

CO₂ 농도 측정기와 눈 인식을 통한 졸음운전 경고 알림 시스템

김바다⁰, 최준호^{*}, 문장현^{*}, 김찬우^{*}, 이준혁^{*}, 박준호(교신저자)^{*}

⁰경운대학교 소프트웨어학부,

^{*}경운대학교 소프트웨어학부

e-mail: wjddl1214@naver.com⁰, {hsjs0404, answkdgus125, rlacksdn2436}@naver.com^{*},

wnsgur2518@gmail.com^{*}, jhpark@ikw.ac.kr^{*}

Drowsy driving warning notification system using CO₂ concentration meter and eye recognition

Ba-da Kim⁰, Jun-ho Choi^{*}, Jang-hyun Mun^{*}, Chan-woo Kim^{*}, Jun-huck Lee^{*}, Jun-ho Park(Corresponding Author)^{*}

⁰School of Software, Kyungwoon University,

^{*}School of Software, Kyungwoon University

● 요약 ●

지난 5년 (2016~2020년) 간 고속도로 교통사고 사망자 1,035명 중 약 70%(722명)가 졸음 및 주시 태만으로 인해 발생하였다. 졸음운전 사고를 예방하기 위해 졸음 쉼터나 휴게소 등이 있지만 활용률이 높은 편은 아니다. 해당 문제 해결을 위해 본 논문에서는 자동차 내부에서 즉각적으로 졸음을 판별해 알람을 제공하는 알림 기능을 구현하였다. 차량에 웹캠과 CO₂ 농도 측정기를 설치하여 웹캠으로는 운전자의 눈 종횡비를 계산하여 졸음을 판단하고 CO₂ 센서로 차량 내부 CO₂ 농도를 측정하여 운전자의 졸음을 판단하여 경고음과 음성 경고 메시지를 출력함과 동시에 창문 개폐 기능으로 잠을 깨워주기 때문에 교통사고 발생률 저하에 기여할 것으로 기대된다.

키워드: 졸음운전(Drowsy driving), 얼굴 인식(Facial recognition)

I. Introduction

도로교통공단 통계에서 2021년 교통사고로 인한 사회적 비용이 약 27조 원으로 나타났다. 그중에서 졸음운전으로 인한 사망사고는 전체의 69%를 차지했다. 졸음 쉼터 등의 인프라 설치에는 고비용이 소요되므로 본 논문에서는 차량 내부에 웹캠을 설치한 후 눈을 인식하고 CO₂ 농도를 측정 후 설정된 임계값을 넘는다면 경고 메시지를 출력하며 창문이 열리도록 하여 잠을 깨워 졸음운전 사고를 미리 예방할 수 있는 시스템을 구현하였다.

P3와 P5는 눈의 세로 길이를 의미한다.

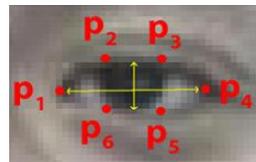


Fig 1. 눈 종횡비

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

Fig 2. EAR 공식

II. Preliminaries

졸음운전 방지 시스템은 OpenCV와 dlib를 사용하여 눈 깜빡임을 인식하고 아두이노와 TTS 파일을 사용하여 CO₂ 농도 측정기와 경고메시지를 구현하였다. OpenCV는 이미지 처리 작업을 위한 오픈 소스 라이브러리이고 dlib는 C++로 구현된 고성능 머신러닝 및 컴퓨터 비전 라이브러리이며, 얼굴 랜드마크 검출을 통해 눈을 검출하여 눈 너비와 높이를 계산하고 눈의 종횡비를 계산하여 졸음을 판단한다 [1]. Fig 2.에서 P1과 P4는 눈의 가로 길이를 의미하고, P2와 P6,

III. Design and Development

시스템 구성은 Fig 3과 같이 설계하였다. 차량 내부의 웹캠은 운전자의 눈을 인식 후 눈의 깜빡임을 통하여 종횡비 계산으로 졸음 여부를 판단한다. 졸음이라 판단하는 방법은 눈 종횡비가 임계값 이하로 낮아지면 카운트가 시작한다. 카운트가 일정 수치를 넘어간다면 졸음이라 판단한다. 졸음운전 여부 판단을 위해 차량 내부 CO₂ 농도를 측정한다. 실시간으로 바뀌는 CO₂ 농도가 임계값을 넘는다면

경보음과 동시에 음성 경고 메시지가 출력된다. 만약 더 높은 임계값으로 올라간다면 창문이 자동으로 개폐되도록 설계한다.

