

## 공군 전투기 시뮬레이터와 워게임 모델의 V-C 연동에 대한 연구

김용환 · 송용승 · 김창옥<sup>†</sup>

### A Study on the Interoperability of ROK Air Force Virtual and Constructive Simulation

Yong Hwan Kim · Yong Seung Song · Chang Ouk Kim<sup>†</sup>

#### ABSTRACT

LVC(Live-Virtual-Constructive) training system is drawing attention due to changes in battlefield situation and the development of advanced information and communication technologies. The ROKAF(Republic of Korea Air Force) plans to construct LVC training system capable of scientific training. This paper analyzes the results of V-C interoperability test with three fighter simulators as virtual systems and a theater-level wargame model as a constructive system. The F-15K, KF-16, and FA-50 fighter simulators, which have different interoperable methods, were converted into a standard for simulation interoperability. Using the integrated field environment simulator, the fighter simulators established a mutually interoperable environment. In addition, the Changgong model, which is the representative training model of the Air Force, was converted to the standard for simulation interoperability, and the integrated model was implemented with optimized interoperability performance. Throughput experiments, It was confirmed that the fighter simulators and the war game model of the ROKAF could be interoperable with each other. The results of this study are expected to be a good reference for the future study of the ROKAF LVC training system.

**Key words** : Virtual, Constructive, V-C, Simulator

#### 요약

전장상황의 변화와 첨단정보통신기술의 발전에 따라 과학화된 훈련체계인 LVC 훈련체계가 주목을 받고 있다. 대한민국 공군은 전투기 시뮬레이터를 중심으로 공중전투기동장비(ACMI), 워게임모델을 가상의 합성전장환경에 구현하여 실전적이고 과학적인 훈련이 가능한 LVC 훈련체계를 구축하고자 한다. 본 논문에서는 공군의 Virtual 체계인 전투기 시뮬레이터와 Constructive 체계인 전구급 연습용 모델의 V-C 연동시험 수행결과에 대해 다루고자 한다. 기종별로 각각 상이한 연동방식을 갖춘 F-15K, KF-16, FA-50 전투기 시뮬레이터를 표준 연동방식으로 변환하였으며, 합성 전장환경 모의 도구를 활용하여 3개 기종의 전투기 시뮬레이터가 상호 연동이 가능한 환경을 구축하였다. 그리고 공군의 연습용 모델인 창공모델도 표준 연동방식으로 변환하였으며, 연동 최적화를 위해 SW 일부를 수정하였다. 이를 통해 공군의 전투기 시뮬레이터와 워게임 모델이 연동이 가능함을 확인할 수 있었다. 본 연구결과는 향후 공군 LVC 훈련체계 개념연구 및 체계개발 간에 유의미하게 참조할 만한 근거가 될 것임을 기대한다.

**주요어** : Virtual, Constructive, V-C, 시뮬레이터

## 1. 서론

‘4차 산업혁명’이라고 대변되는 정보통신기술(ICT : Information & Communication Technology)의 급격한 발전으로 인해 미래 전쟁양상이 급속하게 변화하고 있다. 또한 병력중심의 군사력 구조 및 비효율적인 국방운영구

**Received:** 1 February 2019, **Revised:** 28 June 2019,  
**Accepted:** 28 June 2019

<sup>†</sup> **Corresponding Author:** Chang Ouk Kim

E-mail: kimco@yonsei.ac.kr

Yonsei University Department of Industrial Engineering

조 등으로 인해 대한민국 군대는 절실한 개혁의 요구에 직면하고 있다. 국방 모델링 및 시뮬레이션(M&S)은 이러한 변화하는 국방환경에 효율적으로 대응할 수 있는 최적의 수단으로서 군사 연습/훈련, 작전계획 수립 및 분석, 무기체계 획득, 전투실험 등 국방업무 전반에 걸친 수행과정에서 중요한 역할을 수행하고 있다.

대한민국 군대의 군사 연습/훈련 환경을 살펴보면 최근 훈련장 확보 제한, 각종 민원 증가, 훈련비용 증가 등으로 인해 실제 훈련을 할 수 있는 여건이 매우 미흡하다. 따라서 최근 실제 훈련을 대체할 수 있는 과학화된 모의 훈련에 대한 요구가 증가하고 있다.

LVC(Live, Virtual, Constructive) 훈련체계는 이와 같은 문제점에 대한 해결책으로 주목받고 있다. LVC 훈련체계는 네트워크 기술과 시뮬레이션 연동기술을 활용하여, L(Live)-V(Virtual)-C(Constructive) 훈련자산과 전투지휘체계를 연결하여 생성된 통합훈련환경을 의미한다. L, V, C 시뮬레이션 각각의 특성을 살펴보면, 실시간(L) 시뮬레이션은 실제 상황과 유사한 환경을 제공하여 훈련효과는 매우 크지만 시간과 비용 많이 들어 반복적인 훈련은 제한이 된다(Yun et al., 2012). 가상(V) 시뮬레이션은 저렴한 비용으로 좁은 공간에서 조작하기가 어려운 장비를 사용하는 장점이 있지만, 내장된 시나리오로 인해 다양한 훈련을 실시하기 어려운 한계가 있다. 워게임(C) 시뮬레이션은 다양한 훈련환경을 제공해 줄 수 있지만 현실성은 부족하다. LVC 시뮬레이션의 각 특징을 정리하면 Table 1과 같다(Yun et al., 2012).

