

인공지능을 이용한 스마트 표적탐지 시스템

이성남

공군사관학교

Smart Target Detection System Using Artificial Intelligence

Sung-nam Lee

Korea Air Force Academy

E-mail : l1s2n3@gmail.com

요 약

본 논문에서는 드론의 표적탐지 임무 수행 시 상대운동 정보 제공을 위하여 지정된 표적을 탐지하고 인식하는 스마트 표적탐지 시스템을 제안하였다. 제안된 시스템은 적절한 정확도(i.e. mAP, IoU) 및 높은 실시간성을 동시에 확보할 수 있는 알고리즘을 개발하는데 중점을 두었다. 제안된 시스템은 Google Inception V2 딥러닝 모델의 100k 학습 후 test 결과가 1.0에 가까운 정확성을 보였고 실시간성도 Nvidia GTX 2070 Max-Q를 기반으로 한 고성능 노트북 활용 시에 추론 속도가 약 60-80[Hz]를 기록하였다. 제안된 스마트 표적탐지 시스템은 드론과 같이 운용되어 컴퓨터 영상처리를 활용하여 표적을 자동으로 인식하고 표적을 따라가면서 감시정찰 임무를 성공적으로 수행하는데 도움이 될 것이다.

ABSTRACT

In this paper, we proposed a smart target detection system that detects and recognizes a designated target to provide relative motion information when performing a target detection mission of a drone. The proposed system focused on developing an algorithm that can secure adequate accuracy (i.e. mAP, IoU) and high real-time at the same time. The proposed system showed an accuracy of close to 1.0 after 100k learning of the Google Inception V2 deep learning model, and the inference speed was about 60-80[Hz] when using a high-performance laptop based on the real-time performance Nvidia GTX 2070 Max-Q. The proposed smart target detection system will be operated like a drone and will be helpful in successfully performing surveillance and reconnaissance missions by automatically recognizing the target using computer image processing and following the target.

키워드

Deep learning, Surveillance System, Detection, Drone

1. 서 론

4차 산업 혁명시대에 인공지능은 군에서 필수적으로 적용되어야 할 무기체계 기술이다. 이러한 인공지능 중에서 '알파고'로 알려진 '딥 러닝(Deep Learning)' 기술은 영상 및 음성 등의 데이터를 학습하여 인식하고 분류하는데 매우 높은 성능을 보인다.[1][2] 군에서도 감시 장비의 영상을 사람이 아닌 인공지능을 통해서 표적탐지를 수행함으로써 더욱 정확하게 실시간적으로 감시정찰 임무를 성공적으로 수행할 수 있다.[3][4]

인공지능 기술은 현재 각 군에서 운용되고 있는

수많은 공중과 지상, 해안 등에서 영상감시체계로서 24시간 실시간 모든 감시체계에 동일하게 이용될 수 있다. 이 기술은 특히 자율비행을 수행하는 드론에 적용하여 다수의 표적들이 지상과 해상에서 좁은 구역에 복잡하게 배치되어 있을 때 매우 유용하게 사용될 수 있다. 표적의 종류와 특성을 실시간으로 구분하고 위치와 함께 이동방향까지 파악함으로써 정확한 상황판단을 수행하는 데에 도움을 준다.

제안된 스마트 표적탐지 시스템은 드론과 같이 운용되어 컴퓨터 영상처리를 활용하여 표적을 자동으로 인식하고 표적을 따라가면서 감시정찰 임

무를 수행한다. 드론의 시야(line of sight) 통신 제약과 운영 시간의 문제가 없다면 넓은 지역에서도 사용이 가능하며 정확하고 실시간적으로 표적을 탐지하는데 유용할 것으로 여겨진다.

II. 시스템의 구성

시스템의 구성은 먼저 알고리즘 입력으로 카메라 영상이다. 단안카메라 또는 스테레오카메라의 영상을 입력받아 이것을 보정하여 입력 영상으로 사용한다. 알고리즘 출력은 표적 정보로서 바운딩 박스로 정보를 처리하며 중심점, confidence, 추적성능 등을 확인할 수 있다. 카메라 영상을 입력받아 보정을 거쳐 VGA급 영상으로 크기 조정하고 Inception V2 모델을 통해 표적탐지/인식결과 정보를 획득한다. 매 스텝마다 획득상태 검토 후 특정 횟수 이상 획득 시 해당 표적을 추적 알고리즘으로 연계하도록 알고리즘을 작성하였다. 추적 알고리즘의 상태를 지속 검토하여 특정 수준 이하의 추적성능일 때 표적탐지/인식 재수행하여 다시 추적기에 연계한다. 임베디드 시스템의 컴퓨팅 자원에 한계가 있고 드론이 움직이면서 표적탐지를 해야 함으로 SLAM항법과 임무관리 루프와 동시에 사용해야 하므로 이를 고려한 표적탐지 시스템을 구성하였다.



