

UAV 군집 비행 제어 기술 분류 및 연구

김만식*, 김형주**, 전문석*
 *송실대학교 컴퓨터학과
 **KT R&D Center

e-mail : mansik@ssu.ac.kr

Classification and Research of Multi-UAV Control Scheme

Mansik Kim*, Hyungjoo Kim**, Moon-Soeg Jun*
 *Dept of Computer Science & Engineering, Soongsil University
 **KT R&D Center

요 약

최근 ICT 기술 발전으로 인하여 전세계에서 UAV 시장이 기하급수적으로 성장하고 있다. 실제로 미국의 Teal Group 에 따르면 2024 년 전세계 UVA 시장은 147 억 달러에 이를 것이라 예상하고 있다. 그러나 UAV 는 현재 많은 분야에서 이용되고 있지만, 대부분 저사양을 가지고 있어 복잡한 임무를 수행 할 수 없다. 이러한 문제를 해결하기 위해서는 여러 UAV 가 임무를 분담 수행하는 UAV 군집 비행 제어 기술이 필수적이다. 본 논문에서는 기존 UAV 군집 비행 제어 기술을 3 가지로 분류하고 향상된 복합 UAV 군집 비행 제어 기술을 제안한다.

1. 서론

최근 주로 군용으로 많이 이용되고 있던 Unmanned Aerial Vehicle (UAV)가 ICT 기술 발전으로 배달, 감시, 레저, 환경 검사, 공사 등 다양한 민간 분야에서도 이용되고 있다. 실제로 UAV 시장은 기하급수 적으로 성장하고 있으며, 미국의 Teal Group 는 2024 년에 전세계 UAV 시장 규모가 147 억 달러 규모로 급증할 것이라 예상 하였으며, 중국의 UAV 개발 업체인 DJI 는 이미 다양한 민간용 UAV 를 출시하여 2015 년에 약 1 조 1500 억원의 매출을 달성하였다 [1]. 그러나 현재 출시된 대부분의 UAV 는 무선환경과 무게 제약 때문에 저사양을 가지고 있어 복잡한 연산이나 작업이 필요한 임무에 투입될 수 없다. 이러한 문제를 해결하기 위하여 여러 UAV 가 임무 분담을 하여 작업을 수행하는 UAV 군집 비행 제어 기술이 필수적이다 [2-3]. 본 논문에서는 기존 UAV 군집 비행 제어 기술을 3 가지로 분류하고, 기존 기술들의 장점을 결합한 복합 UAV 군집 비행 제어 기술을 제시한다.

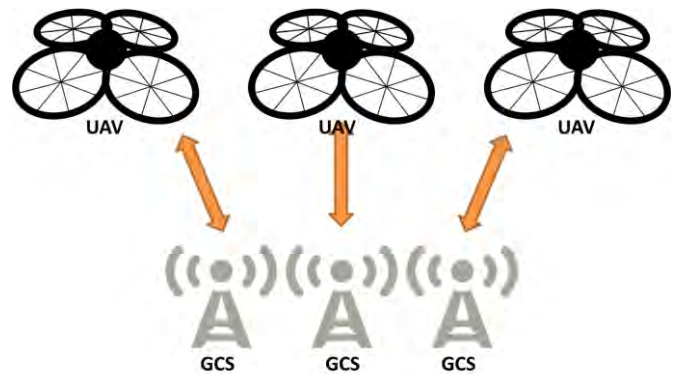
2. 기존 UAV 군집 비행 제어 기술

다음은 기존의 UAV 군집 비행 세가지 제어 기술을 보여준다.

2.1 1:1 제어 기술

(그림 1)은 군집 UAV 를 GCS 와 1:1 로 대응하여 커뮤니케이션을 하는 구조를 보여준다. 각 UAV 는 Ground Control Center (GCS)와 1:1 로 대응되어 직접 GCS 로부터 임무를 부여 받고 제어되며 수집한 데이

터를 전송한다. 같은 군집에 속하는 UAV 는 모두 동등한 지위를 가지며 같은 임무를 수행하거나 서로 정보를 교환 할 수 있지만, 각 UAV 를 제어하는 GCS 의 허가 없이는 서로에게 접근할 수 없다. 각 UAV 를 제어하기 쉽고 다른 UAV 로부터 영향을 받지 않지만, 모든 UAV 에게 GCS 를 할당해야 하기 때문에 자원과 인력이 많이 소모 되며, 각 UAV 가 따로 제어되기 때문에 실질적으로 군집제어라 보기 어렵다.

