GPS 음영지역에서 딥러닝을 활용한 드론 자율 착륙

박채희O, 안성만*
O국민대학교 데이터사이언스학과,
*국민대학교 경영대학
e-mail: chaehui13@koomin.ac.krO, sahn@koomin.ac.kr*

Autonomous landing of drones using deep learning GPS-denied environments

Chae-Hui ParkO, Sung-Mahn Ahn*
ODept. of Data Science, Kookmin University,
*College of Business Administration, Kookmin University

● 요 약 ●

UAV는 군사용을 처음 시작으로 근래에 취미용 드론의 급격한 성장과 더불어 최근 기후변화, 교통혼잡, 범죄 예방 등 여러 사회 문제 해결을 위한 드론의 필요성이 증가함에 따라 건설, 교통, 농업, 에너지, 엔터테인먼트 등 다양한 산업과 여러 사회 서비스로 그 필요성이 확대되고 있다. 본 연구는 이러한 사회적 흐름에 따라 인공지능 기술을 통한 드론의 활용성을 확대하고 GPS 수신이 안 되는 환경에서 딥러닝 객체 탐지 모델을 활용한 자율 착륙을 연구를 목표로 한다. GPS 신호는 실내와 같은 환경 혹은 지하, 교량 아래, 산속 등과 같은 곳에서는 수신이 어렵다. 이를 극복하고자 GPS 신호수신이 어려운 지역에서 GPS 수신기를 통해 받는 위치 정보 대신 드론에 장착된 카메라를 통해 전달받는 영상에서 착륙할 지점을 인식하고 카메라를 통해 받는 영상 정보만 이용하여 목표지점으로 하강하는 방식으로 자율 착륙을 유도한다. 딥러닝 중 경량화 모델을 활용하여 소형 드론에서 실시간으로 착륙 지점을 감지하기 위해 최적화 과정을 진행해 실시간 자율 착륙이 가능하게 하였다. 본 연구를 통해 드론의 착륙에 있어 GPS 수신기와 사람의 조종에 대한 의존도를 낮출 수 있을 것으로 기대한다.

키워드: UAV, 자율 착륙(autonomous landing), 딥러닝(deep learning), GPS 음영지역(GPS-denied environments

I. Introduction

무인항공기(Unmanned Aerial Vehicle) 또는 드론(Drone)은 조종사가 비행체에 직접 탑승하지 않고 지상에서 원격조종, 사전 프로그램된 경로에 따라 자동 또는 반자동 형식으로 자율 비행하거나 인공지능(AI)을 탑재하여 자체 환경판단에 따라 임무를 수행하는 비행체를 말한다[1]. 모바일 플랫폼에서 무인항공기의 자율 착륙 방법을 개발하는 것은 지난 10년 동안 활발한 연구 분야였다[2]. 근래에는 비전 및 영상처리 기술을 활용한 연구들이 진행되면서 무인항공기를 활용한 건물의 3차원 모델링, 산림 재생, 재난구호, 드론 배송 등 다양한 분야에서 활용되고 있으며, 그 외 산업 분야에서도 활용 가능성이 광범위하게 모색되고 있다.

II. Related works

인공지능, 로봇 공학, 나노 기술, 사물 인터넷 등 정보통신 기술의 융합으로 이루어지는 4차 산업혁명에 맞춰 드론과 인공지능의 융·복합 연구는 주요한 과제다. 특히 카메라를 활용한 컴퓨터 비전 연구는 활발하게 이뤄지고 있으며, 인공지능 기술로는 딥러닝 혹은 강화학습을 기반으로 움직이는 플랫폼 트랙킹, 자율 착륙 표지 식별 구분, 장애물 회피 등과 같은 다양한 연구가 이뤄지고 있다. 특히, ‘COVID-19’를 계기로 배달 문화가 전 세계적으로 활성화됨에 따라 드론을 이용한 배송 유통에도 관심이 높아지면서 일명 ‘언택트 드론’에 대한 연구가 활발하게 이뤄지고 있다. 대표적으로 아마존은 10년 넘게 준비한 ‘프라임 에어(Amazon Prime Air, 드론 배송 서비스)’가 있고, 미국 캘리포니아 지역을 시작으로 비행 중 만나게 될 장애물을 식별하고 회피하는 연구를 진행하고 있다. 일반적으로 사람이 직접

조종해야 했던 드론은 이제 스스로 임무를 수행할 수 있게 되어가고 있고, '자율 착륙'에 대한 연구는 드론의 언택트 활용에 필수적인 주제이다.

