

얼굴인식을 활용한 온라인 수업 집중도 분석 시스템

이규섭*, 황인호*, 서승현*
*한양대학교 ERICA 전자공학부

r22jiw0n@hanyang.ac.kr, show40032@hanyang.ac.kr, seosh77@hanyang.ac.kr

Online class concentration analysis system using face recognition

Gyu-Sup Lee*, In-Ho Hwang*, Seung-Hyun Seo*
*Dept. of Electrical Engineering, Han-Yang University ERICA campus

요 약

현재 코로나 사태로 인해 많은 학교에서 온라인으로 수업이 진행되고 있지만 대면강의에 비해 온라인수업은 진행자와 수강자의 상호작용이 원활하지 않아 집중도가 떨어지는 문제가 있다. 따라서 본 논문에서는 진행자가 전체 수강자의 집중도를 파악하고 전체적인 집중도가 낮아졌을 때 진행자에게 메시지를 전송하여 적절한 주의/환기 등을 줌으로써 온라인수업의 집중도를 향상시킬 수 있는 온라인 수업집중도 분석시스템을 제안한다. 본 시스템을 활용하여 수강자의 집중도 향상 뿐만 아니라 수업의 진행 방향을 조절할 수 있으며 상호작용을 가능하게 하여 수업의 질을 향상시킬 수 있다. 본 논문의 시스템은 dlib의 안면 검출기와 OpenCV 및 PyQt5의 QtDesigner를 사용하여 프로토타입을 구현하였다.

1. 서론

최근 우리 사회는 COVID-19로 인해 빠르게 비대면 사회로 전환되고 있다. 그에 따라 여러 곳에서 많은 변화가 일어나고 있는데 그 중 하나는 '교육'이다.[1] 비대면 사회에서 많은 학교가 온라인 수업을 진행함에 따라 부정적인 의견으로 '집중이 안되고, 수업질이 떨어짐', '시스템 상의 문제', '과제 및 시험 한계' 등등이 나왔다. 설문조사 결과 60%이상이 '부정적'이고, 그 중 '집중이 안되고, 수업질이 떨어진다는' 의견이 40%로 가장 많았다.[2]

대부분의 온라인 수업은 진행자가 수강자들에게 일방적으로 전달하는 형식으로 진행되고 실시간 소통이 어렵다. 또한 수업 진행자가 화면 속 작은 수강자의 화면을 통해 집중을 하는지 세심하게 살피기에는 어려움이 있다. 이러한 문제를 해결하기 위해 다양한 방안이 제시되고 있다. 실제로 개인 카메라를 이용해 동공추적이나 얼굴인식을 활용하여 집중도를 분석하는 기술 및 영상 시청 중 랜덤으로 퀴즈를 내서 푸는

여러 집중도를 확인하려는 기술들이 나오고 있다.[3] 하지만 제시된 기술들은 개개인의 집중도 분석에서

정확도가 높지만 수강자의 전체적인 집중도를 파악하기에 어려움이 있다. 또한 녹화영상을 다루기 때문에 실시간 피드백이 어렵다는 문제가 있다. 따라서 본 논문에서는 안면 검출기와 openCV를 활용하여 얼굴인식을 진행하고 인식된 얼굴의 수를 기준으로 집중도를 산출하여 프로그램에 출력하는 시스템을 제안한다. 제안하는 시스템에서 수업 진행자의 컴퓨터에서 실시간으로 수강자들의 전체적인 집중도를 쉽게 파악할 수 있으며 이를 통해 전체적인 집중도가 낮으면 수강자들에게 피드백을 유도할 수 있다. 또한 집중도를 바탕으로 유기적인 수업을 진행할 수 있어서 수업의 질과 수강자의 집중도를 향상시킬 수 있다.

