

# 온라인 시험 환경에서의 응시자 행동로그와 영상데이터 분석을 통한 부정행위자 감별

연희연\*, 남로아\*, 이충녕\*, 오혜민\*\*, 우태강\*\*\*

\*서강대학교 아트앤테크놀러지

\*\*가톨릭대학교 정보통신전자공학부

\*\*\*네이버 주식회사

yeen214@gmail.com, dewra090@u.sogang.ac.kr, dlcnud@sogang.ac.kr  
searom98@naver.com, t.k.woo@navercorp.com

## Discriminating cheating through candidate behavior log and video data in an online test environment

Heui-Yeen Yeen\*, Roah Nam\*, Chung-Nyeong Lee\*, Hye-Min Oh\*\*, Tae-Kang Woo\*\*\*

\*Dept. of Art & Technology, SoGang Univ

\*\*Dept. of Computer Engineering, Catholic Univ \*\*\*NAVER Corp.

### 요 약

비대면 교육 형식이 보편화됨에 따라 온라인 학습 및 시험 형태가 교육기관에서 일반화되고 있다. 이러한 급격한 변화로 교육의 공정성 문제와 온라인 시험의 부정행위 문제가 대두되고 있다. 시험응시자의 다양한 환경을 고려하여 정확하게 부정행위자를 판별하는 방법이 중요해지고 있다. 이를 위해 본 연구에서는 온라인 시험환경에서의 응시자의 행동 데이터와 영상데이터 분석을 진행하여 부정행위자를 감별하는 연구를 진행하였다. 분석 결과 기존의 부정행위자 감별방식의 한계점을 보완할 수 있는 방식에 대해 제안하였으며 온라인 시험환경에 대한 시사점을 제공하였다.

행동 패턴에 대해 시사점을 제공한다.

### 1. 서론

비대면 교육환경이 보편화 되면서 웹 기반의 온라인 학습, 이러닝(e-learning)이라고 불리는 학습 형태가 지속해서 증가하고 있다. 코로나 19로 인해 급격하게 온라인 환경이 주 교육 체제로 변화하면서 다양한 문제가 야기되고 있다. 그중에서도 가장 심각한 문제로 떠오르고 있는 온라인 시험에서의 부정행위 문제는 공정성의 문제를 초래하고 있다. 위 문제 해결을 위해 시선 추적기술이나 실시간 화상 감독관이 관리 혹은 감시 체계가 마련되었지만, 응시 환경에 따라 한계점을 가지고 있다.

따라서 본 연구에서는 S3FD, Dlib 알고리즘을 활용한 얼굴각도 변화, 마우스 지속시간, 행동 로그 데이터와 같은 온라인 시험환경에서 응시자들의 행동 데이터를 수집한다. 그 후 정상 응시자와 부정행위자 데이터로 나누어 기계학습기를 통해 학습하고 최종적으로 부정행위자를 검출하는 알고리즘을 제안한다. 이를 통해 온라인 시험환경에서의 부정행위 검출의 한계점을 극복하고 검출 정확도 향상을 목표로 한다. 또한 온라인 시험환경에서의 부정행위자의

### 2. 관련 연구

온라인 시험환경에서의 부정행위를 방지하기 위해 다양한 시도가 이루어져 오고 있다. 현재 온라인 시험환경에서 수집할 수 있는 응시자 데이터는 응시자 행동 로그, 맥락, 시선 추적 등의 생체데이터와 마우스 및 키보드 인풋 데이터 역시도 가능하다. 이러한 데이터를 활용하여 부정행위를 감별하려는 연구는 다음과 같이 진행됐다.

#### 2.1 CRT(Computer-Based Testing) 시험의 랜덤 보기 방식

과제 수행 파일을 생성시키는 제어부에서 학습자별로 랜덤한 순서로 과제 수행 파일을 순열조합하여 각각의 학습자에게 전송하고, 위의 순열 조합된 과제 수행 파일의 정보는 데이터 테이블에 저장된다 [1]. 이는 m개의 과제 수행 파일 중에서 n개의 과제 수행 파일을 선택할 경우의 수를 가지게 되므로 보기 지문의 다차원적인 생성을 통해 학습자의 부정행위에 의한 잘못된 결과의 발생을 강력하게 막아낼

수 있다는 장점이 있다. 하지만 응시자의 PC가 가까이 있을 때만 유효하여 비대면 환경에서의 온라인 시험에서는 적용되지 못하는 한계점을 가지고 있다.

