

# 드론 플랫폼 활용성 증대를 위한 사용자 맞춤형 지상 제어 시스템 설계 연구

<sup>1</sup>류옥재, <sup>2\*</sup>김양훈

## A Study on Ground Control System Design by User Classification to Increase Drone Platform Usability

<sup>1</sup>Ukjae Ryu, <sup>2\*</sup>Yanghoon Kim

### 요약

제4차 산업혁명을 통하여 발견된 다양한 융합기술은 산업에 스며들고 있다. 드론은 융합기술을 기반으로 건설, 교통, 국방 등의 산업에서 활용되고 있다. 회전익 드론 조종은 눈으로 보며 동작시키는 가시권에서부터 GCS를 활용한 원격지 비 가시권까지 다양한 범위에서 활용되고 있다. 산업용 드론을 운영하는 관계자를 분류하면 드론을 직접 활용하는 일반 조종자, 드론 조종자를 양성하는 교관, 드론의 상태를 점검하고 장기간 활용할 수 있게 하는 정비사 등이 있다.

드론 GCS의 화면은 어떠한 형태로 나타나느냐에 따라서 사용자의 빠른 대응, 또는 핵심적인 데이터를 획득할 수 있다. 이에 따라 본 연구에서는 미션플래너 GCS를 대상으로 GUI 특성을 분석하여 사용자에게 따른 화면 구성방안을 설계하였다.

### Abstract

Various convergence technologies discovered through the 4th industrial revolution are permeating the industry. Drones are being used in industries such as construction, transportation, and national defense based on convergence technology. Quart-copter drone control is being used in a wide range of fields from the visual field of operation with the naked eye to the remote field of view using GCS. If we classify those who operate industrial drones, there are general pilots who directly use drones, instructors who train drone pilots, and mechanics who check the status of drones and use them for a long time. Depending on the shape of the screen of the drone GCS, a user's quick response or key data can be acquired. Accordingly, in this study, GUI characteristics were analyzed for the mission planner GCS and a screen composition method according to the user was proposed.

**Keywords:** Drone, Drone Platform, Ground Control System, User Interface, User Oriented System

<sup>1</sup> 주식회사 포스웨이브 연구소장 (skyroom7@gamil.com)

<sup>2\*</sup> Corresponding Author 중앙대학교 박사과정 (yhhkim79@cau.ac.kr)

## I. 서론

2016년 다보스 포럼에서 드론의 미래를 설계하였다. 4차 산업혁명의 핵심 기술들이 각종 산업에 응용되면서 기술의 발전은 급 가속화되고 있다. 드론은 다양한 센서와 저전력 커넥티비티 기술의 응용을 통하여 국방분야를 중심의 산업 활용에서 다양한 산업으로 범위를 확장시켰다. 특히, 드론에 지능형 제어 시스템을 구성함으로써, GCS를 통한 원활한 원격제어를 수행하여 촬영, 택배와 같은 다양한 산업으로 확산시키고 있다[1].

국내에서 드론은 비행과 관련된 체공시간, 최대거리, 속도, 고도, 무게, 프로펠러의 수 등에 따른 분류와 목적에 따른 지역, 비행체 형태 등으로 분류하고 있다[2]. 이중 비행체 형태와 여러개의 프로펠러 숫자에 따라 분류되는 회전익 또는 멀티콥터형 드론은 상업용으로 임무 중심의 비행에서 눈으로 보며 동작시키는 가시권에서부터 GCS를 활용한 원격지 비 가시권까지 다양한 범위에서 활용되고 있다[3].

드론 산업은 2026년까지 연평균 29% 급성장을 예측하고 있으며, 2022년 현재 704억원의 국내시장으로 산정되고 있다. 이러한 드론은 소재부품 산업에서부터 서비스 산업까지 광범위한 경제적 파급효과를 일으킬 것으로 기대되고 있다[4].

드론은 H/W로 다양한 부품들의 조합과 S/W의 제어시스템 연계를 통하여 종합적인 비행을 보여준다. 이러한 드론은 활용방안에 따라 개인용, 상업용, 연구용 등으로 분류할 수 있으며, 드론을 운영하는 관계자를 분류하면 드론을 직접 활용하는 일반 조종자, 드론 조종자를 양성하는 교관, 드론의 상태를 점검하고 장기간 활용할 수 있게 하는 정비사 등이 있다.

