

# 무인기 표준 프로토콜 기반 유무인 복합운용 구조 설계 및 모듈화 연구

유은지, 김학준, 김현서, 권준석

한화시스템

eunji.you@hanwha.com, hjn.kim@hanwha.com, hyunsea77@hanwha.com, junsuk718@hanwha.com

## A Study on the Design and Modularization of MUM-T Architecture based on the UAV Standard Protocol

You Eun Ji, Kim Hack Joon, Kim Hyun Sea, Kim Jun Suk

Hanwha Systems

### 요약

본 논문은 다수/다기종/유무인 플랫폼 간 연동을 위한 유무인 복합운용 구조를 제시한다. 이를 위해, 표준 프로토콜 기반의 상호운용성 제공을 위한 표준 프로토콜 기반 설계를 설명하며, 검증된 비행체 특정모듈(VSM) 기능 구성을 위한 모듈화 적용 방안을 제안한다.

### I. 서 론

2000년대 이후 현대 전장에서 운용 플랫폼의 무인화, 그중에서도 무인화체계(Unmanned Aerial System, UAS)의 적극적인 개발 및 활용은 부인할 수 없는 흐름이 되고 있다.[1] '00년대 초반 이라크, 아프가니스탄 등지에서의 무인기(Unmanned Aircraft, UA) 기반 정찰/공격 체계 도입을 넘어, '10년대 이후로는 효율적인 유/무인 플랫폼 통합 운용을 위한 유무인 복합체계(Manned UnManned Teaming, MUM-T)에 대해 다양한 연구 및 개발이 이루어지고 있다.[2] 또한 '20년대부터는 전쟁 수행의 판도를 완전히 바꾼 우크라이나 전쟁을 통해, 방산/민간 분야를 넘나드는 다양한 드론 플랫폼이 실전에서 활용되고 있다.

이러한 다기종/유무인 플랫폼 간 통합을 위해 반드시 요구되는 사항은 바로 상호운용성(Interoperability)이다. 미국에서는 11년도에 무인기 체계 간 상호운용성 개념을 발전시켜 유무인 플랫폼 통합을 통한 생존성/효율성 확대를 위해 MUSIC(Manned Unmanned Systems Integration Capability) 훈련을 통한 검증을 수행하였으며,[3] 현재도 진행되고 있는 우크라이나 전쟁에서는 상호운용성을 기반으로 미국의 민간기업인 Starlink에서 제공하는 위성 네트워크를 자국의 군용 드론에 빠르게 적용하여 전황을 올리고 있다.[4]

본 논문에서는 이렇게 무인기 체계 운용 효율성 및 유연성 확대를 위해 반드시 요구되는 상호운용성 제공을 위한 표준 프로토콜 기반 설계를 제시하고 이의 실제적인 구현 및 검증을 통한 적용 방안을 제안한다.

### II. 본론

미국 및 유럽의 다양한 회원국 간 군사 동맹 기구인 북대서양 조약기구(North Atlantic Treaty Organization, NATO)에서는 무인기 시스템 간 상호운용성을 위해 무인기 표준 프로토콜(Standard Interfaces of Unmanned Aircraft Control Systems for NATO UA Interoperability, STANAG-4586)을 제시하고 있으며, 국내에서는 해당 표준을 준용하는 한국형 UAV 연동 프로토콜의 표준 등록이 진행 중이다. 표준 프로토콜에

서는 UAS간 상호운용성 확보를 위하여 CUCS(Core UA Control System), Vehicle Specific Machine(VSM), Datalink Interface(DLI) 그리고 Unmanned Aircraft(UA)로 구분되는 다음과 같은 논리적인 개념을 도입한다.

