

# AVM이미지와 ROTATE-YOLOv3를 이용한 주차 영역 인식

이 양 우<sup>1)</sup> · 김 민 수<sup>2)</sup> · 박 재 흥<sup>\*2)3)</sup>

연세대학교 기계공학부<sup>1)</sup> · 서울대학교 지능정보융합학과<sup>2)</sup> · 차세대융합기술원<sup>3)</sup>

## Parking space detection by ROTATE-YOLOv3 using AVM image

Yangwoo Lee<sup>1)</sup> · Minsoo Kim<sup>2)</sup> · Jaeheung Park<sup>\*2)3)</sup>

Yonsei University<sup>1)</sup>, Seoul National University<sup>2)</sup>, Advanced Institutes of Convergence Technology<sup>3)</sup>

**Key words** : Around View Monitor(어라운드 뷰 모니터), Deep learning(딥러닝), Object Detection(객체 인식), Bounding box (경계 상자), Labeling (라벨링)

\*Corresponding Author, E-mail: [park73@snu.ac.kr](mailto:park73@snu.ac.kr)

최근 자율 발렛 주차 기술에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 자율 발렛 주차 기술을 수행하기 위한 중요한 기술 중 하나는 빈 주차 영역을 인식하는 기술이다. 기존의 방법들은 경계 선을 검출해 주차선을 인식한 다음 주차 영역을 인식하는 방법을 사용한다. 이와 같은 주차선 인식 방법은 두가지 단점이 있다. 첫번째는 Radon변환과 같은 방법으로 주차선을 찾는 과정에서 계산 시간이 많이 소요돼 실시간으로 계산되기 어렵다. 두번째는 빛이나 그림자에 의해 주차선이 선명하지 않다면 주차선 검출 기반 방법은 주차 영역을 인식하기 어렵다.

위 두가지 단점을 다루기 위해, 본 논문에서는 Around View Monitor(AVM) 이미지에서 딥러닝을 통해 주차 영역을 인식하는 방법을 사용한다. 주차 영역은 하나의 경계 상자로 간주되며, 객체 상자를 인식하는 ROTATE-YOLOv3를 사용한다. ROTATE-YOLOv3는 기존의 YOLOv3를 변형한 객체 인식 방법으로, 경계 상자의 회전 값을 추가해 학습할 수 있다는 장점이 있다. 여기서 회전 값은 학습 이미지의 하단선을 기준으로 경계 상자의 하단선의 틀어진 각도를 의미한다. 실제 차량으로 취득한 AVM 이미지를 통해 실험을 진행했다.

본 연구에 사용된 PC는 GeForce RTX 2080를 탑재하고 있다. 실험에 사용된 AVM이미지는 연구소 내 위치한 야외 주차 공간에서 낮과 밤에 주행 차량에 설치된 카메라를 통해 취득되었다. AVM이 감지한 영역(실제 차량 중심 기준 전후 21.2m, 좌우 13.8m)을 담은 640, 480 픽셀 크기의 이미지를 ROTATE-YOLOv3 네트워크의 입력 값으로 한다. 학습용 AVM 이미지 약 1350장, 검사용 AVM 이미지 약 500장으로 나뉘어 ROTATE-YOLOv3의 학습 및 성능 평가가 진행되었다.

이 때 ROTATE-YOLOv3 학습을 진행하기 위해서는 학습시킬 이미지 안의 객체에 대한 경계 상자의 정보가 필요하다. 경계 상자의 정보에는 경계 상자의 중심 좌표, 폭, 높이, 각도 값이 있다. 본 논문에서는 학습 데이터의 라벨링 기준을 정했다. AVM 이미지 외곽의 왜곡을 고려하여 실제 차량 기준 전 후방 5m 범위 내에 있는 빈 주차 영역만 라벨링을 진행하였고, 빈 주차 영역의 1/4 이상이 다른 장애물에 의해 가려진 경우 라벨링에서 제외하였다.

주차 영역 인식 성능을 평가하기 위해 IoU가 사용된다. IoU는 예측된 경계 상자와 빈 주차 영역이 일치하는 비율을 의미하며 실제 라벨링된 경계 상자와 예측된 경계 상자의 합집합 영역에 대한 교집합 영역의 비율로 계산된다. 예를 들어 라벨링된 박스와 예측된 박스가 완전히 일치할 경우, IoU는 1.0의 값을 갖는다.

