

YOLO 알고리즘을 이용한 전차 국적 식별 방법

임승균^o, 강동수

국방대학교

gyun1209@gmail.com, greatkoko@kndu.ac.kr

A Method of Identify Nationality of Tank using YOLO Algorithm

Seunggyun Lim^o, Dongsu Kang
Korea National Defense University

요 약

전차의 피아식별 시스템은 전차장과 포수에 의해 눈으로 표적을 획득하고 공격여부를 판단하기 때문에 신속성과 정확성 측면에서의 한계가 존재한다. 이러한 사항을 개선하기 위해서는 실시간 영상의 정보를 기반으로 전차를 탐지하고 국적 식별이 필요하다. 본 연구는 객체 식별의 대표적인 YOLO 알고리즘을 이용하여 전차의 국적을 식별한다. 사용된 데이터 셋은 대한민국, 미국, 일본, 북한의 4개국 주력전차 사진 자료를 이용하고, 특히, 전투상황과 유사하도록 노이즈를 추가하고 이미지 전처리를 하였다. 객체 식별 평가 척도인 mAP와 IoU를 측정한 결과 높은 성능을 보였다.

1. 서 론

기갑 전투는 누가 먼저 보고 누가 먼저 쏘느냐에 따라 단 몇 초 만에 승패가 결정되는 것으로 불확실한 전투상황에서 신속하고 정확한 피아식별을 통해 적보다 우위를 선점하는 것이 매우 중요하다. 그러나 기존의 시스템은 전차장과 포수에 의해 눈으로 표적을 획득하고 피아식별을 한 뒤, 공격 여부를 판단하기 때문에 신속성과 정확성 측면에서의 한계가 존재한다.

따라서 사람의 능력이 아닌 전차의 감시장비에서 자동으로 피아식별을 하게 된다면 지상전투의 주력인 전차의 전투력과 기갑부대의 전투수행능력이 크게 향상될 것이다. 이러한 감시장비를 활용한 객체탐지 및 분류에 대한 연구는 다방면으로 이루어지고 있으나, 일반적으로 개발된 객체탐지 모델은 군 무기체계에는 효율적으로 학습되지 않아서 정확하게 식별하지 못하는 오류가 있다.

그러므로 전차를 정확하게 인식하여 국적을 분류하는 연구가 필요하다. 본 연구는 객체 식별의 대표적인 YOLO(You Only Look Once) 알고리즘을 이용하여 전차의 국적을 식별하는 연구이다. 본 논문에서 사용된 데이터 셋은 대한민국, 미국, 일본, 북한의 4개국 주력전차 사진 자료를 이용한다.

2. 관련 연구

2.1. 객체 식별(Object Detection)

객체 식별은 이미지 사진이나 동영상에서 특정 물건, 사람 등 사용자가 지정한 객체(Object)를 식별하고 해당 객체의 위치(Bounding Box)를 정확하게 찾기 위한 컴퓨터 시각(computer vision)기술이며 사진이나 동영상에서 위치제안과 식별이 모두 수행되어야 한다. 이렇게 Deep learning을 이용한 객체식별은 One-stage detector와

Two-stage detector로 구분되어 발전 되었다.[1]

One-stage detector는 위치제안과 식별이 동시에 이루어지고, Two-stage detector는 위치제안과 식별이 순차적으로 이루어지며 추론속도가 느리다는 단점이 있다.[2] 이러한 단점을 보완하기 위한 One-stage detector의 대표적인 알고리즘이 YOLO이다.[3] 현재는 더 높은 속도와 정확도를 가진 v3, v4 등의 향상된 알고리즘이 등장하면서 더욱 활발히 연구가 활발히 진행되고 있다. 본 연구에서는 가장 최근에 발표된 모델인 YOLOv4 모델을 사용하여 연구를 진행한다.[4]

2.2. 무기체계 객체 식별 방법

무기체계를 대상으로 객체 식별 알고리즘을 이용하여 객체를 식별하는 연구는 <표 1>과 같이 다양한 분야에서 진행되어 왔다. 위성영상 내의 항공기를 식별[5], 해상 영상에서 군함을 탐지하고 국적을 식별[6], CNN 기반으로 헬기 기종을 분류하여 피아를 식별[7], 야간 및 저시정 해양환경에서 선박을 분류[8]하는 연구가 있었다.

표 1. 기존 무기체계 객체 식별 연구 비교

구분	목적	사용방법	데이터 규모
항공기	위성영상 항공기 식별	CNN	1,600장
군함	군함 국적 식별	YOLOv4	10,299장
헬기	피아 식별	CNN	786장
선박	야간(저시정) 선박 분류	CNN	-

3. 전차 국적 식별 방법

전차 국적 식별 방법은 데이터 수집, 사진 처리, 학습의 프로세스로 진행된다.

3.1. 데이터 수집 및 사진 처리

본 논문에서 사용된 데이터 셋은 대한민국, 미국, 일본, 북한의 4개국 전차 사진 자료를 사용하였으며, 각 나라의 대표 주력 전차를 기반으로 대한민국은 K1 전차, K1 전차의 개량 전차(K1E1, K1A1 등), K2전차를, 미국은 M1A1 전차, M1A2 전차를, 일본은 10식 전차, 74식 전차, 90식 전차를, 북한은 M2002 전차, T-55 전차, T-62 전차, T-72 전차를 기반으로 구성했으며, 수집한 총 전차 이미지는 1,989장이다.

