

국방 무기체계를 위한 MOSA 구현 평가 방안 연구

이늘숨¹, 이재민², 김동성*금오공과대학교 IT융복합공학과^{1,2,*}{2alwaysom¹, ljmpaul², dskim*}@kumoh.ac.kr

A Study on the Method of Evaluation of MOSA Implementation for Defense Weapon Systems

Neul-Som Lee¹, Jae-Min Lee² and Dong-Seong Kim*Kumoh National Institute of Technology Dept. of IT Convergence Eng.^{1,2,*}

요 약

국방 무기체계는 통합 체계 형태로 발전하면서 개발 요구사항 및 시스템 복잡성이 증가하였으나, 통일된 기준 없이 신규 개발 및 유지보수가 이루어져 개발 및 운용 효율성이 저하되고 있다. 미 국방부가 추진하는 정책인 모듈식 개방형 시스템 접근 방식(MOSA, Modular Open Systems Architecture)은 모듈화 기반의 개발로 이러한 문제점을 개선하고 무기체계의 상호운용성, 확장성, 재사용성 등을 확보하고자 하였다. 그러나 정책에서 권고하는 평가 기준은 모호성이 큰 추상적, 정성적 지침에 불과한 수준으로, 정량적 활용이 어려운 것으로 분석된다. 본 논문은 MOSA 적용을 위한 실용적 평가 기준을 마련하고자 미국의 MOSA 평가 기준 문서 및 평가도구(PART, Program Assessment and Review Tool)를 분석하여 기준 통합 및 정량화를 도모하였다.

I. 서론

현대 기술 발전에 맞춰 무기체계는 다양한 체계를 통합하는 형태로 발전하고 있다. 이는 성능 및 자동화 운영 측면에서 이점이 있으나 성능을 유지하거나 개선하면서 하위 체계를 통합해야 하므로 개발 요구사항과 시스템 복잡성이 증가한다는 어려움이 있다. 이러한 상황에서 제도 확립 속도와 기술 발전 속도의 차이로 특정한 기준 없이 다품종 소량 생산형 개발이 진행됨에 따라 신규 개발 및 유지보수 효율성이 떨어지게 되었다. 미 국방부는 이와 같은 과제를 해결하고자 무기체계 획득·개발·개조 등에 적용할 모듈식 개방형 시스템 접근 방식, 즉 MOSA 정책을 수립하고 법제화하였다. MOSA 정책은 활성 환경 구축, 모듈식 설계, 주요 인터페이스 지정, 개방형 표준 사용, 적합성 인증의 5대 원칙(Pillars)을 정의하여 무기체계의 구성 요소 및 플랫폼을 모듈식 설계함으로써 국방 시스템의 전반적인 수명주기 관리에 있어 상호운용성, 비용 절감, 기술 개선, 소요 시간 단축 등의 효율성을 지향한다. 한편, 한국군 역시 연구·개발 과정 및 현장에 통일된 청사진을 갖추지 못해 육·해·공군 각각에서 독립적, 자체적으로 무기체계를 개발하는 형태이고, 공급업체에 의존적인 개발로 벤더 종속(Vendor lock-in)의 위험성이 높다. 이는 구현체 간 호환 및 연동이 어려워 통합에 제약이 생기고, 상호운용성의 저하를 야기하여 국방부 차원에서 MOSA의 도입이 적극적으로 추진되고 있다[1-3]. 그러나 MOSA 정책은 개발과 관련된 구체적인 수치나 사양보다는 추상적인 규칙을 열거한 지침에 불과하며, OUSD(R&E)(Office of the Under Secretary of Defense for Research and Engineering)의 주도로 마련된 MOSA 평가 기준 또한 정량 평가를 표방하고 있으나 정성적 평가에 가까운 권고 사항이 대부분이라 실질적 평가 기준이 모호하다는 한계가 있다[4].

이에 본 논문은 무기체계 관련 연구·개발과 관련하여 선행되어야 할 MOSA 구현 정도를 효율적으로 측정하는 방안을 연구한다. 해당 연구는 OUSD의 MOSA 평가 기준과 같이 언급된 도구인 PART를 상세 분석 및 통합하여 정량화하는 방안을 모색하고자 한다.

II. OUSD(R&E) MOSA 평가 기준 문서 및 도구 분석

할당 원칙(Pillars)	평가 항목
활성 환경 구축	MOSA 요구사항의 문서화 정도
	수명 주기 비용 및 성능 목표 설정/모니터링 정도
	유지보수 계획의 MOSA 고려 정도
	계약 및 데이터 권리 전략의 MOSA 통합 정도
모듈식 설계	구성요소의 모듈화 정도
	시스템 아키텍처의 모듈형 설계 정도
	아키텍처의 고장 격리 정도
주요 인터페이스 지정	다른 구성 요소에 대한 주요 인터페이스의 개방성 정도
	주요 인터페이스 지정 기준 수립 정도
	주요 인터페이스 채택 정도
개방형 표준 사용	시스템의 개방형 라이선스 사용 정도
	개방형 표준의 IP/데이터 권리 전략 일치성
적합성 인증	MOSA 기본 및 요구사항의 검증 정도
	프로그램의 구조적 MOSA 이행 정도
	프로그램의 성과적 MOSA 달성도