### 2.2 얼굴인식 및 시선 추적 방식

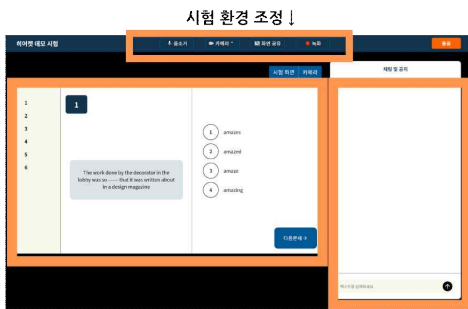
온라인 시험 전 응시자의 얼굴을 하르 기반 캐스케이드를 통해 얼굴과 눈 중심으로 추출하여 등록된 응시자 얼굴과 같으면 시험이 시작되며, CAM-Shift 방식을 활용하여 물체의 중심, 크기, 방향을 함께 추적하여 부정행위를 감지하는 방식을 취한다[2]. 본 방식은 정확도가 76%로 높지 않으며 다수가 등장하는 경우에만 부정행위로 인식하는 문제점이 있다.

입력 영상으로부터 외형, 시선, 그리고 머리 방향에 대한 특징들을 분리하는 생성 네트워크 기반의 새로운 인코더-디코더 구조로 구성된 FAZE 기술을 활용하여 입력 영상의 고차원(시선, 머리 방향)을 추출하는 방식과 안경 제거 모델(CycleGAN)을 활용하여 악세사리 착용에 영향을 받지 않는 연구가 진행되었다[3][4][5].

위와 같이 다양한 방식으로 부정행위를 검출하려는 연구는 지속되고 있으나, 제한되지 않은 응시자의 비대면 온라인 시험환경에서는 적용하기 힘들다는 문제점을 가지고 있다.

## 3. 연구방법

### 3.1 연구도구



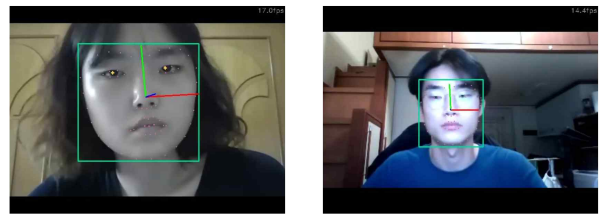
(그림 1) 온라인 시험 응시자 인터페이스

본 연구에서 사용된 온라인 응시 환경은 행동자의 학습 로그와 얼굴 인식, 시선추적을 위한 생체데이터 분석을 위해 설계 및 개발되었다. 응시자는 본 시험 사이트를 통해 실제 온라인 시험과 같은 조건으로 영상 제어, 실시간 채팅, 객관식, 주관식 문제를 풀 수 있다. 시험 중에 실시간으로 응시자의 응시 화면이 녹화되며, 행동 로그 (클릭, 키보드인풋)

는 시스템에 저장된다. 화면은 (그림 1)과 같다.

### 3.2 얼굴인식 알고리즘

실시간 영상에서 얼굴을 인식하여 일반 응시자와 부정행위자의 얼굴 각도와 화면과의 거리를 측정하기 위해 S3FD 모델과 Dlib 라이브러리를 사용하였다. S3FD 모델을 통해 다양한 scale을 갖는 얼굴 인식률을 높일 수 있도록 layer의 넓은 범위에 anchor를 바둑판식으로 배열하며 그 후 효과적인 receptive field와 동등 비례 간격 원칙에 따라 anchor scale을 재디자인 한다[6]. 또한 Dlib 라이브러리는 얼굴 탐색을 위해 HOG특성을 활용하거나 학습된 CNN모델을 사용할 수 있는 알고리즘으로써 HOG는 픽셀값의 변화로 파악할 수 있는 영상 밝기 변화의 방향을 그래디언트로 표현하고, 이로부터 객체의 형태를 찾아낸다. 본 알고리즘을 통해 실시간 얼굴인식 결과는 (그림 2)와 같다[7][8].



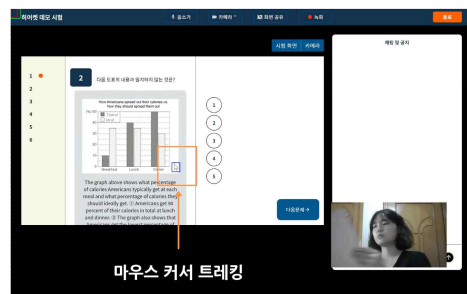
20대 여성 응시자 실시간 얼굴 인식

20대 남성 응시자 실시간 얼굴 인식

(그림 2) S3FD, Dlib 알고리즘을 적용한 시험응시자 실시간 얼굴 인식 결과

### 3.2 마우스 움직임 패턴 추출 알고리즘

일반 응시자와 부정행위자의 시험 시 마우스커서의 움직임을 추적하여 어떠한 패턴을 보이는지 유추하기 위해 알고리즘을 활용하였다. 온라인 시험환경에서 등장하는 마우스 이미지를 학습시키고 실시간 응시 환경에서 응시자의 마우스 움직임을 추적한다. 특히 마우스가 특정 포인트에서 머무는 시간 데이터를 추출하기 위해 마우스 좌표 값을 추출하고 동일한 좌표에서의 지속시간을 계산한다. 실시간 마우스 커서 추적 결과는 (그림3)과 같다.