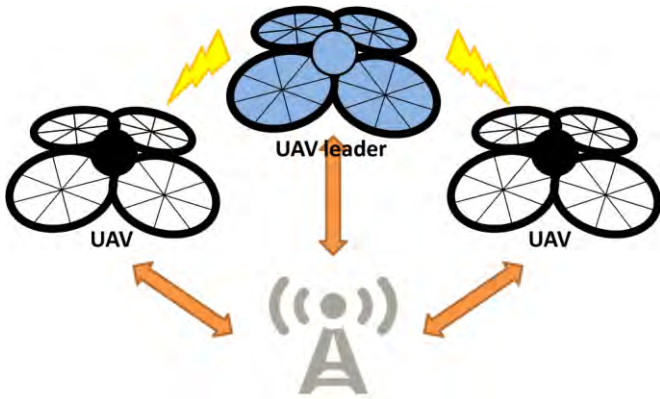


(그림 1) 1:1 multi-UAV control

2.2 리더-팔로워 제어 기술

(그림 2)는 UAV 군집에서 리더를 선출하여 UAV 리더만 GCS 와 커뮤니케이션 하는 리더-팔로워 구조를 보여준다. UAV 군집에서 오직 UAV 리더만 GCS 로부터 임무를 부여 받거나 제어되며, 나머지 UAV 는 UAV 리더에게 제어 되거나 맹목적으로 따른다 [4]. 각 UAV 로부터 수집된 데이터는 개별적으로 GCS 에

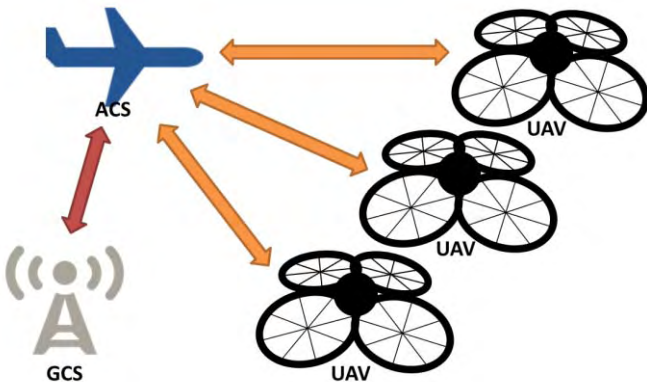
게 전송하거나 UAV 리더가 수집하여 GCS 에게 전송할 수 있다. UAV 리더만 제어하면 군집을 이루는 나머지 UAV 도 한꺼번에 제어가 되기 때문에, 1:1 제어 방법보다 적은 자원과 인력이 필요하다. 그러나 UAV 리더에게 이상이 생겼을 때 군집에 대한 통제권을 잃을 수 있으며 UAV 리더를 제외한 나머지 UAV 는 항상 UAV 리더와 네트워크로 연결이 되어 있거나 시야(카메라, 적외선 등) 안에 있어야 한다.



