100	정상	100
100	정상	100
100	정상	100
100	정상	100

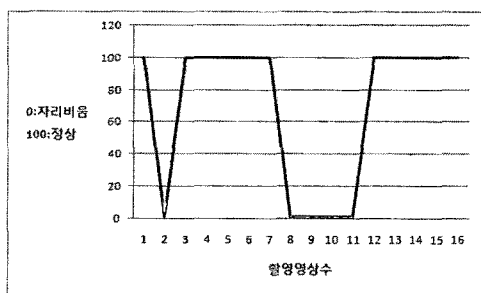


그림 9. 표 2에 대한 정상과 오류 발생 그래프

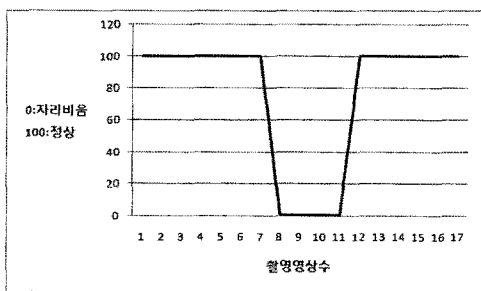


그림 10. 메디안 필터링 과정을 거친 오류 수정 그래프

따라 옷의 일부분이 얼굴로 검출된 경우이거나 얼굴을 기울임으로 오류가 발생한 경우이다. 이런 경우는 골이 깊은 그래프의 형태를 나타내므로 메디안 필터

표 4. 전체 실험에 대한 FRR과 FAR

실험 \ 오류	저장된 영상수	FRR		FAR	
		정상인데 오류	오류인데 정상	정상인데 정상	오류인데 정상
실험1	36	1	0		
실험2	56	0	0		
실험3	60	3	0		
실험4	56	0	0		
실험5	34	0	0		
실험6	34	3	0		
실험7	33	2	0		
실험8	27	1	0		
실험9	37	2	0		
실험10	56	2	2		
실험11	23	0	4		
계	429	14	2		
비율	100.0%	3.10%	1.33%		

링을 하면 보정된다. 실험 5부터 실험 9는 수험자가 자리이탈 후 다시 돌아오는 경우에 대한 실험 결과이다. 이 실험도 FRR(False Reject Rate)의 경우가 발생하는데 고개를 돌리거나 하는 경우 오류가 발생하고 골이 깊은 형태의 그래프가 나타난다. 실험 10과 실험 11은 두 명의 얼굴이 검출되는 경우이다. 수험자 이외의 다른 사람이 모니터를 보면서 화면 뒤에 나타나는 경우 얼굴검출이 2명이상 나타난다. 특히 FAR(False Acceptance Rate)이 발생하는 경우는 두 명이 있으나 한명의 얼굴이 수험자의 얼굴에 가려져 반쯤 나타날 경우이다. 이런 경우도 깊은 골의 형태의 그래프가 나타남으로 오류를 보정 할 수 있다. 전체 실험에서 저장된 영상에 대해 FRR은 3.10%, FAR은 1.33% 발생하였다.

4.6 사진을 포함한 성적부의 출력

시험 도중 수험자의 자세의 변화가 있으나 기준 화면 내에서 수험자의 얼굴이 연속적으로 검출 될 경우는 수험자가 지속적으로 시험을 친다고 인정한다. 그러나 수험자의 얼굴이 검출되지 않으면 오류 메시지를 저장하고 영상을 저장한다. 그리고 두 명 이상의 얼굴(정면 얼굴)이 3초 이상(3장의 사진) 화면에 검출 될 경우 오류 메시지를 저장하고 영상을 저장한다. 카메라 인증 시스템에 저장하는 영상은 1장당 25~30KB일 경우 50장의 영상이 저장된다면 1.25

사이버강좌 성적증명서

학번	20045209	과명	학부과정
이름	고주영	전공	멀티미디어공학전공
주민등록번호	123456-267890	학번	
입학일자	2004년 03월 02일	학위등록번호	
출업일자		강의형태	사이버강좌




학기	구분	교과목	학생성적	사진 1	사진 2	사진 3
2008학년도 1학기	전공	컴프로그래밍 3	A			
카메라 인증	인증	인증불가				
키보드 인증	재확인	인증불가				

그림 11. 온라인 시험 성적 증명서의 예

~1.5MB의 저장 공간이 필요하다. 첫 번째 사진(사진 1)은 온라인 강의를 들은 후 출석 확인 시 찍은 영상 중 한 장을 출력한다. '지정영상'(사진2)은 시험 초기, 시험 중간, 시험 종료 직전에 촬영하여 저장하고 이들 사진 중 한 장을 성적 증명서에 출력한다. '시험영상'(사진3)은 시험 도중 오류가 발생한 영상 중 한 장을 출력한다. 시험 시간 내에 수험자가 큰 움직임이 없고 지속적으로 얼굴이 검출된 경우 시험을 '인증' 표시를 하고 문구를 저장하고 성적증명서에 [카메라인증]란에 '인증확인'이라는 메시지를 출력한다. 오류 메시지가 저장된 경우는 오류가 3번이면 '카메라 인증'란에 '재확인' 메시지를 출력하고 오류메시지가 4번 이상이면 '인증불가' 메시지를 출력한다. 그림 11은 사이버 강좌 성적 증명서의 예이다. 오류사진으로 저장된 사진들은 추후 재확인할 때 온라인에서 확인 해 볼 수 있도록 설계하였다.

