

MRM 도입필요성 및 육군 W/G 적용 타당성 분석 (Need for introduction of MRM and analyzing the validity of applying MRM into Korean army war game simulations)

이 승 호*

Abstract

Korea DM&S(Defence Modeling & Simulation) development plan includes construction of a distributed simulation model which enables us to construct, operate, integrate and connect war game simulations. US DoD and IEEE set the HLA/RTI as the standard of distributed simulation model. HLA/RTI models each simulator as a Federate and group of them as a Federation. Simulation with the model shows interoperability and finally executes a war game simulation. Because of different resolutions and features, it is not satisfied 'interoperability' and 'reusability' of simulation perfectly. MRM (Multi Resolution Modeling) has been introduced, and many developed countries including the United States have studied the technology to simulate the model with different resolutions.

This thesis proposes the need for introduction of MRM and analyzes both technical and operational validity when we apply MRM model to army war game simulations. For these purposes, we 1) find MRM main issues with the study about MRM basic concepts and case studies of MRM's applications, 2) present the need of MRM and its relation with DM&S development plan, and 3) analyze its technical and operational validity when we apply MRM to an example, CHANG-JO21 and JEON-TOO21.

(**Keyword** : Defence Modeling & Simulation, MRM (Multi Resolution Modeling))

* 카이스트 산업공학과

1. 서 론

1.1 연구배경 및 필요성

분산 시뮬레이션은 소규모의 기능별로 구축된 다수의 시뮬레이션 모형을 활용하여 대규모의 복잡한 시뮬레이션 시스템을 구현하는 기술로서, 미 국방부와 국제전기전자공학회는 분산 시뮬레이션의 표준으로 HLA/RTI¹⁾을 채택하였다.

HLA/RTI는 구조 시뮬레이션(Constructive simulation)간, 가상 시뮬레이터(Virtual simulation)간 또는 시뮬레이터와 훈련체계(Live simulation) 혹은 C2 DSS²⁾ 체계 등을 하나의 연합(Federation)으로 구성하여, 상호 운용성(Interoperability)을 제공하기 위한 기반 기술이다. 실제로 미국을 비롯한 군사 선진국들은 HLA/RTI 기술을 기반으로 한 차세대 분산 시뮬레이션 체계 개발 및 범용화를 적극 추진하고 있다. [2]

그러나 기존의 시뮬레이션 모델들의 상이한 특성(Resolution, 모의수준 등)으로 모델들의 연동이나 재활용이라는 측면의 필요성을 만족시키지 못한 현실이다. 따라서 분산 시뮬레이션 환경 하에서 완벽한 시뮬레이션 모델 간의 연동과 재활용성을 위한 연구가 필요하게 되었다. 군사 선진국은 모의수준이 상이한 시뮬레이션 간의 완벽한 연동에 필요한 기법인 MRM³⁾에

대해 연구를 진행 중이고, 보유하고 있는 시뮬레이션 간의 연동에 MRM 기법을 적용하고 있다.

우리 군에서도 대부대 모델과 소부대 모델 간의 연동, 모의모델과 'Live' 체계와의 합성 전장 환경(STOW) 구축을 위하여 MRM 연구가 반드시 필요한 상황이다.

1.2 연구목적 및 방법

1.2.1 목 적

본 연구는 국방모의분석(DM&S)에 MRM 적용 분야를 정리하고, 위게임 모델인 창조21과 전투21의 연동에 MRM 기법을 적용할 시, 업무적 / 기술적 타당성을 검토하고 있다.

1.2.2 방 법

본 연구에서는 먼저 MRM 관련 문헌 및 외국군 적용 사례에 대한 소개와 정리를 통해서 MRM 적용시의 주요 고려사항들을 정리하고, 한국군 국방모의분석에서의 MRM 적용분야를 정리하여 도입필요성을 제안한다. 그리고 MRM 적용 대상인 창조21 모델과 전투21 모델에 대한 분석과 창조21과 전투21 연동에 MRM 기법을 적용 시, 기술적 타당성 검토와 MRM 적용 효과에 대한 업무적 타당성을 검토하고자 한다.

2. MRM 개요 및 DM&S 적용분야

1) HLA/RTI: High Level Architecture / Run Time Infrastructure

2) C2 DSS: Command & Control Decision Support System

3) MRM: Multi Resolution Modeling

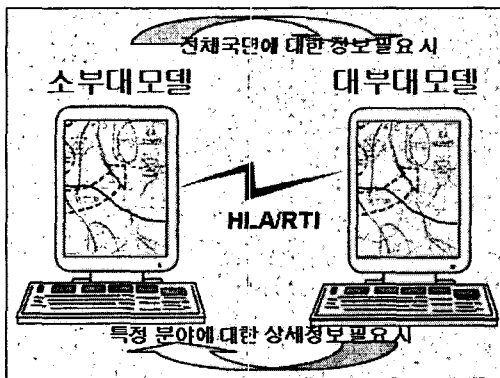
2.1 MRM 개요 및 중요성

2.1.1. MRM 개요

시뮬레이션 모델은 대상 시스템에 대한 묘사 수준에 따라 'Entity-level' 모델(High-resolution)과 'Aggregate-level' 모델(Low-resolution)로 구분된다. 'Entity-level' 모델은 정확하고 자세한 결과를 제공할 수 있지만, 데이터 처리에 많은 시간과 자원을 소요로 한다.

반면에 'Aggregate-level' 모델은 데이터 처리 시간과 자원을 절약할 수 있으나, 개략적인 결과를 제공한다.

MRM(Multi Resolution Modeling)은 이러한 상이한 특성을 가진 2개 이상의 모델 간의 연동을 위한 모델링 기법으로, 모델이 가진 고유한 특성(해상도, 모의수준, 상세도 등)을 유지하면서 동일한 상황을 모의하는 기법이다. [3]



[그림 1] MRM 활용

모의수준이 상이한 모델들을 연동함으로써, [그림 1]과 같이 운용목적에 따라 해상도를 전환하여 사용할 수 있다. 즉 특정 국면에 대한 상세한 분석 및 관찰을 필요로 하는 경우 'Entity-level' 모델로 시뮬레이션을 진행하고,

반대로 전체적인 흐름에 대한 분석 및 관찰을 필요로 하는 경우엔 'Aggregate-level' 모델로 전환하여 실시한다.