각 시뮬레이션별로 각각의 장단점이 존재하지만, 이제 가지 방식의 시뮬레이션 시스템을 적절히 혼합하면 각 시스템의 장 단점을 보완하여 실제 전장에서 더 실질

적인 훈련이 가능하게 된다. 이러한 훈련효과를 달성하기 위해서는 통합된 훈련이 가능한 단일 시뮬레이터를 개발하는 것이 타당할 수 있지만 비용과 시간의 제약으로 인해 매우 어려운 실정이다(Shin et al., 2016). 하지만 각 시뮬레이터가 서로 연동되어 있다면 원하는 훈련 목적을 달성하는데 시간과 비용을 줄일 수 있다. 인터페이스와의 연결이 끊어지더라도 시뮬레이터를 원래 용도로 재사용할 수도 있는 장점이 있다(Cho et al., 2017).

대한민국 공군은 다음과 같이 L, V, C 체계를 각각 운영하고 있다.

Live 체계인 공중전투기동장비(ACMI : Air Combat Maneuvering Instrumentation)는 기동하는 항공기의 위치, 고도, 자세를 비롯하여 가상 무장의 발사 결과가 실시간으로 지상의 장비에 시현 및 저장되는 공중전투기동 훈련장비이다. 실제 조종사가 실제 항공기에 탑승하여 운영 중인 대표적인 Live 체계이다.

Virtual 체계는 전투기 시뮬레이터를 대표적으로 들 수 있다. 공군 조종사의 비행절차 숙달 및 비상조치 훈련 등을 통한 비행기량 향상을 위해 각종 전투기 시뮬레이터를 운영하고 있다. 공군은 실제 전투기로 운영하고 있는 F-15K, (K)F-16, FA-50, F-4E, F-5 등 모든 기종의 시뮬레이터를 운영하고 있다

Constructive 체계는 공군은 지휘관·참모의 전쟁연습을 위한 연습모델과 각종 작전계획 및 전력을 분석하기 위한 분석모델 등 다수를 보유하고 있다. 특히 공군의 전구급 전쟁연습을 위한 ‘창공모델’은 전장환경 전반을 모의하여 연합/합동연습 및 공군 단독연습시 지휘관 참모의 작전수행절차 연습이 가능한 공군의 대표적인 연습용 모델이다.

Table 1. Features of LVC Simulation

		Constructive Simulation	Virtual Simulation	Live Simulation
Features		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Simultaneous Simulation of Multiple Units</li> <li>• Minimize the Number of Personnel, Low Cost</li> <li>• Easy to Make Various Scenarios for Experiments</li> <li>• Rapid Measurement of Various Performance/Effect</li> <li>• Limitation of Practical Experience</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Operation Training of Equipment Similar to Physical Equipment</li> <li>• Crew/Team Tactical Training on Major Combat Equipment Without Resource Constraint</li> <li>• Saving of Operation / Development Cost</li> <li>• Repeat Training Without Place Restrictions</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Non Repeatable Scenario</li> <li>• Time / Space Constraints of Experimental Environment</li> <li>• Safety, Time, Expense Issues</li> <li>• Similar to a Real Battle</li> </ul>
Application	Battlefield	Simulated	Simulated	Real
	Operator	Simulated	Real	Real
	Devices	Simulated	Simulated	Real

공군은 이러한 L, V, C 체계를 연동한 LVC 합성전장 훈련체계를 구축할 계획을 갖고 있다. 공군 LVC 합성전장 훈련체계는 Fig. 1과 같이 다수의 전투기 시뮬레이터(V)를 중심으로 전장환경을 구성해주는 C체계와 실전감을 더욱 높여주는 L체계가 연동하여 가상의 합성전장 훈련환경 구축을 통해 훈련효과를 극대화하는 체계이다(김용환, 2015).

이에 본 연구에서는 향후 구축될 공군 LVC 합성전장 훈련체계의 구현 가능성을 점검하고 제한사항을 식별하기 위해 공군 전투기 시뮬레이터(V)와 위게임 모델(C)의 V-C 연동시험을 실시하였다.

V-C 연동시험의 목적은 다음과 같다. 첫째, V, C체계 단독으로 운용할 경우 발생하는 제한사항을 극복하기 위함이다. C체계로부터 다양한 전술상황을 제공받아 이에 대처하는 훈련이 필요하며, C체계는 V체계의 교전결과를 반영하여 신뢰도 향상이 필요하다. V-C체계를 연동할 경우 각 체계 단독운용 간에 발생하는 제한사항을 극복할 수 있다.

둘째, 이기종 전투기 시뮬레이터간 V-V 연동 훈련을 하기 위함이다. 그동안 공군의 전투기 시뮬레이터는 동일 기종 항공기 간에만 비행훈련을 실시할 수 있었다. 기종별로 연동방식이 상이한 F-15K, KF-16, FA-50 전투기 시뮬레이터를 연동하여 이기종 항공기 시뮬레이터간 훈련이 가능할 경우 더욱 실질적인 훈련이 가능할 것이다.

셋째, V-C 연동을 통해 향후 구축될 공군 LVC 훈련체계의 구현 가능성을 확인하고 보완이 필요한 사항들 사전에 식별하기 위함이다.

## 2. 연동 대상 체계

본 연구에서의 연동 대상 체계는 F-15K 시뮬레이터, KF-16 시뮬레이터, FA-50 시뮬레이터, 그리고 공군의 전구급 연습모델인 창공모델 총 4가지 체계이다.

