

# 고해상도 이미지의 객체 검출 성능향상을 위한 연구 : 드론으로 촬영한 불법작물(양귀비) 수색

이찬재, 윤호영, 김진희\*  
오케스트로(주)

cjlee@okestro.com, hy.yun@okestro.com, jh.kim@okestro.com

## A Study on Improved Object Detection Performance of High-Resolution Images: Searching for Illegal Crops(poppies) Filmed by Drones

Chan Jae Lee, Ho Yeong Yun, Jin Hee Kim\*  
OKESTRO Co., Ltd.

### 요 약

최근 컴퓨터 비전 분야에서 고해상도 이미지 데이터 내 객체 인식 및 검출을 목적으로 하는 연구가 활발하게 진행되고 있다. 하지만 이미지 해상도가 높아질수록 넓은 영역에서 다수의 정보를 포함하고 있어, 연산량 및 데이터 손실이 생기기 때문에 객체를 검출하기 어려운 문제가 존재한다. 본 논문에서는 드론으로 촬영한 고해상도 이미지에서 불법작물(양귀비)을 효과적으로 검출하기 위해, 이미지 슬라이싱 전처리 방식과 SoTA(State-of-The-Art) 기반의 Soft-teacher 및 Faster-RCNN 앙상블 모델을 제안하였다. 실험 결과 해상도가 높아질수록 제안하는 이미지 슬라이싱 전처리 방식 기반의 앙상블 모델을 사용할 경우 객체 검출 성능이 향상됨을 보였다.

### I. 서 론

최근 컴퓨터 비전 분야에서는 항공 및 드론으로 촬영된 고해상도 이미지 데이터 내에서 객체 검출을 목적으로 많은 연구들이 진행되고 있다.

하지만 고해상도 이미지 데이터 기반으로 객체 검출을 진행할 경우 크게 두 가지의 어려움이 존재한다. 첫번째로 이미지 크기 조정 시, 이미지 손실이 일어나기 때문에 학습의 어려움이 발생한다. 두번째로 고해상도 이미지 데이터의 경우 넓은 영역에 따른 정보가 다수 포함되어 모델의 입력 값으로 사용할 경우 연산량이 증가한다. 또한 고해상도 이미지 뿐만 아니라 일반적인 영상 데이터를 통한 객체 검출 기법에서는 영상 내에서 작게 표시되는 객체에 대해서는 좋은 성능을 보이지 못하는 문제가 있다.

본 논문에서는 고해상도 이미지를 감당한 전처리 기법과 작은 객체 검출 성능을 높이기 위해 mmdetection 을 활용한 SoTA 기반의 앙상블 모델을 제안하고, 이를 검증하기 위해 드론으로 촬영한 고해상도 이미지 데이터를 기반으로 불법 작물 검출을 진행한다.

### II. 관련연구

최근 컴퓨터 비전 분야에서는 객체 검출을 위한 기술로 Faster R-CNN[1]과 같은 심층 신경망 모델을 사용하고 있다. Darknet 의 YOLOv3[2]은 작은 객체 검출 성능에 뛰어나지만, 대부분의 모델은 최대 299X299 픽셀까지의 저해상도 이미지를 활용한다. 즉, 4K 혹은 8K 만큼 고해상도 영상으로 모델 학습을 진행한

연구는 많이 이루어지지 않고 있다. 최근에는 영상에서 작은 객체를 찾기 위한 방법으로 MD-IPN, MS-FPN 을 backbone 으로 제안[3]하였고, 작은 객체 검출 성능 향상[4]을 위해 슬라이싱 및 미세조정을 제공하는 오픈 소스 프레임워크[5]를 제안하는 연구가 이루어졌다.