2.1.2 MRM 기법의 중요성

MRM 기법의 중요성에 대해 다음과 같이 정리 할 수 있다. [3]

(1) 경제성(Economy)

'Entity-level' 모델로 시뮬레이션을 하면 정확한 결과를 제공받을 수 있고, 현상에 대한 상세한 관찰이 가능하다. 하지만 데이터 처리 시간 및 비용이 증가하게 되는 현실적인 문제에 봉착하게 된다. 따라서 'Aggregate-level' 모델과 'Entity-level' 모델을 연동시켜, 운용목적에 따라 병행 사용함으로써 경제적인 문제를 해결할 수 있다.

(2) 의사결정을 위한 필요성(Cognitive Need)

올바른 의사결정을 위해서는 다양한 수준에서의 검토가 필수적이다. 'Aggregate-level' 모델을 통해 얻은 결과에 대해 'Entity-level' 모델을 통한 검증이 수행할 수 있다.

(3) 상호보완성

'Aggregate level' 모델의 모델링 범위는 넓지만, 상세한 부분을 묘사하는데 제한된다. 반면 'Entity level' 모델의 모델링 범위는 좁지만, 상세한 부분까지 묘사가 가능하다. 이와 같이 'Aggregate level' 모델과 'Entity level' 모델은 상호보완적인 관계를 가지고 있어, 연동을 통해 사용을 극대화할 수 있다.

2.2 MRM 외국군 적용 사례

미국 등의 주요 군사선진국들은 HLA/RTI 기반 하에서의 W/G 연동에 MRM 기법을 적용하는 연구를 진행 중에 있다.

2.2.1 미국(JTLS-JCATS)

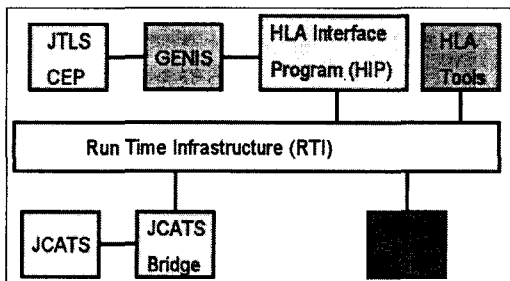
미군이 수행하는 전장의 확대로 전구급 작전간 부분적인 소규모부대 병행 훈련 모델의 필요성으로 연구가 시작되었다. 미국은 전구급 모델인 'JTLS'와 개체 단위모의가 가능한 'JCATS' 간의 연동 시 MRM 기법을 적용하였다. [7],[8]

(1)적용 대상

- JTLS⁴⁾ : 전구급 훈련용 W/G
- JCATS⁵⁾: 소부대 훈련용 W/G

(2)연동 구조

JTLS와 JCATS은 RTI를 골격으로 하여 HLA Interface(Bridge)을 통해 연동되었다. [그림2]에서 JTLS CEP⁶⁾은 JTLS의 엔진이고, HIP와 JCATS Bridge는 RTI를 통해 데이터를 송·수신하는 미들웨어이다. Pacer는 연동모델의 시간통제를 위해 개발된 4)연합참여체계(Federate)이다.



[그림 2] MRM 군 사례: 미국

- 4) JTLS: Joint Theater Level Simulation
- 5) JCATS: Joint Conflict & Tactical Simulations
- 6) CEP: Combat Events Program

2.2.2 스웨덴(TYR-FBSIM-ARTEVA)

스웨덴은 HLA/RTI기반 하에 상이한 모의 수준의 방공모델 간의 연동에 대해 연구를 실시하였다. [10]

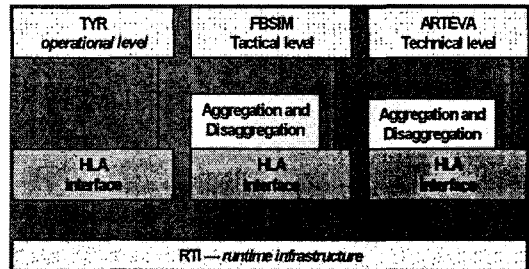
(1)적용 대상

- TYR: 항공공격부대, 방공중대를 기본단위로 하는 모의 모델
- FBSIM: 개별 항공기, 개별 대공방공부대 level의 모의 모델
- ARTEVA: 각개병사, 차량, 개별 마사일 level의 모의 모델

(2)연동 구조

TYR, FBSIM, ARTEVA는 RTI를 골격으로 하여 HLA Interface를 통해 연동되었다.

HLA interface에는 'Agregation/Disaggregation' 모듈이 추가되어 송·수신 되는 데이터의 수준(level)을 전환하는 기능을 수행한다.



[그림 3] MRM 군 사례: 스웨덴

2.3 국방모의분석의 MRM 적용분야

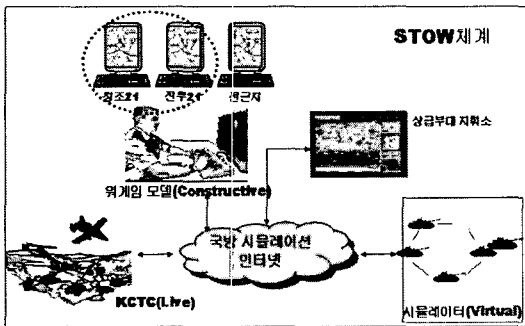
MRM 기법은 상이한 수준의 시뮬레이션 모델 간의 연동에 적용 가능하다. 특히 한국군의 '소부대모델' 분야의 발전 방향인 합성전장체계(STOW⁸⁾)구축에 적용 가능하다.

(1) 대부대 모델과 소부대 모델간의 연동
(Constructive + Constructive)

Constructive 시뮬레이션인 대부대 지휘훈련 모델과 소부대 지휘훈련 모델을 HLA기반 하에 연동 시, MRM 기법을 적용할 수 있다. 이를 통해 대부대 모델과 소부대 모델간의 완벽한 연동이 가능해지고, 소부대 및 대부대의 통합 훈련을 실시할 수 있다.

