

실시간성 보장을 위한 인공지능을 활용한 졸음운전 감지 시스템에 관한 연구

조유상, 김용석*

건양대학교, *건양대학교

22806506@konyang.ac.kr, *yongsuk@konyang.ac.kr

A Study on the Drowsy Driving Detection System Using Artificial Intelligence to Ensure Real-Time

Cho You Sang, Kim Yong Suk*

Konyang Univ., *Konyang Univ.

요약

본 논문은 인공지능을 활용하여 실시간성을 보장하는 졸음운전 감지 시스템을 연구하였다. Haar Cascade Face Detection을 통해 사람 얼굴을 추출한 후 눈의 위치를 지정하여 눈 이미지 데이터를 수집하였다. CNN(Convolutional neural network) 구조의 인공지능 모델을 구축하여 시스템을 구성했으며 파라미터 수를 조절하여 연산시간을 단축하였다. 실시간 영상을 프레임 별마다 인공지능 모델에 입력하여 출력된 결과를 PERCLOS 수치를 토대로 졸음운전 유무를 판단하였다. 향후 연구로는 경량화된 시스템과 스마트폰 앱을 연동하여 손쉽게 사용이 가능한 졸음운전 감지 시스템을 연구할 예정이다.

I. 서론

교통 불안은 음주운전과 졸음운전에서 발생하는 2차 사고가 주요한 원인이다. 그 중에서도 졸음운전은 2차 사고 발생 시, 일반 사고에 비해 높은 운전자 치사율을 보인다. 한국도로공사에서 진행한 통계에 따르면 2022년 고속도로 교통사고 사망자 156명 중 76%(119명)이 졸음 및 주시 태만 사고이다.[1] 2018년 기준 67%에서 9%가 증가한 결과이므로 졸음운전은 교통사고의 가장 큰 요인 중 하나라고 할 수 있다. 졸음운전의 경우 시속 100km 주행을 기준으로 1초에 약 28m를 이동하기에 4초만 줄어도 100m 이상 주행하게 된다. 그렇기에, 충분한 안전거리를 확보했다라고 앞차를 추돌할 수 있어 2차 사고 발생 시, 일반 사고보다 높은 운전자 치사율을 보인다.[2] 이러한 위험으로 인해 졸음운전을 감지하는 시스템에 대한 연구가 활발히 이루어지고 있다.[3] 그러나 졸음운전 감지 시 정확도 외에도 실시간성 또한 굉장히 중요한 요소 중 하나이다. 본 논문에서는 이러한 졸음운전 관련 교통사고를 예방하기 위해 실시간성을 보장한 인공지능을 활용하여 졸음운전 감지 시스템을 연구하였다. 졸음운전 시스템은 카메라를 활용하여 촬영되는 영상에서 눈의 위치를 파악하여 인공지능 모델에 입력한다. 인공지능 모델이 입력된 영상을 통해 실시간으로 졸음운전의 여부를 판단한다.

II. 본론

(1) 데이터 수집

본 논문에서 인공지능 모델을 학습하기 위해 약 30초간의 영상 데이터를 촬영하여 데이터 수집을 진행하였다. 촬영된 영상을 30프레임을 기준으로 프레임별로 잘라 이미지 데이터로 전환하였다. 각각 눈을 감은 사진 13,763개, 눈을 뜨고 있는 사진 33,697개를 수집하였다. 총 47,460개의 이미지를 수집하여 데이터 셋을 구성하였다.

