

조난자 탐지를 위한 드론 기반의 RGB 및 열화상 기반 딥러닝 모델 연구

유성원, 신수용

국립금오공과대학교 IT융복합공학과

yoo36@kumoh.ac.kr, wdragon@kumoh.ac.kr

Research on RGB and Thermal Imaging-based Deep Learning with Search and Rescue Drones

Yoo Seong Won, Shin Soo Young

Kumoh National Institute of Technology. IT Convergence Engineering

요약

본 연구는 드론 플랫폼에서 RGB 및 열화상 영상을 활용한 객체 탐지에 대한 딥러닝의 응용을 탐구한다. 다중 센서의 통합은 드론이 더 다양한 작업 환경에서 운용이 가능하도록 기능을 강화한다. 딥러닝 모델의 경량화를 위해 두 가지 다른 데이터 셋인 RGB 이미지 데이터 셋과 열화상 이미지 데이터 셋을 통합하여 딥러닝 모델을 학습하였다. 컴패니언 PC 환경에서 각각 학습된 모델들과 병합 모델의 성능을 비교하여 병합 모델이 더 적은 컴퓨터 사용량으로 빠른 속도로 실시간 객체 감지를 수행한다는 결과를 얻었다.

I. 서론

현대 사회에서 드론은 다양한 분야에서 활용되며, 특히 조난자 탐지 및 구조 작업에서의 응용 가능성이 크게 증가하고 있다. RGB 카메라가 성능이 좋지 않은 날 밤과 날씨 조건에서 사용할 수 있는 능력 때문에 열화상 카메라는 정교한 비디오 감시 시스템의 중요한 구성 요소가 되었다. 본 논문은 드론을 활용하여 조난자 탐지를 수행하는 데 있어 RGB 및 열화상 영상을 기반으로 한 딥러닝 모델을 연구하고자 한다. 이에 앞서 드론 기반의 다중 센서 통합이 어떻게 객체 탐지의 성능을 향상시킬 수 있는지를 탐구하고, 특히 딥러닝 모델의 경량화를 통해 실시간 객체 감지에 대한 속도와 효율성을 높이는 것에 중점을 두었다.

안개, 비 등으로 인해 날씨가 좋지 않은 환경, 혹은 직사광성으로 인하여 객체를 탐지하기 어려운 환경 등 RGB 카메라의 성능이 좋지 않을 때가 있다 따라서 조도가 비교적 높은 낮 시간대 에서도 RGB 카메라만 사용하는 것보다 열화상 카메라를 함께 활용하여 객체 감지 정확도를 향상시킬 수 있다. RGB, 열화상 두 카메라 센서는 각각 다른 종류의 데이터 셋으로 학습된 알고리즘을 통해 객체를 검출한다. 두 카메라를 동시에 활성화하여 얻은 데이터로 각각 학습한 딥러닝 모델을 활용함으로써, 다양한 환경에서 높은 성능을 제공할 수 있게 된다.

하지만 경량화를 요구하는 드론에 장착되는 컴패니언 PC의 특성상 이 방법은 무겁고 높은 사양을 요구하였다. 본 연구에서는 두 가지 데이터 셋을 통합하여 학습한 하나의 새로운 모델을 통해 실시간 객체 탐지의 속도를 향상시켜, 조난자 탐지 및 구조 활동에 높은 효율성을 제공하는 딥러닝 모델을 개발하고자 한다.

II. 본론

1. YOLO(You Only Look Once)

YOLO는 객체 탐지를 위한 딥러닝 알고리즘은 주로 컴퓨터 비전 분야에서 사용되며, 주어진 이미지 또는 비디오에서 특정 객체의 위치를 찾아내

는 작업을 수행한다. YOLO는 그리드 셀에 대한 다양한 크기의 bounding box를 사용하여 서로 다른 크기의 객체를 실시간으로 효과적으로 탐지할 수 있어 객체 탐지 드론 시스템에 매우 효과적이다. 그림 1은 두 가지 다른 데이터 셋을 각각 학습하여 두 모델을 사용한 시스템의 구성도이다. 드론에 장착된 컴패니언 PC는 경량화를 위해 비교적 가벼우며 낮은 사양의 하드웨어로 구성되어 있다. 따라서 그림1 과 같은 방법은 실시간 객체 감지 속도를 저하시킨다. 따라서 본 연구에서는 그림 2와 같은 방식을 사용하여 모델을 경량화하여 객체 감지 드론 시스템에서 효율성을 제공하는 딥러닝 모델을 제시한다.

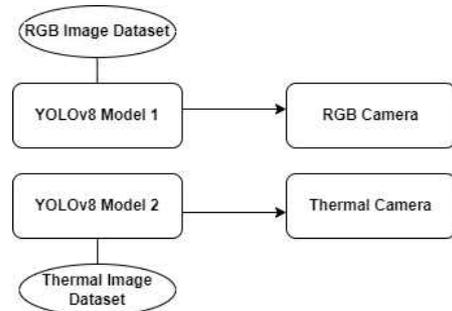


그림 1 두 카메라 센서를 활용한 기존 객체 감지 모델

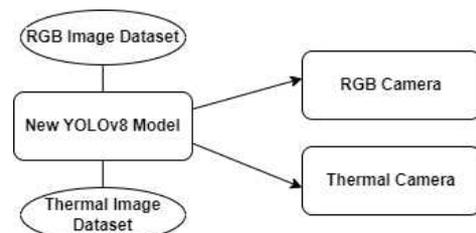


그림 2 본 연구에서 제시하는 객체 감지 모델

본 연구에서는 YOLO 알고리즘의 최신 모델인 YOLOv8 모델을 사용하여 실시간 객체 검출에 사용하였다. 이전 연구[1]에 따르면 YOLOv8에서는 아키텍처, 컨볼루션 레이어, 검출 헤드의 개선을 도입하여 YOLOv5 또는 YOLOv7 모델에 비해서 실시간 객체 검출에 더 높은 사양을 보여 줄 뿐만 아니라 인스턴스 세분화를 지원하여 이미지나 비디오에서 여러 객체를 동시에 감지하는 기능이 강화되어 재난 지역에서의 활용성에 더욱 적합하다고 판단하였다.