(2) W/G 모델과 시뮬레이터, 실기동훈련의 연동
(Constructive + Virtual + Live)

연대급 이하의 훈련체계간의 통합훈련을 위한 합성전장체계 구축과 관련 있는 분야이다. 연대급 지휘훈련 위게임 (Constructive simulation: 전투21, 소부대 훈련 모델 등)과 각종 전술 시뮬레이터 (Virtual simulation: 전차, 포병 등등), 그리고 실제훈련을 실시하는 실기동훈련(Live simulation: KCTC⁹) 등의 연동에 적용할 수 있다. 이를 통해 연대급 제대의 지휘관 및 참모훈련, 모의 전투 장비를 운용하는 병사, 1개 중대 규모의 실기동훈련을 통합하여 실시할 수 있다.



[그림 4] STOW 체계

8) STOW: Synthetic Theater Of War
9) KCTC: Korea Combat Training Center
(과학화 훈련장)

3. MRM W/G 연동 타당성 검토

3.1 MRM 적용 Target system

MRM 기법을 대부대 훈련모델과 소부대 모델간의 연동에 적용 시, 타당성을 검토하기 위해 현재 육군이 보유하고 있는 창조21(사단급 훈련용W/G)과 전투21(연대급 훈련용W/G)을 적용모델 (target system)로 선정하였다. 각 위게임에 대한 특성 및 모의능력은 아래 [표 1]과 같다.

	창조21	창조21
활용	사/군단 전투지휘	연/대대 전투지휘
모의 범위	군단 ~ 소대	연대 ~ 단위무기
최대 운용	50,000개 단위부대	1,000개 단위부대
게임 속도	최대 60배 조정	최대 10배 조정
해상도	100m X 100m	30m X 30m
시간 진행	Time-stepped	Event-driven

[표 1]창조21, 전투21의 기능 및 특징

3.2 MRM 적용 기술적 타당성 검토

MRM 기법을 HLA 기반 하에 창조21과 전투 21의 연동에 적용 시의 주 고려요소는 아래 [표 2]와 같이 4분야로 정리할 수 있다.

HLA/RTI기반으로 창조21과 전투21을 연동 시, [표 2]에서 정리된 각 분야별로 창조21과 전투21연동의 적용방안에 대해 알아본다. 위게임간의 동기화부분은 제외한다.

[표 2] MRM 적용시 주요 고려사항

		주요 고려사항	
(1)	연동구조 (Federation Architecture)	• 위게임 간의 연동 구조 결정	
(2)	해상도 전환 (Transition Management)	• 해상도 전환 조건결정 (Triggering transition)	• 분해 (Disaggregation) • 결합 (Aggregation)
		• 해상도 전환방법 결정 (Transition method)	
(3)	데이터 전송 (Data Transfer)	• 데이터 전송 수준 결정	
		• 데이터 사상 (Data mapping)	• 분해 (Disaggregation) • 결합 (Aggregation)
		• 소유권 전환 방법 (Ownership transfer)	
(4)	동기화 (Synchronization)	• 위게임간의 동기화 방법	

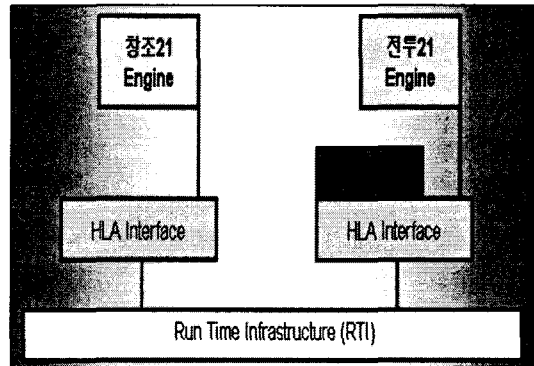
3.2.1 연동구조 (Federation Architecture)

'Aggregate level' 모델인 창조21과 'Entity level' 모델인 전투21을 연동 시, 최초로 고려해야할 것은 연동 구조이다. 두 모델간의 연동을 '어떻게 해야 할 것인가?'에 중점을 두고 계획하여야 한다. 접근방법별 연동구조는 아래와 같다.

(1)Part-distributed Architecture

이 방법은 HLA/RTI 기반 하에 창조21과 전투21을 연동하는 방법이다. 창조21과 전투21

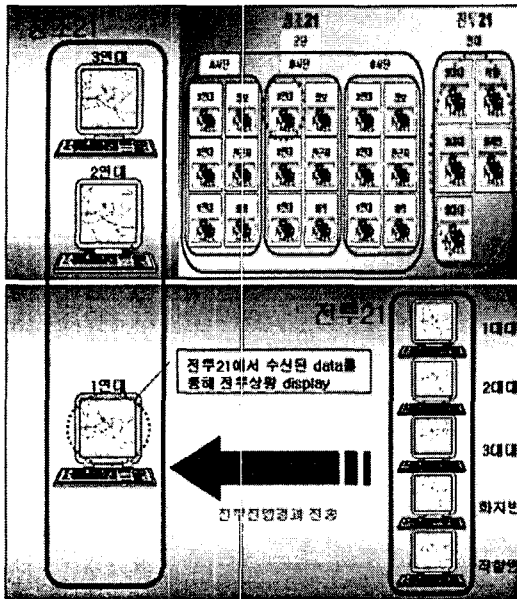
에 대한 리엔지니어링 없이, W/G간의 인터페이스에 대한 작업만을 고려하면 된다. 이 접근 방법은 창조21과 전투21의 상황과 군 M&S발전 추세를 고려해 보면 가장 현실적인 방안이다. 이 구조의 구성도는 [그림 5]와 같다. [6],[7],[8]



[그림 5] 'Part-distributed' 방법의 연동 구조

이 구조는 RTI를 골격으로 창조21과 전투21 각각의 엔진을 HLA Interface 통해 연동한다. HLA Interface는 W/G 엔진과 RTI를 연결하는 미들웨어(Adaptor)역할을 한다. 또한 'Aggregation/Disaggregation' 모듈을 추가시켜 W/G 간에 교환되는 데이터의 레벨을 전환하도록 한다.

