

# 세그멘테이션 기반 개인형 이동장치 불법 주차 단속 시스템

이현우, 이소연, 김민승, 김예서, 김대영\*

순천향대학교

{mainvoid00, lsy8647, alstmd525, chinkl, dyoung.kim}@sch.ac.kr

## Segmentation-based Illegal parking enforcement system for Personal-mobility

HyunWoo Lee, So-Yeon Lee, MinSeung Kim, Yeseo Kim, Dae-Young Kim\*

Soonchunhyang Univ.

### 요약

개인형 이동장치는 단거리 통행에 대한 유용성으로 많은 이용자들이 찾고 있으며, 그에 따라 개인형 이동장치의 운영 대수도 증가하는 추세이다. 그러나 운영 대수가 증가하면서 길가에 무분별하게 방치되는 상황이 증가하고 있으며, 이러한 상황으로 인해 시민들의 보행에 방해가 되고 있다. 특히 시각 장애인들은 점자 블록을 의존하며 걷기 때문에 불법 주차로 인해 사고가 발생할 위험이 높아진다. 따라서 본 논문에서는 점자 블록에서의 지능형 개인형 이동장치 불법 주차 단속 시스템을 제안한다. 점자 블록과 개인형 이동장치 이미지를 Instance segmentation 모델로 학습하여 각 객체를 판단하고, 개인형 이동장치와 점자 블록 사이의 거리를 측정하여 불법 주차인지 판단하는 시스템을 구현했다.

### I. 서론

최근 개인형 이동장치의 사용이 증가함에 따라 도보에 불법 주차 현황도 증가하고 있다. 지난해 서울시에 접수된 전동킥보드 관련 민원은 1,194건이며, 이 중에서 무단 방치와 견인 관련 민원이 86%로 가장 많았다[1]. 이러한 불법 주차는 시민들의 이동에 불편을 주며, 특히 점자 블록 위 킥보드 방치는 시각 장애인의 통행을 전면 방해한다. 점자 블록은 시각 장애인의 안전한 통행을 보조하기 위해 설치된 시설물이다. 시각 장애인이 주의해야 할 위치나 방향을 안내해야 하는 등의 상황을 확인하기 위해 설치되며, 위치 감지용 점형 블록과 방향 유도용 선형 블록이 있다[2]. 이러한 점자 블록 위에 개인형 이동장치가 주차될 경우, 시각 장애인이 걸려 넘어지는 등 큰 사고로 이어질 수 있다.

따라서 문제를 해결하기 위해 본 논문에서는 점자 블록에서의 지능형 개인형 이동장치 불법 주차 단속 시스템을 제안한다. 불법 주차 상황을 탐지하기 위해 YOLO instance segmentation 모델을 활용하여 개인형 이동장치와 점자 블록을 인식한 뒤, 두 객체 사이의 거리를 예측하도록 설계하고 실험하였다. 이를 통해 미래 도시 교통 및 안전 정책에 긍정적인 영향을 미칠 것으로 기대한다.

### II. 본론

#### 2.1 학습 데이터 셋

##### 2.1.1 데이터 수집 및 전처리

학습을 위해 도로의 점자 블록 이미지와 개인형 이동장치 이미지를 수집했다. 점자 블록 이미지는 AI-HUB의 인도 보행 영상데이터에서 570장 수집했고[3], 개인형 이동장치 이미지는 인터넷 크롤링을 이용하여 196장 수집했다. 이미지 라벨링은 roboflow 사이트를 활용하여 그림 1과 같이 마스킹 처리를 통해 좌푯값을 구해 라벨링을 진행했다[4].



그림 1. 라벨링 이미지

##### 2.1.2 데이터 증강

데이터 증강은 모델의 성능 향상을 위한 중요한 전처리 과정으로 본 실험에서는 회전, 노이즈, 색상 반전, 밝기 조절과 같은 데이터 증강 기법을 활용하여 총 2,100장의 학습 이미지와 186장 검증 이미지를 생성하여 학습 데이터 셋을 구축했다.

