

MOSA기반 전기적 인터페이스 표준화에 대한 전략적 접근

권기협⁺, 김재우⁺, 김동성^{*}

+ICT융합특성화연구센터, *금오공과대학교

navkwon@kumoh.ac.kr, jaewookim@kumoh.ac.kr, *dskim@kumoh.ac.kr

Strategic Approaches to the Standardization of Electrical Interfaces in Modular Open Systems Approach (MOSA)

Gi-Hyeob Kwon, Jae-Woo Kim, Dong-Seong Kim*

+ICT Convergence Center, *Kumoh National Institute of Technology

요약

Modular Open Systems Approach(MOSA)는 국방 분야에서 상호운용성과 모듈화된 기술 삽입을 촉진하기 위한 핵심 전략이다. 기존의 폐쇄적 무기체계 개발 방식은 기술 확장성과 유지보수 효율성에 한계를 드러냈으나, MOSA는 개방형 표준 인터페이스를 통해 다양한 모듈의 신속한 교체와 업그레이드를 가능하게 한다. 특히 MOSA에서 전기적 인터페이스는 전력 공급과 데이터 전송을 담당하는 기반 요소로, 플랫폼 간 상호운용성과 시스템 확장성에 직결된다. 전력 표준(MIL-STD-704, MIL-STD-1399, VITA 62 등)과 데이터 버스 규격(Gigabit Ethernet, MIL-STD-1553B, CANbus, VICTORY 등)의 적용은 안정성과 호환성을 높이고, 수명주기 비용 절감에도 기여한다. 본 논문은 MOSA의 전기적 인터페이스 측면을 분석하고, 해외 무인체계 사례와 국내 K-MOSA 연구 동향을 검토하여 향후 적용 가능성과 전략적 파급 효과를 제시한다.

I. 서론

현대 국방 무기체계는 UAV, UGV, USV 등 다양한 무인체계와 유·무인 복합체계(MUM-T)의 운용을 전제로 한다 [1]. 이러한 환경에서 모듈 간 통합과 상호운용성을 확보하기 위해 MOSA(Modular Open Systems Approach)가 핵심 전략으로 주목받고 있다 [1].

기존의 폐쇄적 체계는 기술 삽입과 업그레이드에 한계가 있었으나, MOSA는 개방형 인터페이스를 기반으로 시스템의 유연성과 지속 가능성을 확보한다 [2][3]. 특히 전기적 인터페이스는 전력 공급과 데이터 교환을 담당하는 핵심 요소로, 플랫폼 간 호환성과 실시간 데이터 융합을 가능하게 한다 [4].

미국은 이미 FACE, SOSA, VICTORY 등 MOSA 표준을 운용하고 있으며 [2][3][4], NATO 역시 STANAG 기반 국제 표준화를 추진 중이다 [9]. 국내에서도 K-MOSA를 중심으로 함정·차량·항공기 체계에 MOSA 적용을 확대하고 있다 [12]. 본 논문은 이러한 흐름 속에서 MOSA 전기적 인터페이스의 표준과 적용 사례를 검토하고, K-MOSA 체계에서의 기술적·전략적 활용 가능성을 논의한다.

II. 본론

2.1 전력 인터페이스 표준

MOSA 기반 체계에서 전력 인터페이스는 모든 모듈의 안정적 운용을 보장하는 핵심 기반이다. 주요 표준으로는 항공기 전력 규격인 MIL-STD-704 [5], 함정 전기설비 규격인 MIL-STD-1399 Sect. 300 [6], VPX 기반 전원 모듈 규격인 VITA 62 [7], 그리고 국제 선박용 전기설비 표준인 IEC 60092 [8]가 있다. 이들 규격은 플랫폼 간 전력 호환성을 확보하는 동시에, 모듈 교체와 확장을 가능하게 하여

MOSA 구조에 적합하다.

특히 이러한 규격들은 단순한 전력 공급 기능을 넘어 안전성·내구성·환경 내성(EMC/EMI 내성)을 보장하도록 설계되었으며, 모듈화된 전원 공급장치(PSU)와 결합해 플러그 앤 플레이 기반 운용을 가능하게 한다. 최근에는 전력 관리 시스템(PMS) 및 지능형 배터리 관리 시스템(BMS)과 연동하여 에너지 효율성과 플랫폼 생존성을 동시에 고려하는 연구도 활발히 진행되고 있다 [13].