드론의 조종 현황을 논리적으로 확인할 수 있는 GCS는 다양한 정보를 제공한다. GCS는 다양한 관계자가 활용하지만, 오픈소스로 개발된 미션플래너를 중심으로 GUI가 유사한 형태를 이루고 있다. 드론 GCS의 화면은 어떠한 형태로 나타나느냐에 따라서 사용자의 빠른 대응, 또는 핵심적인 데이터를 획득할 수 있다.

이에 따라, 드론 사용자의 시인성 및 편의성 향상과 상황에 적합한 정보를 획득하기 위해서 드론의 GCS는 분류되고 별도의 화면으로 구성될 필요가 있다. 본 연구에서는 미션플래너 GCS를 대상으로 GUI 특성을 분석하여 사용자에 따른 화면구성방안을 제안하고자 한다. 2장에서 드론 제어기술과 관련된 연구에 대하여 살펴본다. 3장에서는 본 연구의 대상인 GCS를 대상으로 사용자 맞춤형 구성방안을 설계하고, 상용 드론을 운영하는 이해관계자들을 대상으로 설문조사를 실시하여 적절성을 확보한다. 마지막으로 4장에서는 연구 내용을 정리하고 향후 연구의 가능성을 이야기한다.

## II. 선행연구

### 2.1 드론 개념 및 산업현황

드론은 고정익, 회전익, 복합형 등의 형상으로 국방산업에서 비행 및 조정을 원격으로 하는 항공기를 통칭하고 있으나, 교통수단으로써 유인 드론에 대한 연구도 활발하게 진행되고 있다. 드론에 대하여 국내에서는 무게, 체공시간, 거리, 비행고도 등에 따른 일반적인 분류와 원격조종 형태, 공역, 지역, 배터리, 비행체 형태, 용도 등에 따라 구분하고 있지만, 국제적으로 통용되고 있는 분류기준은 미흡한 상황이다. 편리하게 로터의 방향에 따라 구분할 수 있는 회전익과 고정익 드론이 있다. 회전익 드론은 헬리콥터 형태를 띄고 있으며, 로터의 개수에 따라 멀티콥터의 분류로 구분된다. 이러한 회전익 드론은 협소한 공간에서 이착륙이 가능하며, 공중에서 정지, 회전 비행 등이 가능한 유인 헬리콥터보다 기동력이 우수한 형태를 갖는다. 이와 비교하여 고정익 드론은 비행기와 같은 고정날개를 장착하고 있으며, 장기 체공을 중심으로 비행하고 있다. 이러한 고정익 드론은 정지 비행이 어려우며 낮은 고도에서 표적의 지속적 추적이 어려워 정밀한 지도 제작 등에 어려움이 있다. 이러한 드론은 초기에는 국방 분야에서 적군의 감시 및 감시대상의 정찰용도로 활용되었지만, 근래에 들어 용도가 확장됨으로써 농업·안전·구조·택배 등 다양한 산업과 연계하여 상업용, 연구용으로 활용되고 있다[1][5].

드론은 H/W 적으로 전체의 틀이 되는 프레임, 프로펠러, 로터로 기본 구성되어 있으며, 무선 송수신기 및 라이터, 가속도기 등 각종 센서와 이에 대한 신호를 제어하는 FC(Flight Controller), 배터리 등으로 구성되며, S/W에는 지상 제어 시스템이 주를 이루고 있다[6].

이러한 구조를 중심으로 국내 드론산업은 모터, 변속기, 배터리, 프로펠러, 센서 등의 H/W와 항법, 제어, 관제 등 S/W, 그리고 카메라, 방재통, 확성기, 구멍튜브 등의 임무장비를 제작 및 생산하는 기업으로 다수 구성되어 있다. 그러나, 실질적으로 드론의 모터, 변속기, 배터리, 센서 등 핵심 부품은 해외에 의존성이 깊으며, S/W는 혼용하여 활용 중에 있다. 한편, 드론에 적용하여 활용하고 있지만, 통신 및 컴퓨팅 장치의 일부인 무선네트워크 장비, 디스플레이 장치 등은 국내 산업이 비교우위를 갖고 있는 것으로 나타났다[7].