일반적인 드론 착륙 시스템은 대부분 GPS 수신기를 탑재하여 드론의 위치를 인식하여 사용되고 있다. GPS 위성은 지상으로부터 수신기와의 거리가 매우 멀기 때문에 GPS 수신기 신호 손실은 잠재적으로 항상 생길 수 있는 문제가 존재하고, GPS 수신기 지원 착륙은 상대적으로 높은 오차 범위와 느린 프레임 속도(5Hz)로 인해 충분하지 않다[3]. 이를 극복하기 위해 비전 기반으로 자율 착륙을 시도하는 연구가 활발히 진행되고 있으며 그중 단안 카메라는 소형화 및 최소 중량이 중요한 애플리케이션에 특히 적합하여, 저렴한 가격과 유연한 매치로 인해 무인항공기에 적합한 옵션이라고 알려져 있다.

GPS 수신기 외에 여러 센서의 데이터를 결합하여 사용하는 것은 성능을 향상하는데 사용되는 일반적인 방법으로, 드론 자율 착륙 시 카메라와 여러 센서의 융합을 사용하여 진행되었다. 하지만, 소형 드론의 경우는 복잡한 계산이 어렵고, 페이로드가 2kg 이내로 제한적이기 때문에 많은 센서를 활용하기 어렵다. 그래서 최대한 센서를 사용하지 않고 카메라로부터 이미지를 받아와 딥러닝(DL) 방식으로 접근한다.

III. The Proposed Scheme

드론의 착륙은 조종기를 사용하여 사람이 상황을 판단하고 진행한다. 사람의 개입 없이 드론 스스로 착륙하게 하려면 드론이 착륙해야 할 상황을 판단하게 할 명시적인 시나리오가 필요하고, 착륙 지점을 추적하고 착륙할 수 있는 기술도 함께 필요하다.

GPS 수신기가 안 되는 환경은 산속이나 교량 아래, 지하, 실내 등 또는 GPS 수신기가 이상 기동으로 인해 안되는 경우를 예를 들 수 있으며, 본 연구에는 GPS 수신기가 안 되는 지역을 '실내'라고 지정하여 실험을 진행하였다.

GPS 수신기가 안 되는 환경에서 드론이 필요한 부분은 산속에서 조난자를 수색하거나 소방관이 안전하지 못한 건물의 안점 점검이 필요할 때, GPS 수신기가 안 되는 지역에서 군사작전이 필요할 때, 물건을 배송하는 과정에서 외부 요인에 의해 GPS 수신기 신호를 상실하게 되었을 때 등 여러 상황에 대비하기 위해 필요하다.

본 논문에서는 소형 드론을 가지고 GPS 수신기가 안 되는 지역에서 자율 착륙을 제안한다. 드론이 착륙할 지점(helipad)과 자율 착륙 시 나타날 수 있는 움직이는 객체(person, vehicle)를 탐지할 수 있도록 드론이 실제 보일 법한 시각인 데이터로 수집했고, 드론에 부착된 카메라를 통해 전송되는 이미지/영상 데이터의 실시간 송수신 및 처리가 필요하므로 가벼운 모델인 YOLOv4-tiny 모델로 학습을 진행하였다. 딥러닝을 수행하는 Companion Computer 외 중앙제어 장치, 모터, 카메라 등 여러 전력 소모 장치가 연결되므로 전력과 메모리 전략을 고려하기 위해 경량 모델을 최적화 기법을 사용하여 자율 착륙이 가능하게 한다.