2. 관련 연구

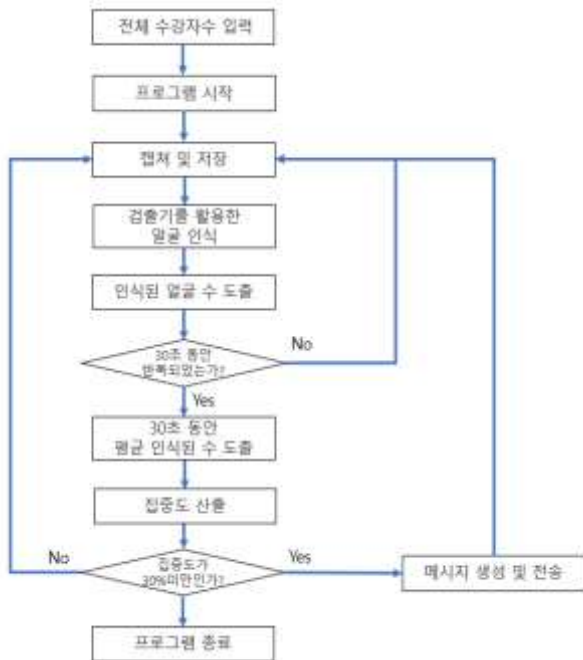
최근 코로나 19로 인해 온라인 수업 집중도 관련 연구가 많이 진행되고 있다. 그 중 주식회사 '꿀비'는 2019년에 '동공 추적을 이용한 온라인 강의의 수강태도 감독 시스템' 특허를 냈다.[4] 동공 추적을 이용하

"본 연구는 과학기술정보통신부 및 정보통신기획평가원의 대학 ICT 연구센터육성지원사업의 연구결과로 수행되었음" (IITP-2021-2018-0-01417)

여 수강자가 온라인 강의 화면을 응시하고 있는지 분석함으로써, 수강자가 온라인 강의를 집중해서 수강하고 있는지 감독할 수 있는 시스템이다. 이 특허는 녹화된 영상과 개개인 집중도를 다루고 있다. 또한 2016 년 공주대학교에서 발표한 '온라인 학습에서 학습자 학습태도 분석 및 집중도 체크를 위한 얼굴 검출 시스템' 논문이 있다.[5] 개인 웹 캠을 이용해 얼굴 프레임 검출과 시간 스케줄링 통한 집중도 분석 시스템을 제시하고 있다. 두 예시 모두 웹 캠을 이용해 개인 집중도를 산출하고 있다. 그 외에도 대부분 녹화 영상을 주로 다루며 동공추적을 이용한 얼굴인식을 기반으로 하고 있다.[6] 반면 본 논문은 수업 진행자가 실시간으로 전체적인 집중도를 파악하고, 집중도가 낮아지면 진행자에게 메시지를 전송하여 즉각적인 피드백을 유도하는 시스템을 목표로 한다.

3. 제안하는 집중도 분석 시스템

본 논문에서 제안하는 집중도 분석 시스템은 수업의 진행자가 수업 중 학생들의 집중 상태 및 이해도를 확인하며 수업에 유기적인 영향을 미치는 프로그램이다. 학생들의 집중도가 30%아래인 경우 수업의 진행자에게 알람 메시지를 전송하여 수업의 분위기를 환기하거나 휴식시간을 갖는 등 다양한 조치를 취할 수 있다. 이에 따라 수강자에게 피드백 및 의사소통으로 학생들의 집중도와 참여도 상승을 기대할 수 있다. (그림 1)은 전체적인 시스템의 알고리즘을 보여준다.



(그림 1) 전반적인 집중도 분석 시스템 알고리즘.

3.1 프로그램 시작

(그림 2)와 같이 프로그램에서 전체 수강자 수를

입력하고 분석 시작 버튼을 누르면 얼굴인식 프로세스가 진행된다.



(그림 2) 프로그램에서 수강인원과 분석시작.

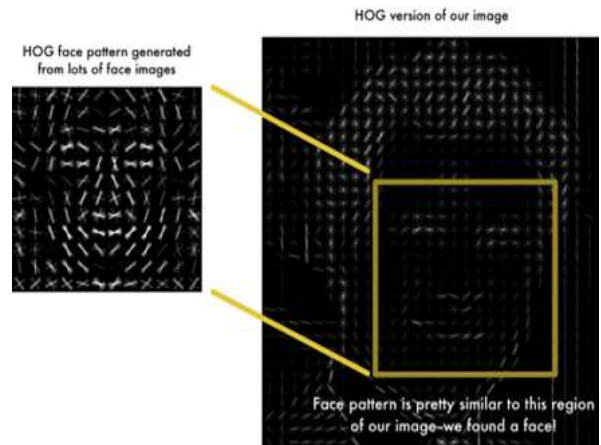
3.2 캡처 및 얼굴인식

얼굴인식에 dlib 라이브러리의 검출기를 사용했다. dlib 는 C++로 작성된 tool kit 이지만 프로그램 제작에서 Python 패키지로 설치해 사용하였다.