## 2.2 드론 제어기술 연구 현황

국내에서 이루어지는 드론과 관련된 직접적인 연구는 드론의 활용과 관련된 내용들이 다수 진행되고 있다. 드론의 개념 자체는 오래전부터 이루어져왔기 때문에, 드론의 반대 급부 측면에서 연구들이 다수 있다. 드론에 대한 악용으로 정보 수집, 산업 스파이, 그리고 교도소에 불법 물품을 반입하는 사례 등에 대하여 분석하고, 반대 상황으로 범죄예방을 위한 암행지 순찰, 이동형 감시에 대한 응용방안을 연구하고 있다[6].

사용자 측면에서 드론 조종자가 사진 측량임무를 위하여 기존의 지상제어시스템의 중첩 사용을 통한 간략화하는 연구가 진행되었다. 기존의 일반적인 항공사진측량의 비 효율적 문제를 해결하기 위하여 측량 보조드론을 이용한 지상 제어시스템의 활용으로 문제점을 개선하였다[8].

한편, 상용드론과 Raspberry PI, 및 오픈소스를 활용하여, 쿼드로터 드론의 자율운행기술 개발 중 영상기반 자율운행을 설계해볼 수 있는 별개의 지상원격제어시스템(GCS)에 대한 연구도 진행되었다. 설계한 시스템은 모듈화된 구성으로 통신, UI 및 영상처리 모듈로 구성하였고, 특히 주행선유지 알고리즘을 구현하여 기능 및 성능 실험을 하였다[9].

마지막으로 인공지능을 활용하여 드론이 목표물을 추적하는 시스템의 설계, 구현, 성능 평가를 연구하였다. 목표물 추적을 위한 인공지능 기반 플랫폼을 제시하고, 실험과 시뮬레이션을 통하여 이를 검증하였다[10].

이렇듯 현재 진행되는 대부분의 연구들은 추적, 측량 등을 중심으로 드론 조종자를 위한 시스템과 서비스 개발을 하고 있다.

## III. 사용자 맞춤형 GCS 설계

드론의 조종 현황을 논리적으로 확인할 수 있는 GCS는 다양한 정보를 제공한다. GCS는 다양한 관계자가 활용하지만, 오픈소스로 개발된 미션플래너를 중심으로 GUI가 유사한 형태를 이루고 있다[11][12]. 드론 GCS의 화면은 어떠한 형태로 나타나느냐에 따라서 사용자의 빠른 대응, 또는 핵심적인 데이터를 획득 할 수 있다. 이에 따라, 본 연구에서는 회전익 드론의 관제 비행에 직접적으로 연관된 사용자를 조종자, 교관, 정비사로 구분하여 설계한다.

조종자는 드론의 모습과 위치, 고도 등 임무를 수행하는 기체 중심의 정보가 중요하다. 교관은 실제 비행 데이터에 따라 돌발상황에 대응하기 위하여 보이지 않은 위치에서는 조종자의 정보 외에도 풍향, 풍속 등 더 많이 정보가 필요하다. 마지막으로 정비사는 드론의 비행이 잘 이루어졌고, 드론의 모터나 프레임에 문제가 없는지 확인을 해야하기 때문에 로그 데이터 값들이 필요하다. 이렇게 사용자별 필요한 정보를 기반으로 그림 1은 일반적으로 나타나는 조종자의 화면 구성을 목록화 시킨 그림이다. 좌측의 ‘@Map’은 GPS 또는 GNSS를 기반으로 드론이 현재 비행하고 있는 지도의 위치를 나타내준다. 우측 상단의 ‘@Drone’는 드론에 장착된 각종 센서를 기반으로 드론의 기울기 등에 대한 물리적 현황을 나타낸다. 우측 하단의 ‘@Log’는 비행하는 드론이 획득하는 다양한 데이터들의 값을 보여준다.

