

# 클라우드 환경의 GCS를 고려한 원격 드론 제어용 관리 및 로깅 설계 제안

## A Design Proposal for Remote Drone Controlling and Logging with GCS in Cloud Computing Environments

권민재<sup>1</sup> · 소윤서<sup>1</sup> · 김민성<sup>1</sup> · 김병국<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>삼육대학교 컴퓨터공학부

Min-jae Kwon<sup>1</sup> · Yoon-seo So<sup>1</sup> · Min-Seong Kim<sup>1</sup> · Byoung-Kug Kim<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Division of Computer Science and Engineering, Sahmyook University, Seoul 01795, Korea

### [Abstract]

In real-time remote drone control, there are physical limitations to controlling the drone through the user's controller due to the radio transmission range. FANET(flying ad-hoc network) for remote drone control and LTE(long term evolution) technology for mobile communications are being steadily researched or adopted. This paper, we propose a drone management server for cloud computing environments that operate multiple drones in environments where WiFi mesh networks are constructed and comprehensively manages drones in these large mesh networks. All drones within the mesh network can access the GCS (ground control system) server in the remote cloud via the Internet. This allows users to control drones with their own operating authority using a common server, and perform a wide range of flight missions through mesh routing.

### I. 서 론

실시간 원격 드론 조종에 있어 사용자의 컨트롤러를 통한 드론 제어에는 전파도달 범위에 따른 물리적인 한계가 존재한다. 전파 신호의 감소는 제어 및 상태 정보의 소실과 함께 그에 따른 원격 드론의 실시간 제어에 막대한 악영향을 끼치며, 최악의 경우 드론 제어의 실패로 이어지게 된다.

이에 대한 극복을 위해 현재 다양한 연구가 진행이 되고 있으며, 대표적인 기술로 다수의 드론을 활용하여 이들간 데이터의 중계기능을 제공하는 FANET(flying ad-hoc network) 기술이[1][2] 하나 예이다. 또는, 상대적으로 장거리 통신 기능을 제공하는 LTE 같은 이동통신망 모뎀(modem)을 탑재하는 방안[3]도 존재한다.

본 연구는 WiFi 메쉬(mesh) 네트워크가 구축된 환경에서 다수의 드론이 운영되고 이 다량의 메쉬 네트워크에서 통합적으로 드론을 관리하기 위한 클라우드 컴퓨팅 환경의 드론관리용 서버를 제안한다.

메쉬 네트워크내에 존재하는 모든 드론은 인터넷을 통해 원격 클라우드에 존재하는 GCS(ground control system) 서버에 접속할 수 있다. 이로써, 사용자는 공통의 서버를 활용하여 자신의 운영 권한이 있는 드론을 제어할 수 있고, 메쉬 라우팅을 통하여 폭넓은 비행임무 수행이 가능할 것이다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 본 제안을 위한 설계를 한다. 이어서 3장에서는 해당사항을 구현한다. 이후 4장과 5장에서는 이에 대한 실험 결과를 소개하고, 최종적으로 결론짓는다.

다.

### II. 제안 설계

인터넷을 활용한 드론의 제어는 공간상의 많은 제약을 해결할 수 있다. 드론과 원격제어기(remote controller) 간의 직접적인 연결이 필요로 하지 않기 때문이다. 다만, 라우팅 과정에서 발생하는 데이터 전송 지연 문제 등의 일부가 향후 해결되어야할 도전 과제로 남아있지만, 현재의 기술 및 서비스 품질(WiFi-6 메쉬 네트워크) 기반에서 실험 결과 단순 비행제어 정도는 충분한 성능으로 확인되었다.

본 제안에서는 드론제어를 위한 서버를 클라우드 컴퓨팅기반의 환경에 구축한다. 드론 제어를 위한 사용자 컴퓨터가 서버로 운영이 될 경우, 엣지 컴퓨팅 서버(edge computing server) 형태의 동적인 특성을 갖기 때문에 운영 중에 예상치 못할 외부 변수가 발생할 가능성이 높다. 또한, 서버로 활용 시 이동 중 일시적 또는 장기적 네트워크 장애 발생에 따른 다수의 연결된 드론들의 동시다발적인 제어 장애가 발생할 가능성도 크다. 이에 대한 보완으로 안정된 환경에서 운영되는 클라우드환경에서 GCS 서버를 활용하여 드론의 지속적인 운영 서비스가 진행되도록 하는 것이다.

본 제안의 GCS 서버는 사용자 컴퓨터로부터 수신된 드론 제어 명령을 해당 드론에 전달하고, 드론으로부터 수신된 정보를 사용자 컴퓨터에 회신하는 중계시스템의 기능을 갖는다. 또한, 운영 중 발생하는 사건(events)에 대한 분석 및 사용자 개입 없이 추후 동일 패턴 비행(또는 자율비행)을 위한 학습용 데이터수집을 위

\* Corresponding Author

한 로깅 기능을 수행하도록 설계가 되었다.

