

# Link-K 기반의 효율적인 MUM-T 네트워크 구축 및 운용에 관한 연구

이강, 박재수, 손종웅, 박지현\*, 구영훈\*

한화시스템, 국방과학연구소\*

kang.lee@hanwha.com, js2007.park@hanwha.com, whddnd100@hanwha.com, \*jhpark@add.re.kr, \*gyh0808@add.re.kr

## A Study on the establishment and operation of efficient MUM-T network based on the Link-K

Lee Kang, Park Jae Soo, Son Jong Woong, Park Ji Hyeon\*, Goo Young Hoon\*

Hanwha Systems, \*Agency for Defense Development

### 요 약

본 연구는 한국군의 합동전술데이터링크인 Link-K를 기반으로 유무인복합운용체계(MUM-T) 네트워크를 효율적으로 구축하기 위한 아키텍처를 제안한다. MUM-T는 유인 플랫폼과 무인 플랫폼을 통합 운용하여 작전 효율성을 높이는 개념이며, MUM-T 네트워크 구축으로 유인 플랫폼과 무인 플랫폼 간 정보의 적시성, 정확성 및 작전의 효율성, 생존성 등이 향상될 것으로 기대된다.

### I. 서 론

최근 러시아와 우크라이나의 전쟁으로 데이터 통신의 중요성이 더욱 부각되고 있다. 러시아의 폭격으로 주요 시설과 통신 수단을 잃은 우크라이나는 미국의 스타링크에서 제공하는 위성통신 서비스로 군의 통신 수단을 확보하였고, 스타링크를 통해 원격으로 무인항공기(드론 등)를 운용하여 군사력의 열세에도 불구하고 러시아에 대항하여 무너지지 않고 있다고 해도 과언이 아니다. 하지만 스타링크는 민간 서비스로 살상을 위한 사용에 제한을 하고 있으며, 사업자의 정치적인 판단에 따라서 서비스를 전면 제한할 수도 있다. 또한 제밍에 취약한 문제점, 민간 서비스이기에 보안에 취약한 문제점도 가지고 있어 우크라이나는 스타링크를 대체할 통신 수단을 확보하기 위해 노력하고 있다.

유무인복합운용체계(MUM-T)는 유인 플랫폼(예: 전투기, 지상통제소 등)과 무인 플랫폼(예: UAV)을 통합 운용하여 작전 효율성을 높이는 개념으로, 위 사례와 같이 유인 플랫폼과 무인 플랫폼 간의 효율적인 네트워크 구축과 실시간 정보 공유는 작전 효율성을 높이기 위한 필수 요소이다 [1][2]. 한국군의 지상(지휘소, 차량 등), 해상(함정, 잠수함 등)[3], 공중(전투기, 헬기 등) 유인 플랫폼의 경우 전술데이터링크(Tactical Data Link, TDL)를 구축하고 운용하여 실시간 전술정보를 교환하고, 공중 무인 플랫폼(UAV 등)과 유인 플랫폼(지상 지휘소) 간에는 공용데이터링크(Common Data Link, CDL)를 운용하여 실시간 정보를 교환한다. 무인항공기의 경우 지상 지휘소와 공용데이터링크를 통해 통신하는 경우가 많지만, 유인항공기와 합동작전을 수행하기 위한 정보 공유의 수단이 확보되어 있지는 않다.

이에 본 논문에서는 한국군의 유인항공기와 무인항공기가 합동 작전을 수행할 수 있도록 유무인복합운용체계(MUM-T)를 구축하기 위해 전술데이터링크인 Link-K를 기반으로 공용데이터링크와 연동하여 효율적으로 네트워크를 운용하는 방안에 대해 제시하고자 한다.

### II. 본 론

한국군의 유인 플랫폼은 대부분 Link-11, Link-16, Link-K, ISDL-II,

KVMF 등의 전술데이터링크를 운용하고 있다. Link-K는 지상, 함정, 공중 유인 플랫폼에서 사용하도록 개발된 한국군 전용 전술데이터링크로 Link-16과의 상호운용성 보장 목표로 개발되었다. 지상, 함정 플랫폼의 경우 LOS(Line Of Sight) 확보가 불가하기 때문에 주로 위성 Link-K를 많이 사용하며, 공중 플랫폼은 LOS 확보가 가능하기에 주로 무선 Link-K를 사용한다.

무인항공기의 경우 공용데이터링크를 운용하고 있으며, 주로 UAV 연동 프로토콜 NATO 표준인 STANAG 4586에 따라 개발되었다. STANAG 4586은 ISR(Information/Intelligence, Surveillance, Reconnaissance) 센서 데이터를 UAV, 정찰기, 위성과 지상 통제소 간에 주고 받기 위한 표준으로 ISR 데이터를 고속, 보안 상태로 송수신하기 위한 플랫폼에서 사용된다. 한국군의 무인항공기 체계 별로 특성에 따라서 요구사항과 구현 범위가 다르며, STANAG 4586 외에도 STANAG 7085(대용량 데이터링크 프로토콜 표준), STANAG 4660(네트워크형 C2링크 프로토콜 표준), STANAG 7023(UAV 정지영상 프로토콜 표준) 등 다양한 공용데이터링크 NATO 표준에 따라 구현되었다. 아래는 CDL과 Link-K의 주요 특성에 대한 비교 자료이다.