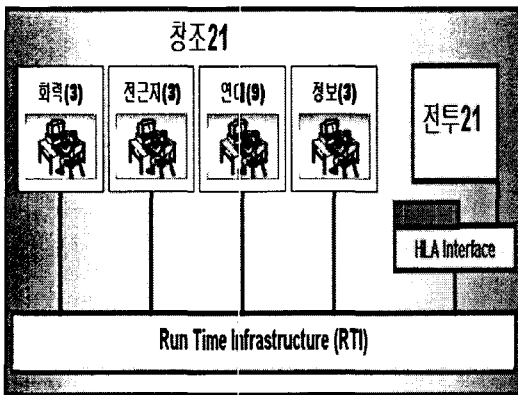
창조21과 전투21이 연동되는 절차는 [그림 6]과 같다. 창조21의 1개 연대에 대한 소유권 (Ownership)을 전투21로 전환한다. 이 때, 2개 연대에 대한 소유권은 창조21이 계속 소유한다. 이후 해당 연대를 전투21을 통해 훈련을 실시하며, 훈련 상황에 대한 정보를 주기적으로(1분 단위) 창조21로 전송한다. 창조21에서는 전투21로부터 수신된 데이터를 통해 연대의 훈련 상황을 모니터 상에 디스플레이 한다.



[그림 6] 창조21-전투21 연동 흐름도

(2)Full-distributed Architecture

이 방법은 창조21을 HLA/RTI 기반으로 재구성 후, 전투21과 연동하는 방법이다. [그림 7]과 같이 창조21을 전투21과 연동이 가능한 연대 단위의 서브모델(Federate)로 리엔지니어링 작업 후 전투21과 연동한다. [6],[7],[8]

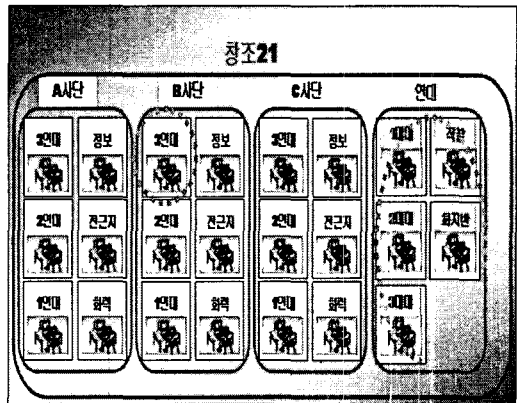


[그림 7] 'Full-distributed' 방법의 연동 구조

이 방법은 RTI를 골격으로 창조21의 서브 모델들과 전투21을 연동하는 구조이다. 연동절차는 Part-distributed Architecture와 동일하다.

(3)Full-centralized Architecture

이 방법은 [그림 8]과 같이 창조21의 네트워크 상에 전투21을 추가하여 연동하는 방법이다. 즉 창조21의 네트워크를 주 골격으로 하여, 전투21을 하위구조(Sub-tree)로 구성하여 연동하는 방법이다. [6],[7],[8]



[그림 8] 'Full-centralized' 방법의 연동 구조

HLA/RTI 대신 내부네트워크를 이용한다는 차이를 제외하고, 연동 방법은 위의 두 방법과 동일하다.

위에서 창조21과 전투21을 연동 시, 연동구조에 대한 접근방법에 대해 살펴보았다. 위의 방법 중, 창조21과 전투21 연동구조는 HLA/RTI 기반의 'Part-distributed Architecture'를 추천한다.

- 단점
 - HLA/RTI에 대한 작업 필요

• 장점

- 위계임간 연동 비용 최소화
- 창조21, 전투21 재사용성 극대화
- 위계임의 리엔지니어링 불필요
- 위계임간의 실시간 연동 가능

• 적용사례

- JTLS-JCATS(미국)
- TYR-FBSIM-ARTEVA(스웨덴)

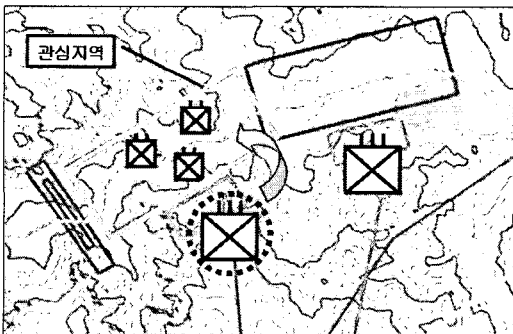
3.2.2 해상도 전환 (Transition management)

(1) Triggering transition (해상도 전환 조건)

‘Aggregate level’ 모델과 ‘Entity level’ 모델 간의 해상도 전환은 어떤 조건에서 발생시킬 것인지 결정해야 한다. 전환 조건에 대한 접근 방법은 다음과 같다. [6],[7],[8],[10]

① Fixed geographical area

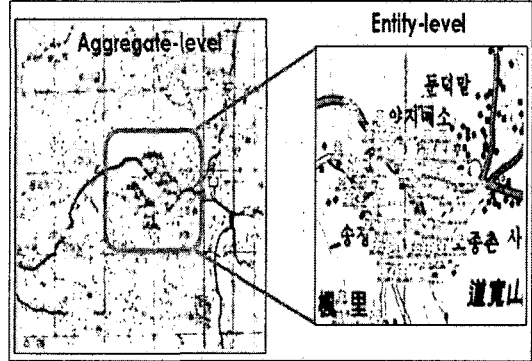
이 방법은 사전에 설정한 지역에 모델의 객체가 진입 시, 자동적으로 해상도가 전환 되는 방법이다. [그림 9]와 같이, 1개 연대가 관심지역에 진입하게 되면, 연대는 3개 대대로 분해 (Disaggregation)된다.