실제 전투상황과 유사하도록 전차 이미지에 흠먼지와 안개를 추가 처리하여 이미지의 양을 3배로 증가시켰다. 기갑전투의 경우 전차 기동으로 인해 흠먼지가 많을 수 있는 상황, 날이 흐리거나 안개로 인해 식별이 제한되는 상황을 고려하여 <그림 1>과 같이 전차 사진을 처리한 뒤 레이블링 작업을 실시하였다.



그림 1. 전차 사진 처리

3.2 YOLOv4를 이용한 학습

YOLOv4를 이용하여 학습시키기 위해 Train set과 Validation set의 비율은 8:2로 구분하여 구성하였고 학습 효과를 높이기 위해 Darknet에서 $-15^{\circ} \sim +15^{\circ}$ 까지 회전시킴으로써 데이터를 추가로 증강시켜 학습을 진행하였다. 또한, <그림 2>와 같은 방법으로 추가적인 Preprocessing Layer를 두어 수집한 각각의 이미지에서 배경을 추출하고 학습시키고자 하는 객체만 학습시킴으로써 알고리즘 위치제안 영역의 성능 향상 시켰다.

기존의 방식대로 YOLOv4에 학습할 경우 레이블링하는 과정에서 식별시키고자 하는 객체 이외에 배경부분에 위치한 사람, 전광판, 깃발 등 다른 객체들도 모두 레이블링하게 되어 전차로 학습하게 된다. 따라서 이미지를 학습시키기 전에 <그림 2>와 같은 과정을 추가시킴으로써 불필요한 노이즈를 줄이고 식별시키고자 하는 객체만을 학습 시키도록 하여 모델의 성능을 높이고자 하였다.



그림 2. Preprocessing Layer 처리 과정

4. 실험 및 분석

4.1 실험 환경과 평가 척도

본 연구에서 YOLOv4 모델을 활용하여 다국적 전차 판별의 실험을 위해 구성한 환경은 아래 <표 2>와 같으며 Visual studio 2015, CUDA 9.0, CuDNN v7.6.5 for CUDA 9.0를 이용하여 실험하였고 프로그램은 Darknet을 이용했다. Input size는 416x416, Iteration은 일반적으로 YOLOv4를 사용시 적용하는 Class의 수 x 4000을 적용하여 16,000회, Learning rate는 GPU 환경을 고려하여 0.0013으로 설정하였다.

표 2. 실험을 위해 구성한 환경

장비	사양
Processor	Intel(R) Core(TM) i5-10400 CPU 2.90GHz
RAM	16GB
GPU	NVIDIA GEFORCE GTX 1070Ti

일반적으로 객체 식별 연구에서 성능을 확인하는 지표에는 Bounding Box를 얼마나 잘 찾아내는지에 대한 식별률의 척도를 나타내는 IoU(Intersection over Union), Precision, Recall, mAP(mean Average Precision)를 도출하여 모델의 정확도를 평가한다.

4.2 실험결과 분석

평가척도를 기준으로 실험한 결과는 <표 3>과 같다. mAP값은 98.54%로 높은 수준의 정확도를 나타냈으며 Average IoU 또한 82.74%로 높게 나타나 평균 식별률도 높은 것으로 나타났다.

표 3. 평가척도 결과

구분	mAP	Average IoU	Precision	Recall
값	98.54%	82.74%	0.95	0.96

<그림 3>은 학습이 진행되면서 mAP 값과 Loss 값이 변화되는 과정을 그린 그래프이다. mAP(빨간색 실선)는 학습이 진행되면서 높아지고 Loss(파란색 실선)는 낮아지며 학습이 잘 이루어진 것을 확인할 수 있다.