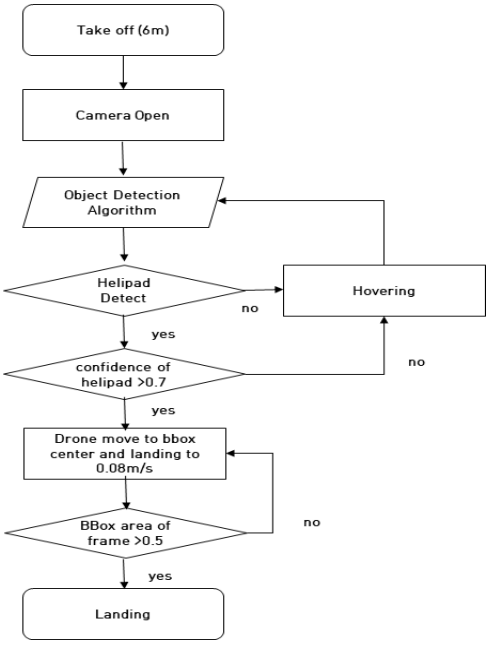

Fig. 1. 드론 자율 착륙 알고리즘

수집한 데이터를 가지고 YOLOv4-tiny 모델을 훈련 시켜 TensorRT 방법으로 모델 최적화를 진행하였다. 최대 34 FPS 속도를 확인하였고, 0.2m/s 속도로 드론의 움직임을 제어했기 때문에 실시간으로 활용하기에 무리 없다고 판단하였다. 이륙부터 착륙까지의 스크립트 Python으로 작성이 가능한 MAVSDK 형식으로 구성하였고, 실험을 진행하였다.

스크립트를 통해 드론의 움직임을 제어하기 위해서 주요 하드웨어로 Jetson nano는 이미 분류, 객체 탐지, 분할 및 음성 처리와 같은 애플리케이션을 위해 여러 신경망을 병렬로 실행할 수 있는 작고 강력한 Companion Computer로, 2kg 이하의 쿼드콥터 드론에 사람, 차량, 헬리패드를 인식하기 위해 훈련 시킨 딥러닝 모델을 올려 사용하기 위해서 사용하였다. 이 모든 통신은 교내 Wifi인 KMU(5G)를 사용하기 때문에 Jetson nano와 호환되는 와이파이 모듈을 사용하였고, Flight Controller로 Pixhawk의 CUAV 5V+ 제품을 사용했으며 실시간 이미지를 받아오기 위해 Logitech 카메라를 Jetson nano에 USB로 연결하여 객체 탐지를 진행하기 위해 사용한다. 그리고 GPS 수신기 없이 자율 이륙을 위해 VIO를 활용하여 ROS와 bridge로 연결하여 사용한다. 센서 중 비용면에서도 저렴한 편에 속하여, 낮은 전력 소비를 특징으로 하는 제품인 Realsense T265를 선택하였고, 오로지 드론 기체와 연결하여 안전한 이륙이 가능하게 사용되는 도구로만 활용된다. 드론의 객체 탐지를 모니터링하고, 지상 제어 장치에서 드론의 배터리 정보, 기체 상태, 현재 상태 모드 등 모니터링을 하기 위해 지상 제어 장치로 QGroundControl을 사용하기 위해 노트북을 사용했다.

Fig. 2. 드론 하드웨어 부품

IV. Conclusions

카메라의 시각정보만으로 GPS 수신기가 없는 드론이 딥러닝 객체 탐지 모델을 통해 착륙 지점인 헬리패드를 탐지하고 자율 착륙이 가능한지 실험하였다. 실험은 교내 실내 체육관에서 진행하였다. 헬리패드 객체를 평균 90% 이상 탐지하며 마지막 착륙까지 잘 인식하고 헬리패드 중앙에 착륙하는 것을 확인할 수 있었다.

