영상인식 및 IoT 기반 개인형 이동장치 안전 주행 장려 시스템 설계 및 개발

김지수[1], 김미성[1], 김재훈[2], 양준호[1], 조상은[1], 나정은[3]
[1]연세대학교 신소재공학과
[2]연세대학교 전기전자공학과
[3]연세대학교 학부대학
jisoo8532@naver.com, rlaaltjd0303@naver.com, dbice@yonsei.ac.kr, lliondream1@gmail.com, sangeun21@yonsei.ac.kr, jenah@yonsei.ac.kr

System to Encourage Safe Driving of Personal Mobile Devices Based on Image Recognition and IoT

Ji Soo Kim[1], Mi Sung Kim[1], Jae Hun Kim[2], Jun Ho Yang[1], Sang Eun Cho[1], Jeong Eun Nah[3]
[1]Dept. of Materials Science and Engineering, Yonsei University
[2]Dept. of Electrical and Electronic Engineering, Yonsei University
[3]University College, Yonsei University

요 약

4차 산업 혁명 시대의 각 분야에서 딥러닝, IoT 기술이 접목되면서 최신 기술이 빠르게 발전을 하는 추세이다. 동시에 최근 몇 년간 전동 킥보드 사용자가 급증하면서 사고 수는 배로 늘어나 교통 분야에서는 전동 킥보드에 많은 관심이 쏠리고 있다. 본 연구는 이 두 가지 분야를 접목하여 안전한 전동 킥보드 이용 문화 확립을 통해 스마트 도시에 이바지하고자 한다. 이를 위해서는 사용자들을 단속하는 것이 아닌 자율적으로 올바른 교통 문화에 이바지할 수 있도록 유도하는 것이 효과적이며 이 점이 기존 시스템과의 주요한 차이점이다. 본 논문에서는 영상인식과 IoT를 통한 안전 주행 장려 시스템을 제안하고 이를 앱에서 구현한 모습을 소개한다. 이를 통해 안전한 도로교통 문화뿐만 아니라 친환경 교통수단 이용 장려로 인한 탄소 저감 효과까지 기대한다.

1. 서론

최근 전동 킥보드에 대한 수요 증가에 따라 이용자 수가 크게 증가함과 동시에 관련 안전사고의 건수가 2018 년부터 2021 년까지 225 건, 447 건, 897 건, 1,735 건으로 매년 2 배 가까이 증가하고 있다.[1] 사고 원인의 대부분은 안전모 미착용, 인도 주행, 교차로 서행 미준수, 횡단 중 킥보드 탑승 등 교통법규를 지키지 않은 것에서 비롯됐다.[2] 이에 따라 도로교통법은 강화되고 다른 대안들도 고안하고 있지만, 여전히 이용자들은 관련 법규들에 대한 인지도(84.2%)에 비해 준수율(54%)이 낮은 상황이다.[3] 나아가 전동 킥보드의 특성, 인력 부족 등으로 단속 또한 어렵다. 위 문제점을 해결하고자 본 연구에서는 IoT 기술을 활용하여 자동화된 시스템으로 주행 상황을 관리할 수 있는 앱을 개발하고자 한다. 도로교통법에 따라 헬멧 착용 여부, 횡단보도 주행, 급가속, 급감속, 급커브, 2 인 이상 탑승 감지 여부를 안전 주행을 위한 체크리스트로 설정하고, 각종 센서와 딥러닝 기술을 활용하여 데이터 수집 및 분석을 구현하고자 한다.

구현한 시스템에서는 안전 주행 기준에 따라 위반 내용을 주행자에게 안내하여 스스로 운전 습관을 확인하고 마일리지 적립을 통해 자발적으로 안전 운전 장려하는 효과를 거둘 수 있다. 나아가 단거리 이동 시 전기 동력을 이용한 친환경 교통수단인 전동 킥보드 사용을 장려하여 자동차 교통량이 감소하는 효과로까지 기대해 볼 수 있다.

본 논문에서는 해당 앱 제작에 사용한 딥러닝 기술, 학습시킨 모델, 센서로 받은 아두이노의 데이터 처리 방법 등의 앱 구현 과정을 설명한다.