이러한 전력 인터페이스 표준을 국방 획득 단계에서 의무 반영하도록 제도화할 필요가 있다. 더 나아가 IEC 계열의 만·군 겸용 규격을 적극 도입함으로써 글로벌 방산 시장에서의 상호운용성을 확보하는 것이 전략적으로 중요하다. 또한 국내에서는 K-MOSA 차원에서 전력 모듈이 국제 규격과 호환되는지를 평가할 수 있는 모듈형 전력 인증 체계(Modular Power Certification System)를 마련하여, 개발 단계부터 시험·검증을 자동화하는 것이 필요하다. 이는 향후 무인체계 전력 인프라의 국제 경쟁력 확보에도 크게 기여할 것이다.

2.2 데이터 버스 인터페이스 표준

데이터 버스는 센서·무장·통신 모듈을 연결하는 핵심 통로로서, MOSA의 상호운용성 구현에서 가장 중요한 역할을 한다. 대표적으로 Gigabit Ethernet은 대역폭이 넓어 영상·신호·센서 데이터를 실시간 전송할 수 있으며 [10], MIL-STD-1553B는 이중화 구조를 통해 높은 신뢰성을 보장하지만 전송속도가 제한적이다 [5]. 또한 CANbus/NMEA 2000은 차량 및 해상 항법 장치에서 모듈 상태 모니터링에 적합하며 [4], VICTORY는 차량 플랫폼에서 통신·전원·관리 버스를 통합 관리하는 MOSA 표준으로 자리 잡고 있다 [4].

최근에는 이러한 표준들을 하이브리드 데이터 버스 구조로 통합 운용하는

방식이 각광받고 있다. 즉, Gigabit Ethernet이 대용량 데이터를 처리하고, MIL-STD-1553B와 CANbus가 임무 제어와 안정성을 보완하는 방식이다. 이러한 구조는 단순히 데이터 전송 속도와 안정성을 결합하는 수준을 넘어, 실시간 임무제어와 대용량 데이터 처리의 병행을 가능하게 하여 자율 무인체계의 효율성을 크게 향상시킨다 [14].

국방 차원에서 국가 MOSA 데이터 버스 아키텍처 레퍼런스 모델을 수립하여, 모든 무기체계가 공통의 데이터 관리 규격을 따르도록 유도할 필요가 있다. 또한 NATO STANAG 규격과의 매핑을 체계적으로 추진함으로써 국제 연합작전에서의 호환성을 확보할 수 있다. 특히, 향후에는 Gigabit Ethernet·1553B·CANbus와 같은 물리적 버스를 소프트웨어 정의 방식으로 통합 관리하는 멀티-레이어 데이터 버스 가상화 (Multi-layer Bus Virtualization) 개념을 적용하여, 다양한 플랫폼에서 데이터 전송 체계를 유연하게 운영하는 방안이 요구된다.

2.3 적용 사례 분석

대표적인 적용 사례로는 미 해군 Sea Hunter USV가 있으며, 이는 Gigabit Ethernet 기반 센서 네트워크와 MIL-STD 전원 규격을 적용해 원격 자율운항과 장거리 작전을 가능하게 하였다 [10]. 또한 이스라엘의 Seagull USV는 Link-16, LTE, 위성통신을 결합한 다층 데이터 링크 구조를 운용하며, 내부적으로 CANbus를 통해 임무 모듈을 통합하여 효율적인 다임무 수행을 지원한다 [11]. 국내에서는 K-MOSA 연구가 진행 중으로, VICTORY·SOSA·FACE와 같은 국제 MOSA 표준을 벤치마킹하고, 한국형 전력·데이터 인터페이스 규격을 정립하여 차세대 전투체계 적용을 목표로 하고 있다 [12].

이러한 사례들은 MOSA 전기적 인터페이스 표준화가 단순한 규격 제정이 아니라 실질적인 전술 효과와 전략적 가치를 창출함을 보여준다. 즉, 전력 규격의 표준화는 모듈 안정성과 생존성을 보장하고, 데이터 버스 계층화는 센서·무장·C2 체계의 원활한 통합을 가능하게 하여 다영역 합동작전(MDO) 환경에서 실질적 운용성을 입증한다 [9][12].

해외 적용 사례를 참고하여, K-MOSA가 공동 운용성 시험 플랫폼 (Joint Interoperability Testbed)을 구축하는 것이 필요하다. 이를 통해 국내에서 개발된 모듈과 해외 표준 간의 실질적 호환성을 사전에 검증할 수 있으며, 국제 공동작전에 기여하는 동시에 방산 수출 경쟁력 강화에도 직결된다. 더불어, 각 전력·데이터 규격의 관계를 자동으로 식별·변환할 수 있는 K-MOSA 글로벌 인터페이스 매핑 데이터베이스(DB)를 구축한다면, 연구개발자와 운용자가 손쉽게 국제 표준과의 대응 관계를 확인하고 적용할 수 있을 것이다.