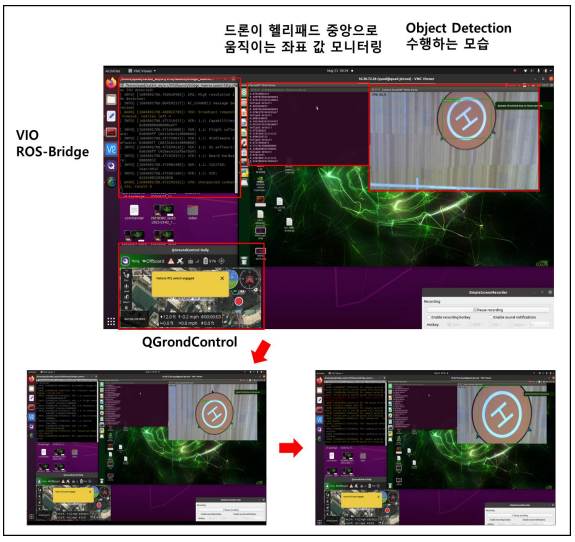

Fig. 3. 드론 자율 착륙 수행(VNC 서버 모니터링)

결과적으로 GPS 수신기 없이 딥러닝을 통한 객체 탐지 방식만으로 헬리패드를 정확하게 탐지하고 탐지한 객체로 착륙하는 것을 확인하였다. 또한, 이 실험은 조종기를 통한 사람의 개입이 없다. 사람의 역할은 오직 지상에서 컴퓨터를 통해 드론에 연결된 Jetson nano와 VNC 서버를 사용하여 원격 네트워크로 명령을 내리는 것이다. 드론이 이륙하고 딥러닝 모델을 활용하여 착륙 지점인 헬리패드를 탐지하여 헬리패드의 센터 좌표로 움직여 착륙하는 것을 확인할 수 있었다.

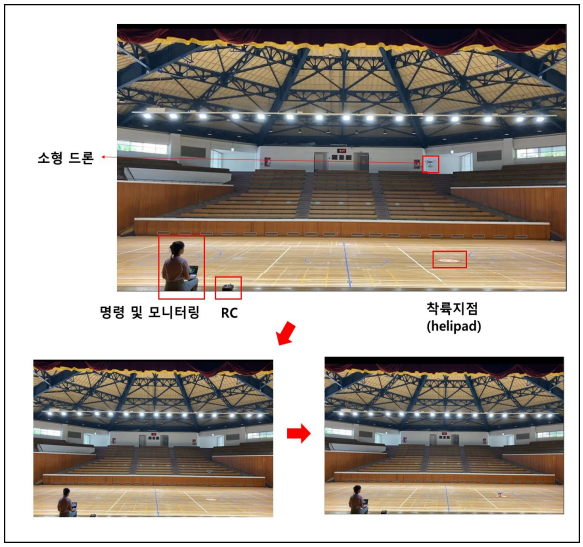

Fig. 4. 드론 자율 착륙 수행(실제)

실험을 통해 딥러닝 기반의 객체 탐지 자율 착륙이 가능하다는 점과 GPS 수신기 없이 이착륙이 가능하며, 드론을 사람이 조종하지 않고 자율 이착륙이 가능한 것을 확인하였다. 이러한 다양한 연구가 지속적으로 발전된다면 드론의 활용에 있어 GPS 수신기를 비롯 복잡한 센서 환경을 고려하지 않아도 되어 사용에 대한 복잡도를 낮추고 이에 따르는 비용 또한 절감할 수 있으며, 사람의 감독이나 조종의 영향이 줄어 조종 전문가에 대한 의존도도 줄여 드론의 대중화에도 기여할 수 있을 것으로 기대한다.

REFERENCES

[1] L. Seungyoung, and K. Wook, “A Study on the Reestablishment of the Drone’s Concept”, Korean Security Journal, vol.58, pp.35-58, 2019.

[2] Y. Feng, C. Zhang, S. Baek, S. Rawashdeh, A. Mohammadi, “Autonomous Landing of a UAV on a Moving Platform Using Model Predictive Control”, Drones, 2(4):34, 2018.

[3] J. Wang, D. McKiver, S. Pandit, A. F. Abdelzaher, J. Washington and W. Chen, “Precision UAV Landing Control Based on Visual Detection,” IEEE Conference on

Multimedia Information Processing and Retrieval (MIPR), pp. 205-208, 2020.