(그림 3) 온라인 시험 응시자 인터페이스

### 3.3 행동로그 데이터 추출

웹페이지 상에서 응시자의 클릭, 재생, 글쓰기와 같은 행동을 나타내는 로그데이터는 인지적 정보처리 과정과 의도성을 내포한다[9]. 따라서 학습로그 자료를 수집하였으며, 행동 로그데이터는 행동빈도와 행동 시간에 따라 구분된다.

## 4. 연구결과

부정행위자를 예측하기 위해서는 각 데이터셋에서 추출된 설명변수를 활용하여 파이썬 라이브러리 사이킷런을 활용하였다.

### 4.1 데이터셋

사용된 데이터셋은 다음과 같은 유형으로 구분되어 수집이 진행되었다. 일반 응시자 유형과 대화 및 외부 요소를 동원하여 시험을 보는 부정행위자 유형 1, 인터넷을 활용하여 부정행위를 하는 부정행위자 유형 2로 분류하여 데이터셋은 <표 1>과 같이 수집되었다.

<표 1> 일반응시자, 부정행위자 데이터셋 구분

유형	세부	부정행위 구분
일반 응시자	정상 응시자	Y
부정 행위 1	타인과 대화, 외부요소 동원	N
부정 행위 2	인터넷 검색	N

### 4.2 분석지표

총 20명의 연구대상자를 대상으로 위에 기술한 3가지 유형에 대한 데이터셋을 모아 60건의 데이터를 기준으로 분석을 시행하였다. 수집된 설명변수들은 얼굴 인식데이터, 마우스 커서 추적 데이터, 행동 로그 데이터로부터 추출되었다. 총 10가지이며, 각각의 설명변수 지표는 <표 2>와 같다.

<표 2> 설명 변수 분류 및 의미

분류	변수명	지표 의미
얼굴 인식	angleA	얼굴 yaw
	angleB	얼굴 pitch
	angleC	얼굴 roll
	boxsize	얼굴 인식 객체 사이즈
행동 로그	totallog	총 로그 수
	clickcount	클릭 로그 수
	keydowncount	키보드 입력 로그 수
	subjectiveQ	객관식 문제 로그 수
	objectiveQ	주관식 문제 로그 수
마우스 커서 추적	mouseST	마우스 지속 평균시간

### 4.3 사용된 기계학습 알고리즘

파이썬 사이킷런 라이브러리에서 제공하고 있는 서포트 벡터 머신, 랜덤포레스트, 확률적 경사하강법 분류기를 활용하여 기계학습 모델을 학습시키고 예측 성능을 평가했다.

서포트 벡터 머신(Support Vector Machine; SVM) 기법으로 주어진 데이터가 어떠한 카테고리에 속하는지에 대한 비확률적 이진 선형 분류 모델을 만드는 알고리즘이다. 본 연구에서는 파라미터 kernel='linear' 로 진행하였다.

랜덤포레스트(Random Forest) 모델은 훈련 과정에서 구성된 다수의 결정트리로부터 카테고리를 분류함으로써 작동한다.

확률적 경사하강법 분류 모델(Stochastic Gradient Descent; SGD)은 확률적 경사하강법을 활용하여 선형모델을 구현하는 이진 선형분류 모델이다.

### 4.4 연구결과

모아진 데이터에서 학습에 용이한 20건의 데이터셋을 대상으로 최종 실험을 진행하였으며, 학습데이터와 테스트 데이터의 비율을 8:2로 나누어 진행하였다. 진행한 결과는 <표 3>와 같으며 최종 평균 정확도 80%를 달성했다.

<표 3> 일반응시자, 부정행위자 데이터셋 구분

기계학습 모델	정확도
서포트 벡터 머신	75 %
랜덤 포레스트	85 %
확률적 경사하강법 분류기	80 %
평균	80 %

선형분류 알고리즘인 서포트 벡터 머신과 확률적 경사하강 분류모델은 얼굴 인식데이터에서의 변수 'angleA, angleB, angleC' 값이 클 때 부정행위자로 분류하는 오류율이 높았다. 상기변수가 의미하는 바는 얼굴 각도의 표준편차가 큰 것으로 얼굴의 움직임이 큰 경우이다. 일반 응시자 데이터 중에서 잠시 화면에서 얼굴이 벗어나는 경우 등이 해당하였다.