표 1 무인기 CDL과 Link-K 간 주요 특성 비교

구분	무인기 공용데이터링크(CDL)	무선 Link-K
주요 목적	ISR 센서 데이터전송	전술상황공유, 명령/통제
사용 플랫폼	UAV, 정찰기, 위성 ↔ 지휘소	전투기, 헬기, 함정, 지휘소, 차량 등
통신 방식	Point-to-Point	TDMA
주파수 대역	Ku/X-band	L-band
대역폭	수십~수백 Mbps	최대 000 kbps
데이터 종류	영상(EO/IR), SAR, ELINT/COMINT	가입자 위치 정보, 표적 정보, 교전명령, 음성, 이미지, 텍스트 등

유인 플랫폼의 경우 전술데이터링크는 한 가지라도 탑재되어 있지만, 공용데이터링크는 탑재되어 있지 않은 경우가 많다. 무인항공기 전력의 증가되는 추세에 있기 때문에 앞으로 무인항공기와 유인항공기를 복합 운용하는 필요성이 크게 증가할 것이며, 이에 따라서 무인항공기와 유인항공기 간 통신을 위해 효율적인 MUM-T 네트워크 구축이 필요하다.

Link-K를 기반으로 한 MUM-T 네트워크 구축은 크게 두 가지 방안으로 구분할 수 있다. 첫 번째, 무인항공기에 경량화 Link-K 단말기를 설치하는 방안과 두 번째, 무인항공기를 통제하는 지상통제소에 공용 데이터링크와 Link-K 간 데이터 변환 및 포워딩을 수행할 수 있는 단말을 설치하는 방안이다.

Link-K를 기반으로 한 MUM-T 네트워크 구축 시 고려해야 할 사항으로는 무인항공기가 유인항공기와 MUM-T 네트워크를 구축하여 작전을 수행하는 빈도, 무인항공기의 페이로드 용량과 Link-K 단말 설치 시 영향을 미치는 작전 시간 등이 고려되어야 한다. 무인체계 및 전술데이터링크 체계 전력화 시기와 기술개발 소요를 고려하였을 때, 유·무인기 간 정보 공유 수단 확보는 단계적 적용이 필요하다. 먼저 두 번째 방안으로 지상통제소와 Link-K 단말기와의 연동 후, 첫 번째 방안으로 경량화 Link-K 단말 설치를 통해 MUM-T 네트워크를 구축한다면, 한국군의 전투력을 향상시킬 수 있다.

첫 번째 방안은 경량화/소형화한 Link-K 단말기와 안테나를 무인항공기에 설치하여 원격으로 운용하는 방안이다. Link-K를 설치한 유인항공기나 함정 등과 직접 통신하여 작전을 수행할 수 있기 때문에 작전 효율성 증대, 데이터 전송의 지연시간 최소화, 지상 통제소와 LOS 범위를 벗어나는 경우 작전을 수행 중인 다른 유인 플랫폼 (함정이나 유인항공기 등)에게 통제권을 이양하여 운용할 수 있는 등의 장점이 있다. 무인항공기의 항공전자 체계와 Link-K 단말기 간 연동하여 무인항공기의 위치, 고도, 속도 등의 정보를 Link-K 네트워크 송신을 통해 유인 플랫폼에서 무인항공기의 정보를 Link-K 네트워크 가입한 유인 플랫폼에서 모니터링 할 수 있다. 무인항공기는 레이더를 통해 수집한 센서 데이터를 Link-K의 트랙 정보로 변환하여 송신함으로써 유인 플랫폼과 표적의 정보를 공유할 수 있다. 또한 유인 플랫폼에서 무인항공기에 감시정찰, 공격 임무 등을 명령할 수 있다. 아래 그림 1은 무인항공기에 Link-K 단말기를 설치하여 운용하는 MUM-T 네트워크 구축 방안이다. 유인항공기, 무인항공기와 지상통제소가 하나의 무선 Link-K 네트워크에 가입하여 전술정보를 공유할 수 있고, 지상통제소는 위성 Link-K를 통해 LOS 범위 밖의 Link-K 가입자와 전술정보를 공유할 수 있다. 또한 JREAP-C를 포함한 다양한 인터페이스를 통해 방공체계, C4I체계 등과 전술정보를 공유할 수 있고, Link-16을 운용하는 플랫폼과도 통신이 가능하다.