[그림 9] 전환 조건: Fixed geographical area

② Manual triggering

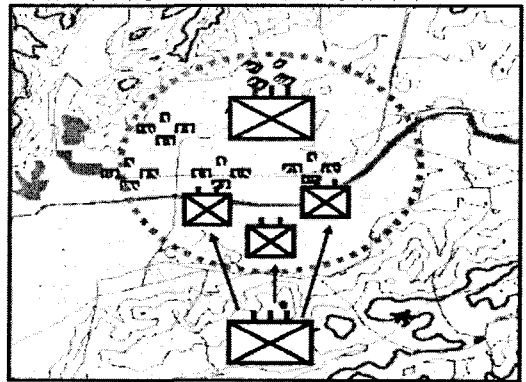
이 방법은 [그림 10]과 같이 운영자가 수동으로 해상도를 전환시키는 방법이다. 이 방법은 훈련 중에 훈련 상황이나 지시등에 의해 해상도를 변환시킬 때 사용한다.



[그림 10] 전환 조건: Manual triggering

③ Spheres of influence

이 방법은 객체의 영향권에 다른 객체가 진입 시 해상도가 전환되는 방법이다.



[그림 11] 전환 조건: Spheres of influence

[그림 11]과 같이 청군 연대가 홍군 연대의 영향권 내에 진입하게 되면, 3개 대대로 분해 되는 방법이다.

④Event based

이 방법은 사전에 설정한 사건(event)이 발생 시 해상도가 전환되는 방법이다. 이 방법은 어떤 사건이 발생하면 해상도가 전환되는지, 사전에 정의해야 한다.

창조21과 전투21 연동모델에서는 부대간의 영향권 내에 진입 시, 자동으로 해상도가 전환될 수 있는 ‘Spheres of influence’ 방법을 추천한다.

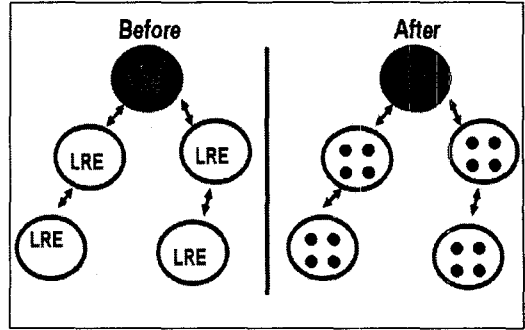
- 단점
 - 각 객체별 영향범위 지정 필요
 - 지형과 기상 요소 고려 제한
- 장점
 - 청군과 홍군 교전시 자동으로 해상도 전환
 - 교전시 해상도 전환 → 자원/시간 절약
- 적용사례
 - Air-Ground Combat(프랑스)

(2)해상도 전환 방법 (Transition management)

‘Aggregate level’에서 ‘Entity level’로 해상도 전환 시, 전환 방법을 결정해야 한다. 전환 방법에 대한 접근방법은 다음과 같이 3가지가 있다. [5]

①Full-Disaggregation(FD)

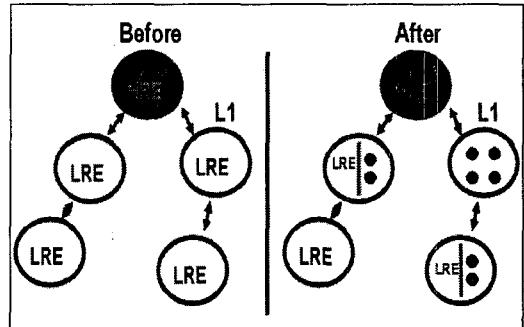
이 방법은 [그림 12]와 같이 ‘Aggregate level’의 객체를 구성하고 있는 ‘Entity level’의 객체들로 완전히 분해 시키는 방법이다.



[그림 12] 전환 방법: Full Disaggregation

②Partial-Disaggregation(PD)

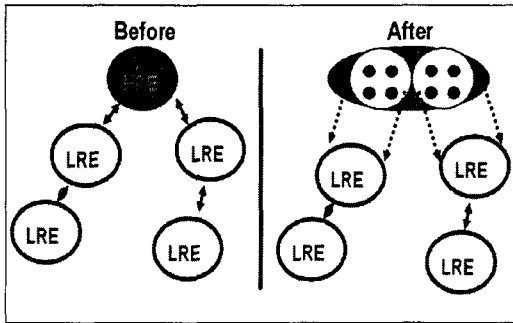
이 방법은 FD의 제한사항을 극복하기 위해 제안된 것으로, FD처럼 ‘Aggregate level’의 한 객체를 구성하고 있는 ‘Entity level’의 모든 객체들 분해시키지 않고, [그림 13]과 같이 객체의 일부분만 분해시키는 방법이다.



[그림 13] 전환 방법: Partial Disaggregation

③Pseudo-Disaggregation(SD)

이 방법은 [그림 14]와 같이 객체간의 상호 작용(Interaction)없이, ‘Aggregate level’의 정보를 획득 시 사용하는 방법이다.



[그림 14] 전환 방법: Pseudo-Disaggregation

창조21과 전투21 연동모델에서 분해방법은 **'Partial-Disaggregation'**을 추천한다.

- 단점
 - 파티션(partition) 설계의 어려움
 - “어디까지 분해시킬 것인가?”
- 장점
 - 네트워크 과부하 예방(객체 최소화)
 - 데이터 시간 단축으로 실시간 연동가능
- 적용사례
 - JTLS-JCATS(미국)

3.2.3 데이터 전송 (Data Transfer)

(데이터수준, 데이터사상, 소유권 전환)

(1)데이터 전송수준 결정

창조21과 전투21 간의 교환되는 데이터 수준을 결정해야 한다. 데이터 전송수준은 다음과 같이 3가지이다. [7],[8]

① 대부대 모델 수준(Aggregate level)

이 방법은 모델 간 데이터를 'Aggregate level'로 전송하는 방법이다. 즉 대부대모델에서 사용되는 정보를 소부대모델에서 사용할 수 있

도록 분할하지 않고, 바로 전송하는 방법이다.

②소부대 모델 수준(Entity level)

이 방법은 모델 간 데이터를 'Entity level'로 전송하는 방법이다. 즉 대부대 모델에서 소부대모델에서 바로 사용할 수 있도록 데이터를 분할하여 전송하는 방법이다.

