

# 딥러닝 기반 실시간 졸음운전 감지 시스템

김성민 김우진 박수현 김신 윤경로

건국대학교 컴퓨터공학과

sung62672@gmail.com, efounthens@gmail.com, supr2000@gmail.com, new.xin22@gmail.com, yoonk@konkuk.ac.kr

## Real-time Drowsy Driver Detection(DDD) System based on Deep Learning

Sung-Min Kim Woo-Jin Kim Su-Hyun Park Shin Kim Kyoung-Ro Yoon

Department of Computer Science & Engineering, Konkuk University

### 요약

최근 졸음운전으로 인한 대형사고의 증가로 졸음운전을 방지하기 위한 연구가 활발히 진행되고 있다. 본 논문에서는 Convolutional Neural Network를 통한 운전자 표정인식으로 졸음운전 감지를 위한 실시간 시스템을 제안한다. 운전자의 표정을 Non-Sleep, Sleep, Yawning 3가지의 종류로 학습하고 실험한 결과 92.2%의 인식률을 보여 졸음운전 방지에 가능성을 보였다.

을 마무리한다.

## 1. 서론

최근 졸음운전으로 인한 대형사고의 발생이 증가하고 있다. 교통안전공단의 최근 10년간 발생원인 별 고속도로 교통사고율 통계에 따르면 졸음운전으로 인한 사고가 22.5%로 21.7%인 과속운전으로 인한 사고보다 높은 것으로 조사됐다(그림 1). 따라서 졸음운전을 방지하기 위한 다양한 영상처리 기술들이 연구되고 있다 [1,2]. 하지만 눈동자를 추적하는 방식은 추가적인 이미지 프로세싱이 필요하거나 실시간성이 떨어진다는 단점이 있다.

본 논문에서는 Convolutional Neural Network[3]를 이용한 실시간 얼굴 표정 분류 시스템을 제안한다. 실시간 졸음운전 방지 시스템을 이용하여 운전자의 표정을 실시간으로 분류하여 운전자가 졸고 있는지 파악할 수 있으며 졸고 있다고 분류될 경우 특정 소리를 발생하여 졸음운전 방지를 할 수 있다.

본 논문의 순서는 다음과 같다. 2장에서는 전반적 시스템 디자인과 세부 디자인 내용에 대해 서술하고, 3장에서는 시스템 구현 및 실험 결과에 대해 설명한다. 마지막으로 4장에서 본 논문의 결론을 서술하며 본 논문

(그림 1) 최근 10년간 발생원인 별 고속도로 교통사고율



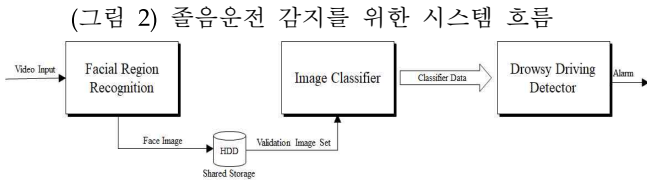
(Figure 1) Traffic Accident Rate in Highway for 10 Years

## 2. 시스템 디자인(설계)

### 2.1 Overall Architecture

본 논문에서 제안하는 전반적인 시스템 구조는 그림 2와 같다. 졸음운전을 감지하기 위해 비디오의 모든 프레임에서 얼굴을 인식하고 얼굴 영역만 이미지로 저장한다. 저장한 얼굴 이미지를 기존에 학습된 모델을 통해 분류하여 운전자가 졸

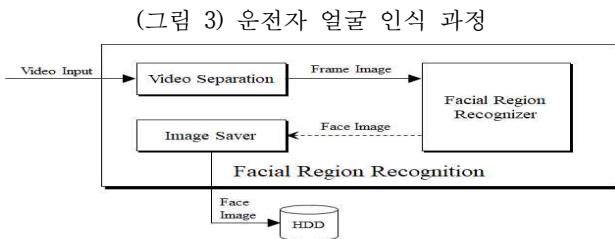
고 있는지 파악한다.



(Figure 2) System Flow for DDD(Drowsy Driving Detection)

## 2.2 Face Recognition

Facial Region Recognition은 카메라를 통해 들어오는 프레임 내에 존재하는 운전자의 얼굴을 Haar-like features[4]를 통해 인식한다. 인식 후 얼굴 영역만을 잘라서 Shared Storage에 저장한다.



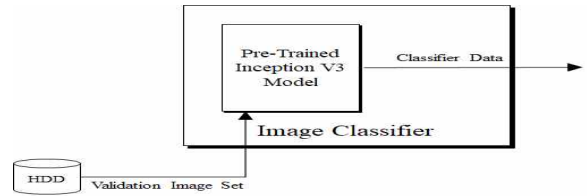
(Figure 3) Driver's Facial Region Recognition Process

## 2.3 Image Classifier

Image Classifier는 Shared Storage에서 이미지를 받아 기존에 학습된 모델을 통하여 이미지 분류를 진행한다. 분류의 결과 레이블은 Non-sleepy, Sleepy, Yawning으로 나뉘며 나온 결과 값을 Drowsy Driving Detector로 전달한다.

이 과정에서 필요한 학습모델을 만들기 위해 Inception V3[5]를 통해 학습을 진행했다. 학습에 필요한 데이터베이스는 참고 문헌[6]에서 사용한 것과 본 시스템 개발을 위해 직접 녹화한 영상을 통해 구성했다.