### 2.1 F-15K 시뮬레이터(V)

F-15K 시뮬레이터는 LAN(Local Area Network)을 기반으로 호스트, 조종실(입출력 포함), 영상시스템, 교관석, 음향, 전술로 구성되어 있다. WST(Weapon Simulation Trainer) 1대 및 CPT(Cockpit Procedures Trainer) 2대가 상호 연동훈련이 가능하다. 각 시뮬레이터의 교관석, 전술 Software(SW), 음향시스템은 DIS(Distributed Interactive Simulation)기반으로 연동되어 있다.

F-15K 시뮬레이터의 주요 성능은 Table 2와 같다.

Table 2. Main Capabilities of F-15K Simulator

	Main Simulation Capabilities
A/C	- F-15K Kinetic Characteristics and Weapons - Radar/Sensor Weapon Training etc.
Display	- 1m Level in Main Base - 2m Level in South Korea and North Korea - DTED : Level I, II
Tactical SW	- BigTac Tactical SW - 50 Concurrent Players
HLA Capabilities	- DIS Interoperability - Link-16 Training of 1 WST and 2 CPT

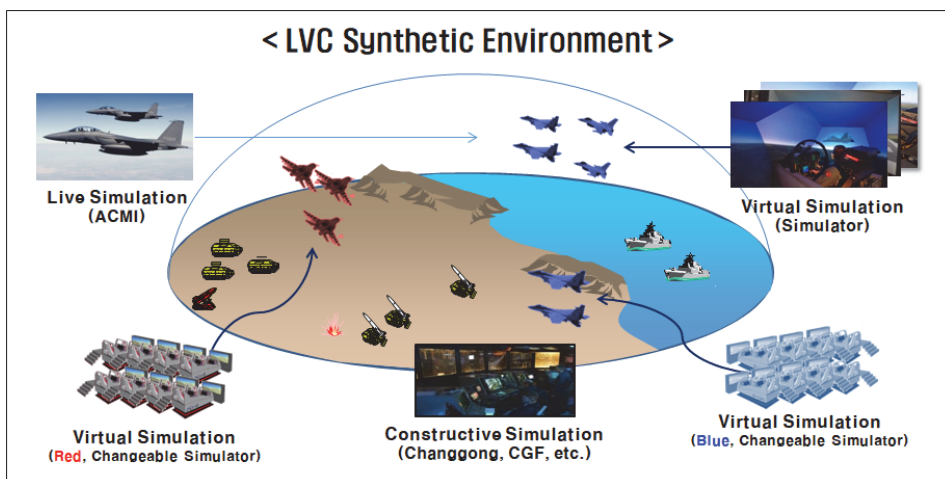


Fig. 1. Concept of ROKAF LVC Training System

### 2.2 KF-16 시뮬레이터(V)

KF-16 시뮬레이터는 모든 전술훈련과목을 수행할 수 있는 시뮬레이터(SIM)와 일반/계기비행/부분적 전술과목을 수행할 수 있는 기본임무형 시뮬레이터(UTD : Unit Training Device)로 구성되어 있다. KF-16 항공기로 수행하는 대부분의 훈련과정을 수행할 수 있는 충실도가 높은 모의비행훈련 장비이다. 기본 H/W인 조종석 및 교관석과 훈련 효과도를 높이기 위해 음향, 영상, 모션 시스템 및 장비운영을 위한 컴퓨터 시스템과 주변 입출력 장치로 구성된다. KF-16 전투기 시뮬레이터 내부는 RFM (Reflect Memory)방식으로 연동하고 있으며, 다른 KF-16 시뮬레이터와 연동을 통한 훈련이 가능하다. 이 때는 전술 프로그램을 이용하여 HLA(High Level Architecture) / RTI(Run-Time Infrastructure 1.3방식으로 연동을 수행한다.

(K)F-16 시뮬레이터의 주요 성능은 Table 3과 같다.

**Table 3.** Main Capabilities of (K)F-16 Simulator

Main Simulation Capabilities	
A/C	- F-16 Kinetic Characteristics and Weapons - Air Refueling, Link-16, NVG Training, etc.
Display	- 1m Level in High Resolution Area - 2m Level in South Korea - 4m Level in North Korea - NVG Display etc.
Tactical SW	- In-House Tactical SW - 50 Concurrent Players, 100 Concurrent Weapons - Formation Replay etc.
HLA Capabilities	- VTC RTI of Client/Server Concept - Same FOM of KF-16 and F-16 - 6 Interoperability within One Base, etc.

### 2.3 FA-50 시뮬레이터(V)

FA-50 시뮬레이터는 모든 전술훈련과목을 수행할 수 있는 전술훈련시뮬레이터(FMT : Full Mission Trainer)와 일반/계기비행/부분적 전술과목을 수행할 수 있는 비행절차훈련장비(OFT : Operational Flight Trainer)로 구성된다.

FA-50 시뮬레이터는 RFM과 이더넷 기반의 연동체제로 영상시스템, 조종실 시스템, 컴퓨터 시스템, 입출력 시스템, 교관실 시스템 등으로 구성된다. HLA/RTI 및 음향 시스템을 통한 외부 시뮬레이터간 연동은 이더넷 통신으로 이뤄지며 기본적으로 60Hz 기준으로 시뮬레이션을 제공한다. (K)F-16 시뮬레이터와 동일한 SW 설계가 적

용되었다. 다만 시뮬레이터간 연동을 위한 HLA/RTI가 IEEE1516 방식이다. 연동은 전술 프로그램 간에 HLA/RTI 방식으로 수행된다. FA-50 시뮬레이터의 주요 성능은 Table 4과 같다.

