

# 무기체계 수명주기를 고려한 인프라 적응적 훈련장비 아키텍처 설계에 관한 연구

김성태, 이석기

엘아이지넥스원

sungtae.kim@lignex1.com, sklee75@lignex1.com

## A Study on the Architecting change-tolerant Training Systems for Life cycle of an Weapon Systems

Kim Sung Tae, Lee Seok-Ki

LIG Nex1 Co., Ltd.,

### 요 약

본 논문은 일반적인 무기체계 수명주기의 특징과 소요결정 단계에서 적용된 부품이나 기술이 전력화 시점에서부터 진부화되는 부품단종 문제 간의 상관관계를 분석하고, 현재 개발 중인 대공유도무기체계 훈련장비의 부품단종 문제의 현실태와 이를 효과적으로 대응하기 위한 해결 방안을 제시한다. 특히 소프트웨어 아키텍처 기법을 통해 무기체계 수명주기의 운용유지 단계에서 부품단종으로 인해 상용장비 교체 등 변경되는 환경 적용에 요구되는 시스템 품질 속성을 분석하고 가상화 기술을 통해 서버 컴퓨터 또는 운영체제가 변경되더라도 소프트웨어 변경 없이 장비 운용이 가능한 전략을 설계했다.

### I. 서론

대공유도무기체계 훈련장비(이하 훈련장비)는 유도무기체계를 구성하는 작전통제소 및 교전통제소(이하 통제소) 실제 장비와 통제소를 제외한 나머지 부 체계 및 적 항공기, 탄도탄을 M&S 기반으로 모의하며, 교실이라는 한정된 공간에서 방공절차에 따라서 통제소 운용 요원들의 전술 운용 능력을 향상하기 위한 장비이다. 훈련장비는 크게 시스템 상태 관찰 및 훈련통제 기능을 수행하는 교관훈련통제기와 유도탄, 레이다, 공중위협 등 무기체계 모의 기능을 수행하는 모의기 그리고 유도무기체계 작전 및 교전통제소 실제 장비로 구성된다.

현재까지 훈련장비는 천궁, 철매, 해궁, 현궁 등 여러 국내 유도무기체계 사업에서 개발 및 전력화되었으며, 현재 사업에서도 개발 중이다. 최근 국내 사업뿐만 아니라 수출 사업도 확대되면서 훈련 장비의 수요가 증가하고 있는 실정이다.

유도무기와 같은 첨단 무기체계의 수명주기는 연구 개발, 양산·전력화, 운용유지 그리고 폐기 단계로 구분되며 25년~30년의 긴 수명주기를 가지고 있다. 그러나 소요결정 단계에서 적용된 부품과 기술은 급격한 발전을 하면서 연구 개발 기간을 거쳐 전력화 시점에서는 이미 진부화되어 부품단종의 문제가 발생해 왔다.[1][2] 이러한 부품단종 문제는 무기체계 수명주기 비용 증가시키며, 실제로 무기체계 총 수명주기비용에서 운용유지비의 비중이 60% 이상을 차지하는 것으로 분석한다.[4]

이러한 문제에 대응하기 위해 대한민국 국방부에서는 2015년 9월 1일부로 『부품단종관리 업무지시』를 발령하여 방사청 주관으로 하는 연구 개발사업에 적용하고 있다.[3]

훈련장비 경우 개발 편의성 및 비용 측면에서 COTS (Commercial Off-the-Shelf) 라고 불리는 상용장비 사용 비중이 높다. 특히 컴퓨터 측면에서 통제소를 제외하고 교관훈련통제기와 모의기 모두 상용 서버 컴퓨터를 사용하고 있으며, 모의기의 경우 교전 성능을 고려하여 12대의 고성능 서버 컴퓨터로 구성되어 있다.

상용 서버 컴퓨터의 경우 수명주기를 대체로 6년~7년 사이로 보고 있다.

