

객체 인식을 이용한 실시간 타겟 드론 팔로잉 시스템

권태희, 황시은, 변상호, 장준영, 주민철

국민대학교

{kwonk17, marchird, pyeun08, junyoung0825, mcju}@kookmin.ac.kr

Real-Time Target Drone Following System Using Object Detection

Kwon Tae Hee, Hwang Si Eun, Byeon Sang Ho, Jang Jun Young, and Ju MinChul

Kookmin Univ.

요약

본 논문에서는 타겟 드론을 자동으로 추적하고 따라가는 기능을 갖춘 드론 시스템을 제안하였다. 이 시스템은 depth camera와 딥러닝 모델을 통해 실시간으로 주변 환경을 인식하고, 타겟 드론의 위치와 속도를 예측하며, 군집 비행, 무인 항공 교통 관리, 그리고 재난 구조와 같은 여러 분야에서 응용될 수 있다. 이 연구는 드론 기술의 발전을 촉진하고, 딥러닝을 이용한 더 정교한 자율 비행 시스템 개발에 기여할 것이다.

I. 서론

드론 기술은 현재 많은 주목을 받고 있다. 이러한 발전은 무인 항공 교통 관리, 재난 구조, 방산, 그리고 군집 비행 등과 같은 다양한 분야에서 새로운 가능성을 제시하고 있다. 특히, 객체 인식 기술의 활용은 이러한 드론의 활용 영역을 더욱 확장하고 있다.[1]-[3]

특히 타겟 드론을 자동으로 추적하고 따라가는 기능을 갖춘 드론 시스템은 다양한 분야에서 필요한 기술인데, 이러한 기능의 필요성은 다음과 같다. 재난 현장이나 자연 생태계에서의 동물 이동을 관찰하고 기록하는 데 사용될 수 있고, 경비, 경계 감시, 범죄 예방 등의 보안 및 안전 상황에서 유용하며, 무인 항공 교통 관리 시스템에서는 드론이 다른 항공 기기를 자동으로 추적하여 안전한 비행 경로를 유지할 수 있도록 도와줄 수 있으며, 조종자가 드론을 직접 조작하지 않고도 특정 대상을 계속 추적할 수 있으므로 조종자의 편의성을 높여준다.

본 연구는 타겟 드론을 자동으로 추적하고 따라가는 기능을 가진 드론 시스템을 개발하여 드론의 활용성을 향상시킨다. 제안된 시스템은 객체 인식 기술을 기반으로 하며, 더 나아가 딥러닝을 이용한 정교한 자율 비행 시스템 개발에 기여하며, 또한 군집 비행, 무인 항공 교통 관리, 그리고 재난 구조와 같은 다양한 분야에서의 응용 가능성을 제공하며, 미래의 드론 기반 시스템에 대한 토대를 마련하는 데 중요한 역할을 할 것으로 기대된다.[1]-[3]

II. 본론

본론에서 첫 번째로 연구 방법을 제시하고, 두 번째로 드론 하드웨어 소프트웨어 구성을 제시하고, 세 번째로 드론 제어 알고리즘을 제시하고, 마지막으로 드론 주행 실험 결과를 제시한다.

1. 연구 방법

본 연구에서는 PX4, ROS, YOLOv5, Gazebo, Ubuntu 등의 툴 및 시뮬레이션 및 실제 드론 비행 데이터를 활용하여 실험을 진행하고, 이를 통해 제안된 시스템의 성능을 검증한다.

우리의 방법론은 다음과 같은 세 가지 주요 단계로 구성된다. 첫째, 타겟 드론에 대한 대규모 데이터셋을 수집하여 학습용 데이터로 활용한다. 둘

째, 심층 학습 기반의 객체 인식과 객체 추적 알고리즘을 통해 타겟 드론을 지속적으로 감지하고 위치를 추적한다. 셋째, 이 정보를 활용하여 추적 드론이 타겟 드론을 효과적으로 따라갈 수 있도록 제어 알고리즘을 최적화한다.

2. 드론 하드웨어 및 소프트웨어 구성

1) 드론 하드웨어 구성

사용한 드론의 하드웨어 구성은 Pixhawk 드론 컨트롤러, 젯슨 나노 임베디드 시스템, 텔레메트리 모듈, 그리고 Intel RealSense T265과 D435 카메라로 이루어져 있다. Pixhawk는 드론의 안정적인 제어를 담당하며, 젯슨 나노는 고성능 GPU를 탑재한 임베디드 시스템용 보드로 딥러닝과 컴퓨터 비전 작업을 수행한다. 텔레메트리 모듈은 드론과 지상 제어 스테이션이 통신하기 위한 장치이며, T265 RealSense 카메라와 D435는 환경을 실시간으로 촬영하고 객체 인식 및 위치 추정에 사용된다. 이러한 하드웨어 구성은 드론이 안정적으로 호버링하고 객체를 인식하여 자율적으로 비행할 수 있도록 지원한다.

