

OpenCv 및 Dlib를 활용한 DMS(Driving Monitoring System) 개발

문상혁¹, 이종현², 윤성준², 소성민², 백승우²,

¹숭실대학교 전자정보공학부 전자공학과

²숭실대학교 전자정보공학부 IT융합학과

moonsang68@gmail.com ika9810@soongsil.ac.kr, reesj93190@naver.com

smaadda@naver.com swthwhite@gmail.com

Development of DMS(Driving Monitoring System) using OpenCv and Dlib

Sang-Hyeok Moon¹, Jong-Hoen Lee²,

Sung-Jun Yun², Sung-Min So², Seung-Woo Baek²

¹Dept. of Eletronic Engineering, Soong-Sil University

²Dept. of IT Convergence, Soong-Sil University

요 약

매년 졸음운전이나 시선 부주의로 인한 운전자 부상 및 사망 사고 소식은 인터넷이나 뉴스등의 매체에 쉽게 접할 정도로 흔하고도 위험한 문제이다. 이를 해결하기 위해 OpenCv, Dlib를 활용하여 실시간으로 운전자의 상태를 촬영하여 눈의 크기, 고개 숙임 등을 감지하여 졸림, 시선 부주의 판단시에 알람을 통하여 운전자에게 경고를 주는 시스템을 개발하고자 한다.

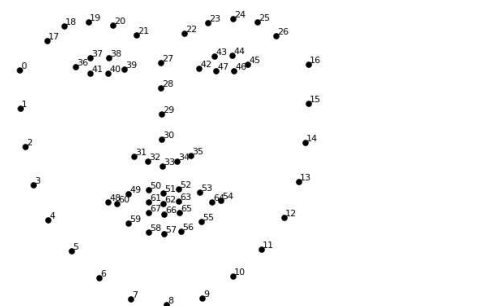
1. 서론

졸음운전은 시속 100km로 주행하는 차에서 운전자가 3초만 졸면 83m를 이동한다. 그사이에 차는 제어가 전혀 이뤄지지 않는 상태로 움직이게 된다. 한국도로공사에 따르면 2014~2019년 도로공사가 관리하는 고속도로에서 발생한 교통사고 사망자는 총 1,079명 중 졸음 및 주시 태만으로 인한 사망자가 729명(67.6%)으로 가장 많다. [1] 게다가 경찰청 통계(2017년)에 따르면 졸음운전으로 인한 교통사고 사망률은 4.51%로 음주운전 사망률(2.58%)보다 1.75배 높다. 최근 자동차의 전장화가 진행됨에 따라, 카메라를 이용하여 운전자를 모니터링하는 기술이 향상하고 있다. 본 논문에서는 전장화에 맞추어 운전자 모니터링 시스템을 설계 및 구현하고자 한다. 운전자의 얼굴형을 파악하여 사용자인지 아닌지 구분하고 운전자의 졸림 상태를 파악하여 알람을 주는 기능을 도입하여 본 시스템을 개발하였다.

2. 기술 활용

Driving Montoring System이란 (이하 DMS로 표기) 카메라를 통해 실시간으로 운전자를 촬영하여 영상처리를 통해 운전자의 얼굴인식, 졸음 상태, 시

선 부주의 상태를 파악하여 운전자에게 경고를 내리는 시스템이다. DMS에서 운전자를 인식하기 위한 Face recognition을 통한 얼굴인식 단계, Dlib를 통한 눈 크기 측정 및 얼굴 기울임 감지를 통하여, 졸음운전 및 시선 부주의 탐지 시스템으로 구분된다. Dlib 기술과 Face recognition은 둘 다 눈, 코, 입, 등의 얼굴의 68개의 특징점을 잡는 FaceLandmark 기술을 활용하였다.

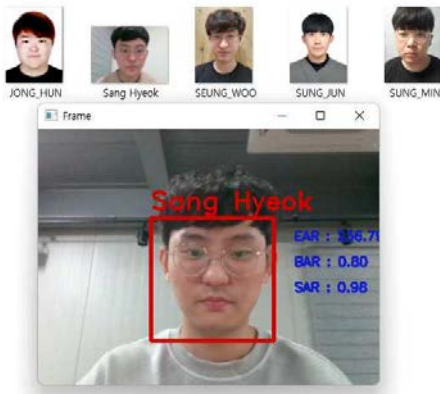


<그림 1> FaceLandMark 기술의 특징점 추출.