③혼용방법(Both)

이 방법은 모델 간 데이터를 대부대모델 수준(Entity level)과 소부대 모델수준(Aggregate level)으로 동시에 전송하는 방법이다.

창조21과 전투21 연동 모델에서는 **'Aggregate-level'**로 데이터를 전송하는 방법을 추천한다.

- 단점
 - 소부대모델에 사용 시 데이터 부족
 - 추가적인 보외법(extrapolation) 필요
 - 소부대모델에 데이터전환 모듈 추가 소요
- 장점
 - RTI를 통해 교환되는 데이터 최소화
 - 실시간 연동 가능
- 적용사례
 - JTLS-JCATS(미국)

(2)데이터 사상 (data mapping)

전투21에서 데이터를 창조21로 전송하기 전에 그 데이터를 'Aggregate level'의 데이터로 전환 작업이 필요하다. 전투21에서 사용되는 'Entity level'의 데이터를 전송하게 되면, 전송

시간 및 처리시간이 지연되어 두 모델 간의 실시간 연동에 문제가 발생하기 때문이다. 대표적인 방법은 객체의 속성(attribute: 위치, 피해 정도 등)의 평균값(mean value)을 이용하는 데이터를 사상하는 방법이다.

창조21-전투21 연동모델에서 평균값을 이용하여 데이터 사상(mapping)이 가능하다. 데이터 사상 대상은 부대 위치, 피해를 등이 있고, [그림 15]와 같이 전투21에서 3개 대대의 위치 및 피해율의 평균값을 이용하여, 창조21에서 연대의 위치 및 피해율을 추정 할 수 있다. [10]

- 단점
 - 추정 결과의 부정확성
- 장점
 - 추정 알고리즘의 단순성
 - 데이터 사상시간 최소화
- 사례
 - TYR-FBSIM-ARTEVA(스웨덴)



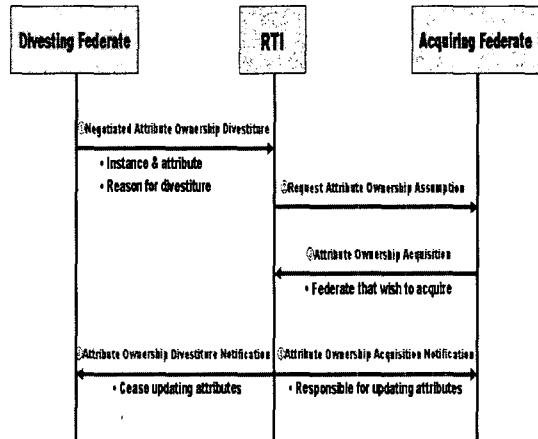
[그림 15] 창조21-전투21: 데이터 사상

(3)소유권 전환 (Ownership Transfer)

모델 간 객체(entity)에 대한 소유권 전환 방법을 결정하여야 한다. 소유권 전환으로 실질적으로 MRM이 가능하게 된다. 소유권 전환 방법은 다음과 같이 3가지이다. [7],[10],[11]

①Negotiated push

이 방법은 현재 소유권자가 차기 소유권자를 확인 후에 소유권을 전환하는 방법으로, 소유권 전환 절차는 [그림 16]과 같다.



[그림 16] 소유권 전환: Negotiated push

소유권을 전환하고자 하는 연합참여체계 (Federate¹⁰)는 RTI에게 전환 의사를 알린다 (①). RTI는 HLA 연합(Federation¹¹)내의 다른 연합참여체계들(Federates)에게 소유권 전환정보를 전달한다.(②). 소유권을 획득하기 원하는 연합참여체계는 RTI에게 획득 의사를 알린다(③). RTI는 소유권을 전환하고자

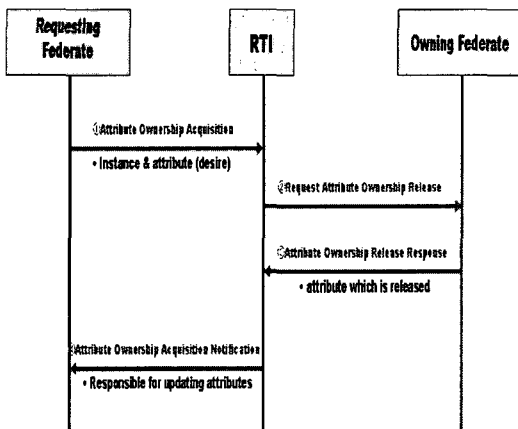
10) Federate(연합참여체계): HLA 연합에 참여하는 개별 모형들을 지칭

11) Federation(연합): RTI를 통해 상호 작용하는 시뮬레이션 Federate의 집합

하는 연합참여체계에게 전환을 지시하며(④), 소유권 요청을 한 Federate에게 소유권 획득을 지시한다(⑤).

②Negotiated pull

이 방법은 소유권을 얻기 원하는 차기 소유권자가 적합한 절차를 거쳐 소유권을 획득하는 방법이고, 소유권 전환 절차는 [그림 17]과 같다.



[그림 17] 소유권 전환: Negotiated pull

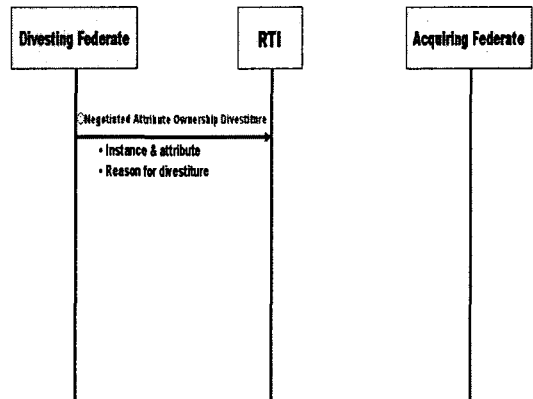
특정 소유권을 획득하기 원하는 연합참여 체계는 RTI에게 원하는 인스턴스와 속성을 알린다(①). RTI는 해당 소유권을 가지고 있는 연합참여체계에게 전환요청을 한다(②). 해당 소유권을 전환할 경우, 전환의사를 RTI에게 통보하고(③), RTI는 소유권 획득 요청한 연합참여체계에게 소유권 획득을 지시한다(④).