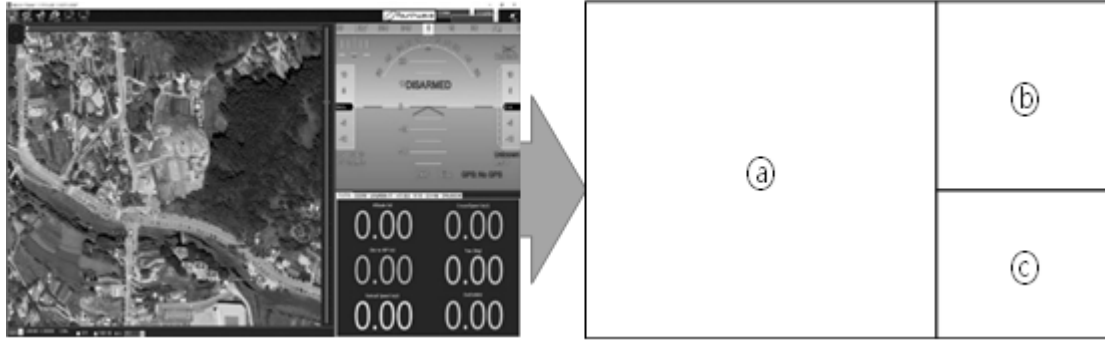


Figure1. GCS Interface configuration cleanup  
 그림 1. GCS 인터페이스 구성 정리

이러한 화면 상 표현되는 데이터를 기반으로 사용자별 화면구성 비율의 방향을 그림 2 과 같이 설계하였다. 일반 조종자는 데이터 중심의 비행보다는 직관적 시야비행이나 지도 중심의 관제 비행을 실시하기 때문에 Map 의 정보가 가장 중요하며, 필요에 따라 실시간 드론 데이터도 활용할 수 있는 구성이 필요하다. 드론 교관은 일반 조종자의 비행형태에 대하여 관제비행 데이터와 로그데이터를 중심으로 돌발상황에 대비해야 한다. 이에 따라 전체 인터페이스가 고르게 확장이 필요하다. 드론 정비사는 비행 후의 데이터에 집중하여 물리적인 외관 뿐만 아니라 내부의 데이터를 통한 부품의 수리, 교체를 실시해야 하기 때문에 Log 화면의 비율이 더욱 커야 한다.

[UI Parts]

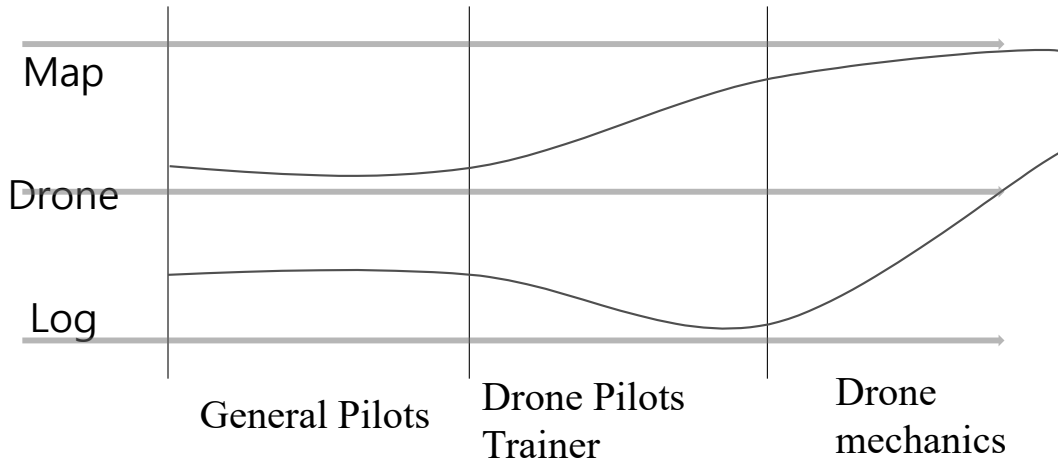


Figure2. Design of screen composition ratio for each drone user  
 그림 2. 드론 사용자 별 화면구성 비율 설계

설계한 내용을 기반으로 실제 시스템에 적용하기 위하여 그림 3 과 같이 지상제어시스템 장치와 오픈소스를 기반으로 한 지상제어시스템을 변형하고, 드론에 이중화된 통신이 가능하도록 제어방향을 수정하여 시범적용하였다.



Figure 3. Trial Application Environment and SW  
그림 3. 시범적용 환경 및 개발 SW

설계한 화면구성 방향에 대하여 5년 이상 비행경험이 있는 일반 조종자와 드론 교관, 드론 정비사 직무를 10년 이상 수행한 사용자들을 대상으로 본 시범적용 환경 및 SW에 대한 적정성을 분석하였다. 각 사용자별 5점 척도의 설문조사를 통하여 평균 4.8의 타당성을 획득하였다.