2.1 얼굴인식 시스템 (face recognition)

등록된 운전자만이 차량을 운전할 수 있도록 얼굴인식을 통한 인증 시스템을 구축하고자 한다. 이를 위해 얼굴인식 시스템에서는 기존의 등록(tag)된 사진을 분석하여 <그림 1>과 같이 얼굴의 특징점을 잡는다. 그다음 사진의 코와 입을 가운데로 올릴 수

있도록 이미지를 회전하고, 크기를 조절한다. 이후 Deep Convolution Neural Network를 통해 컴퓨터가 등록된 사진의 특징점을 128개를 추출하여 학습한다. 이후 얼굴 이미지를 인코딩하여 얼굴 비교 대상인 임베딩(embedding)을 생성하게 된다. 이후 카메라를 통해 검출된 얼굴의 Landmark를 분석하여 선형 SVM 분류기를 통하여 얼굴 인식이 이루어진다. [2]



<그림 2> Face Recognition을 통한 얼굴인식

2.2 Dlib를 통한 졸음운전 및 시선 부주의의 시스템

졸음운전 및 시선 부주의의 시스템의 판단 기준은 2가지로 눈의 깜빡임 및 얼굴의 상하좌우 기울임의 크기를 통하여 졸음운전 및 시선 부주의를 확인할 수 있다. 운전자의 눈 감긴 상태는 졸음운전의 판단에 있어서 가장 중요한 요소이다. 눈 감김을 파악하기 위하여 Landmark에서 눈 영역(36-41), (42-45)을 검출하여 눈의 너비와 높이를 측정하여 값을 토대로 눈의 크기 EAR (Eye Aspect Ratio)를 검출한다. EAR의 수식은 다음과 같다.[3]

$$EAR = \frac{\| p_{37} - p_{41} \| + \| p_{42} - p_{45} \|}{2 * \| p_{36} - p_{39} \|}$$

고개의 상하좌우 기울임은 운전자의 졸음운전 상태 또는 시선 부주의의 상태의 근거가 된다. Landmark에서 코의 영역 (27번-30번)과 코와 턱 사이의 거리(30번-8번)를 측정한다. 고개를 아래로 숙이면 코의 영역이 늘어나고, 코와 턱 사이의 거리가 감소하게 되고, 고개를 위로 올리면 반대의 결과가 나온다. 이를 통하여, 고개 숙임 정도의 비율을 낼 수 있으므로,

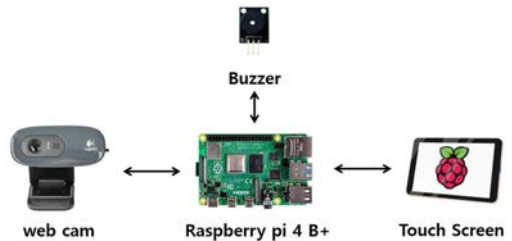
$$Head Rate = \frac{\| p_{27} - p_{30} \|}{\| p_{36} - p_{39} \|}$$

고개의 좌우 흔들림은 특징점(2번-30번), (14번-30번)의 거리를 측정하여 두 거리의 비율을 통해 좌우

흔들림을 측정한다. [4]

$$Stir Rate = \frac{\| p_2 - p_{30} \|}{\| p_{14} - p_{30} \|}$$

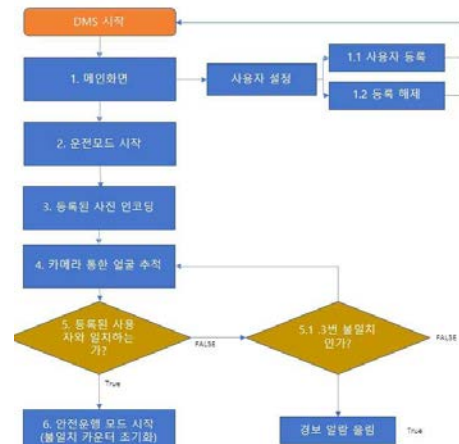
3. 시스템 구성도 및 실행과정



<그림 3> 하드웨어 구성

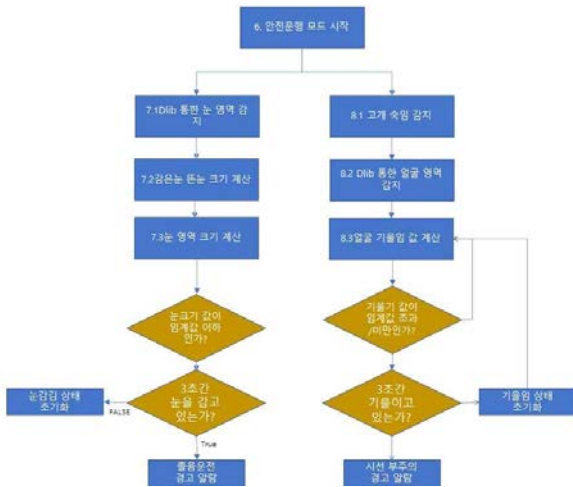
하드웨어 구성으로 영상처리를 위한 OpenCv를 구동하기 위하여 Rapsberry pi 4 B+를 사용하였으며, web camera를 통하여 운전자의 촬영 영상을 Raspberry pi에 전송한다. Touch Screen을 통하여 운전자에게 기본 인터페이스를 제공하여 카메라 촬영 영상을 송출한다. 졸음운전, 시선 부주의가 감지 되었을 때, Buzzer를 통하여 경고음을 방출한다.