③Unconditional push

이 방법은 현재 소유권자가 차기 소유권자에 대한 확인 없이 소유권을 전환하는 방법이다.

소유권 전환 절차는 [그림 18]과 같다.

소유권을 전환하고자 하는 연합참여체계는 RTI에게 전환하고자 하는 속성과 전환이유를 알리는 동시에 해당 소유권을 포기한다.(①). 이 방법은 차기 소유권자를 확인하지 않고 포기하기에, 객체에 대한 소유권이 상당기간 'Unowned'되어 시뮬레이션 간에 문제가 발생할 가능성이 존재한다.



[그림 18] 소유권 전환: Unconditional push

창조21-전투21에서는 객체의 소유권이 'unowned'되는 현상을 방지하기 위하여 'Negotiated push' 방법을 추천한다.

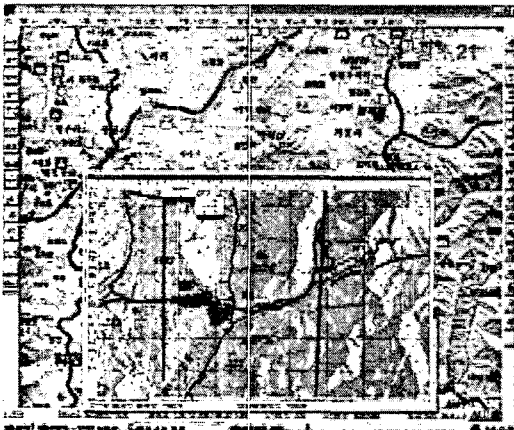
- 단점
 - 소유권 전환 시간 다소 지연
→ 차기 소유권자 확인 후 전환
- 장점
 - 객체의 소유권이 비소유(unowned)되는 현상 예방 가능
- 사례
 - TYR-FBSIM-ARTEVA(스웨덴)

3.3 MRM 적용 업무적 타당성 검토

창조21과 전투21 연동 시, MRM 적용 효과는 다음과 같이 4가지로 요약될 수 있다.

(1) 대/소부대간의 통합훈련 및 훈련결과에 대한 통합분석 가능

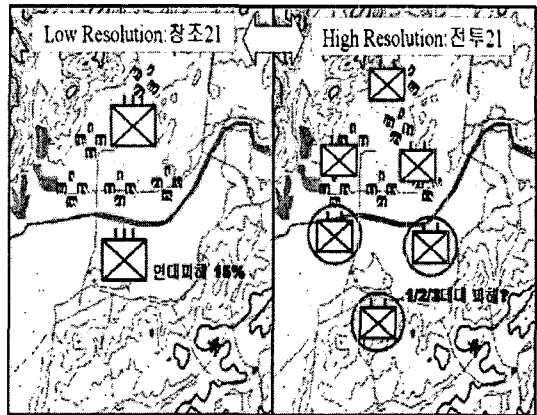
연동 전에는 창조21을 통한 군단훈련과 전투21(연대전술기)을 통한 연대훈련을 독립적으로 실시하였지만, 연동 후에는 군단훈련 진행간에 연대훈련이 가능하게 되고, 아울러 훈련 결과에 대한 통합분석이 가능하게 된다.



[그림 19] 적용효과: 통합 훈련가능

(2) 훈련간의 결과에 대한 검증수단 제공

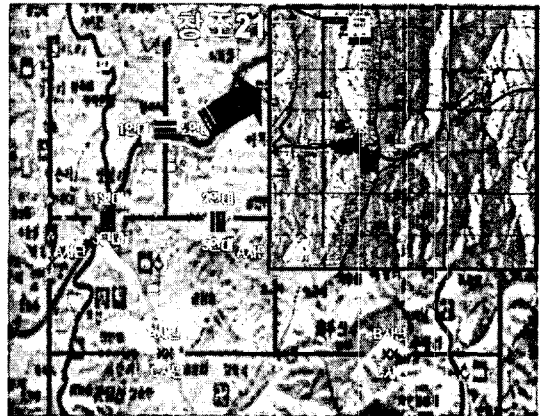
창조21모델을 통해 예하 부대의 피해가 발생한 경우, 구체적인 피해상황에 대한 검증 수단이 없었으나, 연동 후에 [그림 20]과 같이 전투21모델을 활용하여 피해결과에 대한 검증이 가능하게 된다. 즉 창조21에서 연대의 피해율이 15%라고 나왔다면, 전투21에서 예하대대의 피해율을 세부적으로 확인함으로써 결과를 검증할 수 있다.



[그림 20] 적용효과: 피해검증 가능

(3) 예하제대에 대한 상세한 전장정보 제공

현재 창조21 모델의 해상도는 100m X 100m 이기에, 예하 제대에 대한 상세 정보를 제공할 수 없었으나, [그림 21]과 같이 전투21과의 연동을 통해 예하제대에 대한 상세한 정보를 군단장에게 제공할 수 있다.



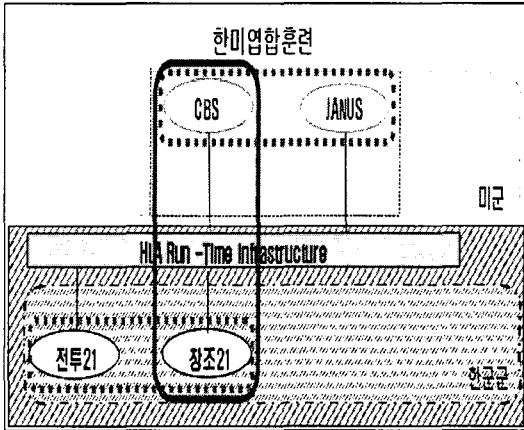
[그림 21] 적용효과: 전장정보 제공

(4) 한미연합훈련 범위 확장

현재는 군단급 모델인 한국군의 창조21과 동급 미군 모델인 CBS¹²⁾에 대한 연합훈련을

12) CBS: Corps Battle Simulation

추진 중이다. 차후에 창조21과 전투21이 HLA/RTI하에 연동이 되면, [그림 22]와 같이 한미 연합훈련의 범위가 연대급까지 확장할 수 있다.



