

카메라 센서와 딥러닝 모델을 활용한 운전자 졸음운전 및 부주의 방지 시스템

이성준, 금강현, 오태근

동서울대학교

ljp578@naver.com, valuable1person@gmail.com, tgoth@du.ac.kr

A Driver Drowsiness and Inattention Prevention System using Camera Sensors and Deep Learning Models

Sungjun Lee, Kanghyun Kuem, Taegeun Oh

Dong Seoul University

요 약

본 논문에서는 카메라 센서와 딥러닝 모델을 활용하여 실시간으로 운전자의 졸음 감지 및 부주의를 인식하여, 자율주행을 활성화하는 시스템을 제안한다. 운전 중 졸음은 교통안전에 심각한 위협을 초래할 수 있으며, 본 논문에서 제안하는 운전자 졸음운전 및 부주의 방지 시스템은 운전자와 사회의 안전을 강화하기 위한 것이다. 딥러닝 모델을 활용하여 운전자의 눈동자와 얼굴을 인식하고 분석하여, 운전자의 졸음 및 부주의 상태를 실시간으로 감지하고, 졸음 및 부주의 상태가 지속될 경우 자율주행 기능을 활성화하여 전방주시 태만 등으로 인한 교통사고를 예방할 수 있는 시스템을 제안한다.

I. 서론

음주운전, 졸음운전, 그리고 쇼크로 인한 기절 혹은 발작으로 인한 교통사고는 현대 사회에서 교통안전과 관련된 중요한 이슈이다. 졸음운전과 쇼크로 인한 기절 혹은 발작으로 인한 교통사고 역시 꾸준히 발생하고 있음을 통계자료가 보여주고 있다. 특히, 한국도로공사가 2015년부터 2019년까지의 교통사고 사망자 1,079명을 분석한 결과, 졸음운전 및 전방주시 태만 등이 사망 원인으로 나타났다. 이에 따라 교통사고로 인한 사망자 중 67.6%가 이러한 인자들로 인한 사고에서 희생되었다[1].

따라서, 운전자의 졸음 및 부주의 등으로 인한 교통사고와 그로 인한 희생을 방지하는 것이 중요하며, 이를 위하여 딥러닝 모델을 활용하여 졸음 및 부주의를 감지할 수 있는 영상인식 기술 개발과 졸음 대응 시스템을 제안한다.

II. 본론

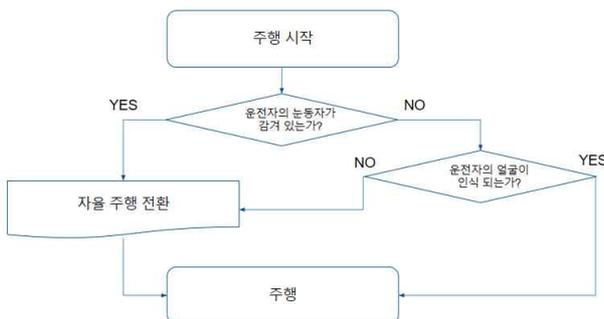


Fig. 1 Flow Chart of Driver Drowsiness and Inattention Prevention System

본 논문에서는 영상 기반 딥러닝 모델을 활용하여 운전자의 졸음 및 부주의를 방지하는 시스템의 구조, 눈동자 감음 모델 학습 및 모델 학습 결과를 설명한다.

2.1 시스템 순서도

그림 1은 본 논문에서 제안하는 졸음 및 부주의 방지 시스템의 순서도이다. 자동차 주행 시, 실시간으로 카메라로 운전자의 눈동자와 얼굴을 촬영하고, 딥러닝 모델을 이용하여 눈동자 및 얼굴의 상태를 분석한다. 카메라에 운전자의 얼굴이 인식되는 상태에서는 운전자의 눈동자를 판단하여 감겨 있는 상태가 일정 시간 동안 지속될 시 자율 주행으로 전환 후 주행을 이어간다. 그리고 운전자의 얼굴이 카메라에 일정 시간 동안 인식되지 않는다면 위와 마찬가지로 자율 주행으로 전환 후 주행을 이어간다.

2.2 모델 학습

Closed Eyes In The Wild(CEW) 데이터셋은 눈 감김 상태를 다양한 환경에서 포착한 이미지들로 구성되어 있다[2]. 이 데이터셋은 실제 운전 상황에서 발생할 수 있는 다양한 조건을 반영하여 모델이 현실적인 상황에서도 효과적으로 동작할 수 있도록 한다. 그림 2는 눈동자와 얼굴을 인식하기 위한 눈을 감은 것과 눈을 상태를 판단하는 신경망 모델의 구조 및 파라미터의 개수 등을 보여준다[3]. 모델의 구조 및 파라미터를 보여 준다. CEW 데이터셋을 이용해서 약 88만 개의 파라미터를 학습시켰다.

