

얼굴인식 기반 비대면 온라인 강의학습 보조 시스템

*이재희, 박구만
 서울과학기술대학교
 *eujya@seoultech.ac.kr, gmpark@seoultech.ac.kr

Non-face-to-face online lecture assistance system based on face recognition

*Jaehee Lee Gooman Park
 Seoul National University of Science and Technology

요약

비대면 강의가 늘어남에 따라 이에 집중하지 못하는 학습자들에게 강의에 집중할 수 있는 환경을 제공하고자 이 작품을 고안했다. 이 작품은 학습하는 사용자의 모습을 웹캠을 통해 실시간으로 관찰하여 얼굴인식을 통해 학습자가 누구인지 파악하고, 졸음이 감지되거나 화면이 아닌 다른 곳을 응시했을 때 사용자에게 화면상으로 경고 메시지를 보여줌으로써 집중할 수 있게 도움을 줄 수 있는 작품이다. 졸음의 판단 근거는 눈을 감고 있는 것으로 판단하고, 다른 곳을 응시하는 경우에는 화면 상의 동공의 위치 좌표가 눈에서 한쪽으로 치우치는 경우를 판단한다. 작품을 구현하기 위해 python 언어와 라이브러리들을 사용했다. face-recognition library를 이용해 얼굴을 인식했고 dlib library를 이용해 얼굴에서 눈의 landmark를 검출해 학습자가 화면에 집중하고 있는지 파악했다.

1. 작품의 제작 동기

코로나-19의 영향으로 20년 1학기에 대부분 학교들이 비대면 수업을 진행했다. 갑작스럽게 언택트 강의 시대에 접어들면서 적응하지 못하는 학생들이 많이 생겨났다. 비대면 온라인 강의가 시작된 이후로 대학생들이 이용하는 커뮤니티에는 강의에 집중하기 힘들다는 글과 동영상 강의를 재생만 시켜놓고 강의는 듣지 않는다는 글들을 볼 수 있었다. 현대 사회에는 학습자를 유혹하는 많은 것들이 있다. 대표적으로 스마트폰이다. 동영상 강의를 수강하다가 나도 모르게 습관적으로 스마트폰으로 손과 시선이 스마트폰으로 간다. 집중력이 흐트러지면서 학습에 대한 이해도가 떨어지게 된다. 스마트폰뿐만 아니라 또 다른 방해요소가 있다. 모든 사람은 3대 욕구를 가지고 있다. 식욕, 성욕, 수면욕이다. 졸음이 올 때 누군가의 도움 없이 스스로 깨다는 것은 쉽지 않다. 외부적인 요인으로 학습에 방해받는 학생들뿐만 아니라 피곤해서 강의에 집중하지 못하는 학생들을 위한 프로그램을 만들겠다는 목적을 가지고 이 작품을 제작하게 되었다. 또 이 프로그램은 동영상 강의를 학습할 때뿐만 아니라 비대면 온라인 시험을 치를 때 다수의 학생을 감독하는데에도 활용될 수 있다.

2. 작품의 설계 및 구현

사용자의 모습을 관찰하여 졸음을 감지하고, 집중하지 못하는 것을 감지하여 사용자에게 알려주기 위해 다음과 같은 알고리즘이 필요하다.

먼저 웹캠으로 획득한 사용자의 이미지에서 얼굴을 검출하고, 학습자 본인인지 아닌지 여부를 판단한다.

다음으로 검출된 얼굴 영역에서 눈과 입 등의 특징점들을 Landmark로 설정한다. 졸음을 판단하고, 화면을 응시하는지 판단하기 위해서 눈을 이용하여 판단한다. 얼굴이 감지되었는지 확인하고 감지되지 않았으면 반복하여 얼굴을 검출한다. 얼굴영역을 찾았으면 눈을 뜬 크기인 Eye Aspect Ratio를 계산한다. Eye Aspect Ratio가 특정 임계값보다 작으면 눈을 감았다고 판단하고 눈을 감을 시간이 설정한 제한시간을 초과하면 경고가 울리게 한다.