#### 2.2 시스템 구조

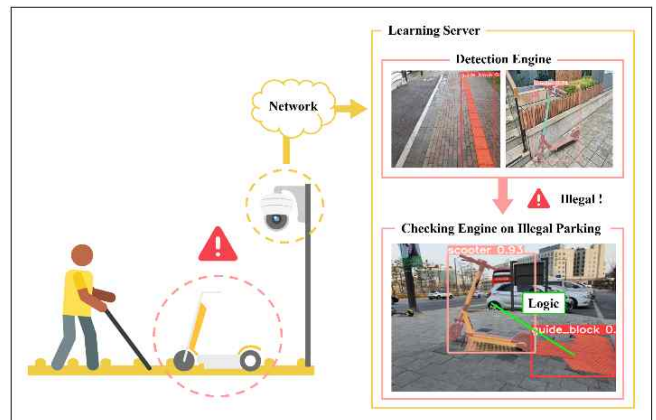


그림 2. 제안하는 시스템 구조

본 논문에서는 그림 2와 같은 시스템 구조를 제안한다. 본 시스템은 카메라, 네트워크, 학습 서버로 구성되며, 학습 서버에는 개인형 이동장치와 점자 블록을 인식하는 인식 엔진, 불법 주차 상황을 판단하는 로직이 포함된 불법 주차 확인 엔진으로 구성된다. 실시간 도보 영상을 프레임 단위로 네트워크를 통해 학습 서버로 전송되고, 수신받은 이미지로 서버에서는 개인형 이동장치와 점자 블록을 인식한다. 이후 불법 주차 판단 엔진으로 전송되며 두 객체 사이의 거리를 측정하여 불법 주차인지 판단한다.

### 2.3 실험

#### 2.3.1 불법 주차 판단 로직

##### Algorithm 1 Illegal parking check

```

1: for each detection in do
2:    $xyxy, class \leftarrow$  detection
3:    $center\_x \leftarrow \text{int}((xyxy[0] + xyxy[2])/2)$ 
4:    $center\_y \leftarrow \text{int}((xyxy[1] + xyxy[3])/2)$ 
5:   if class == 0 then                                     ▷ 'guide_block' label
6:     guide_block_centers.append((center_x, center_y))
7:   else if class == 1 then                               ▷ 'scooter' label
8:     scooter_block_centers.append((center_x, center_y))
9:   end if
10: end for
11: for each scooter_center in scooter_centers do
12:   for each guide_block_center in guide_block_centers do
13:      $x1 \leftarrow (guide\_block\_center[0] - scooter\_center[0])^2$ 
14:      $y1 \leftarrow (guide\_block\_center[1] - scooter\_center[1])^2$ 
15:      $line\_length \leftarrow \sqrt{x1 + y1}$ 
16:     if line_length  $\leq$  illegal_length then
17:       print("Illegal parking")
18:     else
19:       print("Legal parking")
20:     end if
21:   end for
22: end for

```

그림 3 불법 주차 판단 의사 코드

제안하는 불법 주차 판단 로직은 그림 3과 같다. 이미지에서 객체 인식 후 각 객체의 Bounding box 좌표와 class 정보를 가져온다(line 2). 가져온 Bounding box 정보를 이용하여 객체의 중심점을 구한다(line 3~4). 그 후 가져온 class 라벨을 비교하여 각 클래스 중심 좌표 리스트에 저장한다(line 5~9). 이렇게 하여 각 객체의 중심 좌표값을 저장하면 점자 블록 클래스와 이동장치 클래스의 모든 경우의 수를 구한다(line 11~12). 유클리디안 거리 공식을 활용하여 이동장치 객체와 점자 블록 객체의 중심점을 가져와 거리를 구한다(line 13~15). 거리 값을 구한 후 사전에 지정한 거리 값과 비교하여 지정된 값 이하이면 불법주차로 판단한다(line 16~20).