#### IV. 결론

회전의 드론을 사용하는 사람은 역할에 따라 일반 조종자, 교관, 정비사 등으로 구분할 수 있는 정보들의 나열로 인한 업무 대응에 어려움이 있다.

드론 GCS의 화면은 어떠한 형태로 나타나느냐에 따라서 사용자의 빠른 대응, 또는 핵심적인 데이터를 획득할 수 있다. 이에 따라, 드론 사용자의 시인성 및 편의성 향상과 상황에 적합한 정보를 획득하기 위한 구분된 시스템에 대하여 연구하고 제안하였다.

향후 연구로는 드론에서 생성되는 다양한 데이터를 분석하여 조종자, 교관, 정비사 사이에 최적의 교육을 수행할 수 있는 시스템에 대하여 연구하고자 한다.

#### V. 감사의 글

본 연구는 중소벤처기업부의 창업성장기술개발사업의 일환으로 수행하였음. [S3182250, 드론 Flight Controller 시인성 및 신뢰성 향상을 위한 정보 등급화 기반 실시간 Controlling 기술개발]

#### VI. 참고문헌

- [1] H. Jung, K. Kim, and Y. Choi, "The Effect on Safety Perception with Ultra Light UAV Pilot's Educational Environment Satisfaction: Including the DREEM Model," *Journal of Advanced Navigation Technology*, Vol. 23, No. 2, pp. 114-124, Apr. 2019.
- [2] C. S. Yu and S.G. Kim, "Drone basics and technology," *Magazine of the Korean Society of Agricultural Engineers*, Vol. 57, Issue 3, pp. 11-19, Aug, 2015.
- [3] J. Ryu and Y. Kim, "A Study on the Dual Control Platform for Drone Field Training," *Journal of Platform Technology*, Vol. 10, No. 2, pp. 20-26, Jun, 2022.
- [4] Gyeongsangbuk-do, Industry using the 4th industrial revolution Trend research report at a glance, 2019
- [5] B. Choi and B. Lee, "The Issues and Requirements of the Establishment of Regulation and Standard for Drone Safety," *Journal of Internet Computing and Services*, Vol. 22, Issue 1, pp. 79-88, Feb. 2021.

- [6] J. Heo and Y.G. Jung, "The Crime with Drone, The Crime Prevention Using Drone," Korean Journal of Public Safety and Criminal Justice, Vol. 26, No. 3, pp. 357-382, Sep. 2017.
- [7] H. Lim, J. Park, D. Lee, and H. J. Kim, "Build your own quadrotor: Open-source projects on unmanned aerial vehicles," IEEE Robotics & Automation Mag., vol. 19, no. 3, pp. 33-45, 2012.
- [8] E. Jeong, S. Baek, M. Jang, and Y. Lee, "Development of the Cadastral Boundary Points Surveying Drone Using Mobile GCS", Proceedings of the Korean Society of Computer Information Conference, pp.7-9, July 2020.
- [9] D. Kim, W. Kang, Y. Koo, J. Bang, K. Son, D. Hostallero, S. Yoon, H. Yeo, J. Ha, N. Seo, D. Han, and Y. Yi, AI-Based Drone Object Tracking System: Design and Implementation, The Journal of Korean Institute of Communications and Information Sciences, vol.42, no.12, pp. 2391-2401, December 2017.
- [10] H. Ahn, C. Hoang, and T. T. Do, "Design of a GCS System Supporting Vision Control of Quadrotor Drones", The Journal of Korean Institute of Communications and Information Sciences, vol. 41 no.10, pp.1247-1255, October 2016.
- [11] D. Schneider, "Is US drone racing legal? Maaaaybe," IEEE Spectrum, vol. 52 no. 11, pp. 19-20, 2015.
- [12] Korea Drone Innovation Association, "A study on the development of drone bot combat system", 2021.

## 저자소개



### 류옥재 (*Ukjae Ryu*)

2001 년 : 서울과학기술대학교 컴퓨터공학과(공학석사)  
 2014 년 : 대진대학교 컴퓨터공학과 컴퓨터공학 전공(공학박사)  
 현재 : 주식회사 포스웨이브 기업부설연구소 소장

관심분야 : 드론, 임베디드시스템 융합보안



### 김양훈 (*Yanghoon Kim*)

2018 년 ~ 현재 : 중앙대학교 박사과정

관심분야 : 스마트팩토리, 융합보안, 산업보안, 드론보안