

## 안면인식 시스템을 통한 졸음운전 감지

김동민<sup>0</sup>, 위형준<sup>0</sup>, 김진하, 신현철

한양대학교 전자통신공학과

qoqnfmsj@gmail.com, whj2837@gmail.com, jhkim@dslab.hanyang.ac.kr, shin@hanyang.ac.kr

### Drowsy Driving Detection Using Facial Recognition System

Dongmin Kim<sup>0</sup>, Hyeongjun Wi<sup>0</sup>, Jinha Kim, Hyunchul Shin

School of Electronic Communication Engineering, Hanyang University

#### 요 약

본 논문에서는 카메라로부터 영상을 인식 받아 운전자의 졸음여부를 판단하고 이에 따른 경보를 발생시킴으로써 졸음운전으로 인한 사고율을 줄이는 것을 목표로 한다. 얼굴을 인식함에 있어 상태기반인식을 바탕으로 Adaboost 알고리즘을 적용하였고 labeling 및 RGB간의 색차를 이용하여 눈 후보 영역에서 특정 부위를 검출하였다. 이진화를 통해서 눈의 개폐여부를 판단하고 이를 통해 운전자의 졸음을 판별하도록 하였다[1]. 또한 주간/야간 상황에서 운전자가 안경을 썼을 때와 쓰지 않았을 때를 구분하여 눈 영역 및 눈 깜박임 인식을 실험을 하였고 그에 따른 결과 및 개선점을 제시하였다.

#### 1. 서론

해마다 교통사고는 증가하고 있다. 교통사고의 대부분은 운전자의 전방주시태만과 졸음운전이 원인인 것으로 판명 되었으며, 그 치사율은 졸음운전의 경우가 다른 교통사고에 비해 2배에 달한다. 도로교통공단의 최근 5년간(2009~2013년) 통계를 분석하면, 나쁜 날씨와 춘곤증으로 인한 졸음운전 발생률이 높은 봄철(3~5월)에 사고율이 높은 편으로 집계된다. 통계적으로 이 시기에 매년 645건의 사고가 발생해 30명이 사망하고 1만2272명이 부상당하는 것으로 나타났다. 이 가운데 매일 7건의 졸음운전사고가 발생해 14명의 사상자가 발생하고 있었다. 이와 같은 문제를 해결하기 위한 방안이 대두되고 있는 가운데, 최근 영상처리 기술이 발전함에 따라서 졸음운전을 예방하기 위한 방법이 제시되고 있다. 그 중 하나로 기존의 맥박, 심박 수 측정에서는 운전자 신체에 직접적인 접촉이 불가피했으나 영상을 통한 인식을 활용하면 직접적인 접촉 없이도 운전자의 실시간 상태를 체크해 거부감 없이 졸음여부를 확인할 수 있다. 본 논문에서는 얼굴 부위 중에서도 눈 영역을 기준으로 졸음운전 검출 시스템을 제안하였으며 여러 가지 운전 상황을 고려하기 위하여

주간 및 야간 기준 운전자의 안경 착용 여부를 구분하여 인식을 실험하고 그에 따른 결과 및 개선점을 제시한다.

#### 2. 눈 깜박임 패턴을 통한 졸음검출

##### 2.1 졸음검출 흐름도

먼저 영상을 인식 받아 얼굴 영역을 검출한 다음 얼굴 영역 내에서 눈 후보영역을 찾는다. 그 다음 눈 영역의 특징을 검출해 눈 영역을 찾고 깜박임을 검출하여 졸음을 판별한다. 아래 그림1은 이와 같은 졸음운전 검출 과정 알고리즘이다.

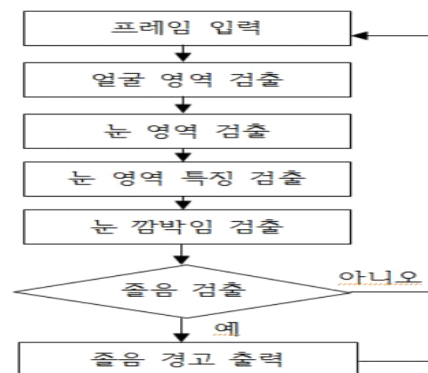


그림1. 졸음운전 검출 과정 알고리즘

## 2.2 얼굴 영역 검출

실시간 얼굴영역 검출은 CCD카메라에서 입력받은 영상에 Open CV 라이브러리를 사용하였다. 물체를 검출하는 데에는 그 기반에 따라 특징 기반, 템플릿 기반, 지식 기반, 상태 기반이 있으며 본 논문에서는 상태 기반 방법을 사용하였다. 이 방법은 Adaboost 패턴인식 알고리즘을 이용하여 학습된 분류기를 이용하여 얼굴을 검출하는 방법이다[2].