그림 1. 시스템의 구성

III. 알고리즘 구현

임베디드 시스템에서 딥러닝 모델 추론성능이 대폭 향상된 OpenCV 4.5.1 기반 추론 알고리즘을 적용하였다. Inception V2 모델의 상세정보를 VGA급 영상에 적합하도록 입력 정보를 수정한다. C++기반 ROS를 활용하여 센서정보의 획득, 센서의 보정, 추론결과 전달, 실행결과 로깅 등 각종 입출력 정보 측면의 용이성을 확보하였다. 스테레오 카메라로부터 들어오는 입력영상은 탐지에 의해서 원하는 표적 프레임의 매칭을 수행하고 추적과 병행하면서 평가를 수행한다. 임베디드 시스템 및 고속 추론에 적합한 알고리즘 구현에 집중

하여 단계별 개발 수행방법을 제시하였다. Mavlink를 이용한 ROS 노드 통신을 사용하여 모든 과정에서 데이터의 통합개발이 이루어지게 하였다.

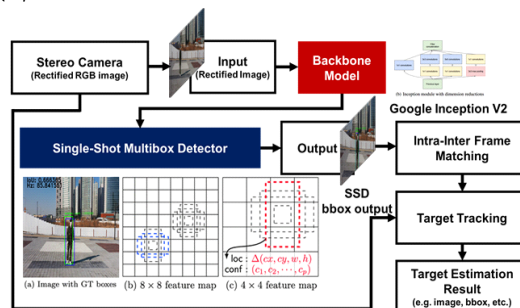
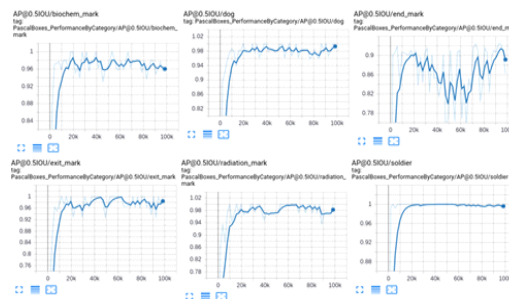


그림 2. Mavlink를 이용한 ROS 노드 통신

IV. 실험결과

· 정확성

Tensorflow v1.15 Object Detection API 활용하여 Nvidia TitanV 2개 활용하여 학습하였다. 약 100k로 학습한 후에 오버피팅이 발생 (overfitting) 하였고 학습 종료 후 해당 모델의 정확성 평가하였다.



mAP@0.5 IOU
tag: PascalBoxes_Precision/mAP@0.5 IOU

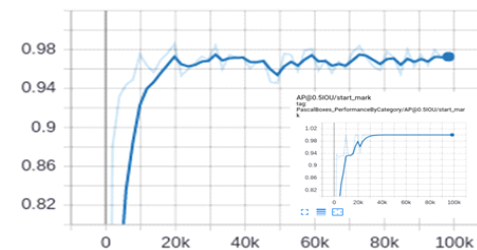


그림 3. 표적탐지 정확성

표 1. 학습 후 test 결과

Class	precision	recall	score
dog	1.0	1.0	1.0
soldier	1.0	0.9707446	0.985156
mark	1.0	1.0	1.0