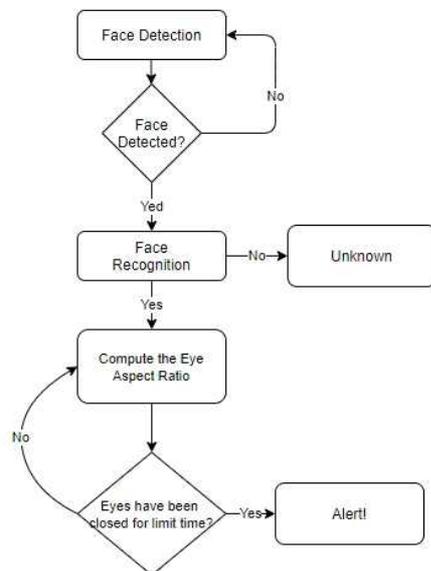


그림 1. 졸음 감지를 위한 흐름도

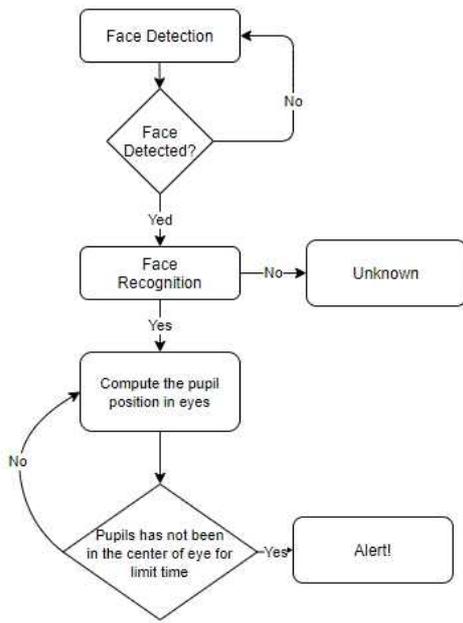


그림 2. 화면 응시 감지를 위한 흐름도

마찬가지로 눈이 화면을 응시하고 있는지도 판단한다. 검출된 얼굴 영역에서 눈 영역에 원을 검출하여 눈동자를 검출한다. 눈 영역의 테두리에서 좌측과 동공과의 거리와, 눈 영역 테두리의 우측과 동공과의 거리의 비가 임계값 보다 작거나 큰 경우에 따라 왼쪽을 보는지 오른쪽을 보는지 판단하고, 동공과 눈 영역의 위, 아래 경계부분의 차이를 비로 계산해 위쪽을 보는지 판단한다.

얼굴 검출은 python 오픈소스 라이브러리인 dlib을 활용했다. dlib에서 제공하는 face detector 모델을 활용하였고, 검출한 얼굴에 68개의 점으로 landmark를 설정하는 predictor도 활용하였다.

얼굴 인식은 HOG(Histogram of Gradient)를 이용한 오픈소스 라이브러리인 face-recognition을 통해 구현했다. HOG는 영상의 영역을 일정 크기의 셀로 구분하여 각 셀마다 픽셀의 방향에 대한 히스토그램을 구한 후 히스토그램 bin 값들을 벡터로 만드는 기술이다. HOG이미지에서 얼굴을 찾으려면 찾으려는 HOG패턴과 가장 유사한 이미지 부분을 찾는 것이다.

3. 작품의 구현 결과

얼굴 검출은 Haar 분류기와 dlib detector를 이용한 방법을 시도해봤다. Haar분류기의 얼굴 검출 성능은 dlib 보다 좋지 않아 dlib을 사용했다.

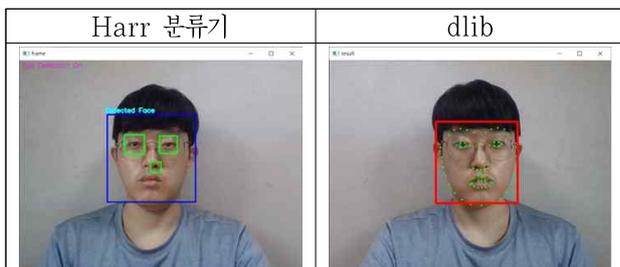


도표 1. 얼굴 검출 결과

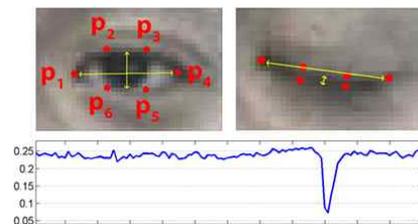
졸음 판단과, 화면을 응시하는지 판단을 위해 눈을 검출하기 위해 python의 opencv 라이브러리를 활용하여 먼저 eye 영역의 mask를 설정해서 눈을 검출한 뒤에, 눈에서 눈동자의 모양인 원의 테두리를 검출하여 동공 영역을 추출했다.



도표 2. 동공 검출 과정

검출한 눈과 동공을 가지고 EAR을 계산하고, 동공이 눈 영역의 중

$$EAR = \frac{\|p_2 - p_6\| + \|p_3 - p_5\|}{2\|p_1 - p_4\|}$$



간에 있는지 계산하여 졸음 여부와, 화면 응시여부를 판단한다.

그림 3. EAR공식과 임계값(위)/도표 3. 동공 검출, EAR 결과(아래)



얼굴 인식은 python의 face_recognition 오픈소스 라이브러리를 활용했다. 찾을 이미지를 넣기 전에는 Unknown으로 표시되고, 찾을 이미지를 폴더에 넣어주면 해당 이미지 파일의 이름이 화면상에 표시되게 구현했다.



그림 4. Unknown



그림 5. 찾을 이미지



그림 6. 얼굴 인식 결과

4. 작품의 기대효과

본 작품은 얼굴 검출 및 인식, 동공 검출을 실시간으로 구현한 작품으로 비대면 온라인 강의를 수강할 때, 학습자가 강의에 집중하지 않을 때 집중할 수 있도록 경고를 함으로써 학습자의 집중도를 높이고 나아가 학습에 도움을 줄 것이다.

앞으로 더 나아가 발전시킨다면, 온라인 강의 및 시험을 위한 서버를 만들어서 출석 확인도 자동으로 하고, 수업 집중도를 확인하고, 집중도 확인의 정확도를 더 높이며 보완한다면, 비대면 시험을 실시하는 경우에도 감독관이 시험 응시자들을 하나 하나 관찰하지 않고, 경고가 뜨는 학생들을 확인하는 방향으로 시험 감독을 할 수 있을 것이다.

5. 참고문헌

[1] N. Dalal and B. Calonder, Histograms of Oriented Gradients for Human Detection, 2005 IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, June, 2005.

[2] Luka Čehovin, Real-Time Eye Blink Detection Using Facial Landmarks, 21st Computer Vision Wnter Workshop, Febuary, 2016.

[3] Adrian Rosebrock, Facial landmarks with dlib, OpenCV and Python, April, 2017