2.3 눈 증형비

Layer (type)	Output Shape	Param #
input_3 (InputLayer)	(None, 26, 34, 1)	0
conv2d_7 (Conv2D)	(None, 26, 34, 32)	320
max_pooling2d_7 (MaxPooling2)	(None, 13, 17, 32)	0
conv2d_8 (Conv2D)	(None, 13, 17, 64)	18496
max_pooling2d_8 (MaxPooling2)	(None, 6, 8, 64)	0
conv2d_9 (Conv2D)	(None, 6, 8, 128)	73856
max_pooling2d_9 (MaxPooling2)	(None, 3, 4, 128)	0
flatten_3 (Flatten)	(None, 1536)	0
dense_5 (Dense)	(None, 512)	786944
activation_5 (Activation)	(None, 512)	0
dense_6 (Dense)	(None, 1)	513
...		
Total params:	880,129	
Trainable params:	880,129	
Non-trainable params:	0	

Fig. 2 Structure and Parameters of Deep Learning Model for Closed-Eye Detection

수식 1은 눈의 가로 비율과 세로 비율을 계산하여 눈의 감김 정도를 계산할 수 있는 눈 종횡비이다[3]. 여기서 p_1, \dots, p_6 은 눈의 가로와 세로의 길이를 측정하기 위한 좌표들이며, 그 위치는 그림 3과 같다. 각 점으로부터 계산한 세로 길이를 가로 길이에 세로 길이를 구한 만큼 개수를 곱한 후 나누어주면 눈 종횡비를 알 수 있다. 눈을 완전히 감으면 그 그래프에서 0에 수렴하는 것을 확인할 수 있다. 이 결과를 이용하여 시스템이 운전자의 눈 감음을 판단할 수 있다.

$$EAR = \frac{\|p_2 - p_6\| + \|p_3 - p_5\|}{2\|p_1 - p_4\|} \quad (1)$$

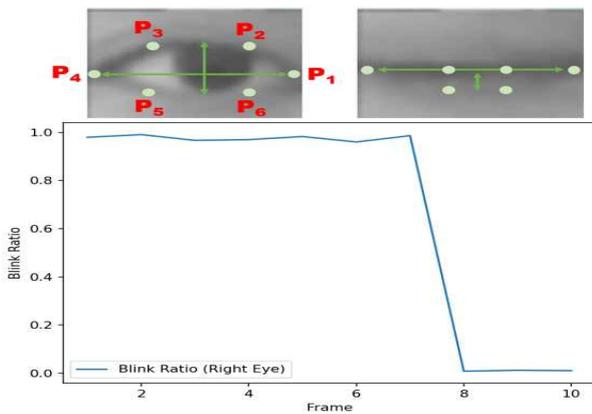


Fig. 3 Method and Result of Measuring the Degree of Eye Closure

2.4 결과

그림 4는 제안하는 졸음 및 부주의 방지 시스템으로 졸음 및 부주의 상태를 인식한 결과를 보여준다. 그림 4(a)는 운전자의 눈동자가 완전히 뜬 상태이다. 왼쪽 위의 수치 1은 운전자가 정상적으로 운전하고 있다고 판단한다. 그림 4(b)는 운전자의 눈동자가 한쪽 눈만 감은 상태이다. 왼쪽 위의 수치로 뜬 쪽은 1, 감은 쪽은 0으로 확인되는 것을 알 수 있다.

그림 4(c)는 운전자의 눈동자가 양쪽 다 3초 이상 감은 상태로 오른쪽 위의 문자로 자율주행시스템으로 전환된 것을 확인 할 수 있다. 그림 4(d)는 운전자가 졸음운전 시 고개를 숙이는 경우도 생각하여 카메라에 운전자의 얼굴이 인식 3초 이상 안 될 때 졸음운전으로 판단하여 이 경우에도 마찬가지로 자율주행시스템으로 전환된 것을 알 수 있다.

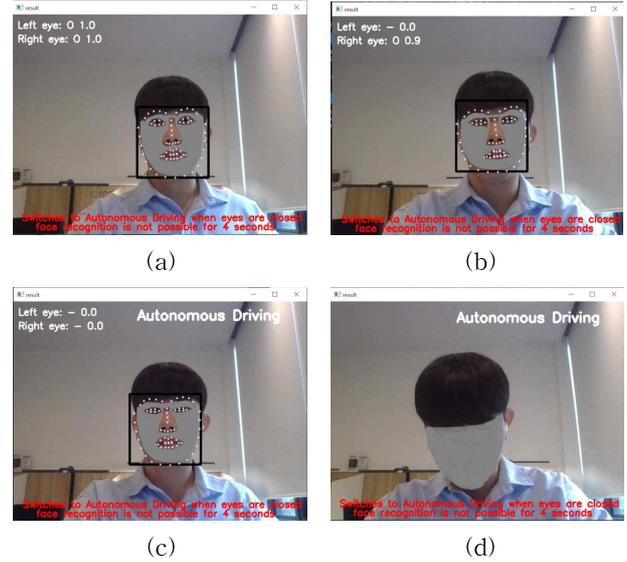


Fig. 4 Results of Drowsiness and Inattention Detection. (a) When Eyes are Fully Open, (b) When One Eye is Closed, (c) When Both Eyes are Closed, and (d) When the Driver's Face is Not Recognized by the Camera

III. 결론

본 논문에서는 제안된 실시간 졸음 감지 및 자율 주행 시스템은 Dlib의 얼굴 특징점, 눈 감김 감지를 위한 딥러닝 모델, 랜덤 부지 알림 시스템을 결합하여 운전자의 안전을 강화하고 사고를 예방할 수 있다. 그리고 졸음운전과 부주의 뿐만 아니라 음주 운전과 같은 여러 안전운전 사고에도 사고율을 줄일 수 있을 것으로 기대한다.

ACKNOWLEDGMENT

이 논문은 2023년도 정부(교육부)의 지원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(2023 신산업분야 특화 선도 전문대학 지원 사업)

참고 문헌

- [1] Sunghee Kim, et al, "Drowsy driving prevention system using deep learning with camera sensor", Sogang University, Jul 2020
- [2] Closed Eyes In The Wild (CEW) Dataset (https://parsec.nuaa.edu.cn/_upload/tpl/02/db/731/template731/pages/xtan/ClosedEyeDatabases.html)
- [3] T. Soukupova, et al, "Real-Time Eye Blink Detection using Facial Landmarks," 21st Computer Vision Winter Workshop, 2016