흔히 얼굴인식에서 사용하는 특징은 Haar-like feature 이다. Haar-like feature는 Haar-like filter 에 의해 계산되며, positive 혹은 negative값을 반환한다. Haar-like feature는 이미지에서 관심영역 즉 sub-window를 일정크기로 정하여 이미지 전체를 스캔하고 sub-window 크기를 계속 키워나가면서 검출한다. 여기서 Haar-like 웨이블릿을 비교하여 흰 부분과 검은 부분의 차이로 그 차이가 일정 임계값 이상일 경우 특징으로 추출한다. Haar-like filter의 형태는 무수히 많이 존재할 수 있으며, 각각은 물체 분류를 위한 분류기로서 사용될 수 있다. 하지만 일반적으로 하나의 Haar-like feature만으로 정확하게 물체를 분류하는 것은 불가능하며 이를 해결하기 위해 Adaboost 알고리즘을 사용한다. Adaboost는 무수히 많은 Haar-like Filter들 중 가장 효과적인 것들만을 선택하며 선택된 필터(약 분류기)들을 선형 조합하여 최종 분류기(강 분류기)를 구성한다. 이러한 분류기 중 Open CV의 haarcascade를 이용하여 그림2와 같이 얼굴영역을 검출하였다.



그림2. 얼굴영역 검출

## 2.3 눈 영역 검출

앞서 검출한 얼굴영역을 그레이 변환 한다. 그 다음에 모폴로지 연산을 수행하여 조명 조건이나 카메라 해상도로 인하여 발생하는 노이즈를 줄였다. 다음

반복적인 labeling 작업을 통하여 binary 영상으로부터 연결된 구성성분을 모두 찾는다. 이때 연결된 성분들이 두 눈인지 아닌지를 결정하기 위하여 각각의 R,G,B 채널간의 색차를 구한다[3]. 일반적으로 눈 영역은 피부영역에 비하여 R,G,B 간 색차가 적다. 따라서 색차의 합이 가장 적은 영역을 그림3과 같이 눈의 영역으로 검출하였다.

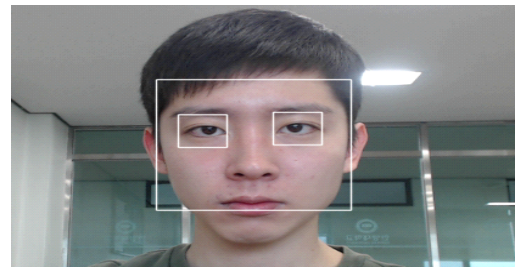


그림3. 얼굴영역 내의 눈 영역 검출

## 2.4 눈 개폐 상태 판단

영상으로부터 추출한 눈 후보영역을 바탕으로 눈 개폐 상태를 판단하기 위해 이진화 방법을 사용하였다. 눈을 감은 영상과 뜬 영상을 비교해 보았을 때 어두운 영역과 밝은 영역이 차지하는 비중이 차이가 나기 때문에 일정한 임계값 (threshold) 을 잡고 영상을 이진화 했을 때 검은색, 즉 '0'값으로 표현 되는 부분이 차이가 나게 되며 이는 눈 개폐여부를 판단하는 척도가 된다. 그림4와 그림5는 앞서 추출한 눈 후보영역에 이진화 방법을 적용한 결과이다. 눈을 완전히 뜬 경우 black pixel의 개수는 178개로 평균적으로 130개 이상이며 눈을 완전히 감은 경우의 black pixel의 개수는 83개 이다. 눈을 감았을 때와 떴을 때 black pixel의 개수가 확연히 차이 나므로 '0'으로 표현된 픽셀 수를 세어 눈 개폐상태를 판단한다[4].



