

## 딥러닝 기반 객체 인식을 활용한 퍼스널 모빌리티 안전 보조 시스템 개발

### Development of Personal Mobility Safety Assistants using Object Detection based on Deep Learning

Hyeon-Seo Kwak<sup>1</sup> · Min-Young Kim<sup>1</sup> · Ji-Yong Jeon<sup>1</sup> · Eun-Hye Jeong<sup>1</sup> · Ju-Yeop Kim<sup>1</sup> · So-Dam Hyeon<sup>1</sup> · Jin-Woo Jeong<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Undergraduate Student, Department of Computer Engineering, Kumoh National Institute of Technology, Gumi, 39177 Korea  
<sup>2</sup>Assistant Professor, Department of Computer Engineering, Kumoh National Institute of Technology, Gumi, 39177 Korea

#### ABSTRACT

Recently, the demand for the use of personal mobility vehicles, such as an electric kickboard, is increasing explosively because of its high portability and usability. However, the number of traffic accidents caused by personal mobility vehicles has also increased rapidly in recent years. To address the issues regarding the driver's safety, we propose a novel approach that can monitor context information around personal mobility vehicles using deep learning-based object detection and smartphone captured videos. In the proposed framework, a smartphone is attached to a personal mobility device and a front or rear view is recorded to detect an approaching object that may affect the driver's safety. Through the detection results using YOLOv5 model, we report the preliminary results and validated the feasibility of the proposed approach.

**Keywords** : Deep learning, Driver safety, Object detection, Personal mobility

## I. 서 론

퍼스널 모빌리티 디바이스는 주로 전기를 동력으로

하는 1인 또는 2인이 이용할 수 있는 개인형 이동 수단을 의미한다. 특히, 전동 키포드, 전동 자전거로 대표되는 퍼스널 모빌리티 장치는 오토바이에 비해 높은 휴대성과 상대적으로 쉬운 조작법 등으로 인하여 최근 사용 수요가 폭발적으로 증가하고 있으며, 개인 소유의 소형자가 교통 수단 뿐만 아니라 공유형 마이크로 모빌리티 플랫폼으로서 향후 국내외 시장 규모 또한 지속적으로 증가할 것으로 예측되고 있다 [1, 2]. 그러나 퍼스널 모빌리티 관련 교통사고 발생건수 또한 최근 급격히 증가하고 있는 추세에 있다. 한국소비자원에 따르면 2015년 15건이던 국내 전동키포드 관련 사고건수가 최근 4년간 (2017년~2020년) 1,252건으로 급증하였다. 2020년 11월까지 접수된 사고는 571건으로 2019년 동기(243건) 대비 2.3배로 급증하였다 [3]. 특히, 최근 법 개정을 통하여 오히려 사고 위험이 증가하고 있다는 우려가 증가하고 있다. 법적 제도와 장치를 통하여 간접적으로 전동 키포드의 운행 안전성을 확보하기 위한 노력도 계속되어야 하지만 안전 보조 장치, 기술들의 개발을 통하여 직접적인 전동 키포드 운전자의 안전을 도모하기 위한 노력이 시급한 상황이라고 할 수 있다.

본 연구에서는 딥러닝 기반의 객체 인식 기술과 스마트폰을 활용하여 전동 키포드 운행 중 주변 위험 상황 정보를 실시간으로 인식함으로써 전동 키포드 관련 교통 사고를 미연에 방지하기 위한 기술을 개발하고자 한다. 이를 위하여, 전동 키포드의 전방 또는 후방을 감시할 수 있도록 스마트폰을 전동키포드의 배에 설치한 후, 스마트폰으로부터 촬영된 영상을 바탕으로 객체 인식을 통하여 위험을 감지하기 위한 시스템을 구현하였다. 위험 객체 인식은 COCO 데이터셋 [4]과 재학습된 YOLOv5 [5] 모델을 활용하여 성능을 분석하였다.