2. 영상인식 모델 비교

2.1 헬멧 착용 여부 인식 모델 비교

먼저 자체 제작한 convolution 모델로 layer 수 변경, epoch 수 변경, batch size 변경을 통해 최적의 모델을

찾아 학습시켰다. <표 1>은 각 모델의 accuracy, loss 를 비교한 것이다. Model 1 은 7 layer, model 2 는 4 layer 를 사용하였고 model 3 는 4 layer with 20 epoch, model 4 는 4 layer with 16 batch size 를 사용하였다.

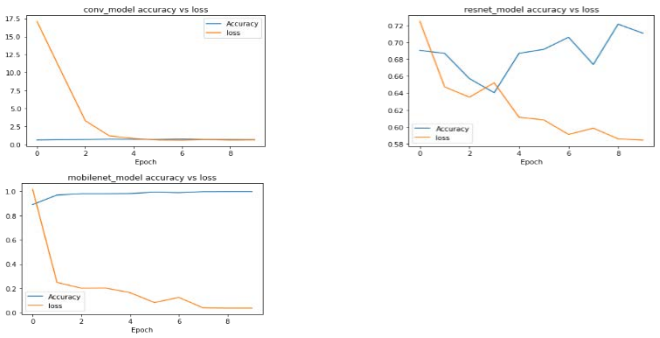
<표 1> Convolution 모델 성능 비교

Model	Final_Accuracy		Final_Loss	
	train	test	train	test
1	0.6500	0.6971	0.9933	0.5955
2	**0.7560**	**0.7548**	0.5998	0.6223
3	0.7559	0.6625	0.5882	0.5532
4	0.7322	0.5300	**0.4822**	**0.5032**

결과적으로 자체 제작한 모델은 비교적 layer 가 간단하여 목표했던 0.85 이상의 accuracy 를 보여주지 못하였다. 따라서 전이학습을 이용하고자 resnet 50, mobilenet 에 추가로 학습시켜 accuracy 가 가장 높은 model 2 와 결과를 비교하였다. Inference time 은 헬멧 이미지의 input tensor 를 모델에 넣었을 때 추론까지 걸리는 시간을 time.process_time()을 통해 측정한 것이다. (그림 1)은 제대로 학습이 되었는지 확인하기 위해 각 모델의 accuracy 와 loss 를 비교하였다.

<표 2> Convolutional, Resnet50, Mobilenet 모델 성능 비교

Model	Accuracy		Final_Loss		Inference Time
	train	test	train	test	
convolution	0.756	0.755	0.560	.1.431	0.593
Resnet50	0.721	0.707	0.586	1.078	1.014
mobilenet	**0.997**	**0.990**	**0.037**	**0.013**	**0.088**



(그림 1) Model Accuracy 와 Loss 비교

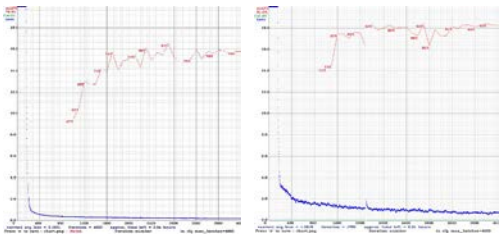
<표 2>의 결과를 보면 accuracy, loss, inference velocity 세 부분에서 모두 mobilenet 이 나은 성능을 보였기 때문에 mobilenet 모델[4]을 선택하였다.

2.2 횡단보도 및 신호등 인식 모델 비교

횡단보도 및 신호등의 경우 주행상황을 촬영 중 횡단보도와 신호등이 인식되면 알람을 주는 형태를 목표로 하였기에 단순한 CNN 을 이용하기보다는 object detection 을 이용하여 box 로 해당 영역을 표시하고 확률을 판단하는 것이 적절하다. 따라서 YOLO version 4 모델을 사용하여 이를 실행하고자 했다. 앱에서 구동하는 것이 목표이므로 <표 3>에서 YOLOv4 과 더 가벼운 모델인 YOLOv4 tiny 모델도 같이 학습하여 결과를 비교하였다. (그림 2)에서는 epoch 에 따른 각 모델의 mAp 와 loss 를 비교하였다.