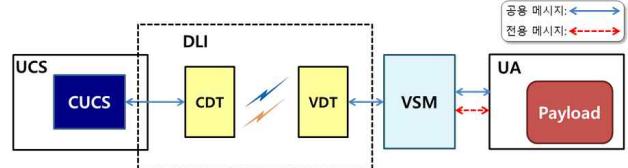


그림 1 무인기 운영 체계(UAS) 구성 요소(Entity)

이러한 UAS 구성요소 중 상호운용성을 보장해주는 주요 역할은 VSM에서 담당한다. VSM은 각 UAS에서 운용되는 비행체 고유 통신프로토콜, 인터페이스 타이밍 및 데이터 포맷을 제공하며, VSM-DLI 구간에서 표준 프로토콜 정의 공용메시지(Generic Message)를 통해 UA 제어/상태 정보를 공유하여 서로 다른 체계에서 운용되는 구성요소 간 연동을 제공하게 된다.[5]

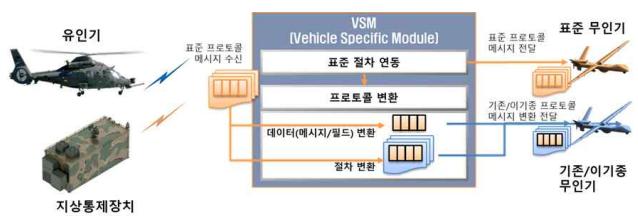


그림 2 비행체 특정 모듈(VSM) 연동 제공

이렇듯 상호운용성 제공을 위한 핵심 모듈인 VSM은 다수/다기종/유무인 플랫폼 간 연동 구성을 위해 표준 프로토콜에 기반한 엄격한 검증이 필수이며, 실제 적용 시에도 검증이 완료된 기능 모듈의 적용으로 오류없는 운용 환경을 제공하는 것이 중요하다.

표준 프로토콜 기반의 검증은 무인기 체계에서 정의된 DLI의 적용 정화도를 검증하는 것[6]으로, 전체 컴포넌트 연동 구성의 시스템 레벨 단위 시험에서는 각 연동 메시지의 프로토콜 규격 여부 확인 및 실제 운용 시나리오에 적합하게 동작하는지의 검증이 필요하다.

검증 예시를 위해, 다음과 같이 비행체의 Landing Gear를 제어하는 비행체의 착륙장치 제어(Core UA Control System(CUCS)에서 발생하는 TC: #11000)하고 상태(비행체에서 수신하는 TM: #12000)를 확인하는 시나리오를 제시한다. 11000번 송신 메시지의 필드(11000.01)은 12000번 수신 메세지의 필드(12000.02)와 제어/상태 관계이며, 요청 값에 대응하는 수신 값을 분석하여 예상 시나리오대로 적합하게 동작하는지 확인할 수 있다.

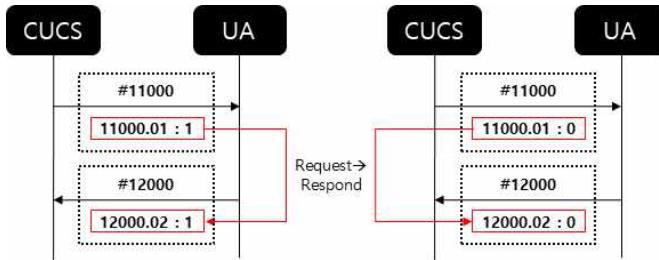


그림 3 프로토콜 예시 시나리오 순서도

상호운용성을 검증하기 위해서는 반복적인 시험을 통해 검증된 시나리오가 필요하며, 이를 위하여 자동화된 시험환경을 구축하였다. 자동화된 검증 환경의 구성은 다음과 같다.

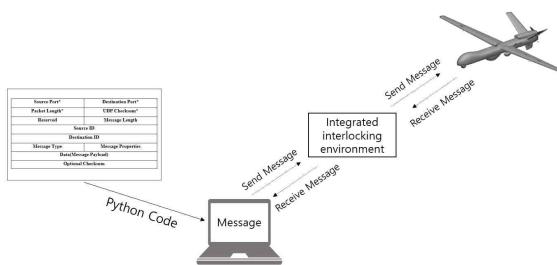


그림 4 검증 환경 구성 개념도

장비에서 기능 모듈의 수정이 발생하면, 위와 같은 검증 환경에서 검증된 시나리오로 기능별 검증을 확인할 수 있다. 이렇게 검증이 완료된 기능 모듈의 활용을 통해, 각 플랫폼 간 명확한 상호운용성 제공이 가능한 VSM 구성이 가능해진다. 다만, 단일 UAS 내에서 표준 프로토콜에서 제시하는 모든 기능이 요구되는 경우는 드물며, 각 UAS 별 특성에 따른 기능별 구성으로 최적화된 VSM 제공이 가능하다.