Dlib 라이브러리에서 얼굴의 인식 및 검출을 위해 HOG(Histogram of Oriented Gradients)특성을 사용한다. HOG 는 픽셀값의 변화로 파악할 수 있는 영상 밝기 변화의 방향을 그래디언트(Gradient)로 표현하고, 이로부터 객체의 형태를 찾아낼 수 있다.

이미지를 흑백으로 변환하고 그래디언트 값들을 패턴화한다. 변환된 HOG 이미지를 HOG 안면패턴과 비교하여 안면 형태를 찾아낸다.[7]

제안하는 시스템에서 dlib 의 다양한 안면 검출 python API 중 dlib.get_frontal_face_detector 함수를 사용하여 제작하였다. dlib.get_frontal_face_detector 는 dlib 의 기본적인 안면 검출기로 HOG 특성을 활용하여 얼굴의 전면을 탐색한다.

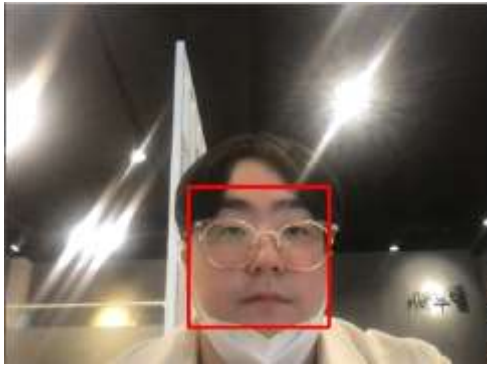


(그림 3) HOG 특성을 활용하여 안면 형태 검출.

```

detector = dlib.get_frontal_face_detector()
img = ImageGrab.grab()
img.save('save.png')
cap = cv.imread('save.png', cv.IMREAD_COLOR)
img_gray = cv.cvtColor(cap, cv.COLOR_BGR2GRAY)
dets = detector(cap, 1)
detect_face = len(dets)
    
```

(그림 4) 프로그램 제작에 사용된 얼굴인식 코드.



(그림 5) Dlib 검출기를 활용하여 얼굴인식 결과.

3.3 인식되는 얼굴의 수 도출 및 집중도 산출

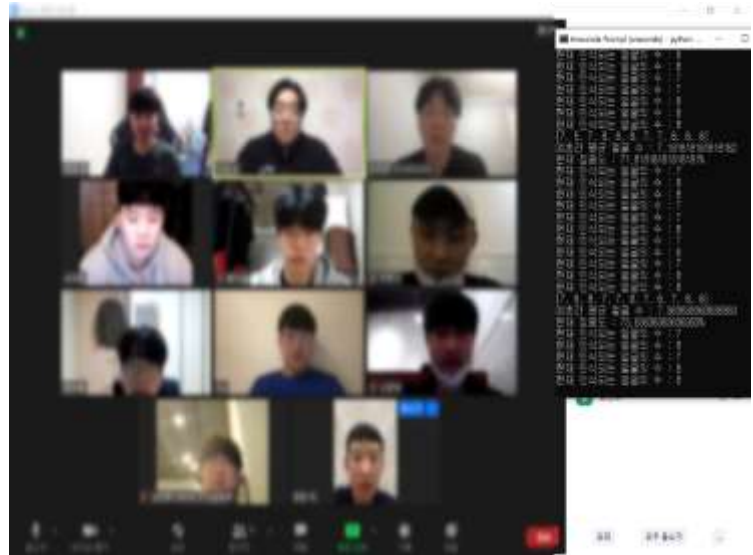
수업을 진행중인 진행자의 전체 화면이 캡처되며 dlib 안면 검출기를 통해 정면을 바라보는 학생들의 수가 출력된다. 30 초 동안 학생들의 수가 반복적으로 출력되고 30초 동안 인식된 학생의 수를 평균 계산한다. 평균적인 학생 수를 전체 학생 수로 나누어 현재 집중도를 출력한다.

```
while True: #프로그램 종료시 까지 계속 실행
    num = list() #30초 동안 인식된 얼굴의 수 저장용 위한 리스트 생성
    t_end = time.time() + 30
    while time.time() < t_end: #30초 동안 반복
        # 얼굴인식 프로세스
        detector = dlib.get_frontal_face_detector()
        img = ImageGrab.grab()
        img.save('save.png')
        cap = cv.imread('save.png', cv.IMREAD_COLOR)
        img_gray = cv.cvtColor(cap, cv.COLOR_BGR2GRAY)
        dets = detector(img_gray, 1)
        detect_face = len(dets) # 인식된 얼굴의 수
        print("현재 인식되는 얼굴의 수 : {}".format(detect_face))
        num.append(detect_face) # 30초 동안 인식된 얼굴의 수 리스트에 저장
    print("{}".format(num))
    total = sum(num) # 리스트 값의 총합
    # 30초 동안 인식되는 평균 얼굴의 수 계산
    average_face = total / len(num)
    print("30초간 평균 얼굴 수 : {}".format(average_face))
    now = (average_face / 9) * 100 # 현재 집중도 계산
    print("현재 집중도 : {}".format(now))
```