결정 트리 기반의 랜덤포레스트 모델은 변수 'totallog, objectiveQ' 변수의 값이 크면 일반 응시자로 분류하는 오류율이 높았다. 상기변수가 의미하는 바는 시험 중에 발생한 로그 수와 주관식 문제를 풀 때 찍힌 로그의 수이다. 부정행위자 데이터 중에서 검색이나 복사를 위해 페이지를 다중 클릭하는 경우 등이 해당하였다.

이렇게 기계학습 모델마다 오분류하는 데이터의 차이를 보였지만, 최종적으로 평균 정확도는 80%를 달성하였다. 수집된 데이터 및 예측 분류된 데이터를 살펴보았을 때 일반 응시자는 얼굴각도 변화, 총 로그 수에서의 표준편차 값이 낮은 것으로 보아 변화가 적다는 사실을 알 수 있었다. 다만 마우스 지속 시간의 표준편차 값이 큰 것으로 보아 문제를 풀 때는 한곳에서 오래 머무르고, 문제를 읽고 답안을 제출할 때는 지속시간이 짧은 행동 패턴을 보였다. 이와 반대로 부정행위자는 얼굴각도 변화, 총 로그 수에서의 표준편차 값이 크고 마우스 지속시간의 표준편차는 낮다는 결과를 보였다.

## 5. 결론

본 연구에서는 기존의 연구 및 기술에서 문제가 되던 다양한 환경에서 부정행위자를 추출하기 힘들다는 문제를 해결하기 위해 얼굴 인식 데이터, 행동 로그 데이터, 마우스 커서 추적 데이터를 활용하였다. 최종적으로 모아진 데이터를 기반으로 기계학습 모델을 학습하고 부정행위자를 예측, 감별하는 알고리즘을 설계하였다. 이러한 방식으로 평균 80%의 정확도를 보였다. 행동 로그 데이터를 수집 하는 부분에서 단순 클릭 수와 키보드 인풋 수만 고려를 했기 때문에 보다 정확한 분석을 위해서는 화면 좌표에 따른 클릭 수, 컴퓨터 환경에 따른 차이도 고려한 분석이 필요할 것으로 보인다.

따라서 추후 연구에서는 세부 유형별 데이터를 추가 확보하고, 부정행위 유형을 다양화하여 더욱 정확한 부정행위 감별을 할 수 있도록 연구를 진행할 예정이다. 더불어 비대면 환경에서의 맞춤형 온라인 시험의 신뢰성을 증대시킬 수 있는 온라인 시험 환경 설계까지 제공하고자 한다.

※ 본 논문은 과학기술정보통신부 정보통신창의인재 양성사업의 지원을 통해 수행한 ICT멘토링 프로젝트 결과물입니다.

## 참고문헌

- [1] 이정미, 감비성 “CBT(Computer-Based Testing) 시험의 부정행위 방지를 위한 랜덤(Random) 보기 기반 학습자 능력평가 시스템 ” 사단법인 인문사회 과학기술융합학회, 예술인문사회 융합 멀티미디어 논문지 (2018) 8(1) pp.825-835.
- [2] 김병운, 김수현, 박종봉, 한승태, 석혜성 “얼굴인식 기술을 통한 온라인 시험 부정행위 방지 시스템 설계 ” 대한산업공학회 추계학술대회 논문집 2016 2704-2714.
- [3] 박상진, 김대하, 송병철 “안경 제거 및 시선 추정 기법을 이용한 부정행위 확률 예측 시스템” 전자공학회논문지 2021 vol.58 no.8 pp. 89-97.
- [4] Park, S., Mello, S. D., Molchanov, P., Iqbal, U., Hilliges, O., & Kautz, J. “Few-shot adaptive gaze estimation” InProceedings of the IEEE/CVF International Conference on Computer Vision 2019 pp. 9368-9377
- [5] Zhu, Jun-Yan, et al. “Unpaired image-to-image translation using cycle-consistent adversarial networks.” Proceedings of the IEEE international conference on computer vision 2017
- [6] Zhang, S., Zhu, X., Lei, Z., Shi, H., Wang, X., & Li, S. Z. “S3fd: Single shot scale-invariant face detector” InProceedings of the IEEE international conference on computer vision 2017 pp. 192-201
- [7] King, Davis E. “Dlib-ml: A machine learning toolkit.”The Journal of Machine Learning Research10 2009 1755-1758
- [8] Redmon, J., Divvala, S., Girshick, R., & Farhadi, A. “You only look once: Unified, real-time object detection” InProceedings of the IEEE conference on computer vision and pattern recognition 2016 pp. 779-788
- [9] 이정은, 김다솜, 조일현 “동영상 기반 학습 환경에서 머신러닝을 활용한 행동로그의 학업성취 예측 모형 탐색” 컴퓨터교육학회 논문지 2020 23(2) 53-64.