[그림 22] 적용효과: 연합훈련 범위 확장

지금까지 창조21과 전투21이 연동에 MRM 기법이 적용되었을 때의 창출되는 효과에 대해 알아보았다. 창조21과 전투21 연동모델이 창출되는 부가가치는 군 전력향상에 큰 도움이 될 수 있기에 적용할 가치가 있다고 판단한다.

4. 결 론

상이한 모의 수준의 모델간의 연동을 위한 모델링 기법인 MRM은 이미 미국, 스웨덴, 영국 등에서는 이미 연구가 진행 중이고, 보유하고 있는 시뮬레이션 모델에 대하여 MRM을 적용하고 있다. 국방모의분석에서 다양한 시뮬레이션 모델간의 연동에 적용 될 수 있음을 알아보았다.

이에 더 나아가 국방모의분석의 한 분야인 워게임 시뮬레이션(창조21-전투21)에 MRM을 적용 시, 기술적 타당성과 업무적 타당성을

분석하였다. 이를 위해 다음과 같은 연구를 수행하였다.

- (1) MRM 관련 선진국의 MRM 적용 사례를 소개하고, 적용 시 주요 고려사항(main issues)을 정리하였다.
- (2) 국방모의분석에서 MRM 적용 분야를 정리하여, 한국군에 MRM 기법의 도입 필요성을 제안하였다.
- (3) 한국군이 보유하고 있는 창조21과 전투21에 적용 시 기술적인 고려사항 및 적용에 따른 창출되는 부가가치를 분석하였다.

선진국이 MRM 기법을 시뮬레이션 모델간의 연동에 적용한다고 단순히“ 벤치마킹 (benchmarking) 해야 한다”는 기존 개념에서 벗어나서, “MRM기법을 왜 도입해야 하는지?”에 중점을 두고 연구를 진행하였다.

즉 MRM 기법은 국방모의분석에서 각종 시뮬레이션 체계(Constructive, Virtual, Live simulations)간의 연동에 적용되어, 합성전장체계 (STOW)체계 구축에 기여할 것이다.

아울러 MRM기법을 육군 보유 모델인 창조21과 전투21의 연동에 적용했을 시의 타당성 검토를 진행하였다. 기술적인 부분인 ‘연동구조’, ‘데이터 전송’, ‘해상도 전환’ 분야에 대하여 창조21과 전투21연동모델에서는 어떠한 방법을 적용해야 하며, 각 적용 방법별 장·단점을 분석함으로써 기술적 타당성을

검토하였다.

그리고 창조21과 전투21 연동 모델에 적용되었을 시의 창출되는 효과인 '통합훈련가능', '검증수단 제공', '세부 전장정보 제공', '한미 연합훈련 범위 확장'을 도출 및 확인함으로써 **업무적 타당성**을 검토하였다.

이런 기술적/업무적 타당성 검토를 통해 창조21과 전투21 연동에 MRM 적용이 필요함을 판단하게 되었다. 아울러 관련 위게임 실무자로 하여금 MRM기법의 도입 필요성에 대한 결심수립에 도움이 될 것이라 판단한다.

참 고 문 헌

- [1] 장상철, 손미애, "차세대 시뮬레이션 연동 체계(HLA/RTI) 기술연구", KIDA 연구보고서 pp 34~37, 2001.
- [2] 정상철, "한국군 M&S 발전 방안", 국방정책연구, 2001.
- [3] Paul F. Davis, James B, "Experiments in Multiresolution Modeling(MRM)", RAND, 1998.
- [4] Paul F. Davis, James B, "Introduction to Multi-Resolution Modeling(MRM) with an Example Involving Precision Fires", Proc. SPIE, Vol. 368, 1998.
- [5] Paul F. Reynolds, A. Natrajan, "Consistency Maintenance in Multiresolution Simulations", ACM Transactions on Modeling and Computer Simulation, Vol.7, N^o3, July 1997.
- [6] Martin A, Pierre S, "Multiresolution Modeling and Simulation of an Air - Ground Combat Application", In Proceedings of the Spring SIW, 2001.
- [7] Francis A, David L, "JTLS-JCATS Federation Support of Emergency Response Training", In Proceedings of the Winter SIW, 2003.
- [8] Bowers, D. Prochnow, and J. Roberts. "JTLS-JCATS: Design of a Multi Resolution Federation for Multi-Level Training", In Proceedings of the Fall SIW, 2002.
- [9] Liu B, Huang K, "The Design and Implement of Multi Resolution Federation with an Air-Ground Combat Federation As Example", In Proceedings of the SIW, 2002.
- [10] Seiger, Gunnar H, Ulla B, "Aggregation/Disaggregation Modeling in HLA-based Multi Resolution Simulations", In Proceedings of the SIW, 2000.
- [11] Frederick K, Richard W, Judith D, "Creating Computer Simulation System", Prentice Hall PTR, pp75-83, 1999.
- [12] Satoshi S, Makoto K, "Advanced Technnique for MRM(multi-resolution models)", 10th CGF & BR Conference, 2001.
- [13] Anand N, Paul F, "Guidelines for the Design

- of Multi-resolution Simulations", DMSO, 1997.
- [14] Cox, Maybury, "Aggregation Disaggregation Research - A UK Approach", In Proceedings of the DIS workshop, 1995.
- [15] David L, C. Zachary, "The Use of the Joint Theater Level Simulation(JTLS) With the High Level Architecture(HLA) To Produce Distributed Training Environments", In Proceedings of the SIW, 2000.
- [16] Paul K, Davis, James H, "Exploratory Analysis and a Case History of Multiresolution, Multiperspective Modeling", In Proceedings of the Winter SIW, 2000.
- [17] Ernest H, Roger S, "Introduction To Military Training Simulation: A Guide For Discrete Event Simulations", In Proceedings of the Winter SIW, 1998.
- [18] Paul K, "Distributed Interactive Simulation in the Evolution of DoD Warfare Modeling and Simulation", In Proceedings of the IEEE, 1995.