**Table 4.** Main Capabilities of FA-50 Simulator

Main Simulation Capabilities	
A/C	- FA-50 Kinetic Characteristics and Weapons - Data-Link and NVG Training
Display	- 1m Level in High Resolution Area - 2m Level in South Korea - 4m Level in North Korea - NVG Display etc.
Tactical SW	- In-House Tactical SW - 30 Concurrent Players, 100 Concurrent Weapons - Formation Replay etc.
HLA Capabilities	- HLA IEEE 1516, RPR-FOM Tailoring - MAK RTI and Independent without Client/Server Concept - 3 Interoperability within One Base, etc.

3개 기종의 연동방식을 정리하면 Table 5와 같다.

**Table 5.** Interoperability Capabilities of Simulators

	F-15K	(K)F-16	FA-50
Interoperability Type	DIS IEEE 1278.1-1995	HLA 1.3 (VTC RTI-NG-Pro v5.0)	HLA 1516 (MAK RTI 4.1)
Interoperability Data	PDU	Modified RPR-FOM 2.0	Modified RPR-FOM 2.0
Tactical SW	BIGTAC	In-House Tactical SW	In-House Tactical SW

### 2.4 창공모델(C)

창공모델은 한-미 연합연습에 참여하여 공군의 전구급 항공작전을 모의하는 위계임 모델이다.

DEVSim++를 기반으로 작동하는 모의 엔진과 VTC RTI NG Pro v6.0 기반의 HLA/RTI 연동을 수행하는 Sever 시스템과 게이머들이 실제 운용을 위한 GUI(Graphic User Interface)를 제공하는 임무 명령, 전장상황 전시 등의 SW가 구동되는 Client 시스템으로 구성되어 있다. DEVSim++는 DEVS(Discrete Event systems Specification) 형식론을 지원하는 범용 이산사건시스템 시뮬레이션 엔

진이며, 이는 국방 분야의 M&S 뿐만이 아니라 전 분야의 M&S에 활용되고 있다.(Kim et al., 2011).

Server와 Client 간에는 TCP/IP 방식의 데이터 전달처리 프로그램을 이용하여 메시지의 송/수신이 동작된다.

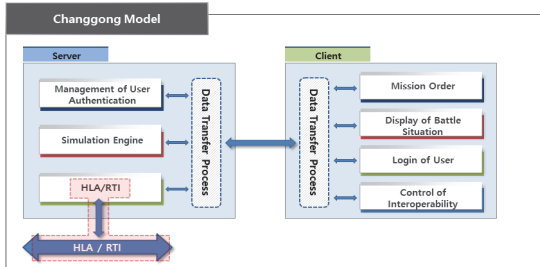


Fig. 2. Interoperability Structure of Changgong Model

### 3. V-C 연동방안

본 연구의 연동대상 체계는 DIS와 HLA 연동방식을 지니고 있다. DIS는 단지 실시간 시뮬레이션을 위하여 운영되는 반면, HLA는 DIS의 단점을 개선하여 개발되었으며, 실시간 및 다수의 시간관리, 선택적 데이터 송신 등의 다양한 기능을 가지고 있다. 이처럼 상이한 연동방식을 지닌 체계 간 원활하게 연동을 하기 위해서는 각 체계가 필요한 데이터를 서로 주고받을 수 있도록 하는 공통의 Data Format이 필요하다. 본 연구에서는 RPR FOM(Real-time Platform Reference Federation Object Model)을 V-C 연동의 Data Format으로 선정하였다.

RPR FOM은 SISO(Simulation Interoperability Standards Organization)에서 정의한 데이터 타입으로, CF-RFOM(Common Foundation Reference FOM)의 일종이다. RPR FOM은 분산 시뮬레이션 환경을 제공하는 DIS와 HLA의 연동을 위해 DIS와 HLA의 공통 Data 타입으로 정의한 것으로, DIS의 Protocol Data Units (PDUs)를 HLA의 Object와 Interaction Class 계층으로 구성한 것이다(Kim et al., 2010).

본 연구에서 모든 연동대상체계를 표준연동방식인 RPR FOM 2.0(HLA 1516)으로 각각 변환하여 연동환경을 구성하였다.

#### 3.1 F-15K 시뮬레이터 연동환경 구축

DIS 연동방식을 지닌 F-15K 전투기 시뮬레이터를 표준연동방식인 RPR FOM 2.0(HLA 1516)으로 변환하기 위해 상용 네트워크 연동 프로그램인 VR-Exchange를 활

용하여 연동환경을 구축하였다.

F-15K 시뮬레이터는 전술 프로그램인 BigTac을 통해 모든 데이터가 수집되므로 BigTac과 VR-Exchange를 이용하여 HLA1516(RPR FOM 2.0)으로 변환하였다.

