라즈베리파이를 이용한 졸음운전 감지 및 예방

서주원, 노완태, 이상락, 정래훈, 김웅섭
동국대학교 정보통신공학과
e-mail:wndnjs3334@gmail.com, wantaegood@gmail.com,
leesangrak0307@gmail.com, reahoon5375@gmail.com,
woongsup@dongguk.edu

Drowsiness detection and prevention with RaspberryPi

Ju-Won Seo, Wan-Tae Roh, Sang-Rak Lee, Rae-Hoon Jeong, Woongsup Kim
Dept of Information & Communication Engineering, Dongguk University, Seoul, Korea

요 약

한국도로공사가 제공하는 자료에 따르면 운전자 4명 중 1명은 졸음운전을 경험해 보았다고 말한다. 또한, 졸음운전 사고의 치사율은 건당 4명으로 전체 교통사고 치사율의 2배이며, 그 위험성은 음주운전보다 크다고 알려져 있다. 이러한 문제를 해결하기 위해 졸음운전 감지 시스템이 국내외에서 활발히 연구되고 있다. 본 논문에서는 졸음운전 감지 시스템과 더불어 졸음운전을 예방하는 시스템을 제안하고자 한다.

1. 서론

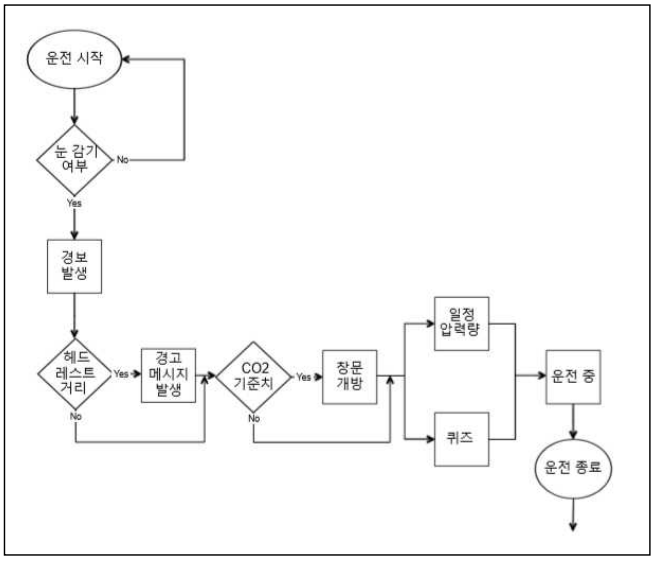
한국도로공사 통계에 따르면 최근 10년간 고속도로 교통사고 발생 원인 중 졸음운전이 1위로 나타났으며, 교통사고의 인명 피해 중 경상보다는 중상 및 사망이 많은 대형사고의 70% 이상은 졸음운전으로 발생한다. 고속버스운송조합이 매월 시행하고 있는 안전캠페인에서 배포하는 한국도로공사 자료에 따르면 졸음운전의 치사율은 18.5%로, 과속 사고 치사율의 약 2.4배에 해당하며 전체 교통사고 치사율인 11.1%의 약 1.7배 수준이다.[1] 졸음운전의 원인으로는 수면 부족, 만성피로가 있으며 차량 내 이산화탄소 증가 등이 있다. 도로교통공단에서 발표한 자료에 따르면 고속버스에서 승차 정원이 70%일 때, 90분 이상 주행을 하면 차량내 이산화탄소 농도가 평균 3422ppm이며 최대 6765ppm으로 측정되었다.[2]

운전자들은 졸음 운전시 고개를 떨구며 졸 수 있기 때문에 전방 주시 태만이 일어나는 경우가 있다. 또한 자신이 졸음운전을 하고 있다는 것을 급격한 핸들 조작이나 페달 조작 등 비정상적인 조작 행동 후에 지각하게 되며, 이 과정에서 사고가 생기는 경우가 많다.[3] 졸음운전 교통사고의 다른 특성은 주로 운전자 혼자서 운행하는 경우 자주 발생한다는 점이다. 이는 운전자가 동승자와 상호작용(대화 혹은 주행 장면의 공유 등)을 하면서 발생하는 각성이 없기 때문인 것으로 보인다.[4] 이러한 문제 해결을 위해 운전자의 졸음을 감지하고 예방하는 시스템을 개발함으로써 졸음운전 교통사고 발생률을 줄일 수 있다.