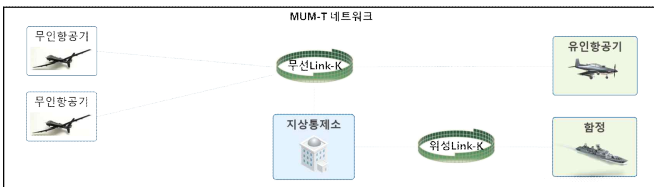


그림 1 무인항공기에 Link-K 단말기를 설치한 MUM-T 네트워크

두 번째 방안은 무인항공기에 Link-K 단말기를 설치하지 않고 지상통제소와 무인항공기 간 공용 데이터링크를 통해 통신하는 방안이다. 지상통제소는 무인항공기와 송수신한 공용 데이터링크 정보를 Link-K 정보로 변환하여 Link-K 네트워크를 통해 함께 작전을 수행하는 유인항공기나 함정 등과 통신하여 무인항공기와 유인 플랫폼 간에 전술정보를 공유할 수 있도록 하는 방안이다. 아래 그림 2는 무인항공기와 지상통제소 간 공

용 데이터링크를 통해 통신하여 MUM-T 네트워크를 구축하는 방안이다.

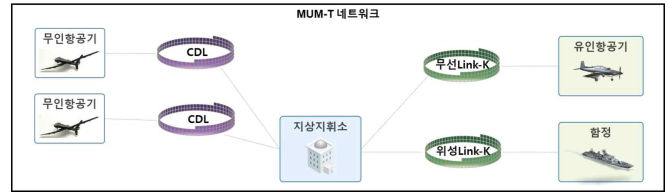


그림 2 무인항공기의 CDL을 활용한 MUM-T 네트워크

무인항공기는 공용 데이터링크를 운용하기 때문에 지상통제소와 일대일 통신을 한다. 지상통제소는 공용 데이터링크 정보를 Link-K 전술정보로 변환하여 Link-K 네트워크에 가입한 유인항공기, 함정 등과 전술정보를 공유한다.

위 두 가지 방안은 모두 공용 데이터링크 정보를 모두 Link-K 전술정보로 변환하는 과정을 거쳐야 하며, 변환 과정을 어디에서 수행하는지 차이가 있다. 추가로 표 1에서 확인할 수 있듯이 CDL의 대역폭은 Link-K 대비 훨씬 크다. 또한 Link-K는 TDMA 구조를 가지기 때문에 유인 플랫폼에 할당된 타임슬롯에 따라 전송속도가 가변적이다. 이러한 네트워크 구조의 차이를 고려하여 대역폭이 훨씬 큰 CDL의 정보를 Link-K 전술정보로 변환하여 송신 시 병목현상이 발생하지 않도록 전송방식(전송 정보 종류, 개수, 전송 주기 및 횟수 등)을 설계해야 한다.

### III. 결론

무인항공기의 작전 필요성은 계속 증가하고 있으며, 우크라이나-러시아 전쟁의 사례처럼 무인항공기는 전쟁의 필수 전력으로 인식되고 있다. 지금까지는 무인항공기의 단독 임무 수행에 초점이 맞추어져 있지만, 점차 유인 플랫폼(지상통제소, 함정 등)이 복수의 무인항공기를 통제하여 작전을 함께 수행하고, 무인항공기가 수집한 정보를 다른 유인 플랫폼과 공유할 필요성이 증가하고 있다. 이러한 시대의 변화에 따라서 본 논문에서는 국내 기술로 개발된 Link-K를 기반으로 CDL과 연동 기술을 개발하여 무인항공기와 유인 플랫폼(유인항공기, 지상통제소, 함정 등) 간에 효율적인 MUM-T 네트워크 구축하는 방안에 대해 제시하였다. MUM-T 네트워크 구축으로 유인 플랫폼과 무인 플랫폼 간 정보의 적시성, 정확성 및 작전의 효율성, 생존성 등이 향상될 것으로 기대된다. CDL과 Link-K는 메시징 구조와 정보에 차이가 있기 때문에 향후 과제나 연구를 통해 구체적인 메시지 변환 및 중계 방안에 대한 설계가 필요하다.

### ACKNOWLEDGMENT

이 논문은 2025년 정부의 재원으로 수행된 연구임.

### 참 고 문 헌

- [1] Kim, Byung Woon, and Ga Eun Choi. "Level and program analytics of MUM-T system." *International Journal of Aeronautical and Space Sciences* 25.2 (2024): 593-604.
- [2] Taylor, Grant, and Terry Turpin. "Army aviation manned-unmanned teaming (MUM-T): past, present, and future." *18th International Symposium on Aviation Psychology*. 2015.
- [3] Banas, Jacquelyn, et al. "Manned-unmanned teaming challenges in the maritime environment." *76th Annual Forum of the Vertical Flight Society*. Vol. 4. 2020.