

해상 운용을 위한 드론 착륙 알고리즘

송근일, 궤도혁, 김정훈*

포항공과대학교, *포항공과대학교

songgi001@postech.ac.kr, kdh991016@postech.ac.kr, *junghoonkim@postech.ac.kr

Drone Landing Algorithm for Marine Operations

Geun Il Song, Dohyeok Kwak, Jung Hoon Kim*

Postech, *Postech

요약

본 논문은 해상 운용을 위해 드론 착륙 알고리즘에 대하여 다룬다. 우선 드론의 자세를 정의하는 동역학 특성에 대하여 소개하고, 이를 제어할 수 있는 입력 조건에 대하여 다룬다. 또한 무선 통신을 통해 제어 입력을 보낼 수 있는 환경을 구성하고, 실시간 통신을 진행할 수 있는 인터페이스를 구성한다. 또한 해상 선박에서 드론이 기울어진 선박 지면에 착륙하기 위한 조건에 대하여 논한다.

I. 서론

본 논문에서는 해상 운용을 위한 선박 상 드론 착륙 자세에 대하여 다룬다. 드론의 운용을 위한 제어 및 통신 시스템에 대한 연구는 꾸준히 이루어져 왔다. 드론의 동역학 특성을 활용하여 드론의 날개에 필요한 각속도를 계산하는 방법론과 해당 각속도가 드론 몸체에 미치는 영향을 계산하는 방법이 제시되었다[1]. 또한, 드론의 활용 영역이 넓어지면서 해상 선박 위에서도 드론을 활용할 수 있는 환경이 조성되었다. 하지만, 해상 선박 위에서 드론을 활용하기 위해서는 일반적인 지면에 착륙하는 것과는 달리 지면의 기울기가 실시간으로 변화하는 환경에서 드론의 착륙을 시도해야 한다. 기존 연구에서 확인되지 않은 지면 환경에 대하여 착륙할 수 있도록 드론의 자세를 정하는 방법론[2]이 제시되었으나, 이는 카메라와 같은 시각 정보를 활용한 것이므로 시각 정보가 정확하게 주어지지 않는 경우가 발생하는 선박 상에서 활용하기에는 어려움이 있다. 따라서 선박 상의 수평 센서 정보를 활용하여 드론의 자세를 교정 후 착륙시키는 체계의 개발이 필요한 상황이다. 본 논문에서는 이러한 착륙 체계에 대한 체계 확립을 위해 드론의 동역학과 통신 체계에 대하여 다룬다.

II. 본론

드론의 동역학 방정식은 다음과 같이 정의된다.

$$m\ddot{x} = -\lambda Re_3 + mge_3 + f_a \quad (1)$$

여기서 m 은 드론의 질량, J 는 회전 관성, λ 는 전체 프로펠러의 추력, τ 는 전체 프로펠러의 토크, x 는 드론의 위치 벡터, w 는 드론 객체의 각속도, R 은 드론 회전을 나타내는 회전 행렬, g 는 중력 벡터, $e_3 = (0,0,1)$ 로 z 방향을 나타내는 단위벡터이다. 또한 각 프로펠러의 각속도와 드론 객체의 토크 간 관계식은 다음과 같다.

$$\begin{pmatrix} \lambda \\ \tau_1 \\ \tau_2 \\ \tau_3 \end{pmatrix} = \begin{bmatrix} k & k & k & k \\ 0 & -L & 0 & L \\ L & 0 & -L & 0 \\ b & -b & b & -b \end{bmatrix} \begin{pmatrix} w_1^2 \\ w_2^2 \\ w_3^2 \\ w_4^2 \end{pmatrix} \quad (2)$$

여기서 k , b 는 각각 프로펠러의 속도와 추력 및 회전토크의 관계를 결정하는 상수이며, L 은 프로펠러와 드론 중심 간의 거리, τ_i 는 각각 roll, pitch, yaw 방향의 토크, w_i 는 각 프로펠러의 회전속도이다. 여기서 적절한 토크를 생성함으로써 드론의 상태를 주어진 경로를 추적하도록 제어할 수 있다. 이러한 동역학 정보를 기반으로 드론을 제어하는 통신 구성도는 그림 1과 같이 표현된다.

