

젯슨 나노 기반의 차량 추적 캔위성 시스템 개발

이영건 · 이상현 · 유승훈 · 이상구*

공군사관학교

Development of CanSat System for Vehicle Tracking based on Jetson Nano

Younggun Lee · Sanghyun Lee · Seunghoon You · Sangku Lee*

Republic of Korea Air Force Academy

E-mail : yglee2019@gmail.com / kafalee4@gmail.com /

shyoo.rokafa@gmail.com / prayer239@gmail.com

요 약

본 논문에서는 인공지능 알고리즘을 운용할 수 있는 고성능 소형 컴퓨터인 젯슨 나노를 기반으로 차량 추적 기능을 가진 캔위성 시스템을 제안한다. 캔위성 시스템은 캔위성과 지상국으로 구성되며, 캔위성은 대기권 내에서 낙하하며 장착된 센서를 통해 얻은 데이터를 무선통신을 이용해 지상국으로 전송한다. 기존 캔위성은 단순히 수집된 정보를 지상국에 전송하는 임무로 제한되며, 제한된 낙하 시간과 무선통신의 대역폭 제한으로 효율적인 임무 수행에는 한계가 있었다. 본 논문에서 제안하는 젯슨 나노 기반의 캔위성은 사전에 학습된 신경망 모델을 이용하여 공중에서 촬영한 영상에서 차량의 위치를 실시간으로 탐지 후, 2축 모터를 이용하여 카메라를 움직여 차량을 추적한다.

ABSTRACT

This paper proposes a CanSat system with a vehicle tracking function based on Jetson Nano, a high-performance small computer capable of operating artificial intelligence algorithms. The CanSat system consists of a CanSat and a ground station. The CanSat falls in the atmosphere and transmits the data obtained through the installed sensors to the ground station using wireless communication. The existing CanSat is limited to the mission of simply transmitting the collected information to the ground station, and there is a limit to efficiently performing the mission due to the limited fall time and bandwidth limitation of wireless communication. The Jetson Nano based CanSat proposed in this paper uses a pre-trained neural network model to detect the location of a vehicle in each image taken from the air in real time, and then uses a 2-axis motor to move the camera to track the vehicle.

키워드

CanSat, Jetson Nano, Vehicle tracking, Artificial intelligence, 2-axis motor

1. 서 론

캔위성(CanSat)은 스탠퍼드 대학의 Robert Twigg 교수와 위성의 역할에 필요한 구조체, 전력계, 데이터 처리계, 통신계 등의 구성 요소들을 음료수 캔 내부에 구현하는 것을 제안하면서 시작되었다 [1]. 캔위성을 소형 로켓이나 드론을 이용하여 특정 고도까지 상승시킨 후, 낙하산 전개를 통해 서서히 낙하하는 시간 동안 사전에 계획한 임무를 수행하는 위성의 역할을 모사할 수 있어 우주까지 발사

하지 않고 저렴한 비용으로 위성시스템의 임무 설계와 기초적인 임무 수행을 경험할 수 있는 교육용 플랫폼이다. 기존의 캔위성은 PCB(Printed Circuit Board) 위에 부품들을 솔더링(soldering)하고 주요 모듈(module)을 설계대로 단순히 조립하는 방식에서 단일 보드 마이크로컨트롤러(single board micro controller)를 이용하여 센서가 수집한 정보를 지상국에 전송하는 시스템으로 발전하고 있다 [2].

최근 소형 인공위성을 중심으로 인공지능 기술을 인공위성에 적용하는 연구·개발이 활발히 진행되고 있다 [3]. 기존의 인공위성은 모든 데이터를 수집하고 저장한 후에 다운 링크를 통해 지구에

* corresponding author

전송하면 지상국에서 많은 시간 동안 관련 분석 전문가나 컴퓨터 알고리즘을 통해 필요한 데이터를 추출하는 과정이 필요하다. 하지만 인공지능 기술이 탑재된 인공위성은 데이터 수집 단계에서부터 불필요한 데이터를 식별 후 폐기해 기존의 인공위성과 비교해 데이터 분석 시간 및 통신을 위해 필요한 대역폭을 줄일 수 있는 장점이 있다.

본 논문에서는 기존 캔위성의 단순히 수집된 정보를 지상국으로 전송하는 임무 한계를 극복하고 낙하 시간과 무선통신 대역폭 제한되는 제약 상황 속에서 캔위성의 임무 수행 능력을 향상시키기 위해 인공지능을 활용한 젯슨 나노 기반 차량 추적 캔위성 시스템을 구현한 내용을 기술한다.

II. 본 론

2.1 하드웨어

젯슨 나노는 GPU를 이용하여 딥러닝이나 머신러닝 같은 소프트웨어를 구현할 수 있는 단일 보드 소형 컴퓨터이다. CPU는 ARM 쿼드코어 A57 core 클럭 1.43 GHz이고 GPU는 NVIDIA Maxwell 기반 128개의 CUDA 코어를 사용한다 [4].

차량 추적용 인공지능 캔위성 구현을 위해 필요한 탑재체는 카메라 모듈, 서보 모터, 전원부, 통신 모듈이다. 카메라 모듈은 라즈베리 파이 카메라 모듈 V2를 CSI 커넥터에 연결하였으며, 추적하는 차량으로 카메라 방향을 조정하기 위해 2개의 서보 모터를 GPIO(General Purpose Input Output)에 연결하였다. 이때 서보 모터와 GPIO를 연결하기 위해 2-DOF(Degree Of Freedom) Pan-Tilt 플랫폼을 사용하였다. 통신 모듈은 외장형 와이파이를 사용하였으며 전력부는 18,250 배터리를 승압 회로와 연결하여 구성하였다.