본 논문에서는 라즈베리파이와 아두이노를 사용하여 졸음을 감지한 후 운전자의 촉각 청각 등을 자극해 졸음을 유발하는 환경을 제어하도록 하고, 무작위 조건을 수행해 졸음 방지 시스템과 상호작용하여 운전자의 졸음을 예방하는 시스템을 제안하고자 한다.

2. 연구 방법

2.1 시스템 순서도



(그림 1) 순서도

운전이 시작되면 운전자의 눈 감김 여부를 판단한

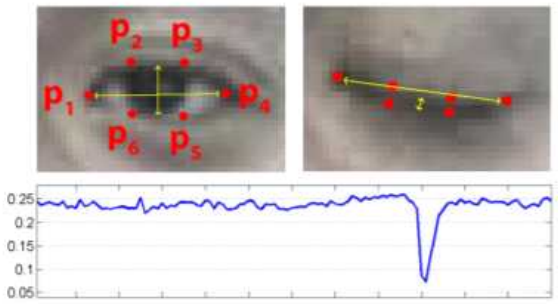
다. 눈을 감았다고 판단되면 경고음을 울린다. 운전자의 머리와 머리 받침대의 거리와 차량 내부 이산화탄소 농도를 측정하고 임계 값을 넘으면 졸음이라고 판단하여 각 조건에 맞추어 운전자가 행동하도록 한다. 졸음 예방은 지압패드가 있는 핸들에 압력을 가하여 운전자의 촉각을 자극하거나 무작위 퀴즈를 음성 파일로 실행하고 운전자의 응답을 텍스트로 바꾸어 정답과 비교해 맞추도록 한다.

2.2 졸음 감지

졸음을 감지하는 방법으로 실시간 스트리밍을 통해 눈 감김을 감지, 차량 내부 이산화탄소 측정, 운전자의 머리와 머리 받침대의 거리 계산이 있다.

눈 감김 여부를 판단하기 위해 먼저 얼굴을 인식한다. 얼굴 인식에는 Opencv에서 제공하는 Haar Cascade 알고리즘을 사용해서 얼굴의 특징을 추출한다. 사람의 얼굴에서는 눈의 영역이 뺨의 영역보다 어둡다. Haar Cascade알고르즘은 사람의 눈과 뺨의 직사각형 영역에서 각각의 픽셀 강도를 합산하고 이러한 합계 간의 차이를 계산한다. 그 차이가 임계값을 넘으면 사람 얼굴에 대한 Haar-Like-Feature가 된다[5].

얼굴 인식 후 눈 감김을 판단하기 위해 dlib의 shape_predictor를 통해 눈, 코, 입 등 68개의 안면 랜드 마크를 좌표화 한다. (그림 2)은 눈에서 6개의 랜드마크 설정 후, 좌표간의 유클리드 거리를 계산한 결과가 임계 값 이하일 경우 눈 감김으로 판단 한다.[6] 본 연구에서는 차량 내부의 카메라를 운전자의 얼굴 위치에 맞추어 임계값을 0.3으로 지정했다.



(그림 2) 눈감김 측정 및 그 결과

이산화탄소 농도를 측정하기 위해 차량 내부에 아두이노를 부착한다. 이산화탄소 농도 측정은 MHZ-19B 센서를 사용한다 (그림 3). 본 센서는 비분산형 적외선을 통해 이산화탄소와의 굴절률을 계산한다. 측정된 값은 시리얼 통신을 통해 라즈베리파이에 실시간으로 전송한다. 서론의 통계를 기준으로 차량 내부의 이산화탄소 농도 임계값을 3500ppm으로 지정했다.