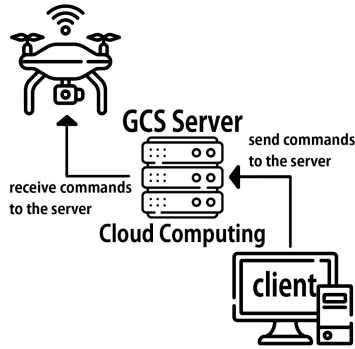


그림 1. 설계 제안 계략도

### III. 실험 및 결과

본 제안에 대한 구현 및 동작을 통해 실시간으로 드론 비행 제어 및 이 과정에서 수집된 정보를 로그로 기록할 수 있었다. 그림 2는 운영 중 기록된 로그의 예이다.

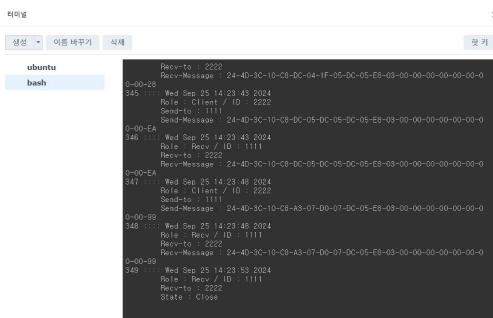


그림 2. 구현 결과(로그 기능)

이 로그에는 사용자가 원격으로 드론을 조종함으로써 발생하는 다음의 사항을 담는다.

- 시간 : 이벤트 발생 시점을 기록(단위: 초)
- 순번 : 세부 이벤트 순서 판별용
- Role : 이벤트 발생 주체 확인
- ID : 이벤트 식별자
- Src./Dst. : 명령/상태 정보에 대한 발신지(source) 및 목적지(destination) 확인용
- State : 링크 상태 확인용
- Message : 송/수신 메시지 내용

이러한 로그를 기반으로 자율비행에 적용 시, GPS를 포함한 각종 메시지(message)의 내용을 분석하여 유사 시간 및 장소에 따른 이벤트를 예측할 수 있을 것이며, 그에 따른 더 효율적인 비행을 제어할 수 있을 것으로 예상

한다.

### IV. 결 론

본 연구 결과를 얻기위해 우리는 WiFi 메쉬 네트워크가 구축된 환경에서 다수의 드론이 운영되고 이 다량의 메쉬 네트워크에서 통합적으로 드론을 관리하기 위한 클라우드 컴퓨팅 환경의 드론 관리용 서버를 제안하였다.

메쉬 네트워크내에 존재하는 모든 드론은 인터넷을 통해 원격 클라우드에 존재하는 GCS 서버에 접속할 수 있다. 사용자는 공통의 서버를 활용하여 자신의 운영 권한이 있는 드론을 제어할 수 있고, 메쉬 라우팅을 통하여 폭넓은 영역에서 임무 비행이 가능할 것으로 예측한다.

본 연구에서는 드론제어를 위한 서버를 클라우드 컴퓨팅기반의 환경에 구축하였다. 클라우드 컴퓨팅 환경에서 GCS 서버를 활용하여 드론의 지속적인 운영 서비스가 진행되도록 하였다. 또한, 운영중 발생하는 사건에 대한 분석 및 사용자 개입 없이 추후 동일 패턴 비행(또는 자율비행)을 위한 학습용 데이터수집을 위한 로깅 기능을 수행하도록 설계 및 구현하였다.

아울러, 추후 효율적인 자율비행(프리스트 기법 등)을 위한 보조 자료용 데이터 확보를 통해, 향후 자율비행 시스템에 적극 적용될 가능성도 본 연구를 통해 보였다.

### Acknowledgments

본 연구는 2024년 과학기술정보통신부 및 정보통신기획평가원의 SW중심대학사업 지원을 받아 수행되었음(2021-0-01440)

### References

- [1] Y. B. Kim, Y. R. Lee, J. I. Jeon, J. W. Choi, S. B. Park, B. C. Jung, H. W. Lee, "Performance Analysis of Probabilistic Relay UAV Selection Method Considering Neighbor UAV Characteristics in FANETs." *The Journal of Korean Institute of Communications and Information Sciences*, Vol. 49, No. 5, pp. 748-751, 2024.
- [2] M. H. Oh, and S. S. Jung, "A Comparative Study of Communication Protocol Models for Swarm Flight." *Journal of Next-generation Convergence Technology Association*, Vol. 4, No. 4, pp. 388-393. 2020.
- [3] H. H. Jung, J. H. Lee, and S. J. Park, "A Study on Data Acquisition in the Invisible Zone of UAV through LTE Remote Control." *Korean Journal of Remote Sensing*, Vol. 35, No. 6, pp. 987-997, 2019.