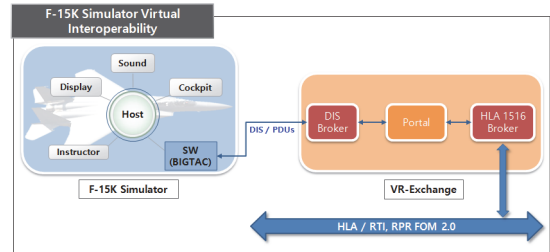


Fig. 3. Modified Interoperability of F-15K Simulator

#### 3.2 (K)F-16 시뮬레이터 연동환경 구축

HLA 1.3(VTC RTI, User FOM) 연동방식을 지닌 (K)F-16 전투기 시뮬레이터를 표준 연동방식인 HLA 1516(RPR FOM 2.0)으로 변환하기 위해서 VTC Emulator와 MAK Adaptor를 개발하여 연동하였다. VTC Emulator는 (K)F-16전투기와 연동을 수행하고, Mak Adaptor는 HLA1516 방식으로 연동하였다. 이때 이기종 RTI 간 (VTC, MAK) 상호 연동 불가로 인해 VTC RTI Federation 프로그램과 MAK RTI Federation 프로그램으로 구분하여 개발하여 연동환경을 구축하였으며, 각 프로그램간에 지연 손실을 줄이기 위해서 Shared Memory 방식으로 데이터 교환을 수행했다.

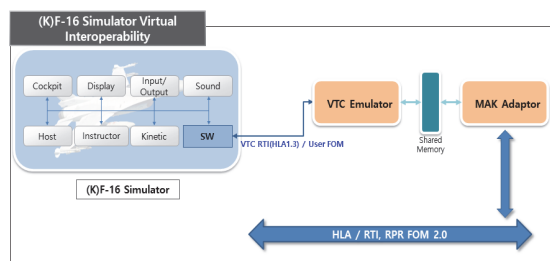


Fig. 4. Modified Interoperability of (K)F-16 Simulator

#### 3.3 FA-50 시뮬레이터 연동환경 구축

FA-50 전투기 시뮬레이터는 HLA1516 방식의 연동을 하도록 개발되었으나 Modified RPR FOM을 사용하여 개발되어 있다. FA-50 전투기 시뮬레이터를 표준 연동방식인 HLA1516(RPP FOM 2.0)으로 변환하기 위해서 FA-50 연동용 Broker를 개발하여 연동을 수행하였다.

FA-50 Broker 는 User FOM과 RPR FOM으로 상호 변환하고, 표준 연동방식으로 타 전투기 시뮬레이터 및 항공모델과 연동을 담당하였다. 연동 수행을 위한 SW 구성도는 Fig. 5와 같다.

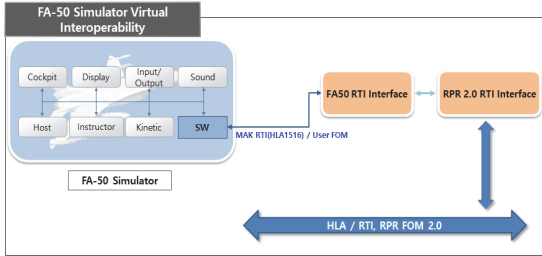


Fig. 5. Modified Interoperability of FA-50 Simulator

### 3.4 항공모델 연동환경 구축

3종의 전투기 시뮬레이터와 항공모델 간 최적의 연동 환경 구축을 위해서 아래와 같이 항공모델 SW를 수정하였다.

첫째, 시뮬레이터와 항공모델의 데이터 갱신주기를 일치시켰다. 서로 다른 갱신주기를 갖는 체계일 경우 정상적인 연동을 수행할 수 없는 경우가 발생하기 때문이다. 이러한 문제점을 해결하기 위해 객체 소유권 이전 방식, Dead-Reckoning 알고리즘 적용 방식을 검토하였으나 이러한 방식들은 항공모델의 기능 제한, 오차발생 등의 문제점이 확인되어 제외하였다. 따라서 본 연구에서는 갱신 주기가 높은 모델로 갱신 주기를 일치화하는 방식을 사용하였다.

갱신주기가 1분인 항공모델과 60Hz인 전투기 시뮬레이터의 연동을 위해서 갱신 주기가 빠른 모델로 갱신 주기를 일치시켜 원활한 연동이 가능하도록 항공모델의 모의 엔진 SW의 갱신주기를 60Hz로 변경하는 방식을 적용하였다. 이 방식은 항공모델 데이터 갱신주기의 인위적인 변경으로 인해 데이터 과부하 등의 문제점이 예상되었지만 V-C체계간 연동 가능 여부를 파악하기 위한 본 연구의 목적에 적합한 방식이라고 판단하였다.

둘째, 항공모델은 연합연습 시 사용하는 Time Management Service 기능을 비활성화 하였다. 항공모델은 연합연습에 활용하는 수많은 모델들과 HLA/RTI의 Time Management Service를 사용하여 시간 동기화를 수행하며 운용한다. 하지만 DIS 연동방식의 F-15K 전투기 시뮬레이터는 Time Management Service를 적용이 불가하고, (K)F-16, FA-50 전투기 시뮬레이터는 HLA/RTI 연동방식이지만 개발 단계에서 Time Management Service

를 적용하지 않았으므로 V-C 연동간 오류 발생 가능성을 없애기 위해 해당 기능을 비활성화하도록 SW를 수정했다.

