

# YOLO 기반 해양 침적 쓰레기 검출 방법에 관한 연구

최영수<sup>1</sup>, 김도연<sup>2</sup><sup>1</sup> 목포대학교 융합소프트웨어학과 학부생<sup>2</sup> 배재대학교 소프트웨어공학부 게임공학전공 학부생[Choiyeongsu0813@gmail.com](mailto:Choiyeongsu0813@gmail.com), [rlachdus050302@gmail.com](mailto:rlachdus050302@gmail.com)

## A Study on the YOLO-based Marine Debris Detection

Yeong-Su Choi<sup>1</sup>, Do-Yeon Kim<sup>2</sup><sup>1</sup>Dept. of Software Convergence Engineering, Mok-Po University<sup>2</sup>Dep. of Software Game Engineering, Pai-Chai University

### 요 약

본 연구에서는 수중 촬영 이미지를 활용하여 해양 침적 쓰레기의 자동 인식 및 분류를 위한 딥러닝 기반 객체 탐지 분석을 수행하였다. 타이어, 로프, 나무, 통발류, 어망류 등 9종의 침적 쓰레기에 대해 YOLOv5(You Only Look Once version 5) 모델을 적용하여 학습 및 추론을 진행하였다. 총 111,890 장의 수중 촬영 이미지를 활용하였으며, 해당 데이터는 해양 환경에서 YOLO v5의 YOLOv5x, YOLOv5l, YOLOv5m, YOLOv5s, YOLOv5n 모델로 실험하였다. 성능 평가를 위해 mAP(mean Average Precision) 지표를 사용하였으며, 실험 결과 YOLOv5x 모델이 가장 높은 성능을 보여주었고 YOLOv5l, YOLOv5m, YOLOv5s, YOLOv5n 순서로 높은 성능을 보여주었다. 본 연구는 딥러닝 모델을 활용한 해양 쓰레기 자동 검출 및 분류의 가능성을 입증하며, 해양 환경 보호를 위한 모니터링 및 정책 수립에 유용한 도구로 기여할 수 있을 것이다.

## 1. 서론

해양쓰레기는 인간의 활동으로 발생한 부산물로, 바다로 유입되어 심각한 환경 문제를 초래하고 있다. 국내에서는 매년 약 14만 톤의 해양쓰레기가 수거되고 있으며, 이를 신속하고 효율적으로 관리하기 위해 영상 기반의 쓰레기 검출 기술이 필수적이다.

본 연구에서는 해양쓰레기 문제 해결을 위해 해양 침적 쓰레기의 자동 탐지를 목표로 하였으며, 이를 위해 AI Hub에서 제공하는 수중 해양쓰레기 데이터를 활용하였다. 해당 데이터는 수중 촬영 이미지로 구성되어 있으며, 이를 바탕으로 YOLOv5 모델을 적용해 실시간 객체 탐지를 수행하였다. YOLOv5는 여러 객체를 빠르고 정확하게 탐지할 수 있는 딥러닝 기반 알고리즘으로, 본 연구에서는 성능 평가를 위해 mAP(mean Average Precision) 지표를 사용하였다. 추가적으로, YOLOv5의 다양한 버전인 YOLOv5x, YOLOv5l, YOLOv5m, YOLOv5s, YOLOv5n 모델을 사용하여 실험을 진행하였으며, 각 버전의 성능을 비교 분석하였다. 이를 통해 모델의 크기와 복잡도에 따른

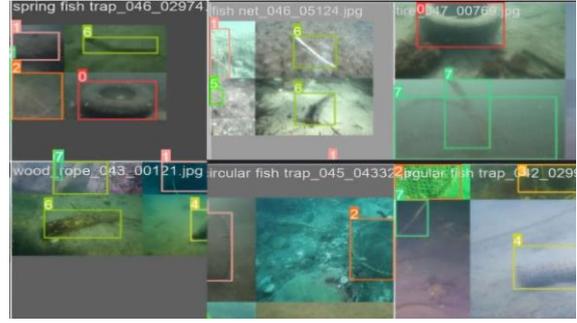
탐지 성능의 차이를 정량적으로 평가하였으며, 해양 쓰레기 탐지에 가장 적합한 모델을 도출하였다.

## 2. 본론

### 2.1 YOLOv5

YOLOv5는 객체 탐지를 위한 딥러닝 모델로, 이미지 내 여러 객체를 실시간으로 탐지하는 데 매우 효율적인 알고리즘이다. YOLO(You Only Look Once) 시리즈의 다섯 번째 버전인 YOLOv5는 경량화와 성능 최적화를 통해 이전 버전보다 더욱 빠르고 정확한 탐지가 가능하다 [1]. YOLOv5는 Backbone, Neck, Head의 세 가지 주요 구성 요소로 이루어져 있다. Backbone은 CSPDarknet을 사용하여 이미지에서 중요한 특징을 추출하고 [2], Neck은 Feature Pyramid Network (FPN)과 Path Aggregation Network (PANet)를 통해 다양한 크기의 객체를 탐지할 수 있도록 다중 스케일 정보를 통합한다 [3]. Head는 Anchor Boxes를 활용하여 객체의 위치와 크기를 예측하는 역할을 한다 [4].