또한 서버 수명에 따라 6~7년도 차의 연간 서버 컴퓨터 고장률이 15%~18% 비율을 차지한다.[5][6] 훈련장비 구성품의 핵심인 소프트웨어의 경우 운영체제 환경에도 크게 영향을 받기 때문에 운영체제 수명주기(EOS/EOL)에도 크게 영향을 받는다. 일반적으로 훈련장비에서 많이 사용되는 윈도우즈 서버 제품의 경우 길게는 약 10년 정도의 생명주기에서 보안 업데이트 등의 서비스를 제공한다.[7] 서비스 종료 이후 보안 이슈로 인해 운영체제를 업그레이드가 요구될 수 있으며, 이후 소프트웨어 구동에 대한 호환성 문제가 발생할 수 있다.

훈련장비는 대공유도무기체계의 주장비는 아니지만, 무기체계의 운용 능력을 향상하기 위한 보조장비로 해당 무기체계 생명주기에 포함되므로 해당 무기체계의 폐기 단계까지 함께 운용된다. 여기서 훈련장비를 구성하는 상용 서버 컴퓨터의 수명주기는 무기체계 수명주기를 비교하면 매우 짧으므로 서버 컴퓨터 고장, 운영체제 서비스 중단 그리고 서버 컴퓨터 단종 등의 이유로 인프라 환경이 빈번하게 변경될 수 있다. 이는 체계적인 교육 훈련계획 및 전투준비태세 유지에 제한이 될 소지가 있다.

본 논문은 장기적인 무기체계 생명주기와 비교적 단기적인 상용장비 생명주기의 차이에서 발생할 수 있는 훈련장비 인프라 변경에 대한 문제점을 분석하고 이에 대응되는 시스템 품질 속성을 정의하고, 이를 해결하기 위한 전략으로 가상화 기술을 통해 인프라 변경에 쉽게 적응할 수 있는 인프라 적응적 훈련장비 아키텍처를 제안한다.

### II. 본론

인프라 변경에 쉽게 적응할 수 있는 훈련장비 품질 속성은 적응성(Adaptability)으로 식별할 수 있다. 적응성은 소프트웨어 품질을 나타내는 지표이며, 대표적인 소프트웨어 제품 품질 (Software Product Quality)의 유연성(Flexibility)의 하위 개념으로 소프트웨어 제품 또는 시스템이 다른 하드웨어, 소프트웨어 또는 다른 운영환경에서 효과적으로 적용할 수 있는 정도를 나타낸다.[9] 이러한 품질 속성은 불명확하며 측정하기도 어렵기 때문에 카네기멜론대학교 소프트웨어공학연구소 (CMU/SED)에서

개발한 품질요구사항명세서 (Quality Attribute Requirements)를 통해 더욱 상세히 정의할 수 있다.[8]

시나리오 이름: 서버 컴퓨터 교체 및 운영체제 업그레이드	
품질 속성 분류: 적응성 (Adaptability)	
자극 유발원	고객 (부대), 제조사, 서비스 제공자
자극	- 현 서버 컴퓨터 고장으로 동일 모델 서버 컴퓨터 교체 - 현 서버 컴퓨터 단종으로 최신 서버 컴퓨터 교체 - 현 운영체제 지원 중단으로 최신운영체제 변경 - 계획 정비 등 과정에서 실수로 인한 서버 컴퓨터 교체
환경	운용유지
대상체	운영체제, 훈련장비 소프트웨어, 라이브러리, 미들웨어
응답	변경된 신규 서버 컴퓨터 또는 최신운영체제 환경에서 훈련장비 소프트웨어 수정 (기술변경) 없이 재설치 및 정상 동작
응답 측정	신규 서버 컴퓨터 또는 최신운영체제 변경 이후 훈련장비 소프트웨어 설치 시작 후 30분 이내 훈련 가능

