

인공지능을 활용한 드론 탐지 시스템

권성준, 권현

육군사관학교 AI데이터과학과

kwonsongjun0916@gmail.com, hwkwan.cs@gmail.com

Drone detection system utilizing artificial intelligence

Sungjune Kwon, Hyun Kwon

Department of Artificial Intelligence and Data Science

요약

본 연구에서는 드론을 탐지하는 모델을 구현하기 위해 컴퓨터 비전을 활용하였다. 오늘날 드론을 활용한 새로운 유형의 공격방법이 대두되는 만큼 대드론 방어는 방어 작전 수행 중 중요한 요소로 자리잡게 되었다. 이에 따라 본 연구에서는 드론 방어 중 상황인식 및 판단을 개선하기 위하여 사진 및 영상자료에서 비행 중인 물체를 감지하고 이를 드론으로 분류하는 모델을 학습시키는 방법을 연구하였다. YOLOv8 모듈을 활용하였고 소형 드론을 탐지의 정확도를 높이기 위한 후처리 과정을 추가하여 이를 국방 분야에 적용할 방법을 고찰하였다.

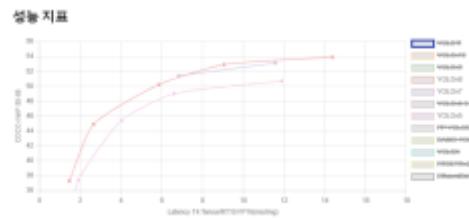
I. 서론

최근 우크라이나-러시아 전쟁과 이스라엘-하마스 전쟁이 발발함에 따라 미래 전장에서 활용될 새로운 유형의 공격수단으로 드론이 언급되고 있다. 드론은 앞으로 작전 중 정찰, 공격, 물자 운송 등 다양한 분야에서 활용될 것으로 기대되고 있다.[1] 드론은 다른 현행 무기체계들과 비교하여 지상 환경의 영향을 비교적 덜 받는다는 장점을 가진다. 이러한 장점을 고려하여 드론은 공격작전에서 활용될 새로운 운용방법이 지속적으로 연구되고 있다.[2][3] 그러한 반면, 드론에 대한 방어는 운용 연구에 비하여 연구수준이 낮은 상황이다.

본 연구에서는 이에 따라 드론 방어 과정에서 상황 인식 및 판단을 개선하기 위하여 사진 및 영상자료 속에서 공중의 물체를 탐지하고, 이를 드론으로 분류하는 방법을 고안하였다. 이 방법에서 YOLOv8 모델을 활용하였고, 소형 드론 인식에서의 오류를 줄이기 위한 후처리 과정을 진행하여 정확도를 높였다.

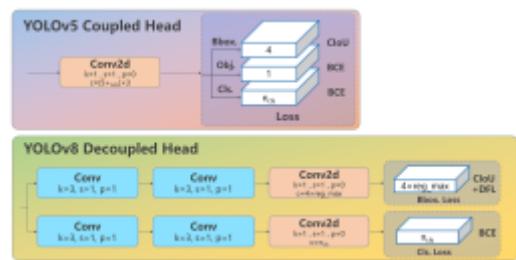
II. 관련연구

본 연구에서 드론 탐지를 위하여 YOLOv8 모델을 활용하였다. YOLOv8 모델은 Ultralytics가 2023년 1월에 개발한 모델로 실시간 객체 탐지에 효과적인 모델이다. 이 모델은 Regional Proposal와 Classification이 동시에 처리되는 One-stage detector 방식을 활용하여 모든 단계가 연결되어 자동으로 특성을 추출하는 종단간 학습 모델이다. 정확도 또한 기존의 YOLOv7, YOLOv5와 비교하여 개선되었으며, 속도 또한 증가하였다.[4]



(그림1)YOLO 버전별 성능표

기존 모델들과 달리 YOLOv8은 Anchor-free detector 구조를 가져 미리 객체를 지정할 필요 없이 자동으로 객체 위치를 예측하여 학습한다는 장점이 있다. 또한 Decoupled Head 구조를 가져 박스 예측과 클래스 분류가 별도로 나뉜 구조를 가지고 있다. 이로 인하여 학습 안전성을 높일 수 있다는 장점을 가진다.[5]



(그림2)YOLOv8 구조 모식도

YOLOv8은 C2f 모듈을 통하여 특징을 추출하며 이로 인하여 적은 연산량을 가지고 작은 객체들에 대해서도 특징을 유지할 수 있다는 이점을 가진다. 하지만 Anchor-free 구조로 인하여 일정 크기 이하의 객체에 대해서는 위치 회귀가 혼들려 불안정하다는 단점이 존재한다. 또한, 궁정 오류로 인하여 새, 구름 등을 드론으로 오인한다는 문제도 존재한다. 마지막으로 학습 속도가 빠른 만큼 과적합이 발생하기 쉽다는 단점이 존재한다. 이러한 문제는 후처리 과정을 통하여 어느 정도 해결할 수 있다.