(2) 전처리과정

수집한 이미지 데이터를 Grayscale 과정을 거친 후 Haar Cascade Face Detection을 통해 사람의 얼굴을 추출하여 범위를 특정 지었다.[4] Haar Cascade Face Detection의 경우 사각형 형태의 필터 집합을 사용하여 특징을 추출하는 알고리즘으로 얼굴에 해당하는 흰색의 사각형 영역 픽셀값의 합에서 얼굴이 아닌 영역에 해당하는 검정색 사각형 픽셀값을 뺀 결과값을 추출하여 최종적으로 + 값인지 - 값인지를 기준으로 얼굴의 특징이 있는지 판단하게 된다. Haar 필터를 거친 후 얼굴이 아닌 영역을 빠르게 넘길 수 있도록 다단계(cascade) 검사 수행하여 얼굴의 범위를 특정한다. 얼굴의 범위를 특정한 후 얼굴 비율에 맞도록 얼굴의 범위 내에서 눈의 위치에 맞도록 눈 이미지를 추출하였다. 추출한 이미지를 인공지능 모델의 연산 속도를 높이기 위해 (128,128)의 크기로 변환하였다. 그 후 One-hot encoding 통해 데이터 라벨링을 진행하였다. 그림 2의 (a)는 눈을 뜬 개어 있는 상태의 데이터이며 (b)는 눈을 감고 있는 졸음운전 상태의 데이터이다.



그림 1. 전처리된 수집 데이터 샘플

(3) 인공지능 모델

졸음운전을 판단할 인공지능 모델의 경우 가장 기본적인 구조인 CNN(Convolutional neural network)의 구조로 구축하였다. 또한 모델의 파라미터 수를 성능에는 영향을 주지 않을 정도의 조절함으로써 연산시간을 단축하여 실시간성을 증대시켰다. 인공지능 모델의 입력은 (128,128,1)로 설정하였으며 총 5개의 Layer으로 구성하였다.

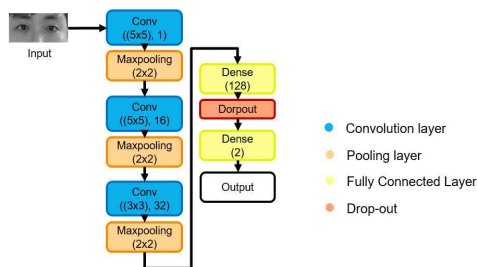


그림 2. 인공지능 모델의 구조

각각 8,16,32의 필터를 가진 3개의 Convolution Layer와 128,2개의 뉴런으로 구성된 Fully Connected Layer으로 구성하였다. Softmax함수를 통해 정규화를 진행하였다. 또한 손실함수 Categorical Crossentropy로 설정하였으며, Optimizer와 Learning Rate는 각각 Adam(Adaptive Moment Estimation)과 0.0001으로 설정하여 학습을 진행하였다.

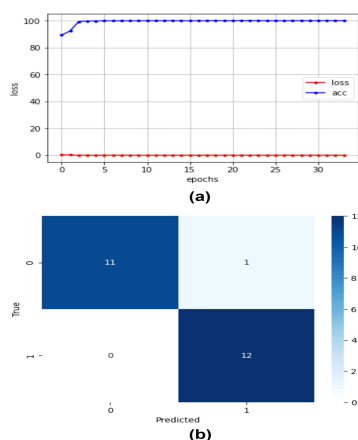


그림 3 인공지능 모델의 성능 그래프

99%의 정확도와 Loss 0.004를 달성하였으며 F1 score 및 정밀도 또한 각각 96%, 92% 이상의 결과를 보였다. 그림 3의 (a)는 학습마다의 정확도와 Loss의 변화값을 보여주는 그래프이며 (b)는 인공지능 모델의 Confusion Matrix다. 정답이 Positive이고 모델의 예측값이 Positive인 TP(True Positive), 정답이 Negative지만 모델의 예측값이 Positive인 FP(False Positive), 정답이 Positive이고 예측값이 Negative인 경우를 FN(False Negative)으로 칭하며 예측값이 Negative이면서 정답도 Negative인 경우를 TN(True Negative)이라 칭한다. 본 연구에서 사용한 모델의 경우 간혹 FP를 출력하는 것을 확인할 수 있었다. 이는 눈이 감기기 직전의 상황에서 눈동자의 비율이 높은 이미지를 혼동하는 것으로 판단된다.

