

다목적 공중플랫폼 적용을 위한 Gbps급 데이터링크 단말 운용방안 분석

김민서, 서정원, 남형석, 이상윤, 홍권기

한화시스템

kms723@hanwha.com, jungwon81.seo@hanwha.com

hyungseok.nam@hanwha.com, sangyoon.alex.lee@hanwha.com, hongsbboy.hong@hanwha.com

Analysis of Operational Strategies for Gbps Data Link Terminal for Multi-purpose Aerial Platforms

Kim Min Seo, Seo Jung Won, Nam Hyung Seok, Lee Sang Yoon, Hong Kwon Ki
Hanwha Systems

요 약

본 논문은 Gbps급 전송률을 구현하는 데이터링크 단말의 운용 방안을 제시한다. Gbps급 단말 특성상 크기·중량·소모전력이 크기 때문에 다양한 공중 플랫폼에 탑재하기 어려운 한계를 가진다. 이를 개선하기 위해 Gbps급 데이터링크 단말의 운용 방안을 제시하고, 전송률 및 통달거리별 SWaP 특성을 분석하였다. 다양한 임무 환경에 적합한 Gbps급 데이터링크 단말 구성 전략을 제시함으로써, 운용 효율성 향상에 기여할 수 있을 것으로 기대된다.

I. 서 론

현대 공중작전 환경에서 데이터링크는 감시정찰용 임무 성공 여부를 좌우하는 핵심 전력 요소로 자리매김하고 있다. 특히, 고도화된 다목적 임무 장비를 탑재한 미래 무기체계의 대용량 데이터를 지연 없이 실시간 전송해야 하는 감시·정찰 임무에서는 Gbps급 데이터링크가 필요하다. [1] 그러나 공중플랫폼별로 요구되는 전송률 및 통달거리는 상이하며, 근거리 감시 임무 플랫폼의 경우 Mbps급 전송률로도 임무 수행이 가능하다. 이러한 플랫폼에서는 오히려 탑재 효율성이 더 중요한 고려 요소가 되며, 과도한 전송률 확보를 위한 장비 구성은 임무 요구 대비 불필요한 탑재 하중과 전력 소모를 초래할 수 있다. 따라서, 플랫폼별 임무 특성과 운용 환경에 따라 필요 전송률을 합리적으로 설정하고, 이를 만족시키는 장비 구성을 선택하는 것이 중요하다. [2]

본 논문에서는 Gbps급 데이터링크 단말과 출력증폭반의 조합을 통해 전송률과 통달거리에 따른 SWaP을 분석하고, 다양한 공중플랫폼에 탑재성을 고려한 모듈형 구조의 데이터링크 단말의 운용 방안을 제시한다.

II. 본론

그림 1은 데이터링크 단말과 출력증폭반을 조합하여 Gbps급 전송률을 구현하는 장비 구성을 나타낸다. 한 개의 데이터링크 단말은 교차편파 방식을 적용하여 최대 T4급 전송률의 2배를 지원하며, 두 대를 병렬 운용함으로써 Gbps급 전송 용량으로 확장할 수 있다. 1대의 데이터링크 단말은 모든 모듈을 장착하여 단독 운영이 가능하며 이 때 SWaP은 표 1과 같다. 또한, 일부 모듈을 분리함으로써 추가 운용 및 낮은 전송률으로 SWaP 특성을 개선할 수 있다. Gbps급 데이터링크 단말은 출력증폭반을 탈부착 할 수 있는 구조를 가진다. 장착 여부에 따라 통달거리를 조절할 수 있으며, 데이터링크 단말에 직접 장착하거나 필요 시 분리하여 독립 운용이 가능해 탑재 효율성을 높일 수 있다. 출력증폭반을 장착한 데이터링크 단말 1대의 크기는 000mm × 000mm × 000mm이며, 운용 방식은 내부 모듈로 결정되어 데이터링크 단말의 제외각 치수는 동일하다.

Gbps급 데이터링크 단말의 구성을 위해서는 2대의 단말이 필요하므로, 2대 단말의 공간이 공중 플랫폼에 요구된다. 하지만, 분리해서 탑재플랫폼에 장착할 수 있는 장점을 가진다. 출력증폭반을 탈착한 상태에서는 송신 출력이 OW로 유지되며, 통달거리는 00km 수준을 만족한다. 반면, 출력증폭반을 장착할 경우 송신 출력은 OOW로 증가하며, 이때 통달거리는 000km까지 확보 가능할 것으로 분석하였다. 해당 통달거리는 공용데이터링크 주파수 대역인 Ku 대역에서 ITU-R의 모델을 기준으로 링크마진을 계산하여 산출하였다. [3]

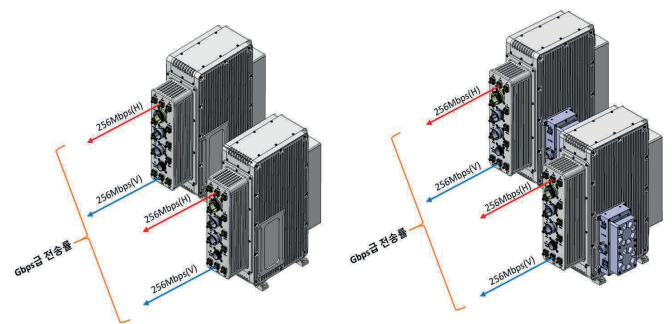


그림 1. Gbps급 데이터링크 단말 구성
(좌 : 출력증폭반 탈착 형상, 우 : 출력증폭반 장착 형상)