그림4. 눈을 떴을 때의 이진화



그림5. 눈을 감았을 때의 이진화

### 3. 실험 및 결과

주간/야간으로 구별하여 운전자가 안경을 착용 했을 때와 착용하지 않았을 때를 기준으로 눈 영역 인식률을 측정한다. 이 때 카메라와 운전자 사이의 거리는 약 60-70cm 정도로 실제 운전석에 카메라를 설치했을 때의 거리이다. 인식률의 기준은 카메라에서 영상을 받았을 때 단위 분당 눈 영역이 인식된 횟수로 판단하였다. 먼저 주간일 경우에 운전자가 안경을 착용하지 않았을 경우 인식률은 96.3% 이고 운전자가 안경을 썼을 때 인식률은 71.7%이다. 운전자가 안경을 착용하였을 경우 특히 안경이 검은색일 경우에 눈동자와 안경을 구별하지 못하는 상황이 종종 발생하였다. 그림6은 야간 상황에서 안경을 착용 하였을 때 눈 영역 인식률 실험 그림이다. 야간의 경우에는 주간보다 인식률이 조금씩 떨어졌는데 각각 93.4%, 68.3%를 나타냈으며 실험 결과는 표1과 같다. 다음으로 위의 눈 영역 인식률 실험과 같은 조건에서 주간/야간 안경착용 여부에 따른 눈 깜박임 인식률 실험을 진행하였으며 그 결과는 표2와 같다.

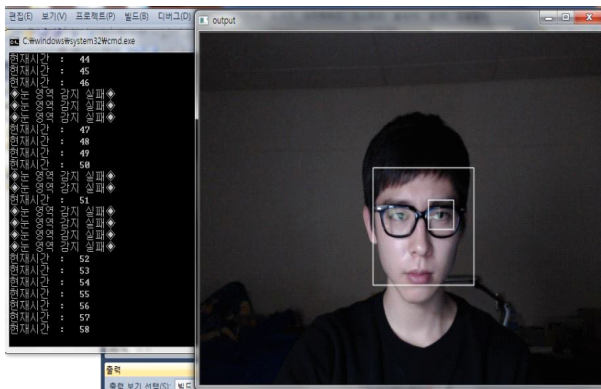


그림6. 안경 착용 시 눈 영역 감지 테스트

표 1. 눈 영역 감지 테스트 결과

안경착용여부	주간	야간
안경 미착용	924/960	897/960
안경 착용	688/960	656/960

단위 = 인식된 눈 영역의 수/총 눈 영역의 갯수(960개)

표 2. 눈 깜박임 감지 테스트 결과

안경착용여부	주간	야간
안경 미착용	48/50	47/50
안경 착용	36/50	34/50

단위 = 눈 깜박임 인식 횟수/깜박임 횟수(50회)

### 4. 결론

본 논문은 눈 영역 내의 이진화를 통해서 눈 깜박임을 검출하는 방법을 제시하였다. 안경을 착용했을 경우 눈 영역과 안경 영역이 인접하게 연결되어 눈 영역을 검출함에 있어서 인식률이 떨어진다. 또한 야간에는 이미지의 전체적인 픽셀 값이 낮아지게 되어 RGB색차를 사용하는데 있어서 평균값이 낮아지며 주간에 비해 인식률이 떨어진다. 이러한 인식률은 영상 얼굴을 3D모델링함으로써 눈의 윤곽을 좀 더 뚜렷이 하면 좋아질 수 있을 것 이라고 생각한다. 또한 앞으로 실제 환경에서의 머리 움직임, 졸음 형태 등과 관련된 추가적인 연구들이 요구된다.

### 5. Acknowledgement

본 연구는 한양대 IDEC 캠퍼스의 장비/tool 지원을 받았음

### 6. 참고 문헌

- [1] Qiang Ji; Zhiwei Zhu; Lan, P., "Real-time nonintrusive monitoring and prediction of driver fatigue," Vehicular Technology, IEEE Transactions on , Vol.53, No.4, pp. 1052-1068, July 2004
- [2] P. Viola and M. Jones, "Rapid object detection using a boosted cascade of simple feature," IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, Vol.12, pp. 511-518, 2001.
- [3] 이주현, "졸음 운전 방지를 위한 눈 개폐 상태 판단방법의 개발", 울산대학교, 석사학위논문집, 11, 2014
- [4] Danisman, T.; Bilasco, I.M.; Djeraba, C.; Ihaddadene, N., "Drowsy driver detection system using eye blink patterns," Machine and Web Intelligence (ICMWI) 2010 International Conference on, 2010