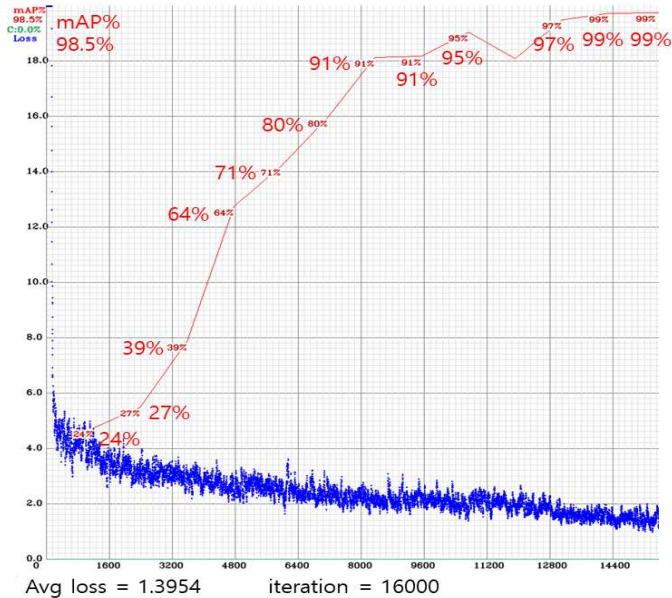


그림 3. mAP, Loss 그래프

4.3. 테스트 데이터에 의한 평가

테스트 데이터는 한국, 미국, 일본, 북한의 주력전차를 위주로 영상을 제작하였으며, 연구자가 제안한 모델로 테스트를 진행하였다. 실제 전투상황에서도 판별이 가능한지 확인하기 위하여 고속 기동영상, 기동으로 인한 흩먼지가 많은 환경에서의 영상, 겨울철 눈 덮인 도로를 기동하는 영상을 포함하여 데이터를 편집하였다. 테스트 데이터를 평가하는 방법은 식별하고자 하는 전차를 정확한 위치에 Bounding Box를 통해 분류하는지 확인하는 것과 Box 상단의 정확도 표시를 통해 확인하며, 그 결과는 아래 <그림 4>와 같다.

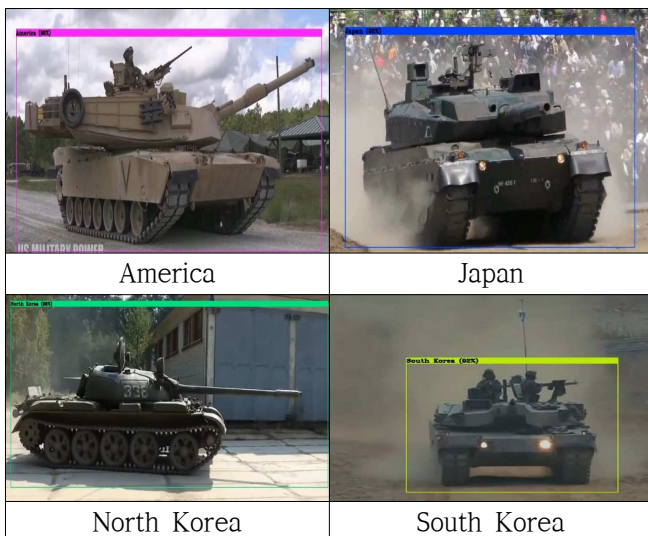


그림 4. 영상 식별 결과

5. 결론 및 향후연구

본 연구는 육군의 주력인 전차에 대해 딥러닝의 객체 탐지에 기초하여 다국적 전차를 탐지하고 국적까지 분류하는 모델에 관하여 연구하였다. 기존의 YOLOv4 알고리즘보다 더 향상된 성능의 모델을 구현하기 위해 기존 알고리즘에 Preprocessing Layer를 추가한 방법을 제안하고 실험하였다. 특히, 기갑 전투의 특성을 활용하여 기상 영향 뿐만 아니라 고속기동에 따른 흩먼지가 일어날 수 있는 점을 추가하여 이미지를 처리하였다. 실험결과, 학습이 진행되는 동안 mAP 값이 높아지고 Loss값이 낮아지며 학습이 잘 이루어 졌으며, 테스트 데이터를 기반으로 평가한 경우에도 각 나라의 주력전차를 잘 식별하고 분류함을 확인할 수 있었다.

향후 더 많은 국가들의 전차 이미지를 수집하여 다양한 국가의 전차를 분류하고 탐지하는 모델을 구축한다면 더욱 유용한 방법이 될 수 있을 것이며 야간의 전차 조준경에도 적용할 수 있도록 열 영상을 기반으로 한 이미지를 수집하여 적용하는 연구를 진행할 예정이다.

참고문헌

- [1] Youzi Xiao, Zhiqiang Tian, Jiachen Yu, Yinshu Zhang, "A review of object detection based on deep learning", Multimedia Tools and Applications International Journal, 2020.
- [2] Girshick, R., Donahue, J., Darrell, T., and Malik, J. "Rich feature hierarchies for accurate object detection and semantic segmentation." Proceedings of the IEEE conference on computer vision and pattern recognition, 2014.
- [3] Redmon, J., Divvala, S., Girshick, R., and Farhadi, A. "You only look once: Unified, real-time object detection." Proceedings of the IEEE conference on computer vision and pattern recognition, 2016.
- [4] Bochkovskiy, A., Wang, C. Y., and Liao, H. Y. M. "YOLOv4: Optimal Speed and Accuracy of Object Detection." arXiv preprint arXiv:2004.10934, 2020.
- [5] 장준호, 이수진, 위성영상 내 항공기 식별 시 오탐률 감소를 위한 결합된 CNN 알고리즘, 한국군사학논집, 2020.
- [6] 김정환, 문호석, 딥러닝을 활용한 다국적 군함 탐지 및 분류모형 연구, 한국국방경영분석학회, 2020.
- [7] 김태완, 김종환, 문호석, 합성곱 신경망을 이용한 헬기 피아식별 모형 연구, 한국컴퓨터정보학회, 2020.
- [8] 최대욱, 마정목, 야간 및 저시정 해양환경을 고려한 인공지능 경망 기반의 선박 분류 향상에 관한 연구, 한국CDE학회, 2019.