Process	Time(ms)
InceptionV3 (Florez, Ruben, et al.)	137.8
VGG16 (Florez, Ruben, et al.)	71.3
ResNet50V2 (Florez, Ruben, et al.)	106.5
Our model	0.085

표 1 인공지능 모델의 실시간성 비교표

실시간성을 평가하기 위해 본 논문과 같이 CNN을 기반으로한 Florez, Ruben, et al.의 졸음운전 감지 모델과 비교하였다.[3] 표 1의 경우 모델이 데이터를 연산하는데 걸린 시간을 비교하기 위해 정리한 표이다. Florez,

Ruben, et al.의 모델로 사용한 InceptionV3, VGG16, ResNet50V2의 경우 연산까지 각각 137.8ms, 71.3ms, 106.5ms를 기록하였지만 본 논문에서 사용한 모델은 연산까지 0.085ms를 기록하였다. 입력 데이터의 크기 다른 것을 감안하더라도 연산속도가 더 빠른 것을 확인할 수 있다.

(4) 졸음운전 판단 기준

상태	PERCLOS 수치
깨어 있는 상태	$0 < P < 0.074$
졸음운전상태	$0.15 \leq P$

표 2 PERCLOS 수치에 따른 졸음 기준

졸음운전의 판단 기준은 PERCLOS(Percentage of Eye Closure) 수치를 기반으로 진행하였다[5]. PERCLOS 수치는 눈꺼풀 감김 비율로 깜박임 빈도를 계산하여 졸음 수준을 파악할 수 있다. 실시간 영상을 15초 단위로 나누어 인공지능 모델에 입력하여 눈을 감은 프레임의 수에 따라 졸음운전의 여부를 판단하였다. 표 2과 같이 PERCLOS 수치를 기준으로 450 프레임당 33프레임 이하일 경우 운전자가 깨어있다고 판단하였으며 450 프레임당 67 프레임 이상일 경우 졸음운전상태로 판단하도록 하였다.

III. 결론

본 논문에서는 2차 사고 발생에 주요한 원인인 졸음운전을 예방하기 위해 인공지능을 활용한 졸음운전 감지 시스템을 연구하였다. 영상에 프레임을 인공지능에 입력하여 눈을 감은 여부를 판단한 후 PERCLOS 수치를 기반으로 졸음운전을 판단하였다. 본 연구의 시스템은 정확하고 실시간성을 증대시켜, 교통사고들을 미연에 감지할 수 있도록 연구하였다. 향후 연구로는 본 시스템과 스마트폰 앱과 연동하여 손쉽게 사용이 가능한 졸음운전 감지 시스템을 연구할 예정이다.

ACKNOWLEDGMENT

이 논문은 2023년도 정부(산업통상자원부)의 재원으로 한국산업기술진흥원의 '바이오융복합기술 전문인력 양성사업'의 지원을 받아 수행된 연구임(No. P0017805).

참 고 문 헌

- [1] 김지수, 오현지, 하란. "경량 딥러닝을 이용한 MPU 에서 시선 추적 시스템 설계." 한국정보과학회 학술발표논문집. 1406-1408. 2020
- [2] 안병태. "졸음운전 감지 및 방지 시스템 연구." 융합정보논문지 (구 중소기업융합학회논문지) 8.3 pp.193-198. 2018.
- [3] Florez, Ruben, et al. "A CNN-Based Approach for Driver Drowsiness Detection by Real-Time Eye State Identification." Applied Sciences 13.13 7849. 2023.
- [4] Viola, Paul, and Michael Jones. "Rapid object detection using a boosted cascade of simple features." Proceedings of the 2001 IEEE computer society conference on computer vision and pattern recognition. CVPR 2001. Vol. 1. Ieee. Dec. 2001.
- [5] Darshana, Sanka, et al. "Efficient PERCLOS and gaze measurement methodologies to estimate driver attention in real time." 2014 5th International Conference on Intelligent Systems, Modelling and Simulation. IEEE, Jan. 2014.