2) 드론 소프트웨어 구성

① YOLO 알고리즘: 실시간 객체 인식을 위해 설계된 고속, 고정밀 딥러닝 모델이다. 이 모델은 드론 카메라로부터의 영상 데이터에서

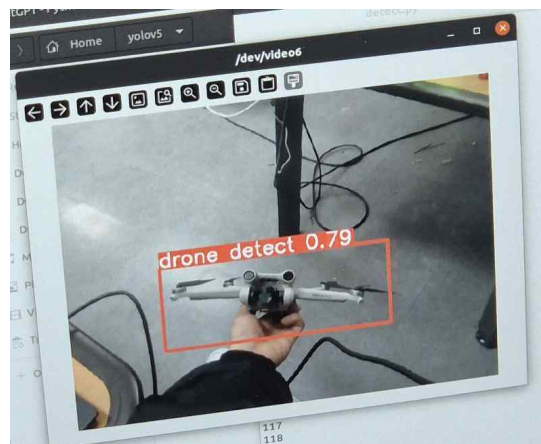


그림 1. YOLO v5를 사용한 드론 객체인식

객체를 신속하게 식별하고 추적하는 데 사용되며, 낮은 지연 시간과 높은 정확도를 제공하여 복잡한 환경에서 효과적으로 작동한다. YOLO v5을 이용한 드론 객체 인식은 다양한 종류의 드론이 있는 데이터셋을 학습시키고 모델의 정확도를 높여 타겟 드론을 더욱 정확하게 인식하기 위해서 사용할 타겟 드론의 데이터 모델을 추가 학습시켰다.

② PX4: 사용자가 설정 가능한 오픈소스 비행 제어 플랫폼으로, 드론과 기타 비행체를 위한 다양한 비행 모드와 자동 비행 경로 계획을 제공한다. 모듈식 설계를 통해 센서와 액추에이터 통합이 용이하며, 사용자 정의 비행 제어 알고리즘을 손쉽게 구현할 수 있다.

③ ROS (Robot Operating System): 로봇 프로그래밍을 위한 유연한 오픈소스 메타 운영 시스템으로, 하드웨어 추상화, 디바이스 제어, 메시지 기반 통신 및 패키지 관리를 지원한다. 이는 드론을 포함한 로봇 시스템의 모듈화된 센서 데이터 처리와 자율 제어 로직 구현을 용이하게 한다.

3. 드론 제어 알고리즘

해당 알고리즘은 드론이 이륙하여 타겟 드론을 객체인식 기술로 감지하고, 타겟 드론의 위치를 식별한 후, 현재 드론의 위치와 타겟 드론까지의 거리를 계산한다. 이후 타겟 드론의 상태에 따라 드론의 위치를 조정하여 타겟 드론을 따라가는 비행을 수행하며, 착륙 명령이 내려지면 안전하게 착륙을 진행한다.



그림 3. 드론 제어 시스템 플로우

4. 드론 주행 실험 결과

(1) 시뮬레이션

gazebo 시뮬레이션 환경에서 드론 팔로잉 시스템의 기본 성능을 검증하였다. 시뮬레이션은 다양한 속도 조건을 포함하여 수행되었다. 이를 통해 시스템의 객체 인식 정확도와 반응 속도를 평가하였다. 시뮬레이션 결과, 시스템은 80% 이상의 인식 정확도와 빠른 반응 속도를 유지하는 것을 확인하였다.

(2) 실제 드론 비행

다음으로, 실제 드론을 사용하여 실험을 진행하였다. 드론은 실시간 객체 인식을 통해 대상 객체를 팔로잉하도록 설정되었다. 타겟 드론을 왼쪽으로 움직였다 오른쪽으로 움직이는 비행 실험 결과, 드론은 안정적으로 타겟 드론을 추적하였으며, 타겟 드론을 인식하지 못할 때에는 그 자리에서 호버링하는 것을 확인했다.

(3) 다양한 상황에서의 실험

드론의 팔로잉 성능을 다양한 비행 패턴과 상황에서 평가하였다.

① 사각형 비행 경로를 따르는 실험에서는 드론이 대상의 이동 경로를 인식하고 팔로잉할 수 있음을 확인하였다. 타겟 드론을 사각형으로 비행했



그림 2. 실제 드론 비행

을 때 yaw 제어를 통해 기체를 90도로 돌리고 팔로잉하는 것을 확인했다.

② 원주 비행을 하는 실험에서 팔로잉 드론은 타겟 드론의 원주 비행을 추적하는 데 성공하였지만, yaw 회전 시 속도가 다소 느리게 반응하는 경향이 나타났다. 이는 드론의 yaw 제어 알고리즘을 개선할 필요가 있음을 시사한다.

III. 결론

드론 산업은 현재 다양한 분야에서 빠른 속도로 발전하고 있다. 그에 따라 본 연구는 다른 드론을 자동으로 추적하고 따라가는 기능을 갖춘 드론 시스템을 제안했다. 카메라로 캡처된 주변 환경에서 딥러닝 모델을 통해 타겟 드론의 위치와 속도를 추정하고, ROS를 사용해 드론을 제어했다. 본 연구를 통해 개발된 드론 객체인식 및 제어 시스템은 다양한 환경에서의 자율 비행 및 상태 제어에 활용될 수 있으며, 이는 비행 로봇 기술의 발전에 기여할 것으로 기대된다.

ACKNOWLEDGMENT

본 과제(결과물)은 교육부와 한국연구재단의 재원으로 지원을 받아 수행된 첨단분야 혁신융합대학사업(차세대통신)의 연구 결과입니다.

참 고 문 헌

[1] Yoo, Sung Hyun, Ahn, Chungi, & Kim, Junghoon. (2017). Introduction to Drone Technology and Development Trends. The World of Electronics, 66(2), 19-23.

[2] 안효훈, 최현준, 박진우, 가충희, "Development of Autonomous Drone System for Target Surveillance and Tracking," 한국통신학회 학술대회논문집, 2023년도 한국통신학회 하계종합학술발표회 논문집, 2023.6, pp. 730-731.

[3] 김대우, 강완주, 구윤표, 방지환, 손경환, "AI-Based Drone Object Tracking System: Design and Implementation," 한국통신학회논문지, 제42권 제12호, 2017.12, pp. 2391-2401. DOI: 10.7840/kics.2017.42.12.2391.