YOLOv5의 핵심적인 특징 중 하나는 Anchor Boxes를 사용해 객체의 크기와 비율에 맞춰 정확한 탐지를 가능하게 한다는 점이다 [4]. 또한, 모델의 성능은 mAP(mean Average Precision)와 FPS(Frames Per Second) 지표를 통해 평가되며, 이를 통해 다양한 응용 환경에서 신뢰할 수 있는 성능을 제공한다 [1]. 데이터 증강(Data Augmentation) 기법을 적용해 모델의 일반화 성능을 높여 다양한 조건에서도 안정적인 탐지가 가능하다 [1][2]. YOLOv5는 GPU 뿐 만 아니라 CPU 환경에서도 효율적으로 동작하며, 실시간 객체 탐지 응용에 적합한 모델로 널리 사용되고 있다.



(그림 1) 해양쓰레기 검출 결과

## 2.2 데이터세트와 모델 구성

본 연구에서 사용한 데이터세트는 AI Hub에서 제공된 수중 해양 쓰레기 데이터세트로, 해양 쓰레기 중 자주 발견되는 9가지 종류(tire, spring fish trap, circular fish trap, rectangular fish trap, eel fish trap, fish net, wood, rope, bundle of rope)로 구성되어 있다. 총 111,890 개의 이미지와 267,936 개의 객체 데이터를 사용하였다.

종류	어망류	통발류	유리류	금속류	플라스틱류	나무류	로프류	고무류(타이어)	고무류(기타)
이미지 수	9,349	17,194	9,890	17,927	14,009	5,405	21,965	11,589	4,562

<표 1> 이미지 구성

해양 침적 쓰레기의 다양한 크기와 형태를 효과적으로 탐지하기 위해, PyTorch 기반의 YOLOv5 모델을 활용하였다. 본 연구에서는 YOLOv5의 5 가지 버전인 YOLOv5x, YOLOv5l, YOLOv5m, YOLOv5s, YOLOv5n 를 각각 사용하여 실험을 진행하였으며, 각 모델의 성능을 비교하였다. 데이터셋의 특성에 맞춰 이미지 크기를 1,920 X 1,100 으로, batch size 는 16 으로 설정하였으며, 모델의 학습은 총 150 epochs 동안 진행되었다. 각 모델은 파라미터 수와 계산 복잡도에 차이가 있으며, 이를 고려하여 탐지 성능과 속도의 균형을 분석하였다.

## 2.3 학습 결과 및 성능 분석

학습된 모델을 통해 해양쓰레기를 검출한 결과는 그림 1과 같으며, 해양쓰레기를 정확히 검출한 것을 알 수 있다.

표 1은 YOLOv5 모델 5 가지 YOLOv5x, YOLOv5l, YOLOv5m, YOLOv5s, YOLOv5n 에 대한 AP 성능을 정리하였다. YOLOv5 모델 중 평균적으로 가장 높은 성능을 보이는 모델은 x 임을 알 수 있다.

Model	YOLOv5x	YOLOv5l	YOLOv5m	YOLOv5s	YOLOv5n
mAP	0.831	0.828	0.829	0.821	0.801

<표 1> YOLOv5

## 3. 결론

본 논문에서는 YOLOv5 모델을 활용하여 해양 침적 쓰레기를 자동으로 탐지하고 분류하는 방법을 제안하였으며, 다양한 모델을 대상으로 실험을 수행한 결과, YOLOv5의 YOLOv5x 모델이 mAP 0.831로 가장 우수한 성능을 보였다. 이러한 결과는 YOLOv5 모델이 올라갈수록 우수한 성능을 보여줌을 알 수 있다.

본 연구는 YOLOv5와 같은 딥러닝 기반 객체 탐지 모델이 해양 환경에서 발생하는 다양한 형태의 쓰레기를 효과적으로 탐지할 수 있음을 입증하였다. 향후 실시간 해양 쓰레기 모니터링 및 환경 보호를 위한 데이터 기반 정책 수립에 기여할 수 있을 것으로 기대된다.

※ 본 논문은 해양수산부 실무형 해상물류 일자리 지원사업(스마트해상물류 x ICT 멘토링)을 통해 수행한 ICT 멘토링 프로젝트 결과물입니다.

## 참고문헌

[1] Jocher, G., "YOLOv5 by Ultralytics," GitHub, 2020. [Online]. Available: <https://github.com/ultralytics/yolov5>.

[2] Wang, C.-Y., et al., "CSPNet: A New Backbone that can Enhance Learning Capability of CNN," CVPRW, 2020.

[3] Lin, T.-Y., et al., "Feature Pyramid Networks for Object Detection," CVPR, 2017.

[4] Liu, S., et al., "Path Aggregation Network for Instance Segmentation," CVPR, 2018.