운전자의 머리와 머리받침대의 거리를 측정하기 위해 초음파 거리센서 HC-SR04P를 사용하였다. 단발적인 수면 패턴을 여러 가지로 가정하고, 그 중 가장 타당성 있는 수면 패턴인 사람의 머리가 앞으로 숙여지는 패턴을 기본으로 삼았다. 초음파 거리 센서의 위치를 측정값이 가장 극적인 머리 받침대의 맨 위쪽이 아닌 운전자마다 선호하는 머리 받침대의 위치를 고려하여 포괄적인 위치인 머리 받침대의 중간보다 아래 지점에 설치하였다. 이때, 정상 상태의 평균적인 머리 받침대 거리는 4cm 전후였으며, 비정상 상태의 평균적인 머리 받침대의 거리는 8cm 이상이므로 임계값을 8cm로 지정했다. 두 센서들은 작고 내구성이 강하며 반응성이 좋아 차량 내부에 설치하여 사용하기에 용이하다.

(그림 3) MHZ-19B 및 HC-SR04P

2.3 졸음 방지

졸음을 방지하는 방법으로 운전자의 촉각을 자극, 음성인지 부하를 이용하여 운전자와 시스템과 상호작용을 통해 운전자를 각성상태로 유도하는 방법이 있다.

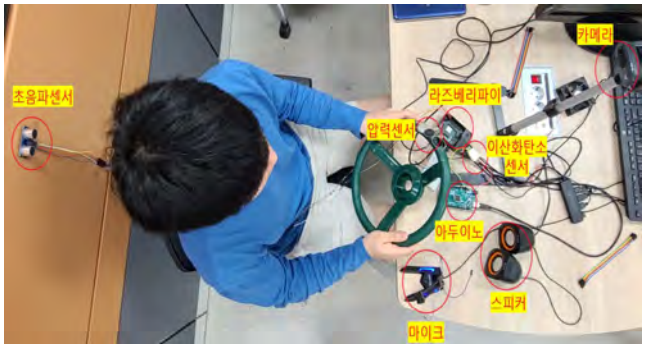
핸들에 지압 패드와 압력 센서(DM2292)를 부착해 운전자가 핸들에 일정 압력을 가해 손을 지압한다. 지압은 혈행촉진 및 신진대사를 활발하게 하여 체온 유지와 면역성을 높여주는 효과가 있어 졸음을 예방하는데 도움이 된다.

Google의 Cloud Speech API를 사용해 사용자의 발화를 문자로 변환시켜 준다. 사전에 무작위 퀴즈에 대해서 Google의 gTTS(Text-To-Speech) library를 사용해 음성 파일로 저장한다. 사용자는 퀴즈에 대한 정답을 발화한다. 발화된 문장은 문자로 변환되고 공백 단위로 쪼개진 뒤 정의되어있는 정답 패턴과 비교

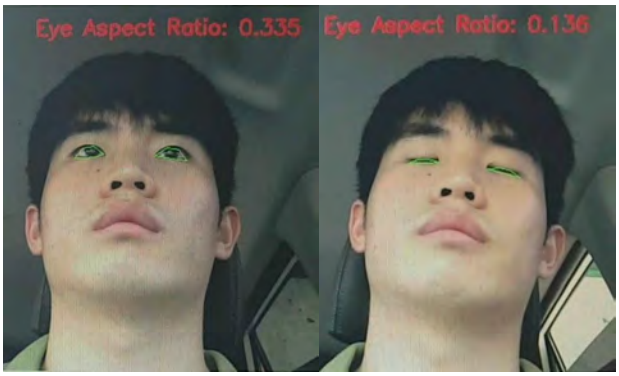
한다.

3 구현 결과

동승자 같은 별다른 각성 상황이 없는 1인 운전 차량의 졸음운전 사고 비율이 가장 높으므로 이를 기본 테스트 환경으로 정하였다. (그림 4)는 라즈베리 파이와 아두이노 및 여러 센서들의 구성이며 실제 실험은 차량 내부에서 진행했다. (그림 5)은 눈 감김 여부 판단 결과이며 눈을 감았을 경우의 임계값은 0.136 눈을 떴을 경우 0.335이다.