셋째, 항공모델과의 FOM Mapping 문제를 해결하였다. 항공모델의 HLA/RTI 연동을 위한 FOM과 표준 연동방식의 HLA 1516(RPR FOM 2.0)은 FOM의 구조나 속성 항목의 차이가 크다. 본 연구에서는 전투기 시뮬레이터와 항공모델의 연동을 위해서 RPR FOM 중에서 일부 Object / Interaction Class에 대해서만 변환을 수행하였다. 항공모델의 AIR.FIXEDWING Class, Interaction Class, REPORT.ATTRITION.AIR\_TO\_AIR Interaction Class 등은 표준연동 방식과 일치하지 않는 부분은 임의로 최적화하여 설정하였다.

넷째, 항공모델과 전투기 시뮬레이터간 최적의 연동을 위해서 항공모델용 Broker SW를 개발하였다. 또한 상용 RTI 간의 호환성 문제 해결을 위해서 VTC RTI를 MAK RTI로 변환하고, 항공모델의 MRF FOM 7.0을 HLA1516 (RPR FOM 2.0)으로 변환을 수행하였다.

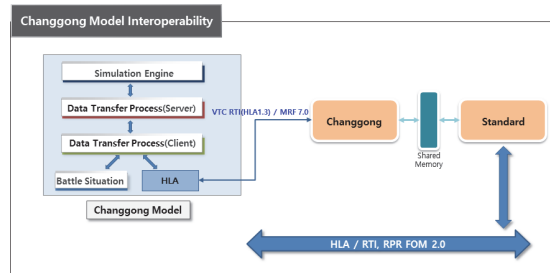


Fig. 6. Modified Interoperability of Changgong Model

### 3.5 최종 연동환경

Fig. 7과 Fig. 8은 본 연구의 종합적인 연동 환경 Hardware(HW)와 SW의 종합구성도이다. SW의 경우 각 체계가 기존에 갖고 있는 고유의 연동방식을 수정하지 않고, 표준 연동체계를 통한 연동이 가능하도록 체계별로 Broker SW를 개발하여 연동을 수행하였다.

DIS 연동방식의 F-15K 전투기 시뮬레이터는 VR-Exchange를 이용하여 DIS ↔ 표준 연동방식으로 변환하고, HLA 1.3 연동방식의 (K)F-16 전투기 시뮬레이터는 (K)F-16 Broker를 이용하여 HLA/RTI 1.3 ↔ 표준 연동방식으로 변환하여 Broker간에 연동을 수행하였다. FA-50 전투기 시뮬레이터와 항공모델은 FA-50 Broker와 항공연동용 Broker를 이용하여 각각의 연동방식을 표준연동방식으로 변환하여 타 시뮬레이터, 위게임 모델과 연동을 수행하였다.