그림 1 OUSD(R&E)의 MOSA 평가 기준 문서 내 평가 기준 예시

2.1 평가 기준 문서 분석

OUSD(R&E) MOSA 평가 기준 문서는 MOSA의 5 원칙별 특성과 모듈화, 상호운용성, 확장성, 재사용성 및 비용 절감 등 평가 기준의 핵심을 법률, 정책, 표준 등 여러 방면에서 고려하여 기술하였다. 또한 정량적 평가를 위해 6단계(0~5 단계) 척도와 점수 산정 방식에 다 속성 효용이론(MAUT, Multi-Attribute Utility Theory)을 활용하여 서비스 및 프로그램 요구사항에 따른 원칙별 가중치를 부여할 것을 권고하고 있다. 그림 1은 문서 내에서 원칙별로 제시한 평가 질문의 예시이며, 기준은 실제 프로그램 혹은 조직의 특성에 따라 수정 및 확장이 가능하도록 5원칙에 따라 명확히 분류해야 함을 명시하고 있다. 약 47개의 평가 권고 질문과 해당 질문을 활용한 스프레드시트 형식의 정량 평가 예시를 제공하고 있으나, 질문 응답 단계에 대한 명확한 기준과 타당성을 입증하기 위한 구체적, 객관적 지침이 없어 완전한 정량 평가 기준이라고 보기 어려운 실정이다.

2.2 MOSA 평가 도구(PART) 분석

MOSA 5원칙별 준수를 수치화하여 평가하기 위해 스프레드시트 형식으로 개발된 설문지인 PART는 시스템 획득 과정을 수명주기 전반에 걸쳐 평가할 수 있도록 설계되었으며, 설문 응답 결과를 자동으로 보고서 형태로 출력한다. 질문에 대한 응답은 진행 상황에 대한 척도(계획됨, 달성됨, 계획되지 않음)와 중병 수준의 상태(없음, 낮음, 보통, 높음)를 선택하고 설명 및 증거를 서술하도록 구성된다. 또한 질문을 11개 사업 지표(Business Indicators) 및 13개 기술 지표(Technical Indicators)로 나눠 선택 응답에 따른 원칙별 구현 정도를 백분율로 계산하여 정량 평가한다. 사업 지표는 활성 환경 구축 원칙에만 국한되어 있고, 기술 지표는 나머지 원칙에 대해 순서대로 4, 2, 3, 4의 비율로 구성되어 있다. 2.1의 평가 기준 문서 대비 체계적이지만 역시 각 응답 단계 및 증빙에 대한 구체적이고 객관적인 기준이 부재한다는 한계가 존재한다.

III. 평가 기준 문서 - 도구 간 항목 통합 및 정량화 방안

할당 원칙(Pillars)	평가 항목 분류
활성 환경 구축	MOSA 전략 채택 및 문서화 수준
	시스템 엔지니어링 및 조직 역량 수준
	변경 관리 및 종속성 방지 수준
	정량적 목표 설정 및 성과 측정 수준
모듈식 설계	운영·계약·획득 프로세스 수준
	표준화된 모듈 구조 품질 수준
	모듈화 아키텍처의 유연성·확장성 수준
	경쟁성 및 조달 적합성 수준
주요 인터페이스 지정	모듈 내부 응집성·분리성 수준
	인터페이스·문서화 수준
	인터페이스 지정 및 개방성 수준
	개방형 표준 타당성 및 적용 수준
개방형 표준 사용	인터페이스 진화 및 호환성 수준
	문서화 및 표준 정의 품질 수준
	데이터 교환 수준
	표준 선정 정책 및 실제 적용 수준
적합성 인증	법적·IP 적합성 평가 수준
	데이터 포맷·모델 채택 수준
	검증·테스트 메커니즘 수준
	구조적 준수 수준
	벤더 종속성 수준
	목표 달성도
	형상관리 체계 수준
	MOE/MOPs 활용 수준

그림 2 MOSA 평가 기준 통합을 위한 유사 항목 그룹화

그림 2는 평가 기준 문서 및 도구를 통합하기 위해 유사한 목적을 가진 항목을 범주화하여 정리한 표이다. 총 71개 질문의 의도를 파악한 뒤, 동일한 항목은 병합하고 유사하거나 관련된 항목을 그룹으로 묶어 정의하였다. 세부 항목은 생략되었으나, 가령 개방형 표준 사용 원칙의 개방형 표준 채택(주요 인터페이스) 타당성 평가, 표준 선정 기준의 체계성/명확성 평가, 표준 선정 기준에 따른 실제 채택(실사) 평가, 핵심 구성요소의 개방형 표준 기반 명세(사양) 방식 및 재사용 가능성의 실효성 평가 등의 항목은 표준 선정 정책 및 실제 적용과 관련된 상위 항목으로 분류된다. 범주화는 불요한 중복 항목을 제거하고 항목 간 평가하려는 대상의 불분명함을 해소하여 원칙별로 정의된 특성을 만족하고 있는지 체계적으로 확인할 수 있고, 정량화에 필수적인 평가 항목의 속성 정의를 용이하게 한다.