5. 결 론

본 연구는 PC 카메라를 이용하여 온라인 시험에서 공정한 학사관리를 위해 부정행위를 방지 할 수 있는 방법을 제안하였다. 수험자는 온라인 시험에 응시하기 위해 아이디와 비밀번호를 입력하여 키보드 인증 과정을 거쳐 로그인 한다. 시험이 진행되는 동안 PC 카메라를 이용하여 수험자를 촬영하고 수험자의 얼굴을 검출하여 수험자가 자리 이탈을 하는지 두 명 이상의 얼굴이 검출되는지 확인하였다. 수험자가 자리를 비우거나 두 명 이상의 얼굴이 검출될 경우 오류를 발생하고 오류 발생 메시지를 발생하도록 하였다. 시험 중 저장하는 영상은 지정 영상과 오류 영상으로 지정 영상은 오류가 발생되지 않아도 시험 초, 시험 중간, 시험 마지막에 촬영하여 저장한다. 오류 영상은 시험 중 오류 발생 영상은 저장하여 시험

종료 후 필요에 따라 다시 확인할 수 있도록 하였다. 실험 결과 FRR이 3.10%, FAR은 1.53%가 나왔는데 이 부분은 메디안 필터링을 통해 더욱 정확한 결과를 얻을 수 있는 것으로 판단되었다. 영상은 수험자의 컴퓨터에 저장한 다음 시험이 종료되면 압축하여 시험 데이터베이스에 전송하여 저장하도록 하여 시험이 진행되는 동안 시험 시스템의 과도한 작업을 줄이도록 하였다. 데이터베이스에 저장된 영상은 성적증명서를 인쇄할 때 성적 증명서에 인쇄함으로써 본인임을 확인 하도록 하였다. 앞으로 연구에서는 차 영상을 통한 수험생의 동작분석과 켈러기반으로 수험생의 동작 분석을 연구하여 온라인 시험의 공정성 강화를 위한 깊이 있는 연구를 하고자 한다.

참 고 문 헌

[1] 2007 교육 정보화 백서, 교육인적자원부 한국교육학술정보원, 2007. <http://www.keris.or.kr/download/data/2007-total.pdf>

[2] 대구경북권역 대학 e-러닝 지원센터, <http://dge.yu.ac.kr/lms/index.jsp>

[3] Fayetteville State University, http://www.uncfsu.edu/TLC/FacultyFocusArticle_PreventingCheatingOnOnlineExams.htm

[4] Richland Collage, <http://www.richlandcollege.edu/dl/cheating.php>

[5] 고주영, 심재창, 김현기, "온라인 시험을 위한 적응적 키보드 인증방법," 멀티미디어학회 논문지 제11권 제8호, pp. 1129-1137, 2008.

[6] P. Viola, and M.J. Jones, "Robust Real-Time Face Detection," *Int. J. of Computer Vision*, Vol.57, No.2, pp. 137-154, 2004.

[7] 김성덕, 정재동, 원동호, "인증서를 이용한 개인 식별 확인 및 키 분배 통합 프로토콜," 정보처리학회논문지 C, 제12-C권, 제3호, pp. 317-322, 2005.

[8] 이우주, 김진철, 이배호, "AdaBoost 알고리즘을 이용한 실시간 얼굴 검출 및 추적," 멀티미디어학회 논문지, 제9권, 제10호, pp. 1266-1275, 2006.

[9] W. Zheng and S.M. Bhandarkar, "Face detection and tracking using a Boosted Adaptive

Particle Filter," *Journal of Visual Communication and Image Representation*, Vol.20, Issue 1, pp. 9-27, 2009.

[10] R.O. Duda, P.E. Hart, and D.G. Strok, *Pattern Classification*, Second Edition by John Wiley & Sons, Inc, 2001.

[11] S. Paisitkriangkrai, C. Shen, and J. Zhang, "Fast Pedestrian Detection Using a Cascade of Boosted Covariance Features," *IEEE transactions on Circuits and Systems for Video Technology*, Vol.18, No.8, pp. 1140-1151, 2008.

[12] M.H. Yang, D.J. Kriegman, and N. Ahuja, "Detecting Faces in Images: A Survey," *IEEE transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, Vol.24, No.1, pp34-58, 2002.

[13] G. Yang and T.S. Huang, "Human face detection in a complex background," *Pattern recognition*, Vol.27, No.1, pp. 53-63, 1994.

[14] R. Brunelli and T. Poggio, "Face recognition: features versus templates," *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligences*, Vol.15, pp. 1042-1052, 1993.

[15] H.Y. Rowley, S. Baluja, and T. Kanade, "Neural network-based face detection," *IEEE Trans. on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, Vol.20, No.1, pp. 23-28, Jan. 1998.

[16] E. Osuna, R. Freund and F. Girosit, "Training support vector machines: an application to face detection," *Proc. of IEEE Conf. on Computer Vision and Pattern Recognition*, pp. 130-136, 1997.



고 주 영

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

2004년~현재 국립안동대학교 멀티미디어공학전공 박사수료
 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
 2005년~2006년 University of Washington 방문교수
 2002년 3월~현재 국립안동대학교 멀티미디어공학전공 부교수
 관심분야 : 멀티미디어시스템, 이러닝, 멀티미디어응용