(그림 4) 최종 결과물



(그림 5) 눈감김 판단 화면

4. 결론 및 향후 연구

본 연구는 라즈베리파이와 아두이노를 시리얼 통신하고 여러 가지의 센서를 사용하여 졸음운전 위험이 있는 운전자의 졸음을 감지해 음성 경고메시지를 보내고 핸들의 지압 패드에 압력 가하기, 무작위 퀴즈 맞추기를 통해 운전을 방해하지 않는 수준의 수행과제를 제안해 졸음을 방지하는 시스템을 제안한다.

운전자의 졸음, 부주의를 모니터링하며 이는 앞으로 다가올 자율 주행 자동차 시대에 차량과의 추돌 경보 장치나 차로 이탈 경고 장치와 같이 기본적인 운전자 지원 장치가 되어 미래 자율 주행 자동차 상용화를 앞당기고 이는 자동차 외부의 환경을 인식해 인간의 개입 없이 안전한 목적지 도착에 초점을 맞춘 현재 자율 주행 자동차를 보완하여 운전자의 생체 이상을 인식해 인간을 보다 안전하게 할 것이라 기대한다.

국내 및 국외에서 운전자의 졸음을 판단하는 기준은 눈감김 측정, 뇌파 측정, 심박수 측정이 있다. 그러나 심박수 측정 및 뇌파 측정은 운전자 스스로 장비를 착용해야 하므로, 운전자에게 거부감을 줄 수 있다. 비교적 거부감이 적은 카메라 설치를 통하여 눈 감김 여부를 판단하고, 운전자의 머리와 헤드레스트의 거리 또는 차내 이산화탄소 농도가 임계값 이상으로 측정되면 졸음이라고 판단하여 경고음을 울렸다. 하지만 영상에서 얼굴이 존재하는 위치를 찾기 위해서 사용하는 Haar-Cascades 알고리즘은 얼굴 형태의 패턴을 특정한 명암비를 이용해 찾기 때문에 밤에는 얼굴 인식이 제대로 되지 않는다. 적외선 얼굴 영상을 수집하고, Uniform Local Binary Pattern 방법을 적용하여 얼굴 인식에 가장 중요한 눈 좌표를 찾아내서 이를 지표로 Gabor 변환으로 진폭 맵을 구하고 이로부터 ULBP 히스토그램 피쳐를 추출하여 얼굴인식을 수행한다.[7] 따라서 적외선 카메라를 사용하여 눈 깜박임을 수행하는 것이 향후 연구과제이다.

감사의글(Acknowledgement)

본 연구는 과학기술정보통신부 및 정보통신기술진흥센터의 SW 중심대학지원사업의 연구결과로 수행되었음(2016-0-00017)

참고문헌

[1] 안승국. “지난 10년간 고속도로 사고 원인 1위는 ‘졸음운전’”. 교통신문. 2019. accessed June 10 http://www.gyotongn.com/news/articleView.html?idxno=301170

[2] JS Oh. 2016. "A Study on the Effects of Atmospheric Variation in a Vehicle on Driver Fatigue" Road Traffic Authority.

[3] 이원영, 오주석. 2014. “졸음운전 방지를 위한 대책에 관한 연구”. 도로교통공단 교통과학연구원. accessed June 20. 2020 https://www.koroad.or.kr/cmm/fms/epkoroadFileDown.do?board_code=DBBBS_010&board_num=100746&file_num=165977

[4] Byeong-tae Ahn. 2018. “Study for Drowsy Driving Detection & Prevention System”. Liberal & Arts College, Anyang University

[5] “Face Detection using Haar Cascades”, OpenCV, last

modified Apr 7. 2019. accesed June 20, 2020. https://docs.opencv.org/4.1.0/d7/d8b/tutorial_py_face_detection.html
[6] Tereza Soukupová, Jan Cech. 2016. Real-Time Eye Blink Detection using Facial Landmarks
[7] 이태균 외. 2010. “적외선 얼굴 영상에서 SVM과 Gabor-LBP를 적용한 얼굴 검출 및 인식.”. 한국멀티미디어학회 학술발표논문집. 648-651. Face Detection and Recognition Using SVM and Gabor-LBP in IR Images