III. 결론

본 논문은 MOSA(Modular Open Systems Approach)의 핵심 요소인 전기적 인터페이스를 중심으로, 전력 및 데이터 버스 규격과 실제 군용 플랫폼 적용 사례를 분석하였다. 전력 표준(MIL-STD-704, MIL-STD-1399, VITA 62, IEC 60092)은 안정적인 전원 공급을 보장하며, 데이터 버스 규격(Gigabit Ethernet, MIL-STD-1553B, CANbus, VICTORY)은 모듈 간 상호운용성을 강화하여 모듈 교체와 기술 삽입을 용이하게 하고, 결과적으로 수명주기 비용 절감과 운용 효율성 향상에 기여한다. 또한 해외 USV 사례(Sea Hunter, Seagull)와 국내 K-MOSA 추진 현황은 전기적 인터페이스 표준화가 단순한 기술 과제를 넘어, 연합작전 수행 능력 확보와 방산 수출 경쟁력 강화라는 전략적 가치로 이어짐을 보여준다. 특히 국내에서는 국제 MOSA 표준과의 호환성을 유지하면서도, 모듈형 전력 인증 체계와 멀티-레이어 데이터 버

스 가상화, 글로벌 인터페이스 매핑 DB와 같은 혁신적 접근을 통해 K-MOSA만의 독자적 경쟁력을 확보해야 한다.

향후 연구에서는 국제 표준과의 정밀한 매핑, 실 운용 시험을 통한 검증 체계 마련, 그리고 AI 및 엣지 컴퓨팅 기반 임무 모듈과의 통합 기능성 탐색이 주요 과제가 될 것이다. 이를 통해 MOSA 기반 전기적 인터페이스 표준화는 차세대 무인체계와 전투체계의 성공적 운용을 위한 기술적·정책적·전략적 기반으로 자리매김할 수 있을 것이다.

ACKNOWLEDGMENT

본 연구는 과학기술정보통신부 및 정보통신기획평가원의 대학ICT연구센터사업과 지역지능화혁신인재양성사업의 지원을 받아 수행된 연구임 (IITP-2024-RS-2024-00438430, IITP-2025-RS-2020-II201612), 2025년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 대학중점연구소 지원사업과 기초연구사업으로 수행된 연구임(2018R1A6A1A03024003).

참 고 문 헌

- [1] U.S. Department of Defense, Modular Open Systems Approach (MOSA) Implementation Guide, Washington D.C., 2019.
- [2] The Open Group, Future Airborne Capability Environment (FACE) Technical Standard, Edition 3.0, 2017.
- [3] Sensor Open Systems Architecture (SOSA) Consortium, SOSA Technical Standard 1.0, 2021.
- [4] U.S. Army PEO C3T, Vehicle Integration for C4ISR/EW Interoperability (VICTORY) Architecture Standard, 2018.
- [5] U.S. Navy, MIL-STD-704: Aircraft Electric Power Characteristics, 2016.
- [6] U.S. Navy, MIL-STD-1399 Section 300: Interface Standard for Shipboard Systems, 2018.
- [7] VITA Standards Organization, VITA 62: Power Supply Standard for VPX Systems, 2016.
- [8] International Electrotechnical Commission (IEC), IEC 60092: Electrical Installations in Ships, 2019.
- [9] NATO Standardization Office, STANAG 4586: Standard Interfaces of UAV Control System (UCS) for NATO UAV Interoperability, 2012.
- [10] T. Ermakov and B. Moore, "The DARPA Sea Hunter USV: Operational Experience and Lessons for Autonomous Naval Systems," Naval Engineers Journal, vol. 131, no. 4, pp. 73 - 85, 2019.
- [11] Rafael Advanced Defense Systems, Seagull Multi-Mission USV Technical Overview, White Paper, pp. 1 - 12, 2020.
- [12] DAPA (Defense Acquisition Program Administration), K-MOSA 추진 전략 및 표준화 동향 보고서, 국방기술품질원, pp. 5 - 42, 2022.
- [13] O. Babayomi, R. Madonski, Z. Zhang, ..., D.-S. Kim, "Robust Model Predictive Control of Converter-Based Microgrids," IEEE Transactions on Power Electronics, early access, pp. 1 - 12, Jan. 2025.
- [14] T. Huynh-The, Q. V. Pham, X. Q. Pham, T. T. Nguyen, Z. Han, D.-S. Kim, "Artificial Intelligence for the Metaverse: A Survey," Engineering Applications of Artificial Intelligence, vol. 117, pp. 1 - 21, 2023.