3.1 시스템 동작 알고리즘



<그림 4> DMS 알고리즘 흐름도 - 1

DMS의 동작 과정은 처음 실행 시에 TouchScreen에서 사용자에게 기본적인 UI로 사용자 등록 모드, 안전 운전 실행모드가 제공된다. 사용자 등록 모드로 입력 시, 이름을 입력받고 카메라를 통해 사진을 촬영하면 <그림 2>에서 인코딩할 사진 파일이 자동으로 업로드된다. 안전 운행 모드를 입력하면 카메라로 촬영한 영상을 운전자에게 보여주면서 얼굴인식을 실행하게 된다. 이때 등록되지 않은 얼굴의 운전자일시, 경보음을 울리도록 하였다.



<그림 5> DMS 알고리즘 흐름도 - 2

얼굴인식이 승인될 경우, 저마다 다른 운전자의 눈 크기를 측정하게 된다. 처음에는 5초간 뜬 눈 크기를 측정하여 낸 평균을 Open이라는 값에 저장하고, 이후 5초 동안 감은 눈 크기를 측정하여 이의 평균을 Close라고 칭한다. 그 후 감은 눈, 뜬눈의 기준을 정하는 임계값인 Tresh를 자동으로 계산하게 된다.

$$Tresh = \frac{\| Open - Close \|}{2} + Close$$

이후 운전자의 눈 영역 크기가 Tresh 값의 이하로 내려갈 시에 눈 감김 모드로 들어가고 3초 이상 지속될 시에, 졸음운전 경고 알람을 울리도록 하였다.

얼굴 기울임 감지의 임계값은 따로 계산하지 않고 상하로는 0.5 ~ 0.95 좌우로는 0.5 ~ 2.0으로 설정하였다. 만약 시선 부주의의 모드와 눈 감김모드가 동시에 들어갈 시에는 눈 감김모드를 우선적으로 설정하였다.

4.시뮬레이션 및 결과



<그림 6> 시뮬레이션 결과

<그림 6>의 시뮬레이션 결과를 보았을 때, 카메라

내부에서 눈의 영역 크기(EAR), 머리 숙임 정도(Head Rate), 좌우 고개 회전 정도(Stir Rate)를 측정한 값을 표기하였다. 처음 실행 시의 뜬 눈의 크기 (Open_EAR), 감은 눈의 크기(Close_EAR)의 결과값이 나오며 이에 따른 임계값 (EAR_THRESH)이 계산되었다. 이후 눈이 감졌을 때, 알람(eye)이 울리는 것을 확인하였다. 고개를 좌우로 흔들 때의 Stir_Rate 값이 변화하였음이 확인되며, 상하로 기울일 때, Head_Rate 값이 변화하였다. 이후 고개 숙인 정도에 따른 알람(up_time)이 울림을 확인할 수 있었다.

5.결론, 및 향후연구

본 논문은 OpenCv와 Dlib을 활용하여 운전자의 상태를 실시간으로 촬영하여 얼굴인식을 통한 차량 도난 방지인증시스템, 졸음운전 및 시선 부주의 방지 시스템을 개발하였다. 이를 통해 운전자가 안전 운행을 할 수 있도록 도와주는 역할을 하게 될 것이며, 졸음운전 및 시선 부주의 운전에 의한 사고율을 억제해줄 것으로 기대한다. 향후에는 눈동자의 시선을 추적하여 시선 부주의의 감지 정확률을 더 높일 예정이며, 영상 이외에도 운전자의 핸들의 움직임에 따른 졸음운전 판단 및 얼굴인식 실패에 따른 자동 차량 도난 신고 및 시동 억제 등의 기능을 추가할 예정이다.

5.참고문헌

[1] 박창규 사회부 기자, “졸음운전 교통사고 사망률, 음주의 2배”, 동아일보 <https://www.donga.com/news/Society/article/all/20210820/108630537/1>

[2] 허석렬, 김장민, 이완직.(2021).딥러닝 얼굴인식 기술을 활용한 방문자 출입관리 시스템 설계와 구현.디지털융복합연구,19(2),245-251.

[3] 장우영, 최세환, 정치근, 김민준, 이제호, 서석현.(2021).Eye aspect ratio와 CO2 농도 검출을 결합한 졸음운전 방지 시스템.한국자동차공학회 추계학술대회 및 전시회,(),1095-1099.

[4] 오미연, 정유수, 박길흠.(2016).얼굴 특징점 기반의 졸음운전 감지 알고리즘. 멀티미디어학회논문지, 19 (11), 1852-1861.

※ 본 프로젝트는 과학기술정보통신부 정보통신창의 인재양성사업의 지원을 통해 수행한 ICT멘토링 프로젝트 결과물입니다.