2. 학습

COCO 2017 RGB 이미지 데이터셋과 Teledyne FLIR에서 제공하는 열화상 이미지 데이터셋을 병합하여 학습 데이터셋을 만들었다. 열화상 이미지 데이터셋은 비교적 적은 양의 이미지들로 이루어져있어 데이터 증강(Augmentation)을 통해 모델의 성능을 향상시켰다. 이를 드론에 장착되는 컴팩티인 PC 환경을 고려하여 비교적 작은 모델은 YOLOv8s 모델을 사용하여 epochs는 100, batch size는 16, image size는 640으로 설정하여 학습하였다. 비교를 위해 RGB 이미지 데이터셋과 열화상 이미지 데이터셋 또한 각각 같은 트레이닝 파라미터로 학습하였다.

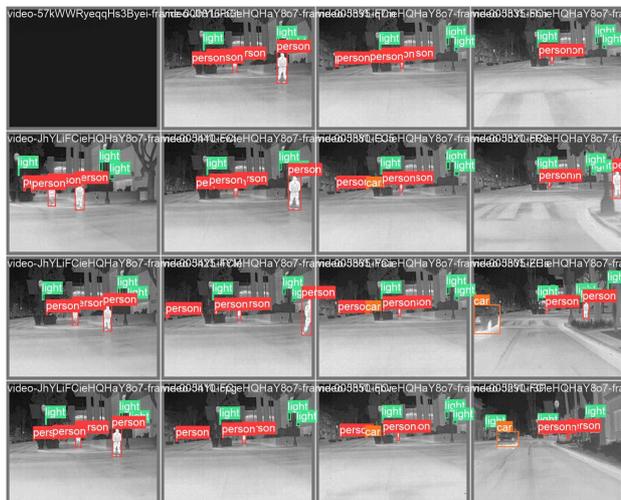


그림 3 열화상 이미지 데이터셋 학습



그림 4 RGB 이미지 데이터셋 학습

3. 테스트

Nvidia Jetson Orin NX 컴팩티인 PC에 Intel D435i 랩스 카메라와 FLIR FLIR Hadron 640R 열화상 카메라를 사용하여 두 개의 데이터셋을 사용

하여 각각 학습한 두 개의 모델을 동시에 사용한 시스템과 두 개의 데이터셋을 병합하여 학습한 데이터셋 하나의 모델을 사용한 모델을 비교하여 테스트를 진행하였다.

3. 결과

실험 결과를 통해 각각 개별적으로 학습된 모델들과 병합된 모델을 비교하여, 병합된 모델이 더욱 빠른 속도로 실시간 객체 감지를 수행함을 확인하였다. 이러한 비교 분석을 통해, 두 모델의 효율성 및 실제 활용 가능성에 대한 중요한 인사이트를 얻게 되었다.

III. 결론

본 연구에서는 드론을 활용한 실시간 조난자 탐지 및 구조 작업을 위해 RGB 및 열화상 기반 딥러닝 모델을 연구하였다. 다중 센서 통합을 통한 드론의 성능 향상을 탐구하였으며, 특히 YOLO 알고리즘을 활용하여 객체(사람)를 실시간으로 감지하는데 사용되는 컴퓨팅 사용량을 비교하는데에 주요점을 두었다. 두 가지 다른 데이터 셋을 통합하여 학습한 새로운 모델은 경량화되어 효율적으로 동작함을 보여주었다. 실험 결과를 통해 병합된 모델이 빠른 속도로 실시간 객체 감지를 수행하는 것을 확인하였고, 이를 통해 두 모델의 효율성과 실제 활용 가능성에 대한 중요한 통찰력을 얻게 되었다. 이러한 연구 결과는 드론을 활용한 실제 상황에서의 효과적인 객체 탐지 및 구조 작업을 위한 기초를 제공한다.

이후에 실제 자율 주행하는 드론에 이 시스템을 적용하여 테스트를 진행해 볼 예정이고, 더욱 높은 정확도를 위해 관련 연구[2]를 참고하여 RGB 이미지와 열화상 이미지간의 Domain Adaptation 기술을 활용하여 이전 시스템과 비교해 볼 예정이다.

ACKNOWLEDGMENT

This research was supported by the MSIT (Ministry of Science and ICT), Korea, under the ITRC (Information Technology Research Center) support program (IITP-2023-RS-2023-00259061) supervised by the IITP (Institute for Information & Communications Technology Planning & Evaluation).

“This research was supported by the MSIT(Ministry of Science and ICT), Korea, under the ICAN(ICT Challenge and Advanced Network of HRD) program(IITP-2022-RS-2022-00156394) supervised by the IITP(Institute of Information & Communications Technology Planning & Evaluation)”

참고 문헌

- [1] Aboah, Armstrong, et al. "Real-time multi-class helmet violation detection using few-shot data sampling technique and yolov8." Proceedings of the IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition. 2023.
- [2] Hnewa, Mazin, and Hayder Radha. "Multiscale domain adaptive yolo for cross-domain object detection." 2021 IEEE International Conference on Image Processing (ICIP). IEEE, 2021.