#### 2.3.2 실험 결과

구축된 2,186장의 데이터를 학습용 90%, 검증용 10% 비율로 Quadro RTX-5000 환경에서 YOLOv5l Instance-Segmentation 모델[5]에 입력하여 epochs 150, batch-size 32로 학습을 진행했다. 학습 결과는 객체 탐지에서 사용하는 평가지표인 mAP(mean Average Precision)를 사용했다[6]. 그 중, 각 객체 Bounding Box, masking의 Ground truth와 Prediction이 겹치는 부분의 비율이 0.5를 넘었을 경우의 AP 평균값을 평가지표로 사용했다. 그 결과 그림 4와 같이 Bounding Box의 경우 84.3%, mask의 경우 71.7%의 정확도를 보여준다. 또한 그림 5와 같이 예측 후 불법주차 판단 시스템도 정상적으로 작동하는 것을 확인할 수 있다.

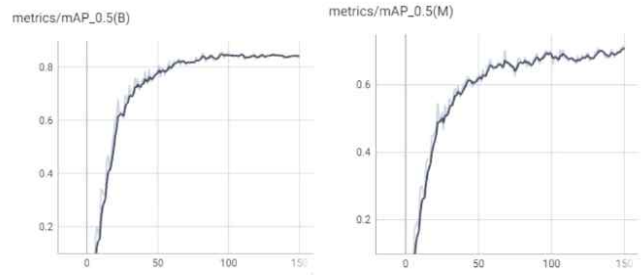


그림 4 결과 그래프

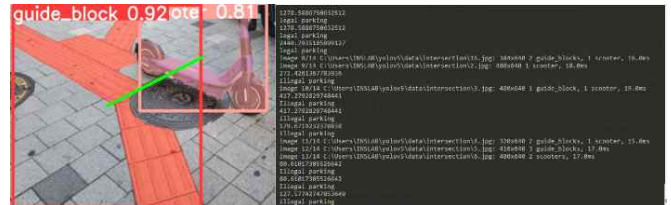


그림 5. 테스트 결과

### III. 결론

본 논문에서는 개인형 이동장치에 증가에 따라 무분별한 불법 주차로 인하여 발생하는 위험을 예방하기 위한 불법 주차 단속 시스템을 개발하였다. 개인형 이동장치와 점자 블록을 인식하고 불법 주차를 판단하기 위해 YOLOv5l Instance segmentation 모델을 적용하였으며, 실험 결과 Bounding Box 84.3%, mask 71.7%의 예측률을 보였다. 학습한 모델을 이용하여 두 객체의 중심점을 구한 후 유클리디안 공식을 이용하여 거리를 구해 불법 주차인지 판단하는 로직을 설계했다.

제안하는 시스템을 통해 점자 블록에 의존하는 시각 장애인인 불법 주차된 이동장치로 인해 발생하는 사고를 예방하여 안전하게 보행할 수 있는 베리어-프리 공간을 만들 수 있다고 생각한다.

### ACKNOWLEDGMENT

이 성과는 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국 연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(No.2021R1C1C1013133).

### 참고 문헌

- [1] Kim Jeong-ah. (2023, 05 12. Lifeline for the visually impaired... "No kickboards on braille blocks.", CPBC. <https://news.cpbk.co.kr/article/1109628>.
- [2] Junekoo Kang, Valentin Bajenezza, Somyeong Ahn, Minwoo Sung, and Youngseok Lee, "A Method to Enhance the Accuracy of Braille Block Recognition for Walking Assistance of the Visually Impaired: Use of YOLOv5 and Analysis of Vertex Coordinates," Journal of KIISE, vol. 49, no. 4, pp. 291-297, 2022. (10.5626/JOK.2022.49.4.291)
- [3] AI-Hub, (<https://aihub.or.kr/aidata/136>), last accessed 2024.01.04.
- [4] ROBOFLOW, (<https://app.roboflow.com>), last accessed 2024.01.02
- [5] Jiyeon Choi, Donghoe Heo, Taeoh Tak, and Shengpeng Zhang, "Improvement of object detection performance on the road through YOLOv5s optimization," 한국자동차공학회 추계학술대회 및 전시회, pp. 2095-2096, JEJU, 2022.
- [6] Padilla, Rafael, Sergio L. Netto, and Eduardo AB Da Silva. "A survey on performance metrics for object-detection algorithms." 2020 international conference on systems, signals and image processing (IWSSIP). IEEE, 2020.