(그림 6) 전체적인 얼굴인식과 집중도 산출 코드.

3.4 프로토 타입 실행 결과

아나콘다 프롬프트에서 집중도 산출 프로토타입을 실행한 결과이다.



(그림 7) 실제 온라인 수업 zoom에서 실행한 모습.

```
현재 인식되는 얼굴의 수 : 9
현재 인식되는 얼굴의 수 : 9
현재 인식되는 얼굴의 수 : 9
현재 인식되는 얼굴의 수 : 9
현재 인식되는 얼굴의 수 : 9
현재 인식되는 얼굴의 수 : 9
현재 인식되는 얼굴의 수 : 9
현재 인식되는 얼굴의 수 : 9
현재 인식되는 얼굴의 수 : 9
현재 인식되는 얼굴의 수 : 10
현재 인식되는 얼굴의 수 : 9
현재 인식되는 얼굴의 수 : 9
현재 인식되는 얼굴의 수 : 11
현재 인식되는 얼굴의 수 : 12
현재 인식되는 얼굴의 수 : 10
[9, 9, 9, 9, 9, 10, 9, 9, 9, 11, 12, 10]
30초간 평균 얼굴 수 : 9.583333333333334
현재 집중도 : 87.12121212121212%
현재 인식되는 얼굴의 수 : 9
현재 인식되는 얼굴의 수 : 8
현재 인식되는 얼굴의 수 : 7
현재 인식되는 얼굴의 수 : 9
현재 인식되는 얼굴의 수 : 10
현재 인식되는 얼굴의 수 : 11
현재 인식되는 얼굴의 수 : 12
현재 인식되는 얼굴의 수 : 11
현재 인식되는 얼굴의 수 : 9
현재 인식되는 얼굴의 수 : 9
현재 인식되는 얼굴의 수 : 9
[9, 8, 7, 9, 10, 11, 12, 11, 11, 9, 9, 9]
30초간 평균 얼굴 수 : 9.583333333333334
현재 집중도 : 87.12121212121212%
현재 인식되는 얼굴의 수 : 9
```

(그림 8) 30 초간 인식되는 얼굴의 수와 평균, 현재 집중도 까지 성공적으로 출력된 모습.

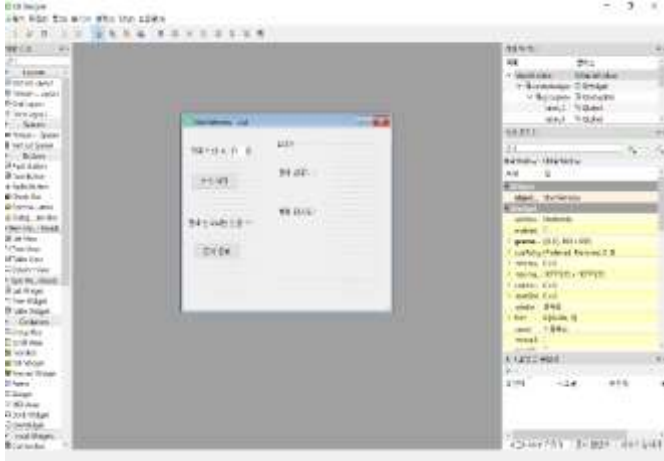
완성된 집중도 산출 프로토 타입을 실제 zoom 에서 테스트를 진행한 결과 표본집단 12 명을 대상으로 현재 집중도가 성공적으로 출력되는 것을 확인하였다.