## II. 제안 시스템

그림 1은 본 연구에서 구현하고자 하는 객체 인식 기

Received 25 January 2021, Revised 8 February 2021, Accepted 18 February 2021

\* Corresponding Author Jin-Woo Jeong (E-mail:jinw.jeong@kumoh.ac.kr, Tel:+82-54-478-7535)

Assistant Professor, Department of Computer Engineering, Kumoh National Institute of Technology, Gumi, 39177 Korea

Open Access <http://doi.org/10.6109/jkiice.2021.25.3.486>

print ISSN: 2234-4772 online ISSN: 2288-4165

반 퍼스널 모빌리티 안전 보조 시스템의 개요를 나타내고 있다. 퍼스널 모빌리티에 탑승하여 이동중인 사용자 주위 환경을 모니터링 하기 위하여 카메라가 탑재되어 있는 스마트폰을 전동 키포드의 넥(neck)에 설치한다. 설치된 스마트폰의 카메라를 이용하여 주행 중의 전방 혹은 후방 상황을 지속적으로 모니터링하며, 사용자의 안전에 위협이 될 수 있는 객체들 (예: 자전거, 자동차, 사람, 동물 등)의 존재를 탐지하고, 탐지 결과에 따라 사용자에게 다양한 형태의 알람을 제공할 수 있다.



Fig. 1 Overview of the proposed system

### 2.1. 하드웨어 구성

그림 2는 실험을 수행하기 위하여 구성한 하드웨어를 나타내고 있다. 사용자의 스마트폰이 전동키포드의 전/후방을 안정적으로 촬영할 수 있도록 프레임을 설계하여 지면에서 약 80cm 떨어진 위치에 부착하였다. 전/후방 모니터링을 위하여 카메라가 탑재되어 있는 고성능 최신 스마트폰 (Samsung Note 10)을 사용하였으며, 주행 중 촬영 시 광각 촬영 모드를 사용하였다.

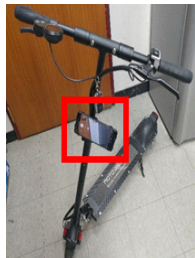


Fig. 2 Hardware installation

### 2.2. 주행 영상 데이터 수집

퍼스널 모빌리티 주행 영상을 바탕으로 위험 객체를 인식하고 그에 따른 안전도를 판단하기 위하여 실제 도로에서 그림 2의 구성과 같이 제작된 전동 키포드를 탑승하고 주행하여 실제 주/야간 주행 영상을 촬영 및 수집하였다. 전동 키포드 주행은 대학교의 교내 차도 및 산책로 주변 도로를 이용하여 진행하였다 (그림 3). 실험에 사용된 도로들은 실제 학생들이 전동 키포드를 이용하여 등/하교, 건물간 이동을 수행하는 도로로 자주

활용되고 있다. 또한, 주간 및 야간 주행 영상 데이터를 모두 확보할 수 있도록 주간에는 14시 ~ 16시, 야간에는 20시 ~ 22시에 데이터 수집을 진행하였다. 전동 키포드 탑승과 주행은 운전 면허증을 보유하고 있으며 전동 키포드 주행 경험이 있는 대학생 6인 및 일반 남성 1인을 섭외하여 데이터 수집하였고, 데이터 수집 중 사고 방지를 위하여 안전 장비 및 충분한 공간을 확보한 후 책임 교수의 입회하에 주행과 촬영을 진행하였다.



Fig. 3 Testbed

### 2.3. 위험 객체 인식 및 안전 상태 인식

본 논문에서는 전동키포드 주행 영상을 대상으로 하는 위험 객체 인식 작업을 수행하기 위하여 CNN 기반의 심층 학습 모델을 활용하였다. 본 연구에서는 객체 인식 문제 해결을 위하여 CSPNet [6]을 backbone으로 활용하는 최신 연구 중 하나인 YOLOv5 네트워크 구조 [4]를 사용하였다. 기존 YOLOv5 모델은 80개의 클래스를 포함하는 COCO 데이터셋을 바탕으로 학습되어 본 연구에 적합하지 않으므로, 본 연구에서는 퍼스널 모빌리티 주행 안전성에 영향을 미칠 수 있는 대상 객체를 자동차류 (세단, 트럭 버스 등), 자전거류 (자전거, 오토바이 등), 보행자의 3가지 클래스로 구분하고 객체 인식 모델 재학습을 진행하였다. 또한, 전동키포드 주행의 특성 상 사용자의 신체에 의하여 객체들이 가려지거나 주/야간 조도의 특성 상 객체들이 왜곡될 가능성이 높으므로, 모자이크 [7], 랜덤 비율 확대/축소, 랜덤 확률 좌우 반전, 색상/채도/명도 랜덤 조정과 같은 데이터 증강 기법을 추가적으로 적용하였다.