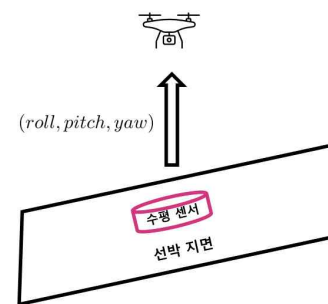


그림 1 드론 제어 시스템 통신 구성도

그림 1의 수평 센서가 장착된 선박 지면으로부터 선박 지면이 기울어진 정도를 파악하여 드론에 정보를 송신한다. 기울기 정보를 전송받은 드론은 동역학 특성을 통해 계산된 제어 입력을 인가하여 내부 상태를 수평 센서의 상태와 일치시킬 수 있도록 제어한다. 또한 드론의 착륙 지점을 정확하게 연산할 수 있는 시스템은 GPS를 통하여 구현된다. GPS인터페이스는 그림 2와 같이 수직 상공에서 바라보는 것과 같이 구성되며, 드론의 (x,y,z) 좌표를 파악하여 인터페이스에 제공한다. 해당

정보 또한 드론으로 전송되어 선박 상에서 정확한 위치에 착륙할 수 있도록 정보를 제공한다. 이와 같은 통신 시스템 구축을 통해 (x,y,z) 그리고 (roll, pitch, yaw) 6가지 상태 변수에 대하여 제어 가능한 드론 착륙 알고리즘을 구성할 수 있다.

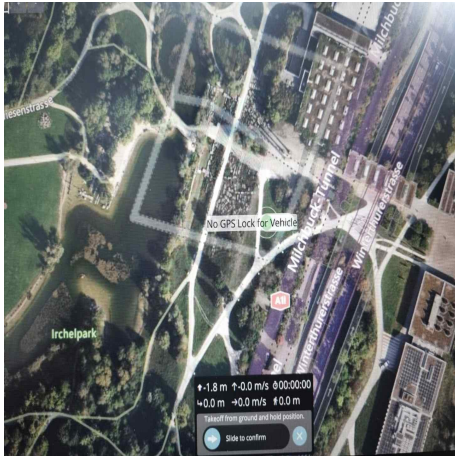


그림 2 드론 통신 GPS 시스템

III. 결론

본 논문에서는 해상 운송을 위한 드론 착륙 알고리즘을 개발하기 위하여 데이터의 통신 체계를 구축하는 방식에 대하여 논하였다. 일반적인 지면에 착륙하는 상황과 달리 지면의 roll, pitch, yaw 값이 0으로 고정되어 있지 않고 시변 함수로 구성되어 있다는 점 때문에 고려해야 할 변수가 추가되는 점을 확인할 수 있었다. 또한, 어떤 체계를 통해 드론에 필요한 상태 정보를 제공하며 제어 할 것인지에 대하여 다루었다. 상세한 제어 알고리즘의 설계와 통신에 대한 정확성을 높일 수 있는 방법론에 대하여 추후 연구를 통해서 다루어야 할 것이다.

사 사

이 성과는 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원 받아 수행된 연구임(No. 2021M3F3A2A01037808)

참 고 문 헌

- [1] G. Shi et al., "Neural Lander: Stable Drone Landing Control Using Learned Dynamics," Int. Conf. Robot. Autom., pp. 9784-9790, 2019.
- [2] O. Bektash, J. J. Naundrup, A. Cour-Harbo, "Analyzing Visual Imagery for Emergency Drone Landing on Unknown Environments," Int. Journal Micro Air Vehicles, vol. 14, 2022.