평가 항목	속성	속성 수준의 정량화
제품 또는 공급업체에 대한 종속성 평가	제품-벤더 종립 요구사항 비율	제품 또는 특정 공급업체에 종속되지 않는(필요로하지 않는) 종립적 요구사항의 비율
		종립적 요구사항 수 / 전체 요구사항 수 × 100 (%)
표준 선정 기준에 따른 실제 채택(실사) 평가	개방형 표준 적용 비율	개방형 표준이 적용된 핵심 인터페이스의 비율
		개방형 표준이 적용된 핵심 인터페이스 수 / 전체 핵심 인터페이스 수 × 100 (%)

그림 3 통합된 평가 항목의 속성 수준 정량화

그림 3은 OUSD(R&E) MOSA 평가 기준 문서에서 권고하는 MAUT

를 활용한 점수 체계를 구축하기 위해 앞서 선별 및 범주화한 평가 기준에 정량 속성을 정의하고 그 속성 수준을 정량화하는 예시이다. 활성 환경 구축 원칙 - 변경 관리 및 종속성 방지 그룹에 해당하는 제품 또는 공급 업체에 대한 종속성 평가 항목은 평가 대상이 개방형 표준에는 종속적이면서 특정 제품이나 공급업체에는 독립적으로 작용하는 요구사항을 갖추고 있는지가 핵심이므로, 정량 속성을 종립적 요구사항의 비율로 정의하고 백분율로 나타낼 수 있다. 개방형 표준 사용 - 표준 선정 정책 및 실제 적용 그룹에 해당하는 표준 선정 기준에 따른 실제 채택(실사) 평가 항목은 실제 프로그램에 개방형 표준을 적용하였는지가 중점이므로 개방형 표준 적용 비율을 정량 속성으로 정의하여 개방형 표준이 적용된 핵심 인터페이스의 비율을 계산한다.

IV. 결론 및 향후 연구

본 논문은 국방 무기체계 획득 과정에 MOSA를 적용하기 위해 필요한 구체적 기준을 마련하고자 美 OUSD(R&E) MOSA 평가 기준과 자가 평가 도구인 PART를 분석하고 평가 항목을 통합하고자 하였다. 또한 정량적인 성숙도 평가를 위해 MAUT를 적용하고자 평가 항목의 정량 속성 정의를 선행하였다. 해당 방안은 각 항목이 평가하고자 하는 의도를 명확화하여 실제 무기체계 연구·개발 현장에 있어 상호운용성 및 확장성 향상, 비용 절감 등을 달성하기 위한 실용적인 이정표 역할을 기대할 수 있다. 향후 도출된 항목을 바탕으로 체계에 대한 실제 정량 평가가 가능하도록 항목별 증빙을 지정하고 평가 척도를 통일할 예정이며, 원칙별 중요도에 따른 가중치, 연관 항목 간 가중치를 부여한 수식을 도출할 것이다. 또한 인적 오류를 배제하고 편리성 및 효율성을 향상하기 위한 평가 자동화 도구에 대한 연구를 진행할 계획이다.

ACKNOWLEDGMENT

본 논문은 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 정보통신기획평가원의 지원을 받아 수행된 지역진흥혁신인재양성사업(IITP-2025-RS-2020-II201612, 33%) 과 2025년도 정부(교육부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업(2018RI6A1A103024003, 33%)과 과학기술정보통신부 및 정보통신기획평가원의 대학 ICT연구센터사업의 연구결과로 수행되었음 (IITP-2025-RS-2024-00438430, 34%)

참 고 문 헌

[1] M.-S. Lee, J.-M. Lee, T.-S. Jun and D.-S. Kim, "Modular Open System Approach (MOSA) for Defense Unmanned Systems", in The 3rd International Conference on M3 IT Convergence(ICMIC), KL, MYS, pp.253-256, 2024.

[2] Y.-J. Kwon, H.-J. Shin, N.-S. Lee, M.-S. Lee, S.-M. Lee, T.-S. Jun, D.-S. Kim, J.-M. Lee, H.-J. Gwon, K.-J. Choi, and H.-G. Byeon, "Applying MOSA Approach to PXI-based ATS", 2024 IEEE AUTOTESTCON, National Harbor, MD, USA, pp.1-4, 2024.

[3] H.-W. Choi, J.-M. Lee, J.-G. Ahn, I.-H. Kwon, K.-J. Choi, "Studying on the Development Method of Military Standard Automatic Test System Applying MOSA Policy", Journal of The Korea Association of Defense Industry Studies, Vol. 32, No. 1, pp.63-73, 2025.

[4] OUSD(R&E) MOSA Assessment Criteria, 2022.