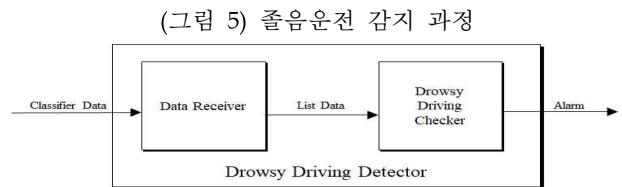
(그림 4) 인공지능 모델을 통한 이미지 분류 과정



(Figure 4) Image Classification Process through AI Model

## 2.4 Drowsy Driving Detector

Drowsy Driving Detector는 전달받은 Classifier Data를 List에 넣어 운전자 상태의 연속성을 확인하여 졸음운전을 판단하고 운전자에게 알림을 준다.



(Figure 5) Drowsy Driving Detection process

## 3. 구현 및 실험

### 3.1 시스템 구현 환경

DDD의 구현과 실험 환경은 <표 1>과 같다.

<표 1> DDD 실험 환경

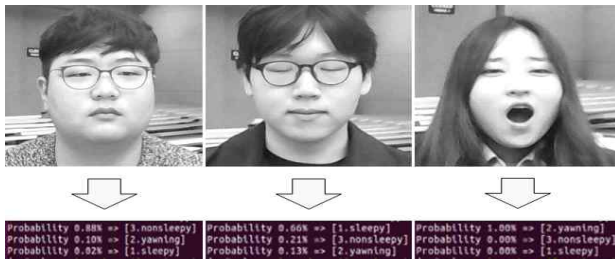
CPU	Intel® Core(TM) i7-4790 CPU @ 3.60GHz	Library	OpenCV 3.3.0
RAM	8GB		Inception V3
VGA	NVIDIA GeForce GTX 1070		TensorFlow-gpu 1.3.0
OS	Ubuntu 16.04 LTS 64-bit		NVIDIA CUDA 8.0
CAM	ZM-PC200		NVIDIA cuDNN 6.0.21
			Python 3.6.2
			Anaconda 4.3.29

<Table 1> DDD's Experimental Environment

### 3.2 실험

실험을 진행하며 각 Non-Sleepy, Sleepy, Yawning 3가지 종류를 Non-Glasses, Glasses로 나누어 학습모델에 들어있지 않은 3명의 이미지를 종류별로 300장씩 실험을 진행하였다. (그림 6)은 정확한 분류가 나온 실험 결과이며, (그림 7)은 틀리게 나온 분류 결과를 보여준다.

(그림 6) 인식의 올바른 예(왼쪽 : Nonsleepy, 가운데 : Sleepy, 오른쪽 : Yawning)



(Figure 6) Correct Examples of Recognition  
(그림 7) 인식의 올바르지 않은 예(왼쪽 : Nonsleepy, 가운데 : Sleepy, 오른쪽 : Yawning)



(Figure 7) Incorrect Examples of Recognition

실험의 분류 정확도는 <표 2>에서 확인할 수 있다. Non-Sleepy는 99.7%의 정확도를 보였으며 Sleepy, Yawning은 각각 87%와 90%인식률을 보였다. 평균 인식률은 92.2%로 높은 인식을 결과를 보였다.

<표 2> 실험 결과

	Non-Sleepy 판정	Sleepy 판정	Yawning 판정	Accuracy(%)
실제 Non-Sleepy	299	0	1	99.7
실제 Sleepy	0	261	39	87
실제 Yawning	30	0	270	90
전체				92.2

<Table 2> Implementation Result

## 4. 결론

본 논문은 Convolutional Neural Network 기반 실시간 졸음운전 감지 시스템을 제안하였다. 학습 모델을 통해 졸음운전 감지 성능을 테스트한 결과, 평균 인식률은 92.2%를 기록하여 졸음운전을 효과적으로 방지할 수 있음을 확인하였다.

하지만 Sleepy에 대한 인식률이 Non-Sleepy, Yawning에 대한 인식률보다 낮았으며, Inception V3모델의 처리시간으로 인해 Delay가 발생하는 문제점이 있다. 향후 연구로서 Sleepy에 대한 인식률을 높이고

Delay를 줄일 수 있는 인공지능 모델을 연구해야 할 것이다.

## 참고 문헌

- [1] 민지홍, 김정철, 홍기천, “눈 검출 및 눈동자 추적 기반을 통한 졸음운전 정보 시스템 구현, “ 한국지능 시스템학회 학술발표 논문집, 제15권, 제2호, pp.249-252, 2005.
- [2] 이영기, 염석원, “눈 영역 인식을 이용한 졸음운전 방지 시스템, “ 대한전자공학회 학술대회, , pp.329-330, 2010.
- [3] 최인규, 송혁, 이상용, 유지상, “깊은 Convolutional Neural Network를 이용한 얼굴표정 분류 기법, “ 방송공학회논문지, 제22권, 제2호, pp.162-172, 2017.
- [4] Lienhart, Rainer, and Jochen Maydt. “An extended set of haar-like features for rapid object detection.” Image Processing. 2002. Proceedings. 2002 International Conference on. Vol. 1. IEEE, 2002.
- [5] Szegedy, Christian, et al. “Rethinking the inception architecture for computer vision.” Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition. 2016.
- [6] <http://2016.ieeeicip.org/ChallengeSessions.asp>