만약 현재 집중도가 30%미만인 경우 수업의 진행자에게 전체적인 집중도가 낮아졌다는 알람 메시지를 전송하며 진행자는 상응하는 조치를 실시간으로 취할 수 있다.

4. 집중도 분석 프로그램 제작

집중도 분석 프로그램은 PyQt5 를 사용하여 제작하였다. PyQt5 는 python 플러그인으로 구현된 크로스 플랫폼 GUI 킷 Qt 의 python 바인딩이다.

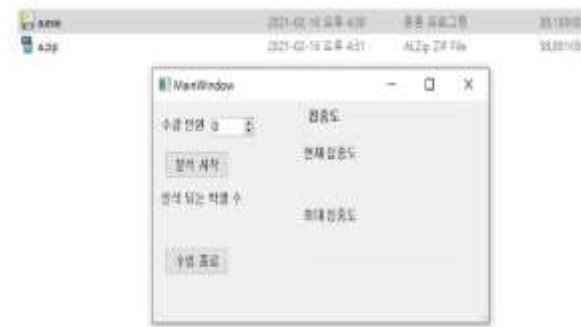
본 프로그램 제작에 QtDesigner 를 사용하여 프로그램의 레이아웃을 제작하였다.



(그림 9) PyQt5 의 designer 프로그램으로 GUI 제작.

제작된 ui 파일을 python 코드로 변환하여 레이아웃 코드를 완성하였다.

완성된 프로그램의 레이아웃을 윈도우 10 환경에서 실행할 수 있게 pyinstaller 를 사용하여 실행프로그램 (.exe)으로 제작하여 실행하였다.



(그림 10) 완성된 프로그램 실행.

5. 결론 및 향후계획

본 논문에서 얼굴인식을 사용하여 집중도를 판단하는 시스템을 제안한다. 제안한 시스템은 수업 진행자의 컴퓨터에서 프로그램을 사용하여 전체적인 집중도를 파악하는 시스템이며, 단순하게 수강자의 집중도를 보여주는 것이 아닌 수업의 진행자가 학생들의 집중도 및 참여도를 확인하고 그에 따라 피드백과 상응하는 조치를 취할 수 있어 혼자만의 수업이 아닌 모

두가 수업에 참여할 수 있는 시스템이다.

현재 완성된 프로토타입은 프로그램의 GUI 와 집중도 산출 프로세스이다. 향후 집중도 산출 프로세스를 프로그램에 활용하여 완성된 프로그램을 만들 계획이다. 또한 COVID-19 사태에 마스크를 사용하며 수업을 듣는 참여자를 고려하여 얼굴인식 뿐만 아니라 눈을 찾아 인식하는 프로그램도 개발할 계획이다.

참고문헌

- [1] 박혜자, “비대면 시대 온라인 수업 현황과 발전 방향”, KISO 저널, 40 호, 2020, <https://journal.kiso.or.kr/?p=10504>
- [2] 기사, " 고 3 10 명 중 7 명 "온라인수업, 집중 안 되고 수업질 떨어져", 연합뉴스, <https://www.mk.co.kr/news/society/view/2020/04/421804/>
- [3] 기사, “학업 성취도 올리는 비결은 ‘퀴즈’”, The Science Times, 이성규, 2020, <https://www.sciencetimes.co.kr/news/%ED%95%99%EC%97%85-%EC%84%B1%EC%B7%A8%EB%8F%84-%EC%98%AC%EB%A6%AC%EB%8A%94-%EB%B9%84%EA%B2%B0%EC%9D%80-%ED%80%B4%EC%A6%88/>
- [4] 특허, 주식회사 풀비, “동공 추적을 이용한 온라인 강의의 수강태도 감독 시스템” 등록번호 : 10-2011887 B1 (2019.08.12)
- [5] 김근호, "온라인 학습에서 학습자 학습태도 분석 및 집중도 체크를 위한 얼굴 검출 시스템", 한국정보통신학회, 2016, 420page
- [6] 기사, "비주얼 캠프 시선추적 기술로 커머스, 교육, 의료 등 혁신", ZDnet Korea, 방은주, 2021, <https://zdnet.co.kr/view/?no=20210118151215>
- [7] 유상엽, "머신러닝과 openCV 를 이용한 교실용 자동 출결 관리 시스템 프로토타입 구현", 한국정보통신학회, 2019, 327page