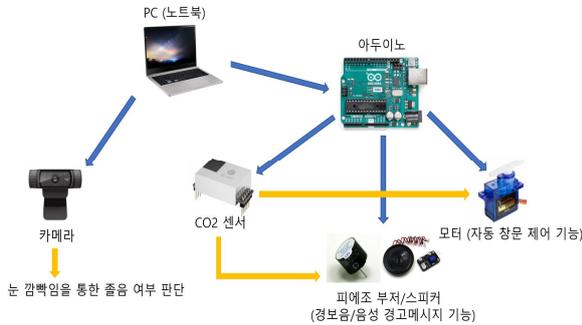


Fig. 3. 시스템 구성도

1. 졸음 인식 구현

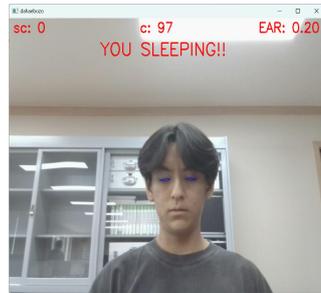


Fig. 4. 졸음인식

가장 중요한 기술인 졸음운전을 판별하는 기준은 눈의 중횡비를 계산하여 눈을 감고 있는지를 확인하여 구분한다. 눈의 중횡비는 OpenCV와 dlib를 사용하여 눈을 인식한 후 68_face_landmarks를 사용한 Real-Time Eye Blink Detection의 작업을 기반으로 만들어진 EAR 알고리즘을 사용하였다. 68_face_landmarks는 dlib 라이브러리를 사용하여 얼굴의 68개 랜드마크를 감지하는데 사용되는 사전 훈련된 모델이다[3]. Real-Time Eye Blink Detection은 실시간 스트리밍에서 눈 깜빡임을 감지하고 모니터링하는 컴퓨터 비전 작업이다[1]. 표준 중횡비가 설정된 후 눈이 감기면 중횡비도 같이 낮아지기에 일정값 이하로 내려간다면 카운트를 시작하고 이것이 일정 시간 동안 지속된다면 졸음운전으로 판단하여 경보음이 울리는 시스템이다.

2. CO₂ 농도 측정 방법

Table 1. 40분 동안 측정 한 차량 내부 CO₂ 농도

	외부 순환 시	내부 순환 시	외부 + 에어컨	내부 + 에어컨
10분	620	1021	761	1046
20분	580	1340	680	1249
30분	550	1642	621	1589
40분	548	1818	593	1796

졸음운전의 원인 중 하나로 뽑히는 차량 내부 CO₂ 농도를 측정한다. 높은 CO₂ 농도 환경에 노출된다면 졸음운전을 할 확률이 높아지기에 임계값을 설정한다[2]. 현재 시스템에서는 CO₂ 농도 임계값을 표 1을 참고하여 2,200ppm과 2,500ppm 두 가지로 설정한다. 첫 번째 농도 임계값은 2,200ppm으로 설정하였으며, 이 수치 이상으로 올라갔을 경우 차 안에 존재하는 스피커를 통해 경보음과 음성 메시지가 출력된다. 경고 알람을 들은 운전자는 적절한 대처로 졸음을 깰 것으로 기대한다. 두 번째 임계값인 2,500ppm까지 올라가면 운전자가 졸음을 깨기 위한 의지가 부족하다고 생각되어 자동으로 창문이 개폐되도록 설계하여 졸음을 깰 수 있도록 도와주는 보조장치이다.

3. 창문 개폐 구현

우선 창문 개폐 역할을 모터는 그림 1과 같다. 차량 내부에 설치된 CO₂ 농도 센서의 값을 가져온다. 만약 차량 내부의 CO₂ 농도가 2,500ppm 이상이라면, 창문 개폐 역할을 하는 모터가 자동으로 돌아가도록 설계하여 차량 내부 CO₂ 농도를 낮춤과 동시에 더 나아가 졸음을 깨는 것에 도움을 줄 수 있는 졸음운전 방지 보조 시스템이다.



Fig. 5. 창문 개폐 역할을 할 모터

IV. Conclusions

졸음운전 경고 시스템을 개발하며 운전자의 눈을 인식하여 특정 시간이 지나면 경고음이 울리고 CO₂ 농도가 임계값을 넘으면 경고 음성과 창문이 내려가도록 설계하였다. 개발 내용은 적외선 기능이 추가되지 않아 운전자가 선글라스를 착용하거나, 야간 운전을 할 경우에는 눈을 인식하지 못하는 상황들뿐만 아니라 다양한 직종의 종사자에게 적용이 가능한 시스템 업그레이드는 향후 과제로 남겨둔다.

REFERENCES

[1] <https://vision.fe.uni-lj.si/cvww2016/proceedings/papers/05.pdf>
 [2] <https://www.kci.go.kr/kciportal/ci/sereArticleSearch/ciSereArtiView.kci?sereArticleSearchBean.artiId=ART002356461>
 [3] <https://www.kci.go.kr/kciportal/ci/sereArticleSearch/ciSereArtiView.kci?sereArticleSearchBean.artiId=ART002722023>