<표 3> YOLOv4 와 YOLOv4-tiny 모델 성능 비교

model	Final_mAP	Inference time
YOLOv4	**0.92**	0.0976
YOLOv4-tiny	0.79	**0.0552**



(그림 2) YOLOv4 와 YOLOv4-tiny 모델 mAP

YOLOv4 는 성능 측면에서 우세하고 YOLOv4-tiny 는 속도 측면에서 우세하다. 따라서 횡단보도 및 신호등 인식 시 알림을 주어 횡단 중 주행을 방지하는 것이 목적이므로 속도는 느리지만 정확도가 더 중요하다고 판단되어 YOLOv4[5]를 선택하였다.

3. 구현

본 논문에서 제시한 바를 바탕으로 딥러닝 모델은 2 장에서 선택한 모델으로 횡단 보도 인식, 헬멧 인식을 구현하고, 하드웨어로 센서 기반의 데이터 수집 및 분석하여 앱을 구현하였다.

3.1 영상 인식 구현

헬멧 착용 인식을 위한 모델에 대한 데이터는 헬멧을 착용한, 착용하지 않은 사람의 얼굴로 2 개의 class 로 나누어 이미지 데이터 셋을 구성하였다.

헬멧 착용 인식을 위한 모델은 전이 학습을 사용하므로 top layer 를 제외한 layer 들은 동결시키고 top layer 만 GlobalAvgPooling 과 input 이 어느 class 로 분류되는지를 위한 확률 계산을 위해 sigmoid 함수를 이용한 dense(1)으로 바꿔 구현하였다.

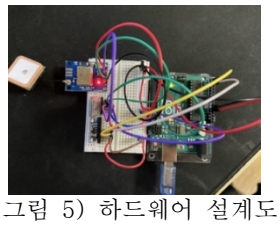
횡단보도 및 신호등 인식을 위한 모델에 대한 데이터는 object detection 학습을 위하여 라벨링 작업이 필요하다. 따라서 이미지에 labeling 프로그램을 사용하여 해당 범위에 박스로 영역을 표시하여 라벨링하여 횡단보도, 신호등 2 class 로 나누어 데이터셋을 구성하였다. (그림 3)은 모델에 사진을 넣었을 때 with_helmet 으로 인식하는 결과이다.

횡단보도 및 신호등 인식을 위한 모델은 YOLOv4 모델에서 input size 416*416*3 으로 학습시켜 (그림 4)와 같은 결과를 얻었다.

(그림 3) Mobilenet 결과[6] (그림 4) YOLOv4 결과

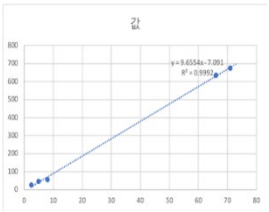
3.2 하드웨어 구현

도로교통기준법에 의거, 본 시스템에서 설정한 안전 운전에 기준에 필요한 정보는 2인 이상 탑승 유무, 급가/감속, 그리고 급커브 주행 여부의 세 파트이다. 본 시스템에서는 가장 호환성이 높고 간단하며 필요한 정보를 모두 수집할 수 있는 아두이노와 loadcell, 그리고 gyro sensor 를 사용했다.

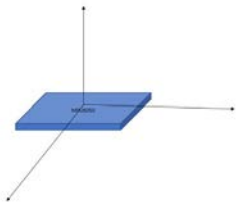


(그림 5) 하드웨어 설계도

(그림 5)의 센서들 중 loadcell 을 사용하여 탑승자의 몸무게를 측정하고자 하였다. 하지만 가해지는 인장력에 따라 전압을 상대적으로 측정하는 가변저항의 특성 상 정확한 무게의 측정은 어렵기에, (그림 6.1)의 loadcell 측정값의 추세선 식을 바탕으로 사용자의 몸무게를 범위 내에서 파악할 수 있도록 가공했다.



(그림 6.1) Loadcell sensor 추세선 그래프



(그림 6.2) 자이로센서 3 축

또한, (그림 6.2)와 같은 3 축 gyro sensor 를 사용해 탑승자의 직선주행축을 기준으로 3 축의 센서 측정값 중 실제로 탑승자의 운전 상황을 나타내는 데이터만을 선별 추출하여 급가속과 급커브 여부를 파악하는 기준으로 사용했다. 급가속과 급커브의 기준은 시운전을 거쳐 설정했다.