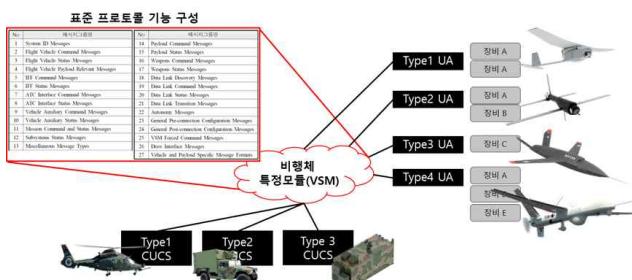


그림 5 비행체 특정모듈(VSM) 기능 구성

본 논문에서는 이러한 효율적인 기능 조합이 가능하도록 기능별 변동성 관리 메커니즘을 통한 구성을 제시한다. VSM의 각 기능을 모듈화하고 설정(Configuration)을 통해 구성이 가능하도록 하여, 유무인 플랫폼 구성에 맞춘 UAS 별 VSM 기능을 조합할 수 있도록 한다.

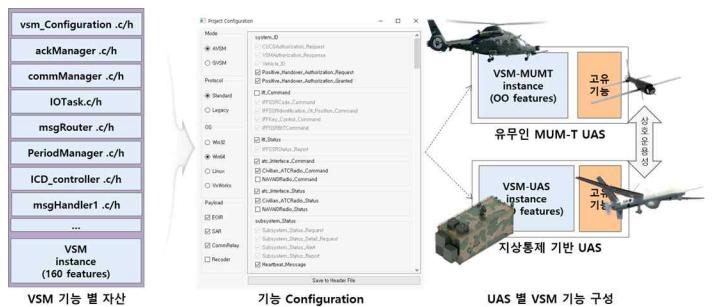


그림 6 비행체 특정모듈(VSM) 기능 설정 예시

### III. 결론

본 논문은 표준 프로토콜 기반 상호운용성 제공을 위한 비행체 특정모듈(VSM)의 검증 및 기능 모듈화, 그리고 해당 모듈의 조합을 통한 변동성 관리 메커니즘을 제시했다. 이를 통해 일반적인 무인기 체계 뿐만 아니라 미래 유무인 통합 운용을 위한 다양한 형태의 UAS 구성에 맞춘 검증된 상호운용 제공이 가능해진다.

### 참고 문헌

- [1] P., Vasile, "UNMANNED AERIAL SYSTEM IN THE CONTEXT OF MODERN WARFARE", SCIENTIFIC RESEARCH & EDUCATION IN THE AIR FORCE, pp. 177-184, 2016.
- [2], [3] Taylor, G.; Turpin, T. Army aviation manned-unmanned teaming (MUM-T): Past, present, and future. In Proceedings of the 18th International Symposium on Aviation Psychology, Dayton, OH, USA, pp. 4 - 7 May 2015.
- [4] Bojor, L., T. Petrache, and C. Cristescu. "Emerging Technologies in Conflict: The Impact of Starlink in the Russia–Ukraine War." Land Forces Academy Review 29, no. 2: 185 - 194, 2024.
- [5] NATO, "Standard Interfaces of Unmanned Aircraft(UA) Control Systems(UCS) for NATO UA Interoperability-Interface Control Document Edition 4". NATO Standardization Agency, APR. 2017.
- [6] Tae Ho Moon, "Understanding of Conformance Test for The UA System Based on STANAG 4586 Protocol," The Korean Society for Aeronautical and Space Sciences Autumn Conference, pp. 863-864. 2020,