

졸음운전 감지기술에 관한 연구

김민형, 정민교

서울여자대학교 소프트웨어융합학과

kimbarbie9@naver.com, mchung@swu.ac.kr

A Study on Drowsy Driving Detection Technology

Min Hyung Kim, Min Gyo Chung

Department of Software Convergence, Seoul Women's Univ.

요약

본 논문은 얼굴 위치정보들의 관계를 이용하여 졸음운전을 감지하는 기술에 대해 설명한다. 눈 감김 감지, 고개숙임 감지, 꾸벅임 감지를 통해 현재 진행되고 있는 졸음운전을 감지하고 멎때림 감지, 하품 감지를 통해 추후 일어날 수 있는 졸음운전을 예방할 수 있도록 한다.

I. 서론

한국 도로공사에 따르면 최근 5년(2016~2020년)간 고속도로 교통사고 사망자 1035명 중 약 70%(722명)가 졸음 및 주시태만으로 인해 발생한 것으로 나타났다.[1] 졸음운전에 대해 SK엔카직영이 실시한 온라인 설문조사에 따르면, ‘졸음운전 사고 예방에 가장 효과적이라고 생각되는 첨단 기술은?’ 이라는 질문에 27%가 ‘부주의 운전 정보장치’가 필요하다고 답했다.[2]

이처럼 고속도로에서의 졸음운전은 사망사고로 이어질 가능성이 높고 그에 따라 졸음운전 감지 시스템에 대한 필요성이 높아지고 있다. 현재에도 졸음운전 감지시스템이 많이 제시되어 있지만, 기존의 얼굴인식 시스템들은 눈 깜빡임이나 얼굴의 움직임으로 졸음을 파악하는 것들이 많아 다양한 상황에 대비하기엔 부족하다.[3] 이러한 문제 해결을 위해 여러 상황에 대비할 수 있는 졸음운전 감지시스템을 개발함으로써 졸음운전 사망 사고 발생률을 줄일 수 있다.

본 논문에서는 눈 감김 감지, 고개숙임 감지, 꾸벅임 감지, 멎때림 감지, 하품 감지를 이용하여 현재 진행중인 다양한 종류의 졸음운전을 감지하고 운전자의 컨디션을 파악하여 졸음운전을 미리 예방해주는 시스템을 제안하고자 한다.

II. 본론

본 연구에서는 얼굴 이목구비의 위치정보를 이용하기 위해 구글에서 제공하는 AI 프레임워크인 Mediapipe의 랜드마크를 이용한다.

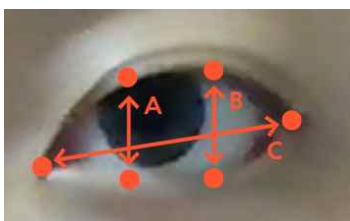


그림 1. 눈 사이 거리

먼저 눈 감김 감지에서는 각 눈의 첫 번째 상하 양 끝 랜드마크 사이의 유클리디안 길이를 A, 각 눈의 두 번째 상하 양 끝 랜드마크 사이의 유클리디안 길이를 B, 각 눈의 좌우 양 끝 랜드마크 사이의 유클리디안 길이를 C 라고 할 때, 눈 감김 비율은 $(A+B)/(2.0 \times C)$ 이고 이 값이 0.15보다 작으면 눈이 감졌다고 인식 한다.(그림 1 참조) 한번 눈을 감은 후 연속 30프레임 이상 눈 감김 비율이 0.15보다 작으면 오랫동안 눈이 감졌다고 인식하여 졸음운전이라고 판단한다. 이 공식은 [4]를 참고하였다.

고개숙임 감지에서는 오른쪽 귀 위치가 오른쪽 눈 위치보다 위에 있거나 왼쪽 귀 위치가 왼쪽 눈 위치보다 위에 있다면 고개가 숙여졌다고 인식 하며 한번 고개를 숙인 후 연속 40프레임 이상 고개를 숙이면 오랫동안 고개를 숙이고 있다고 인식하여 졸음운전이라고 판단한다.

꾸벅임 감지에서는 ‘눈 감김 감지’ 인식 방법과 ‘고개 숙임 감지’ 인식 방법에서 사용한 방법을 통합하여 사용한다. 4프레임 이전의 연속 고개 숙임 카운트가 2 이상, 즉 4프레임 이전 영상에서 연속 2프레임 이상 동안 고개를 숙이고 있었다고 판단하고, 14프레임 이전 영상에서 측정된 눈 연속 감김 카운트가 3 이상, 즉 14프레임 이전영상에서 연속 3프레임 이상 동안 눈을 오래 감고 있었다고 판단을 하면 과거에 눈을 감으면서 고개를 숙였다고 판단한다. 동시에 현재 프레임의 연속 고개숙임 카운트와 연속 눈 감김 카운트가 0, 즉 현재는 고개를 들고 눈 뜨고 있다면 한번 꾸벅임을 완료했다고 인식을 한다.