표 1. Gbps급 데이터링크 단말 및 출력증폭반 SWaP

장비명	무게[kg]	소모전력[W]
Gbps급 데이터링크 단말 (단독운용)	12.21	204
Gbps급 데이터링크 단말 (추가운용)	10.05	144
출력증폭반	1.50	167

통달거리	전송률	무게[kg]	소모전력[W]
OOOkm	단독: T4급 다중편파	28.25	1016
	추가: T4급 다중편파		
	단독: T4급 다중편파	25.58	787
	추가: T4급 단일편파		
	단독: T4급 다중편파	15.20	538
	단독: T4급 단일편파	12.53	329
OOkm	단독: T4급 다중편파	22.27	348
	추가: T4급 다중편파		
	단독: T4급 다중편파	21.09	286
	추가: T4급 단일편파		
	단독: T4급 다중편파	12.21	204
	단독: T4급 단일편파	11.04	162

표 2. 통달거리와 전송률 별 데이터링크 단말 무게 및 소모전력

표 2는 Gbps급 데이터링크 단말의 운용 구성에 따라 통달거리와 전송률을 기준으로 무게 및 소모 전력의 변화를 비교한 결과를 나타낸다. 각 무게 및 소모전력은 데이터링크 단말에 장착되는 모듈에 따라 달라진다. 최대 사양 구성인 Gbps급 전송률과 OOkm 통달거리에서는 무게 28.25kg, 소모 전력 1016W로 가장 높은 SWaP 부담을 보인다. 반면, 최소 사양 구성인 T4급 단일편파 전송률과 OOkm 통달거리에서는 무게 11.04kg, 소모 전력 162W 수준으로 SWaP이 크게 개선된다. 이는 최대 사양 대비 무게는 60.9%, 소모 전력은 84.0% 절감된 수치로, 플랫폼의 탑재 여건에 따라 장비 구성을 유연하게 조정할 수 있음을 의미한다.

나토(NATO)의 무인기 분류 체계는 무인항공기를 세 가지 클래스로 분류한다. [4] 각 클래스는 크기, 운용 범위, 임무 유형 등에 따라 세분화된다. 제안된 운용 방식의 Gbps급 데이터링크 단말은 출력증폭만을 탈부착하여 공중플랫폼의 운용 범위에 따라 공용 데이터링크를 구성할 수 있다. 또한, 내부 모듈 구성을 통해 임무 목적에 적합한 전송률을 달성할 수 있다. 이러한 운용 방식으로, 공중플랫폼의 임무 목적에 따라 선정된 전송률에 맞춰 Gbps급 데이터링크 단말의 SWaP을 최적화함으로써 다목적 공중플랫폼에 대한 탑재성을 향상시킬 수 있다. 특히, 동일한 데이터링크 단말을 활용하여 다양한 플랫폼에 적용할 수 있다는 점에서 의의가 있다.

III. 결론

본 논문에서는 전송률과 통달거리를 기준으로 Gbps급 데이터링크 장비의 SWaP을 분석하였다. 특히, 동일한 데이터링크 단말을 병렬 운용함으로써 SWaP 부담을 플랫폼 특성에 맞게 조절할 수 있는 구조적 유연성을 확보하였다. 분석 결과, 최대 사양 구성 대비 최소 사양 구성에서는 무게는 약 60.9%, 소모 전력은 약 84.0% 절감되는 것으로 나타났으며, 이는 탑재 여건이 제한된 공중플랫폼에서도 효율적인 데이터링크 운용이 가능함을 시사한다. 또한, 출력증폭만의 장착 여부에 따라 통달거리를 조절할 수 있어 임무 요구에 따라 장비 구성을 유연하게 변경할 수 있다. 결론적으로 Gbps급 데이터링크 장비의 운용 전략을 제시함으로써, 다양한 공중플랫폼의 탑재 여건과 임무 특성에 적합한 통신 장비 구성 방향을 제안하였다. 향후에는 실제 비행 환경에서의 성능 검증과 더불어, 모듈 간 인터페이스 표준화 및 경량화 설계 기술에 대한 추가 연구를 통해 데이터링크 장비의 범용성과 운용 효율성을 더욱 향상시킬 수 있을 것으로 기대된다.

ACKNOWLEDGMENT

이 논문은 2023년 정부(방위사업청)의 재원으로 국방기술진흥연구소의 지원을 받아 수행된 연구임(KRIT-CT-23-051, 다목적·대용량 정보의 효율적 운용을 위한 공중플랫폼용 Gbps급 데이터링크 개발)

참 고 문 헌

- [1] LEE, Hyungryeol, et al. "Implementation of an FPGA-Based Modem for Gbps High-Speed Wireless Data Transmission," Journal of the Korea Institute of Information & Communication Engineering, Vol. 29, No. 2, pp. 277-280, Feb. 2025.
- [2] Wipil Kang, et al. "Analysis of Common Data Link Technology Trends for the Next Generation Korean Common Data Link Development," Korea Information and Communications Society, Vol 39, No. 3, pp. 209-222, 2014.
- [3] Ryu, Young-Jae, Jung-Hun Ryu, and Ui-Young Pak. "Aeronautical link availability analysis for the multi-platform image & intelligence common data link." The Journal of Korean Institute of Communications and Information Sciences Vol 37, No. 10, pp. 965-973, 2012.
- [4] TACHININA, Olena; LYSENKO, Alexander; KUTIEPOV, Vladyslav. Classification of modern unmanned aerial vehicles. Electronics and Control Systems, 4.74: 79-86, 2022.