### III. 문제정의 및 알고리즘

본 논문에서는 드론으로 촬영한 고해상도의 이미지 데이터 내에서 불법 작물을 검출한다. 하지만 고해상도의 이미지를 모델에 맞는 입력 크기로 줄이거나 등분할 경우 데이터 손실이 발생하고, 원본 이미지 그대로 학습할 경우 연산량이 많아져 학습에 어려움이 있다. 또한 이미지 내에 목표로 하는 객체가 많이 검출될 경우 라벨링 등의 전처리 단계에서 많은 비용이 소요된다. 이를 해결하기 위해 그림 1 과 같이 이미지 슬라이싱 기법의 전처리 방식으로 데이터 손실 및 연산량을 줄이고, 중단간 학습 모델인 Soft-teahcer 모델과 한번의 네트워크 학습으로 객체 검출 수행 속도를 향상시킨 Faster-RCNN 의 앙상블 모델을 통해 비용적 측면을 개선하였다.

#### 1. 이미지 슬라이싱

슬라이싱 방법은 학습 및 추론 단계에서 사용한다. 원본 이미지를  $m \times n$  으로 자른 후, 자른 경계면에서의 객체 손실을 방지하기 위해 겹쳐서 이미지를 자른다. 후처리로 최대억제(NMS, Non-Maximum Suppression)를 이용하여 추론한 결과를 결합하여 원본 이미지로 만든다.

\* 교신저자 : 오케스트로(주)(jh.kim@okestro.com)

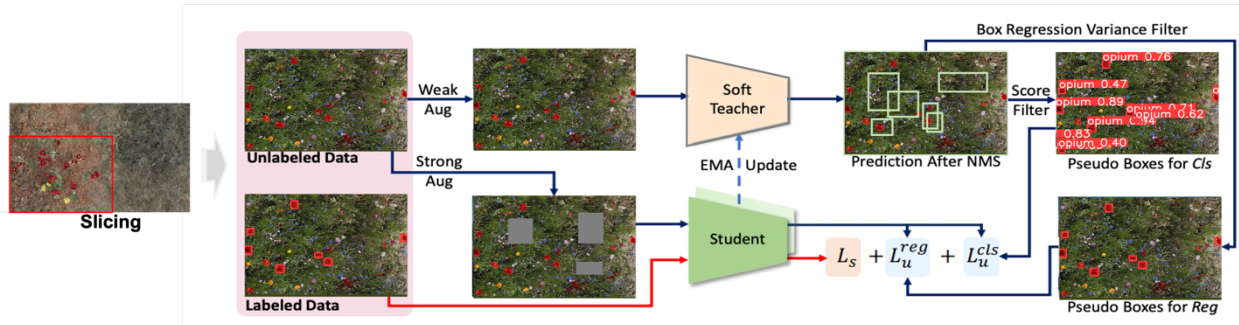


그림 1. 고해상도 이미지 처리 및 객체 검출 알고리즘 흐름도

## 2. Soft-teacher

라벨링 수집에서의 병목 현상을 막기 위해 사용한 기법으로, 선생모델과 학생모델로 구성하고 선생모델은 라벨링되지 않은 데이터로 수도 라벨(pseudo label)을 생성하고, 학생모델은 객체 검출 학습의 역할을 한다.

## 3. Faster-RCNN

기존 Fast-RCNN 의 구조를 가지면서 선택적 탐색 대신 후보 영역 네트워크(RPN, Region Proposal Network)를 통해 관심 영역(RoI, Region of Interest)을 계산하여 네트워크 병목현상을 해결한다. 실시간 객체 검출 성능에 비해 이미지 내 특정 영역에서의 객체 검출 성능이 중요하다는 점을 고려해, YOLO 계열의 최신 모델이 아닌 Faster-RCNN 을 사용하였다.

## IV. 성능실험

실험환경은 엔비디아 A6000 GPU 2 대를 이용하여 실험을 진행하였다. 실험에서 사용된 데이터는 드론을 통해 국내에서 발견된 실제 양귀비를 4K 또는 8K 로 촬영하여 수집한 고해상도의 이미지이다.

수집된 이미지 데이터는 학습용 데이터 2505 개, 검증용 데이터 628 개, 테스트용 데이터 1256 개, 라벨이 없는 데이터 6947 개의 데이터로 구성되어 있다.