2.2 소프트웨어

젯슨 나노 운영체제는 리눅스를 기반으로 한 우분투 18.04 LTS 버전을 설치하여 활용하였다. 영상정보 획득, 추적을 위한 서보 모터 제어 기능을 개발하기 위한 개발환경으로 OpenCV를 설치한 후 파이썬을 이용하여 프로그래밍하였다. 또한, 캔위성과 지상국 간 UDP(User Datagram Protocol) 방식의 무선 통신 방식을 사용하였다. 추적 대상 차량을 식별, 추적하기 위한 인공지능 알고리즘 모델은 기계학습 기반 알고리즘인 Harr Cascade와 CNN(Convolutional Neural Network) 기반 신경망 알고리즘인 Mobile-Net V2를 사용하였다.

III. 구 현

젯슨 나노 기반 차량 추적용 캔위성은 그림 1과 같다. 캔위성 구조부는 3D 프린팅하여 제작하였다. 구조부 구성은 상부에 젯슨 나노와 카메라 모듈을

장착하였으며, 하부는 전력부 탑재용으로 사용하였다. 그림 1과 같이 캔위성 실내 시험환경에 캔위성을 설치 후 무선 모형 자동차를 추적 대상 차량으로 사용하여 시험하였다.

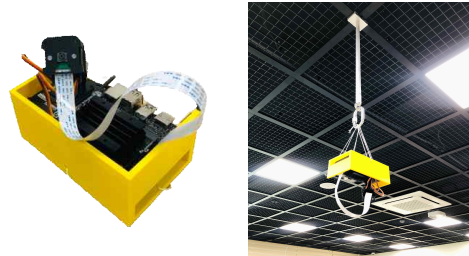


그림 1. 젯슨 나노 기반 차량 추적용 캔위성

그림 2는 젯슨 나노 기반 캔위성이 차량을 추적하는 모습이다. Haar Cascade, Mobile-Net V2에서 기본적으로 제공하는 차량 추적 모델 사용 시 식으로 촬영된 자동차를 인식하지 못하거나 Kite, Traffic light 등으로 잘못 인식하는 현상을 확인하였다. 이를 해결하기 위해 추적 대상 차량 상단부 사진을 활용하여 학습 후 생성된 모델을 활용하여 차량의 추적에 성공할 수 있었다.

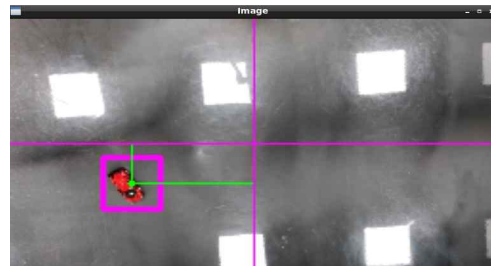


그림 2. 젯슨 나노 기반 캔위성 차량 추적 화면

IV. 결론 및 향후 연구 방향

본 연구에서는 젯슨 나노 기반 차량 추적용 인공지능 캔위성의 하드웨어와 소프트웨어를 모두 구현하였다. 하드웨어는 상용품으로 구성되어 쉽게 구할 수 있으며, 오픈 소스인 파이썬을 활용하여 요구사항에 맞게 소프트웨어를 개발할 수 있었다. 또한, 원하는 추적 대상 물체에 대한 인공지능 알고리즘 모델을 학습하여 생성할 수 있도록 Haar Cascade와 Mobile-Net V2 모두 GUI 기반 소프트웨어 Tool을 제공하여 추적 대상 물체 변경을 통한 임무 변경이 가능하다. 이를 통해 최근 관심이 높아지고 있는 우주 및 인공지능 교육을 융합하여 동시에 수행할 수 있어 창의력 증진 및 융합형 인

재 양성에 활용할 수 있을 것으로 기대된다. 향후 다양한 인공지능 알고리즘을 캔위성에 적용하여 차량 추적의 정확도와 속도를 측정하여 비교·분석하고 비행시험 결과를 제시함으로써 심화된 활용 방안을 제시하고자 한다.

Acknowledgement

이 논문은 2022년도 정부(국방부)의 재원으로 공군사관학교의 지원을 받아 수행된 연구임. (ROKA FA22-A-02)

References

- [1] K. Moon, H. J. Park, C. I. Ahn, S. J. Kim, I. S. Jeung, and Y. D. Kim, "Development of micro-nano satellite, cansat," in *Proceeding of the Korean Society for Aeronautical and Space Sciences Fall Conf.*, Jeju, Korea, pp. 753-756, Nov. 2006.
- [2] Y. Lee, S. Lee, and S. Yoo, "Development of CanSat System based on Raspberry Pi" *Journal of the Institute of Electronics and Information Engineers*, Vol. 59, No. 1, pp. 148-158, Jan. 2022.
- [3] T. I. Leong, Y. M. O. Abbas, M. A. C. Purio, and H. A. Elmegharbel, "Image Classification Unit: A U-Net Convolutional Neural Network for On-Orbit Cloud Detection Aboard CubeSats," in *Proceeding of IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium*, Brussels, Belgium, pp. 2807-2810, 2021
- [4] Jetson Nano 2GB Developer Kit [Internet]. Available : <https://developer.nvidia.com/embedded/jetson-nano-2gb-developer-kit>