## III. 실험 결과

본 연구를 위한 YOLOv5 모델을 재학습하기 위한 서버 컴퓨터는 4xNVIDIA TITAN RTX GPU, 128GB RAM, Intel i9-10900X CascadeLake 급으로 구성하였으며, 모

델 학습을 위한 하이퍼 파라미터 구성은 300 Epochs, 256 Batch size, SGD Optimizer로 설정하였다.

그림 4, 그림 5는 기본 모델과 데이터 증강이 적용되어 학습이 완료된 모델간의 객체 인식 정확도의 차이를 나타내고 있다. 그림 4에서 알 수 있듯이, IoU 0.5 수준에서 기본 모델은 0.445의 mAP를 보인 반면, 데이터 증강 모델은 0.658의 mAP를 보여 본 연구에서 적용한 데이터 증강 기법들이 주행 중 위험 객체 인식에 효과적이었음을 확인할 수 있다. 또한, 약 50 에폭에서 두 모델 모두 수렴된 결과를 보였으며, 기본 모델은 200 에폭이 넘어가면 오히려 성능이 감소하는 양상을 보였다. 한편, 그림 5에서 볼 수 있듯이, IoU 0.5-0.95 수준에서 기본 모델은 0.232의 mAP를 보인 반면, 데이터 증강 모델은 0.383의 mAP를 보여, IoU 0.5 수준과 유사하게 데이터 증강이 효과적이었음을 확인할 수 있다. 약 50 에폭에서 두 모델 모두 수렴된 결과를 보였으며, 기본 모델은 150 에폭이 넘어가면 성능이 감소하는 양상을 보였다.

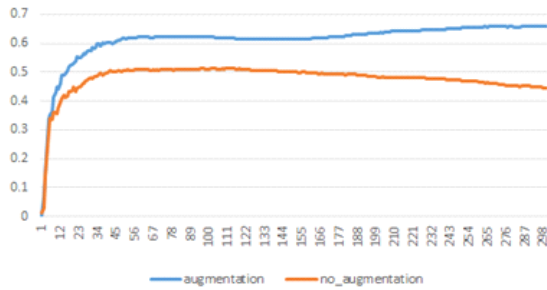


Fig. 4 Change of accuracy (mAP@0.5)

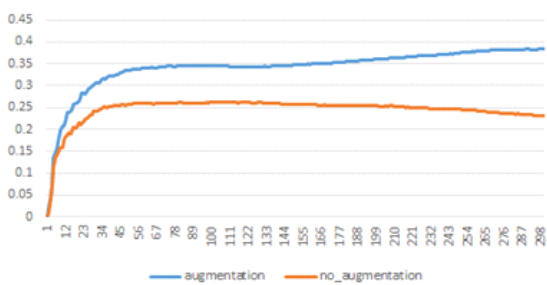


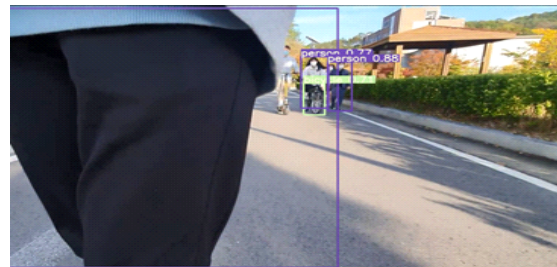
Fig. 5 Change of accuracy (mAP@0.5:0.95)

그림 6, 그림 7은 기본 모델과 데이터 증강이 적용되어 학습이 완료된 모델간의 주/야간 주행 중 객체 인식 결과의 차이를 나타내고 있다. 그림에서 확인할 수 있듯이, 데이터 증강이 적용된 모델이 보다 세밀하고 정확한 객체 인식 결과를 생성해냄을 알 수 있다. 주/야간 영상

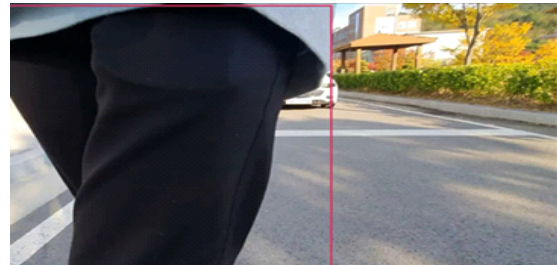
에서 모두 확인할 수 있듯이 기본 모델은 차량을 감지하지 못하거나 위험 요소가 아닌 객체를 위험 요소로 오검출하는 모습을 보이고 있다.