· 실시간성

Nvidia Jetson Xavier AGX 기준 최대 약 27[Hz], 평균 25[Hz] 그리고 Nvidia Jetson Tegra X2 기준 최대 약 15[Hz], 평균 10[Hz]에서 실시간성을 실험하였다. Xavier AGX는 Tegra X2에 비해 GPU core 개수 및 장착된 RAM이 2배이고 architecture 자체 성능 차이가 있다. 이를 미루어봤을 때, 임베디드 시스템의 추론성능 결과는 당연하다고 볼 수 있다. 일반적으로 추론용 라이브러리들의 대부분이 3x3 커널에 성능향상 초점이 맞춰져 있음을 감안한다면, Google Inception V2 모델의 실시간성은 임베디드 시스템의 성능이 주요한 병목(bottleneck)임을 알 수 있었다. 결과적으로 이를 해결하기 위한 노력이 추가로 필요함을 알 수 있었다. Nvidia GTX 2070 Max-Q 기반 고성능 노트북 활용 시 추론 속도는 약 60-80[Hz]를 기록하였다. 이때, 추론 알고리즘을 구동하는 함수의 전/후를 기준으로 실행시간을 측정하여 추론속도를 측정하였다.



그림 4. 표적탐지 실시간성

V. 결 론

현대전에서 영상정보기반 지능형 표적 탐지기술, 즉 인공지능 스스로가 물체를 탐지 및 분석하고 자율적으로 비행하게 하는 기술은 작전에서 다양하게 사용 될 것이다.[5] 향후 우리는 TensorRT v6.0 기반 고속추론 기술 접목하여 표적 탐지/인식속도를 더욱 높일 예정이다. 다수의 threshold 운용, 조세단계(coarse-to-refine approach) 알고리즘 적용하여 표적 후보군을 만들고 매 프레임상의 표적탐지/인식결과를 통해, 더욱 높은 신뢰성을

갖는 표적정보를 산출할 예정이다. ROS/Gazebo 환경 기반 지정된 표적 DB 보강과 Unity 환경 기반 DB 보강이 가능한 시스템을 구축 할 것이다. ROS/Gazebo 환경 기반 지정된 표적 DB 보강과 Unity 환경 기반 DB 보강이 가능한 시스템을 통해 표적 탐지/인식 모델의 성능은 DB측면에서 더욱 향상 될 것이다. 특히, IoU 성능 향상을 위해서 groundtruth를 생성할 수 있는 Unity 환경 기반 시뮬레이션 환경을 적극적으로 활용할 예정이다. 향후 연구에선 드론이 다양한 물체를 인식하게 하여 인간이 움직일 수 없는 장소나 환경(화학전)에서 자율비행 드론이 표적탐지 임무를 원활하게 수행하게 활용할 것이다.[6][7][8][9][10]

Acknowledgement

본 논문은 대한민국 공군 국고연구 과제
의 지원을 받아 수행된 연구결과임(20-A-5)

References

- [1] 이성남, 철책선 감지 드론을 이용한 스마트 기지 경계 시스템. 정보통신학회 춘계 학술대회, 382-384, 2020.
- [2] 이규범, 신후성, 김동규, 임민진, 딥러닝기반 영상유고 자동감시 시스템 개발을 위한 이동 객체 및 객체 유형 자동인식에 관한 연구, 대한토목학회 학술대회, 1102-1103, 2017.
- [3] 장정욱, 인치호, 지능형 야간 감시 시스템을 위한 영상 기반 객체 검출 알고리즘. 대한전자공학회 학술대회, 1029-1030, 2018.
- [4] M. Dantone, J. Gall, C. Leistner, and L. Van Gool. Human pose estimation using body parts dependent joint regressors. In CVPR, 2013.
- [5] 신상훈, 김지혜, 딥러닝 알고리즘을 적용한 軍 경계시스템 개선 방안. 한국통신학회 학술대회 논문집, 365-366, 2017.
- [6] 김민철, 박강령, 감시 카메라 시스템에서 얼굴 인식에 관한 기존 연구 분석, 한국통신학회 학술대회논문집, 530-531, 2017.
- [7] 김현, 이혁재, 영상 처리 및 머신 러닝 기반 영상 감시 시스템 개발, 대한전자공학회 학술대회, 1547-1549, 2017.
- [8] 임경수, 김건우, 실증 기반 딥러닝 영상분석 기술 제공을 위한 클라우드 기반 지능형 영상보안 플랫폼, 정보보호학회지, 37-43, 2019.
- [9] 정해원, 엄기열, 김문현, 지식 기반 지능형 감시 시스템에 관한 연구. 한국지능시스템학회 학술발표 논문집, 343-346, 2018.
- [10] 신상훈, 김지혜, 딥러닝 알고리즘을 적용한 軍 경계시스템 개선 방안. 한국통신학회 학술대회논문집, 365-366, 2017.