Photo.1에서 녹색 상자로 표시된 부분은 ROTATE-YOLOv3의 학습 결과를 나타낸다. ROTATE-YOLOv3를 적용한 방법은 빈 주차 영역을 하나의 객체 상자로 간주하며 여러 각도에서 인식했다. Photo.1의 왼쪽 첫번째와 두번째 열의 상황에서는 빛과 그림자에 의해 주차선이 명확하게 인식되지 않은 주차 영역을 인식할 수 있었다. 특히, Photo.1의 왼쪽 세번째 열의 이미지에서 차량 및 연석에 일부 주차선이 가려진 주차 영역 또한 인식할 수 있었다.

Photo.1의 b와 같은 상황에서는 ROTATE-YOLOv3로 주차 영역을 인식했을 때의 한계점을 보인다. 빈 주차 영역은 정확하게 인식되었지만, 주차 영역의 주차선 일부가 왜곡이 존재하여 경계 상자가 어긋나게 예측했다. 경계 상자가 주차 영역과 어긋나게 예측해 IoU 평균값이 감소하였고, 총 IoU의 평균 수치는 0.76이었다. 연석의 배치가 빈 주차 영역과 동일한 형상을 갖는 영역도 빈 주차 영역으로 인식하는 경우가 있었다. Photo.1의 왼쪽에서 두번째 열의 아래 이미지에서 라벨링 기준을 밖의 주차 영역은 인식하지 못했다.

본 연구에서 AVMI미지로 ROTATE YOLOv3의 학습을 통해 주차 영역을 인식했다. 빈 주차 영역을 하나의 객체로 간주하였고, ROTATE-YOLOv3를 사용하여 빈 주차 영역을 여러 각도에서 인식하였다. 특히 장애물로 인해 일부가 가려진 주차 영역도 인식할 수 있었다. 그러나 빈 주차 영역과 동일한 형상을 갖는 영역도 인식한 경우가 있었고 IoU 평균 수치는 0.76이었다. 추후 연구로는 평행 주차를 포함한 다양한 상황에서의 데이터를 수집하여, 빈 주차 영역을 인식 못하는 경우 및 빈 주차 영역이 아닌 곳을 인식하는 경우에 대한 성능 개선이 있다.

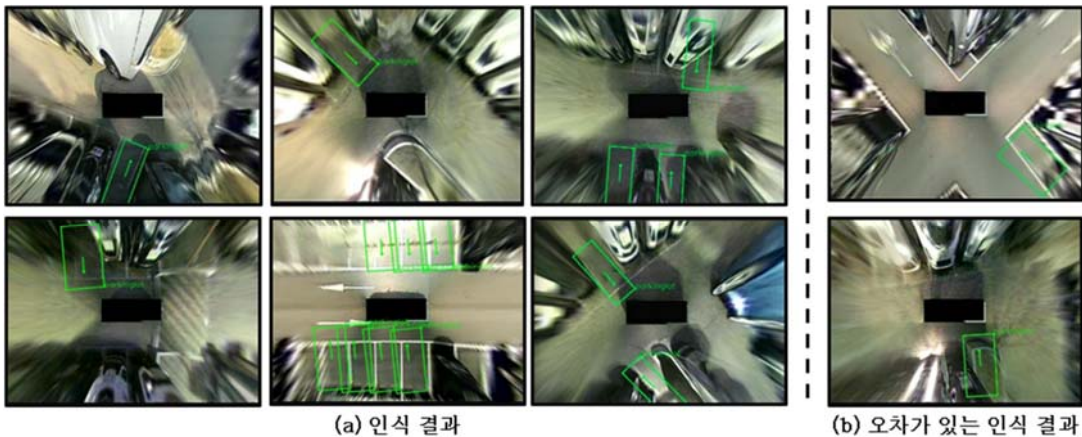


Photo. 1 AVMI미지로 ROTATE-YOLOv3 학습을 통해 주차 영역 인식 결과 이미지