

AI 영상 인식 모듈을 통한 운전자 관리 감독 시스템 구현

서현준¹, 김민지¹, 심재현¹, 이승돈¹, 나정은²

¹연세대학교 신소재공학부 학부생

²연세대학교 학부대학 교수

shj000203@naver.com, min_ji@yonsei.ac.kr, shim7042@gmail.com,

sdon0824@yonsei.ac.kr, jedah@yonsei.ac.kr

Implementation of Driver Management Supervision System through AI Image Recognition Module

Hyun Jun Suh¹, Min Ji Kim¹, Jae Hyun Shim¹, Seung Don Lee¹,

JeongEun Nah²

¹Dept. of Material Science and Engineering, Yonsei University

²University College, Yonsei University

요약

매년 졸음 및 부주의 운전으로 인한 교통사고로 인명 및 재산 피해가 끊이지 않고 있다. 즉각적인 졸음 감지만을 위한 기존 시스템의 단점과 한계를 보완하고자, 본 논문에서는 위험 행동을 감지한 후 당시 사진과 데이터를 저장하고 이를 점수로 환산하여 장기적인 운전 습관 개선을 목표로 하는 운전자 관리 감독 시스템을 구현하였다. 이 시스템은 화물차 운전자와 같이 장시간 운전을 하는 대상에게 안전 주행을 장려하고 올바른 운전문화를 확립하게 하여 교통안전에 긍정적 역할을 담당할 수 있다.

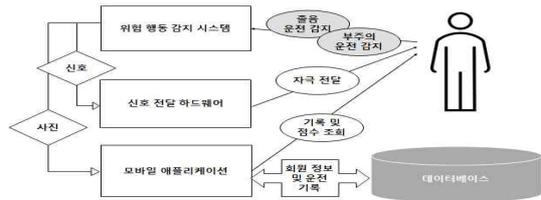
1. 서론

한국도로공사 보도 자료에 따르면 최근 3년간 (20~22년) 화물차 사고 사망자는 총 280명으로 전체 사고 사망자 506명의 절반(55.3%)이 넘으며 주요 사고원인은 졸음운전, 전방주시 태만 등이다[1]. 이를 방지하기 위해 카메라를 이용하여 운전자를 모니터링하는 기술이 개발되었지만, 장기적인 효과가 없다는 한계가 존재하며 더 높은 정확성과 신속성이 요구되고 있다[2]. 본 논문에서는 AI 영상 인식 모듈을 활용하여 즉각적으로 운전자의 위험 행동을 인식 및 경고하는 시스템을 구현하고 운전자의 누적 데이터를 기반으로 산출한 운전 점수를 활용하여 습관 개선을 유도하는 시스템을 제안하고자 한다.

2. 위험 행동 감지 시스템 설계 및 하드웨어 구현

본 논문에서 제안하는 위험 행동 감지 시스템은 운전자 위험 행동 감지와 신호전달로 구성된다. 위험 행동은 졸음 감지와 부주의 감지 2가지로 선정했고 딥러닝 기술을 활용하여 이를 감지한다. 선정된 행동이 감지되면 신호전달 하드웨어에서 운전자에게 즉각적인 자극을 전달한다. 모바일 애플리케이션에서는 감지 당시 사진을 데이터베이스에 저장하고 사

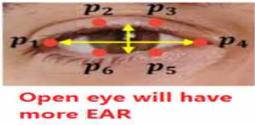
용자는 기록 및 점수를 조회할 수 있다. 전체 흐름은 다음의 (그림 1)과 같이 설명된다.



(그림 1) 운전자 관리 감독 시스템 기능 흐름도

2.1 졸음운전 감지

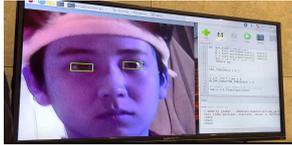
카메라로 실시간 운전자를 찍은 영상을 라즈베리 파이에서 딥러닝 모델의 영상처리를 통해 졸음을 감지한다[3]. FaceLandMark로 운전자의 얼굴을 인식할 때 OpenCV에서 제공하는 Haar-Cascade 알고리즘을 사용해 아래 (그림 2)와 같이 눈의 종횡비를 측정한다. Dlib을 통해 아래 (그림 3)과 같이 눈, 코 등 68개의 안면 랜드마크를 좌표화하고, 그중 6개의 좌표로 눈의 움직임 판단한다[4]. 눈 감김을 졸음의 판단 기준으로 보고 역치인 크기 임계값을 여러 번의 실험을 통한 적절한 기준으로 산정하여 0.3으로 설정하였다. 3초 이상 눈 감김이 지속되면 '졸음' 상태로 인지하여 키워드를 송출한다.