연속 고개숙임 카운트를 직전 프레임 값을 사용하지 않고 4프레임 이전의 값으로 사용한 이유는, 꾸벅임 때 고개를 숙인 다음 고개를 들게되는데 고개를 숙였다가 한 프레임이 지나는 속도 안에 바로 고개를 들기는 힘들므로 고개를 드는 시간을 어느 정도 반영하기 위해 4프레임 이전의 카운트를 사용하였다. 그에 반해 연속 눈 감김 카운트를 14프레임 이전의 카운트값을 사용하는 이유는, 보통 한번 꾸벅임을 할 때 ‘눈 감음 -> 고개 숙임 -> 다시 고개를 들 -> 눈을 뜸’ 과정을 거치는데, Mediapipe는 고개를 숙였을 때 눈 감김을 감지하지 못하여 눈을 뜨고 있다고 인식을 하게 된다. 따라서 연속 눈 감김 카운트도 4프레임 이전의 카운트를 사용하게 되면 실제로 고개를 숙이고 눈을 감고 있지만 프로그램에서는 눈을 뜨고 있다고 인식을 하기 때문에 꾸벅임 감지를 정확히 하지 못하게 된다. 따라서

고개 숙이기 전 눈 감기 시작한 것을 감지한 시간은 고개를 숙였던 4프레임 이전보다 더 이전시간이므로 14프레임 이전의 값을 사용하였다. 한번 꾸벅 했을 때부터 시간을 측정하여 1분 이내에 3번 이상 꾸벅였다고 인식을 하면 졸음운전이라고 판단한다.

멍때림 감지에서는 우선 OpenCv의 minEnclosingCircle 함수를 이용하여 각 눈동자의 중심점, 반지름을 구한다. 현재 프레임의 눈동자 중심점 값이 M , 직전 프레임의 눈동자 중심점 값이 M' , 눈동자의 반지름을 R 이라고 할 때 M 이 $M' - R/6 \leq M \leq M' + R/6$ 이라면 눈동자가 거의 움직이지 않았다고 인식한다. 연속 40프레임 이상 눈동자가 움직이지 않았다고 인식하면 멍을 때리고 있다고 인식하여 추후의 졸음운전을 예방하도록 한다.

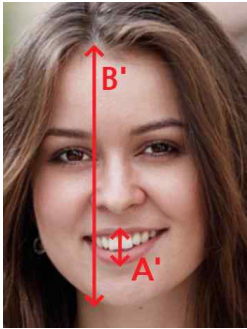


그림 2. 얼굴, 입 거리

하품 감지에서는 입의 상, 하 위치의 유클리디안 거리를 A' , 얼굴의 상, 하 위치의 유클리디안 거리를 B' 라고 할 때 A'/B' 값이 0.18보다 크다면 입을 크게 벌렸다고 인식하고 입 크게벌림 카운트를 증가시킨다.(그림 2 참조) 현재 프레임 기준 4프레임 이전의 연속 입 크게벌림 카운트가 6 이상, 즉 4프레임 이전영상에서 연속 6프레임 이상 입을 벌렸다고 판단하고, 현재 프레임의 입 크게벌림 카운트가 0, 즉 현재 프레임에서는 입을 벌리지 않고있다면 하품을 한번 완료했다고 인식한다. 한번 하품을 했을 때부터 시간을 측정하여 3분 이내에 3번 이상 하품을 했다고 인식을 하면 하품을 했다고 인식하여 추후의 졸음운전을 예방하도록 한다.

연속 입 크게벌림 카운트를 4프레임 이전의 카운트값으로 사용한 이유는 하품을 할 때 입을 벌리고 닫는데, 한 프레임이 지나는 속도 안에 입을 바로 닫기 힘들기 때문에 입을 닫는 시간을 어느정도 반영하기 위하여 4프레임 이전의 카운트값을 사용하였다.

III. 결 론

본 기술은 성능평가를 위해 DESKTOP-IRLO9TA에 달린 웹캠을 사용하며 기술마다 각각 50번씩 실행하여 평가하였다. 오작동은 졸음이 아닌 데 졸음이라고 인식한 경우이며 인식 성공 횟수에 오작동 횟수가 포함된다.

기능 이름	인식 성공	인식 실패	오작동
눈 감김	48	2	3
고개숙임	50	0	1
꾸벅임	43	7	1
멍때림	49	1	4
하품	44	6	2

표 1. 성능 평가

표 1에 따르면 각 기술마다 오작동이 되는 경우가 종종 있었다. '눈 감김 감지'에서 오작동이 된 경우는 얼굴을 찡그렸을 때 눈이 많이 작아질 때가 있는데 그때를 졸음으로 인식하는 경우이다. '꾸벅임 감지' 단계에서의 성공률이 다른 기능에 비해 낮는데, 꾸벅거릴 때 눈을 살짝 뜨고 꾸벅일 때가 종종 있었기 때문이다. '멍때림 감지' 단계에서의 오작동이 된 경우는 실제로 멍때리지 않았는데 멍때렸다고 인식을 한 경우이다. '하품하기'에서 오작동을 한 경우는, 큰 음식을 먹는다고 입을 크게 벌리고 있을때를 하품으로 인식한 경우이다. 추후 이런 오작동들을 개선한다면, 현재 진행 중인 졸음을 감지하는 것은 물론 미래에 일어날 졸음운전을 더 정확히 예방하여 여러 상황에 능동적으로 대비할 수 있는 졸음운전 감지기술이 될 것으로 기대된다.

ACKNOWLEDGMENT

본 연구는 서울여자대학교 SW중심대학추진사업단 지원의 연구결과로 수행되었음(2022)

참 고 문 헌

- [1] "3초만 눈감아도 84m 쪽~"... 졸음운전 사망률 '음주운전 1.7배'
<https://www.hidomin.com/news/articleView.html?idxno=466557>
- [2] 소비자 83% "최근 1년 내 졸음운전 목격한 적 있어"
<https://www.womancs.co.kr/news/articleView.html?idxno=41532>
- [3] 졸음방지어플
<https://m.apkpure.com/kr/%EC%A1%B8%EC%9D%8C%EB%B0%A9%EC%A7%80%EC%96%B4%ED%94%8C/com.DefaultCompany.wake>
- [4] Dlib 눈 인식(Ear 알고리즘을 이용한 졸음인식)
<https://wjh2307.tistory.com/21>