3.3 앱 구현

(a) Helmet (b) Checklist (c) MyPage

(그림 7) 앱 UI

(그림 7)의 (a)는 주행 시작 전 Android Camera API2 를 활용하여 사용자의 얼굴 영상을 받아온 뒤 tflite 형식으로 변환시킨 MobileNet 모델을 통해 사용자의 헬멧 착용 여부를 판단한다. 헬멧 착용으로 판단 시 자동으로 주행 중 화면으로 넘어가도록 구현했다.

(그림 7)의 (b)는 센서에서 블루투스를 통해 받아온 측정값을 바탕으로, 안전 주행 기준을 벗어난 경우를 판단하며 Android camera API2 를 활용하여 주행 중 전방의 영상을 받아온 뒤 YOLOV4 모델을 통해 횡단보도를 인식한다. 그 후 해당 정보를 실시간으로 화면 ui 에 표시하고 음성으로 알림을 주도록 구현했다

(그림 7)의 (c)는 SQLite 를 이용해 만든 database 에 사용자의 주행 정보를 저장 후 주행 당시 시간을 기준으로 ui 에 표시 되도록 구현했다. 주행내역에서는 주행거리, 획득 마일리지, 급가속, 급감속, 급커브, 2 인 이상 탑승 여부의 정부를 확인할 수 있다.

4. 결론

기존 단속 정책으로 인한 시장 위축, 수동적인 시스템의 비효율성 문제를 해결하고자 실시간 운전 영상 수집하여 주행 상황을 감지 및 분석하는 시스템을 설계했다. 이를 바탕으로, 헬멧 인식여부, 횡단보도 주행 여부, 급가속, 급감속, 급커브 여부 등의 데이터를 분석하는 시스템을 구현했다. 개발한 앱에서는 YOLOv4 모델과 센서와 자이로 센서, 로드셀, GPS 기반의 데이터 분석을 통해 안전을 저해하는 주행 습관을 판단한다. 나아가 바른 운전에 대한 습관을 유도하기 위해 마일리지 제도를 도입했다. 안전하게 운전했는지에 대한 점수를 기반으로 마일리지를 부여하여 혜택을 제공한다. 궁극적으로 친환경 이동 수단인 전동 킥보드의 사용량 증가를 유도하여 탄소저감 효과 등 지속 가능한 도시 발전에 기여하고자 한다.

항후 본 프로젝트를 통해 수집한 실시간 주행정보를 교통 정보 수집 분야에서 활용할 수 있도록 할 것이다. 교통상태와 추돌사고의 위험도는 강한 상관관계를 가짐을 이용하여 추돌 사고 위험도에 대한 예측 모델을 만든다면 사고 위험을 사전에 경고할 수 있다. 이를 바탕으로 향후 교통 상태 예측을 통한 사고 위험도 예측 서비스까지 확장하여 개발할 예정이다.

※ 본 논문은 과학기술정보통신부 정보통신창의인재양성사업의 지원을 통해 수행한 ICT 멘토링 프로젝트 결과물입니다.

참고문헌

[1] 도로교통공단, “TAAS 교통사고분석시스템” ,2021.

[2] 삼성화재 삼성교통안전문화연구소, “전동킥보드 교통사고 실태 및 예방대책” ,2019.

[3] 한국교통안전공단, “개인형 이동장치(PM) 관련 법규 인지도와 주행실태 조사” ,2021.

[4] Andrew G. Howard, Menglong Zhu, Bo Chen, Dmitry Kalenichenko, Weijun Wang, Tobias Weyand, Marco Andreetto, Hartwig Adam, “MobileNets: Efficient Convolutional Neural Networks for Mobile Vision Applications”, arXiv, 2017.

[5] Alexey Bochkovskiy, Chien-Yao Wang, Hong-Yuan Mark Liao, “YOLOv4: Optimal Speed and Accuracy of Object Detection”, arXiv, 2020.

[6] [Internet] https://www.freepik.com/free-photo/low-angle-man-holding-documents_27258243.htm.