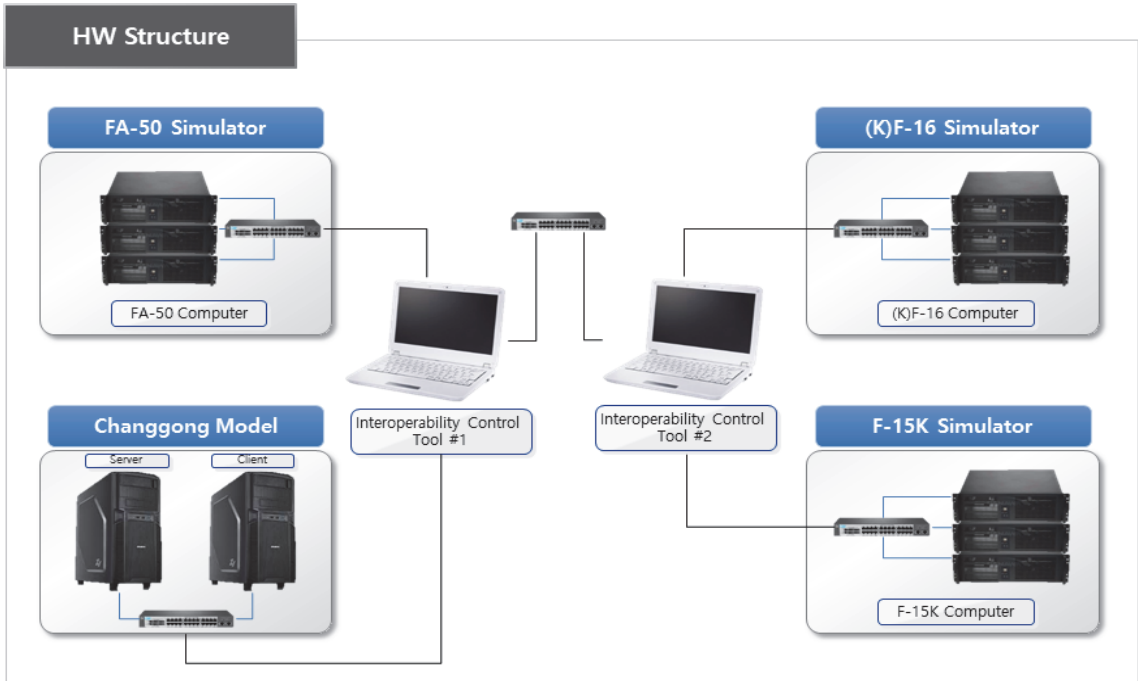


Fig. 7. Overall HW Structure

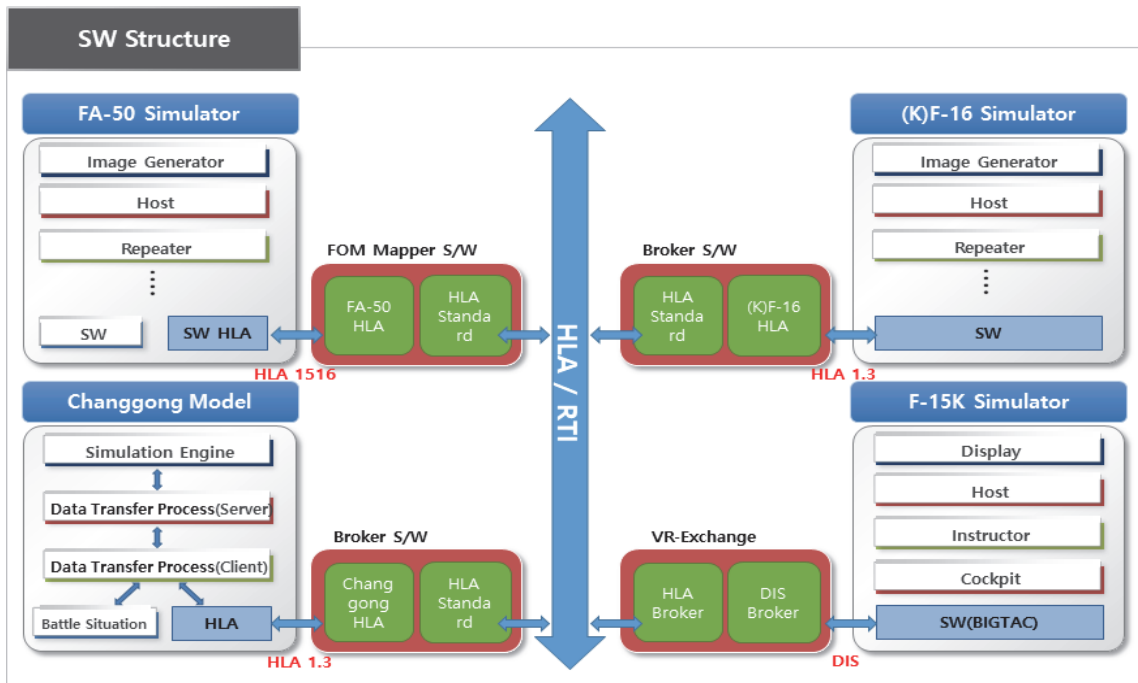


Fig. 8. Overall SW Structure

### 3.6 연동시험 결과

본 연구에서는 3종의 전투기 시뮬레이터 및 창공모델과의 V-C 연동환경을 구성하여 연동시험을 실시하였다. 기본 시나리오는 Fig. 9과 같이 3종의 전투기 시뮬레이터가 아군(Blue) 항공기를 담당하고 창공모델이 적군(Red)을 담당하여 Red 항공기, Red 지대공 미사일을 생성하여 교전을 실시하였다. 이는 전쟁 발발시 다수의 이기종간 구성되는 공격편대군을 가정하였으며, 실험과제 성격을 감안하여 최소한의 전력으로 시나리오를 구성하였다.

그 결과 시뮬레이터 및 창공모델에서 생성된 모든 객체가 상대 체계에 시현되었으며, 공대공 및 지대공 무장에 대한 피해평가도 확인되는 등 V체계와 C체계간 연동은 성공적으로 수행하였다.

하지만 이기종 시뮬레이터 간 V-V 연동시 교전시 격추된 객체가 사라지지 않는 등 객체 관리에 일부 제한사항이 식별되었다.

FA-50과 F-15K 시뮬레이터 간 교전을 사례로 보면 FA-50 시뮬레이터에서 F-15K 시뮬레이터의 Ownship으로 무장을 발사하는 경우, FA-50 시뮬레이터에서는 발사된 무장에 의해서 F-15K가 피격되었다고 판단을 하고 발사된 무장을 삭제하였다. 하지만 F-15K 시뮬레이터에서는 무장이 Ownship을 향하다가 피격 직전에 사라진 것으로 인지한다. 이처럼 각 시뮬레이터의 Ownship 객체는 타 시뮬레이터에서 Ownship을 격추하는 경우에는 객체 삭제의 신호(RemoveEntity 등)를 별도로 생성하지 않고 시뮬레이션이 종료 되면서 피격된 위치에서 정지된다. 하지만 표적이 타 시뮬레이터의 Ownship이 아닌 경우에는 객체가 피격된 경우 객체 삭제의 신호를 발생하고, 실제로 HLA/RTI로 객체 삭제 신호를 전송하고 삭제한다.

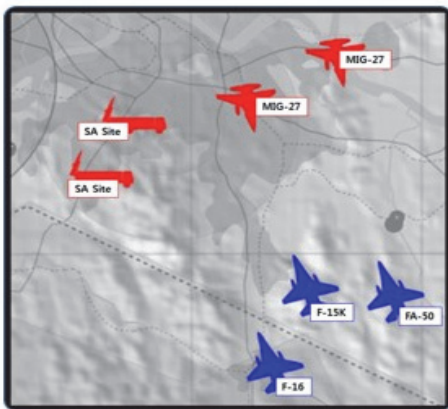


Fig. 9. Scenario Concept

즉 피격 객체가 Ownship인 경우와 Player인 경우에 따라 각 시뮬레이터에서 객체의 삭제 여부가 달라지는 것이다. 따라서 향후 이러한 현상을 해결하기 위해서는 V-V 연동 간에 실제 사용되는 메시지 이외에도 연동을 위한 메시지를 추가로 정의하는 등의 개선이 필요할 것으로 판단된다.