<표 1> 학습 및 평가 이미지 크기

	$i_{raw} - i_{raw}$	$i_{raw} - i_{slicing}$	$i_{slicing} - i_{slicing}$
해상도	(4k, 4k), (8k, 8k)	(4k, 2k), (8k, 2k)	(2k, 2k)

실험은 표 1 과 같이 세 가지 방법으로 진행한다. 첫번째 실험 방법은 원본데이터  $i_{raw}$  를 이용한 학습 및 평가 진행 방법이다. 두번째 방법은  $i_{raw}$  를 이용한 학습과 이미지 슬라이싱을 적용한  $i_{slicing}$  을 평가로 진행하는 방법이다. 마지막으로  $i_{slicing}$  을 이용한 학습 및 평가로 진행한다. 학습 및 평가로 사용된 데이터 구성은 해상도에 따라 다르며, 4k 의 이미지로 학습한 이미지와 4k 의 이미지로 평가, 8k 의 이미지로 학습한 이미지와 8k 의 이미지로 평가하는 방법 등 표 1 의 해상도와 같이 구성한다.

<표 2> 실험 별 mAP

	$i_{raw} - i_{raw}$	$i_{raw} - i_{slicing}$	$i_{slicing} - i_{slicing}$
AP	0.133	0.186	0.229
AP <sub>50</sub>	0.310	0.356	0.475
AP <sub>75</sub>	0.079	0.127	0.173
AP <sub>s</sub>	0.139	0.148	0.250
AP <sub>m</sub>	0.456	0.587	0.663
AP <sub>l</sub>	0.744	0.675	0.713

객체 검출에서 사용되는 mAP(mean Average Precision) 평가 지표를 활용하여 성능을 평가했으며, 그

결과 표 2 와 같이 각 AP 는 원본 이미지만을 사용한 것보다 슬라이싱을 적용한 것이 좋은 성능을 나타내는 것으로 판단된다.

## V. 결론

본 논문에서는 고해상도의 이미지에서 작은 객체 검출의 성능을 개선하기 위한 방안을 제시한다. 드론으로 촬영한 불법 작물의 고해상도 이미지 데이터를 기반으로 고해상도의 이미지를 감안한 이미지 슬라이싱 기법과 mmdetection 의 SoTA 양상불 모델을 활용하여 비교 분석하였다. 평가지표 mAP 를 통해 실험한 결과 원본 이미지를 그대로 사용하는 것보다 개선된 결과를 보여주며, 이는 고해상도 데이터를 이용한 딥러닝 학습 시, 제약에 관하여 개선된 방향을 제시할 수 있을 것이라고 사료된다. 향후 연구에서는 자체 수집한 고해상도 이미지를 기반으로 불법 작물을 실시간으로 검출하고 모델 경량화를 진행하고자 한다.

## ACKNOWLEDGMENT

이 논문은 과학기술정보통신부의 재원으로 정보통신산업진흥원 - 민간 지능정보서비스 확산사업의 지원을 받아 수행된 연구임

## 참 고 문 헌

- [1] Ren, Shaoqing, et al. "Faster r-cnn: Towards real-time object detection with region proposal networks." Advances in neural information processing systems 28 (2015).
- [2] Redmon, Joseph, and Ali Farhadi. "Yolov3: An incremental improvement." arXiv preprint arXiv:1804.02767 (2018).
- [3] Liu, Ziming, et al. "HRDNet: high-resolution detection network for small objects." 2021 IEEE International Conference on Multimedia and Expo (ICME). IEEE, 2021.
- [4] Růžička, Vít, and Franz Franchetti. "Fast and accurate object detection in high resolution 4K and 8K video using GPUs." 2018 IEEE High Performance extreme Computing Conference (HPEC). IEEE, 2018.
- [5] Akyon, Fatih Cagatay, Sinan Onur Altinuc, and Alptekin Temizel. "Slicing Aided Hyper Inference and Fine-tuning for Small Object Detection." arXiv preprint arXiv:2202.06934 (2022).