(그림 2) Leader-Follower multi-UAV control

2.3 ACS 기반 군집 제어 기술

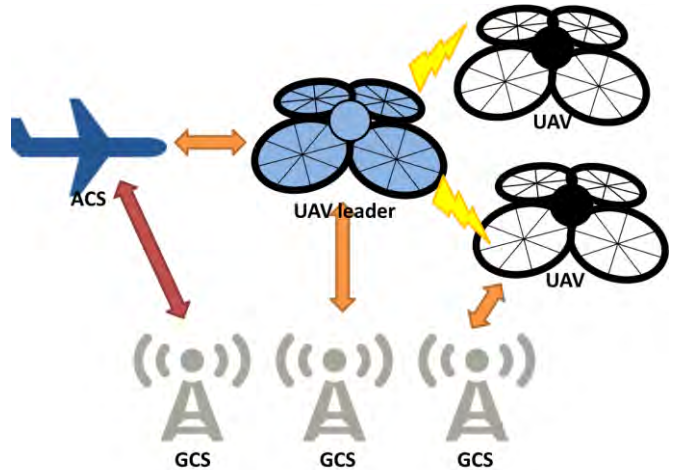
(그림 3)은 Airborne Control Center (ACS)를 기반으로 한 UAV 군집 비행 제어 구조를 보여준다. UAV 군집은 GCS 와 직접 커뮤니케이션 하지 않고, 네트워크 및 시야가 닿는 ACS 와 커뮤니케이션 한다. ACS 는 공중에서 GCS 로부터 받은 제어 신호나 임무를 UAV 에게 전달하며, UAV 군집으로부터 받은 데이터를 GCS 에게 전달한다. 일반적으로 ACS 는 UAV 보다 월등한 성능을 가지고 있어 리더-팔로워 구조에서 GCS 리더가 하지 못했던 복잡한 연산을 수행 할 수 있으며 UAV 가 GCS 와 커뮤니케이션을 할 수 없는 곳에서도 원활하게 UAV 군집을 제어할 수 있다. 그러나 ACS 가 필수적으로 리더-팔로워 구조보다 많은 비용을 발생시킬 수 있으며 여전히 각 UAV 가 ACS 시야 안에 있어야 하며 ACS 에게 이상이 생겼을 때 ACS 군집을 통제하기 어렵다는 문제점이 있다.



(그림 3) ACS based multi-UAV control

3. 복합 UAV 군집 비행 제어 기술

(그림 4)는 앞서 언급한 3 가지 UAV 군집 비행 제어 방안의 장점을 결합한 복합 UAV 군집 비행 제어 구조이다. 복합 UAV 군집 비행 구조에서는 각 UAV 들이 부여 받은 임무에 따라 GCS 에게 개별 제어 받거나 UAV 리더로부터 제어 받는다. UAV 리더는 UAV 군집의 나머지 UAV 를 제어하면서 GCS 와 커뮤니케이션을 하지만 GCS 와의 통신거리가 닿지 않거나 긴급한 상황인 경우 가까이 있는 ACS 과 커뮤니케이션을 하여 임무를 수행 한다. ACS 는 GCS 와 UAV 군집 사이에서 정보를 전달하며 UAV 리더에게 이상이 생겼거나 임무에 필요한 경우 리더를 재지정하여 UAV 군집이 원활하게 임무를 수행 할 수 있도록 할 수 있다. 제안하는 복합 구조에서는 다양한 구성 요소들이 유기적으로 연결되어 있으므로, 수행하는 임무나 비용 및 자원에 따라 구조를 변경 할 수 있으며, 긴급한 상황에도 대처 할 수 있다.



(그림 4) Composite multi-UAV control

4. 결론

최근 ICT 기술 발전으로 인해 군용으로만 이용되던 UAV 가 민간 분야에서도 많이 이용되고 있다. 그러나 대부분의 UAV 가 환경적, 기술적 제약으로 인해 저사양을 지니고 있어 복잡한 임무를 수행하는데 많은 제약이 있다. 이러한 문제를 해결하기 위해서 여러 UAV 가 임무를 분담하여 수행할 수 있는 UAV 군집 기술을 이용해야 한다. 본 논문에서는 UAV 군집 기술에서 필수적인 UAV 군집 비행 제어 기술을 3 가지로 분류하고 정의하였으며 기존 기술들의 장점을 결합한 복합 UAV 군집 비행 제어 기술을 제시하여 향후 UAV 군집 비행 제어 기술 개발에 기여 할 수 있도록 하였다.

참고문헌

- [1] 이아름. “드론 시장 및 사업 동향”, 융합연구정책 센터
- [2] Kim, Geon-Hwan, et al. "Multi-drone control and network self-recovery for flying Ad Hoc Networks." *Ubiquitous and Future Networks (ICUFN), 2016 Eighth International Conference on*. IEEE, 2016.
- [3] Simi, S., Rakesh Kurup, and Sethuraman Rao. "Distributed task allocation and coordination scheme for a multi-UAV sensor network." *Wireless and Optical Communications Networks (WOCN), 2013 Tenth International Conference on*. IEEE, 2013.
- [4] Cui, Rongxin, et al. "Leader-follower formation control of underactuated autonomous underwater vehicles." *Ocean Engineering* 37.17 (2010): 1491-1502.