III. 드론 탐지

3.1 데이터셋 구성

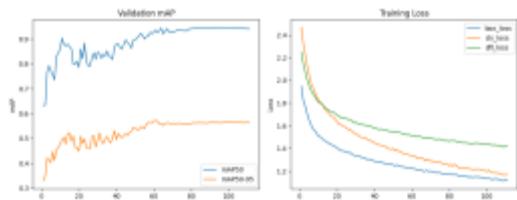
먼저 드론에 대한 약 10900개의 사진자료가 담겨있는 데이터셋을 기반으로 학습을 준비한다. 학습을 위하여 준비한 데이터셋은 하늘을 포함한 다양한 환경에서 운용되고 있는 드론의 사진들로 이루어져 있으며 train, test, valid로 나누어 구성되어 학습 및 중간 평가 과정을 시행할 수 있다.

```
dataset/
  └── drone/
    |   └── images/
    |   |   └── valid/
    |   |   └── train/
    |   |   └── test/
    |   └── labels/
    |   |   └── valid/
    |   |   └── train/
    |   └── test/
```

(그림 3) 데이터셋 폴더 구조

3.2 YOLOv8을 활용한 드론 탐지 모델 학습

객체 탐지를 위하여 사용한 YOLOv8 모델은 입력된 데이터에 대하여 전처리 과정을 우선적으로 실시한다. 이미지 자료는 1024x1024 이미지로 리사이즈되며 정규화 과정을 거친 후 텐서로 변환된다. 이후 전처리된 데이터에서 특징을 효과적으로 추출하기 위하여 데이터에 대한 증강을 실시한다. 이 때 작은 드론에 대한 탐지 또한 목표로 하므로 적정 수준에서 증강을 실시한다. 다음의 예측 단계에서는 특징을 추출한 후 다중 해상도를 통합하고, 마지막으로 박스와 클래스를 예측한다. 이후 정답 할당 과정을 거치고 손실함수를 거쳐 최적화를 실시한다. 학습은 유의미한 학습결과가 산출되지 않을 때까지 반복되며, 이러한 학습과정은 111 epoch 동안 반복하여 학습된다.



(그림 4) epoch별 모델 정확도 및 손실함수 값

3.3 후처리 실시

학습된 모델은 기존의 문제점인 ‘특정 크기 이하의 객체에 대한 불안정한 탐지’를 개선하기 위하여 후처리 과정을 거친다. 후처리 과정에서는 신뢰도 필터링과 NMS를 진행하여 배경 노이즈로 인하여 발생하는 문제와 작은 객체의 적은 정보량으로 인한 미탐지 문제를 해결한다. 이 과정에서는 각종 파라미터의 값을 조절하여 후처리를 진행한다.



(그림 5) 후처리 과정 이후 탐지 결과

3.4 영상자료에 대한 추가적인 활용

영상자료에서도 객체 탐지를 실시하기 위하여 영상을 프레임 별로 나누어 사진자료로 저장하고, 각각의 사진자료에 대해서 객체 탐지를 실시한 이후 이를 시각적으로 표시하도록 하는 코드를 작성한다. 그 이후 사진자료들을 다시 영상으로 합치는

코드를 추가한다.

IV. 국방분야에 대한 고찰

오늘날의 전장에서 드론의 활용이 많아짐에 따라 대드론 방호의 중요성이 높아지고 있다. 하지만 다른 무기체계들과 비교하여 소형이라는 특성과 속도가 빠르다는 특성, 지상 환경의 영향을 비교적으로 덜 받는다는 장점으로 인하여 이를 방어하는 것이 상당히 어렵다는 점, 아직 대드론 방호에 대한 연구가 타 무기체계에 대한 방호보다 미흡하다는 것이 현행되는 상황이다. 본 연구에서 연구한 드론 감지 모델을 활용하면 복잡한 전장환경에서 드론을 빠르게 탐지할 수 있을 것으로 기대된다. 이러한 빠른 탐지가 곧 빠른 상황판단으로 이어져 대드론 방호에 효과적으로 도움을 줄 수 있을 것이다. 또한 이런 시각적 자료를 바탕으로 한 드론 탐지는 다른 무기체계와 연동하여 실시간 드론 트래킹 등으로 활용하여 직접적인 타격을 실시하는 데 도움을 줄 것으로 기대된다. 따라서 이 연구에서 보여준 결과는 국방 분야에서의 적용에 효과적일 수 있다.

V. 결론

본 연구에서는 YOLOv8 모델을 활용하여 사진 및 영상자료에서 드론을 탐지하는 방법을 연구하였다. 제안된 방법은 YOLOv8모델을 활용하여 객체인식 및 분류를 학습시키고 후처리 과정을 거쳐 소형 드론도 인식할 수 있도록 최적화시키는 것이었다. 이를 통해 복잡한 전장환경에서 드론을 빠르게 탐지해내는 결과를 획득할 수 있었다. 연구 결과를 통해 아군의 빠른 상황인식과 판단을 보조하여 대드론 방호에 효과적인 도움을 제공할 것을 기대할 수 있다.

참고문헌

- [1] 최무룡. (2025). 우크라이나-러시아 전쟁 기간 중 드론 운용 방식 전화에 따른 소부대 전술의 변화 양상 연구. 문화기술의 융합, 11(5), 507-515.
- [2] 김충호. (2017). 한국군의 뉴테러리즘 위협에 관한 대응방안 연구 : 수도서울 테러를 중심으로 [석사학위논문, 한성대학교]. <http://www.riss.kr/link?id=T14382204>
- [3] 안용운. (2023). 국가중요시설 신방호체계 구축 방안 연구 : 드론위협 대응체계(3중 둠 방호체계)를 중심으로 [박사학위논문, 건양대학교]. <http://www.riss.kr/link?id=T16659233>
- [4] Ultralytics. (n.d.). Ultralytics YOLOv8: 지원되는 작업 및 모드. Ultralytics Docs. <https://docs.ultralytics.com/ko/models/yolov8/#supported-tasks-and-modes>
- [5] Ultralytics. (2024, December 5). Benefits of Ultralytics YOLOv1 being anchor-free detector. Ultralytics. <https://www.ultralytics.com/ko/blog/benefits-ultralytics-yolov1-being-anchor-free-detector>