(그림 2) 눈의 종횡비 측정



(그림 3) Face Landmark



(그림 4) 눈 인식



(그림 5) 눈 감김 인식

위 (그림 4)와 (그림 5)는 딥러닝 모델을 활용하여 운전자의 눈 감김 상태임을 파악하는 모습이다.

2.2 부주의 운전 감지

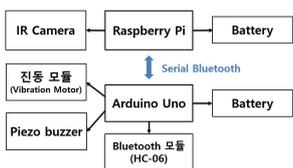
운전 부주의 감지 기능은 부주의 행동 데이터 수집, 모델 선택, 모델 훈련으로 구성했다. 이 연구에서는 Kaggle의 distracted-driver-detection API를 활용하여, 22,424건의 다양한 운전자 행동 이미지 데이터를 이용하여 모델을 훈련 시켰고 정확한 감지를 위해 수집한 데이터 세트를 10가지 세부적인 카테고리(문자, 전화, 음식 섭취 등)로 분류했다. 가장 오답률이 적은 모델을 선택하기 위해 여러 모델의 정확도를 평가한 논문을 활용했다. Alexnet, Inception, Original VGG 등의 정확도를 비교해 본 결과, 파라미터 140M인 VGG with regularization 모델이 96.31%로 가장 높은 정확도를 기록하여 최종 모델로 선택되었다[5]. 모델을 훈련한 후, 최종 모델은 예측 확률이 0.8보다 크면 해당하는 행동 카테고리 와 확률을 화면에 표시하며, 다른 행동은 'other class'로 표시된다.

훈련모델	AlexNet	Inception V3	Original VGG	VGG with regularization	Modified VGG
정확도(%)	89.54	92.21	94.44	96.31	95.54

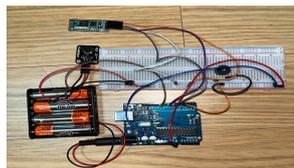
<표 1> 모델 적합성 검증 정확도 비교

2.3 위험 행동 방지 신호 전달 하드웨어 구현

카메라가 위험 행동을 감지하면 라즈베리파이에서 HC-06 모듈이 탑재된 Arduino로 시리얼 통신을 통해 문자열 신호를 전달한다. 신호를 받으면 Vibration motor module은 진동을 출력하고 Piezo buzzer는 경고음을 10초간 출력한다.



(그림 6) 하드웨어 설계도



(그림 7) 아두이노 설계도

3. 운전점수제를 활용한 훈련 시스템

훈련 시스템에서는 라즈베리파이에서 받아들인 운전자의 감지된 기록을 서버에 저장하고, 사용자는 시스템에서 본인의 기록 및 점수를 조회할 수 있다.



(그림 8) 운전자 훈련 시스템

위 (그림 8)의 사진은 기록 조회 화면으로 테이블의 각 레코드를 선택하면 감지된 건의 당시 사진이 화면 하단에 나타난다. 운전 점수는 운전자의 습관 개선을 촉진하기 위한 것이므로 최근의 운전 기록에 더 큰 가중치를 부여하는 방식으로 산출된다.

4. 결론

운전 감독 시스템에 관한 기존 연구는 IoT 장치를 활용하여 졸음을 판단해 자극을 주는 방식으로 장기적인 운전 습관 개선에는 한계가 있었다. 본 연구는 적외선 카메라를 사용하여 선글라스를 착용한 상황이나 터널에서도 졸음운전과 부주의 행동을 감지하고 분류하여 습관 개선을 유도했으며, 안전벨트에 디바이스를 장착하여 시스템이 즉시 자극을 전달할 수 있도록 개발했다. 본 시스템을 활용하면, 교통사고에 따른 인명 및 재산 피해 수치를 낮추고 도로 교통 체계의 안정성이 향상될 것이다. 향후 인공지능을 활용하여 개인 맞춤형 자동차 안전 시스템 개발이나 운전자별 졸음 경향 분석 등의 교통사고 예방 정책을 수립하는 데에 기여할 수 있다.

[본 논문은 과학기술정보통신부 정보통신창의인재양성사업의 지원을 통해 수행한 ICT멘토링 프로젝트 결과물입니다]

참고문헌

- [1] 한국도로공사, “화물차 운전자 대상 4천만원 상당 졸음운전 예방물품 지원”, 2023
- [2] 문상혁 외, “OpenCv 및 Dlib를 활용한 DMS(Driving Monitoring System) 개발”, 한국정보처리학회, 2022
- [3] 장우영 외, Eye aspect ratio와 CO2 농도 검출을 결합한 졸음운전 방지 시스템, 한국자동차공학회 추계학술대회 및 전시회, 2021, pp. 1095-1099
- [4] Fitash Ul Haq, “Automatic Test Suite Generation for Key-Points Detection DNNs using Many-Objective Search
- [5] Rekkala, Jaswanth Reddy. “Mobile usage detection of driver Using CNN (Convolutional Neural Network).” California State University, Dec. 2021, pp. 1 - 62