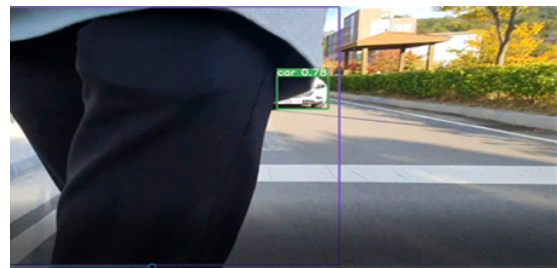
(a) Detection result without data augmentation



(b) Detection result with data augmentation

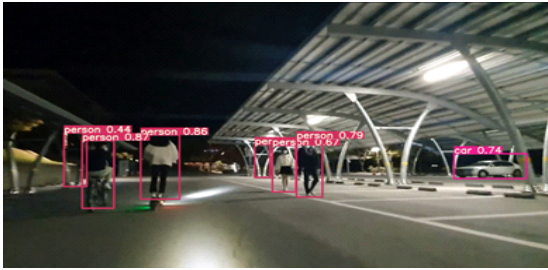


(c) Detection result without data augmentation



(d) Detection result with data augmentation

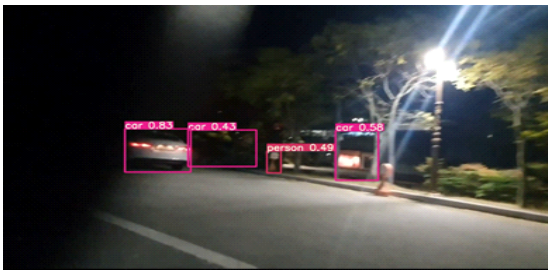
Fig. 6 Detection results in daytime



(a) Detection result without data augmentation



(b) Detection result with data augmentation



(c) Detection result without data augmentation



(d) Detection result with data augmentation

Fig. 7 Detection results in nighttime

#### IV. 결론

본 논문에서는 스마트폰 기반 퍼스널 모빌리티 안전 보조 시스템 개발을 위한 기반 기술 연구를 진행하였다.

YOLOv5 기반의 객체 인식 모델과 다양한 데이터 증강 기법을 적용하여 주/야간에서 효과적으로 전/후방에 접근하는 객체들을 인식할 수 있음을 확인하였다. 또한, 실제 전동킥보드 주행 영상을 이용한 실험을 통하여 제안하는 시스템의 실제 활용 가능성을 확인하였다. 향후에는 스마트폰에서도 추론이 가능하도록 경량 모델 탑재를 위한 추가적인 방법론을 연구하고자 하며 LIDAR와 같은 다양한 센서 데이터와 영상 데이터를 효과적으로 융합하여 위험 상황 판단의 정확도를 더욱 향상시키기 위한 연구를 수행할 예정이다.

#### ACKNOWLEDGEMENT

This paper was supported by Kumoh National Institute of Technology (202001900001).

#### REFERENCES

- [ 1 ] J. H. Choi, "Micro mobility: focusing on shared electric kickboards," *KDB Future Strategy Research Institute*, Korea, KDB Monthly 768, pp. 37-53, 2019.
- [ 2 ] S. R. Kim, "Investigation of the usage of personal mobility," *The Korea Transport Institute Brief*, vol. 1, no. 3, pp. 4-7, Aug. 2017.
- [ 3 ] ChosunBiz. Electric kickboard accident increased by 135% compared to a year ago. [Internet]. Available: [https://biz.chosun.com/site/data/html\\_dir/2020/12/20/2020122000349.html](https://biz.chosun.com/site/data/html_dir/2020/12/20/2020122000349.html).
- [ 4 ] COCO Consortium. COCO: common objects in context [Internet]. Available: <https://cocodataset.org/>.
- [ 5 ] Ultralytics. YOLOv5 [Internet]. Available: <https://github.com/ultralytics/yolov5>.
- [ 6 ] C. Y. Wang, H. M. Liao, Y. H. Wu, P. Y. Chen, and J. W. Hsieh, "CSPNet: A New Backbone that can Enhance Learning Capability of CNN," in *Proceeding of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition Workshops*, Long Beach: CA, pp. 390-391, 2020.
- [ 7 ] T. H. Tran and J. W. Jeon, "Accurate Real-Time Traffic Light Detection Using YOLOv4," in *Proceeding of the 2020 IEEE International Conference on Consumer Electronics - Asia*, Seoul, pp. 1-4, 2020.