표 1 훈련장비 적응성 품질속성 요구사항 명세



그림 1 교관훈련통제기 가상머신 구조

훈련장비는 중앙 통제방식으로 교관훈련통제기를 중심으로 모의기, 통제소 전체를 통제 및 관찰한다. 따라서 교관훈련통제기는 다수의 사용자 화면과 콘솔 응용프로그램이 실행되며, 전체 서버 컴퓨터를 제어하기 위하여 운영체제 서비스 (DNS, AD DC, NTP 등)도 실행된다. 운영체제 전체를 포함하는 가상머신 기술을 적용하여 운영체제 변경 및 서버 컴퓨터 변경에 대응할 수 있다. 그림 1은 품질 속성 시나리오(표1)에 따라 서버 컴퓨터가 교체되거나 운영체제가 변경되는 상황에서 가상머신 이미지를 배포하여 별도의 설치 또는 환경 설정 과정 없이 복구가 가능한 교관훈련통제기 가상머신 구조를 나타낸다.

모의기는 대공유도무기체계를 모의하는 장비로 10ms 간격으로 수백 대 이상의 항공기, 탄도탄, 유도탄의 위치 및 상태정보를 모의하며 탐지, 추적, 교전을 수행한다. 따라서 고성능 컴퓨팅 자원을 요구하기 때문에 현재 12대의 서버 컴퓨터로 구성되어 있다. 또한 소프트웨어는 모의 응용프로그램, 무기체계 모델 라이브러리, 통신 미들웨어, 런타임 라이브러리, 시스템 환경 변수로 구성되어 있다. 서버 컴퓨터 비중이 높은 만큼 인프라 변

경에 더 많이 영향을 받는다. 따라서 컨테이너 기술을 적용하여 프로세스 수준의 격리를 통해 다수의 모의기에 가상머신보다 빠른 배포, 실행, 연산이 가능하도록 설계하였다.



그림 2 모의기 컨테이너 구조

### III. 결론

유도무기체계는 수많은 부품과 구성품의 결합체이며, 점차 첨단화되면서 그 복잡성이 증가하고 있다. 따라서 이러한 복잡성을 관리할 수 있는 기술도 함께 연구되어야 한다. 본 논문은 이러한 복잡성을 관리하는 방안으로 소프트웨어 아키텍처 기법을 통해 인프라 변경에 쉽게 적용할 수 있는 시스템 품질 속성을 체계적으로 분석하였고, 가상머신과 컨테이너 기술을 결합하여 이를 해결할 수 있는 전략을 설계하였다.

### 참고 문헌

- [1] 천원중, 최영관, & 김정규. (2018). 유도무기 운용유지단계에서 부품단종 관리업무 수행방안. *Journal of the KNST*, 1(1), 7-13.
- [2] 송왕근, & 최용훈. (2019). 무기체계 부품단종관리에 관한 연구. *선진 국방연구*, 2(3), 23-52.
- [3] 방위사업청. (2020). 부품단종관리업무 매뉴얼. 방위사업청 매뉴얼, 2020(3), 08-09.
- [4] 김병채, & 선미선. (2020). 총수명주기 비용분석, 생각해야 할 것들. 한국국방연구원, 2020. 보고서번호:제1786호(20-3)
- [5] 조달청. (2018). 내용연수. 조달청고시, 2018(14), 23.
- [6] *Frequency of server failure based on the age of the server.* (2014, February 1). *statista*. May 9, 2024, <https://www.statista.com/statistics/430769/annual-failure-rates-of-servers/>
- [7] *Lifecycle.* (2024, May 9). *Microsoft*, May 5, 2024, <https://learn.microsoft.com/en-us/lifecycle/products/windows-server-2022>
- [8] Len Bass, Paul Clements, & Rick Kazman. (2013). *Software Architecture in Practice (Third)*. Addison-Wesley
- [9] *ISO 25010.* (2024, May 9). *ISO 25000*, May 9, 2024, <https://iso25000.com/index.php/en/iso-25000-standards/iso-25010?start=5>