### 4. 결론

본 논문은 향후 공군 LVC 합성전장 훈련체계 구축을 위해 대한민국 공군에서 운용하고 있는 Virtual 체계와 Constructive 체계 간의 V-C 연동과 전투기 시뮬레이터 간 V-V 연동, 그리고 공군 LVC 합성전장 훈련체계에서 창공모델의 활용가능성에 대해 연구하였다. 단순 개념연구가 아닌 실제 연동시험을 통해 공군 LVC 훈련체계의 구현 가능성을 확인할 수 있었던 매우 의미있는 사례연구였다.

하지만 연동방식이 상이한 다양한 체계간 FOM Mapping 문제, V-V 연동간 객체 관리 문제 등 일부 제한사항이 식별되었다. 또한 공군 LVC 훈련체계의 C체계로의 활용을 위한 창공모델의 구체적인 성능개량 요구사항도 도출할 수 있었다.

향후 이를 보완한 후속연구가 더욱 이루어지길 바라며, 공군 LVC 합성전장 훈련체계 구축 간에 본 연구결과가 의미있는 결과로 활용되길 바란다.

### References

Cho Y.C., Oh J.S., Jung C.H. (2012). “A study on the effectiveness of Virtual and Constructive interface simulation”, *Interservice/Industry Training, Simulation, and Education Conference (I/ITSEC) 2017*.

Kim S.Y., Ahn J.H., Sung C.H.,g and Kim T.G. (2010), A research on the Interoperation of Virtual-Constructive Simulation. *Journal of the KIMST*, pp. 2022-2025.

(김숙영 외 3명 (2010), Virtual- Constructive 시뮬레이션연동 기술에 관한 연구, *한국군사과학기술학회 2010 종합학술대회*, pp. 2022-2025.)

Kim T.G. (2018) *Defense Modeling and Simulation*, Hanteemedia.

(김탁곤 (2018). *국방 모델링 시뮬레이션* 한티미디어)

Kim, T.G., C.H. Sung, S.-Y. Hong, J.H. Hong, C.B.



Choi, J.H. Kim, K.-M. Seo, J.W. Bae (2011) "DEVSIM++ Toolset for Defense Modeling and Simulation and Interoperation", *Journal of Defense Modeling and Simulation: Applications, Methodology, Technology*, 8(3), pp. 129-142.

Kim Y.H. (2015) "Plan of ROK Air Force LVC Training System", *Journal of the Military Operations Research Society of Korea 2015 Conference*.

(김용환 (2015). 공군 합성전장(LVC) 훈련체계 구축 계획, *한국국방경영분석학회 2015 학술대회*)

Shin H.S., Kim J.H., Choi B.W., Yim D.S. (2016), "A Study on V-C Interoperability Test and Methodology of V-C Interoperation Analysis for Next Generation Maritime Warfighting Experimentation Systems", *Journal of the KIMST*, Vol.19 No.1, pp. 84-94.

(신현수, 김정훈, 최봉완, 임동순 (2016), 차세대 해상 전투실험체계 구현을 위한 V-C 연동실험 및 연동분

석 방법론 연구, *한국군사과학기술학회지*, 제19권, 1호, pp. 84-94.)

Yang J.Y., Kim C.Y., Jeon J.H., Jeon O.S., Ryu T.G. (2010). "Virtual Air-to-Air Engagement Implementation in Virtual-Constructive Environment", *The Korean Society For Aeronautical And Space Sciences Conference*, pp. 1244-1247.

(양지연, 김천영, 전제환, 전옥술, 류태규 (2010). V-C 연동기반 가상 공대공 교전모의 구현 연구. *한국항공우주학회 학술발표회 논문집*, pp. 1244-1247.)

Yun K.H., Shim S.W., Lee D.J. (2012). "The LVC Linkage for the Interoperability of the Battle Lab", *Journal of the Korea Society for Simulation*, 21(1), pp. 81-88)

(윤근호, 심신우, 이동준 (2012). Battle Lab에서의 상호운용성을 위한 LVC 연동방안. *한국시뮬레이션학회논문지*, 21(1), pp. 81-88.)



**김 용 환** (skyair4s@gmail.com)

2004 공군사관학교 산업공학과 학사  
2015 서울대학교 경영학과 석사  
2017~ 연세대학교 국방융합공학과 박사과정 재학 중  
2017~ 현재 국방부 정보화기획관실 국방M&S정책담당

관심분야 : 국방M&S, 빅데이터, 인공지능



**송 용 승** (vmsongys@naver.com)

2003 한국해양대학교 기관시스템공학과 학사  
2006 한국해양대학교 기관시스템공학과 석사  
2017~ 경상대학교 기계시스템공학과 박사과정 재학중  
2006~ KCEI M&S 사업부 입사

관심분야 : 국방M&S, LVC연동, 적외선 영상생성



**김 창 욱** (kimco@yonsei.ac.kr)

1988 고려대학교 산업공학과 학사  
1990 고려대학교 산업공학과 석사  
1996 미국 Purdue 대학교 산업공학과 박사  
1998~ 2002 명지대학교 산업공학과 조교수  
2002~ 현재 연세대학교 산업공학과 교수

관심분야 : 머신러닝과 제조 및 국방응용