

## 범용 전술데이터링크 교전 시뮬레이터

### A General Purpose Engagement Simulator using a Tactical Data-link

윤근호\*      진정훈\*      김세환\*  
Keun-Ho Yun      Jung-Hun Jin      Seh-Hwan Kim

#### Abstract

The tactical data-link is useful to exchanging automatic information and controlling command in combat environment. This is a essential factor of interoperability in the future combat situation of network centric warfare. In a aspect of a weapon system development, Modeling & Simulation can save expense. HLA RTI is a standard communication protocol in M&S. So, we suggest that Link Simulator connect tactical data-link through RTI. This simulator has the interoperability between M&S and tactical data-link, the reusability through adabing M&S framework, and the wide usability by automatic engagement function.

Keywords : Tactical Data-link, HLA RTI, M&S Framework, Engagement Simulator

### 1. 서론

전장환경이 동시운용성, 합동성, 상호운용성 등의 특징을 가지고 네트워크 중심전(NCW : Network Centric Warfare)으로 바뀌어 감에 따라 모든 전력의 정보 공유가 필요하게 되었다. 따라서 최적화된 전력을 유지하고자 정보교환 기술에 있어서의 상호운용성이 부각되었다<sup>[1]</sup>.

미래의 전쟁개념은 플랫폼 중심전이 아닌 네트워크 중심전에 초점을 맞추고 있다. 네트워크를 통한 체계간의 국지 전술 상황자료 상호 전파, 수집된 상황자료의 융합, 공통 상황인식에 의거한 지휘통제 및 교전에 의해 효과적인 전쟁수행이 가능해진다. 이 때 체계간

의 정보교환 통신 프로토콜로써 전술데이터링크가 사용된다. 전술데이터링크는 기존 음성통신에 비해 무기체계의 전투력 상승 및 시너지 효과를 가져와서 현대전에서의 화두인 상호운용성 확보를 위한 핵심요소 중의 하나로 평가받고 있다.

전술데이터링크 시뮬레이션은 체계장비 개발 시험 및 훈련장비 개발에 중요한 요소이다. 전술데이터링크는 실시간 또는 근실시간 임무를 수행하는 플랫폼/지휘소에 탑재되는 체계로써 상위체계 지휘관과 타격체계를 연결한다. 그리고 이것은 임무수행 도중에 임무변경과 표적 재할당을 가능하게 하는 실시간 대응능력을 제공해 준다. 또한, 전술데이터링크 사용으로 기존의 음성통신으로 인한 상황인지 지연을 10배 이상 단축시킨다. 그래서, 네트워크 중심전을 수행하는 플랫폼의 필수적인 구성체제로 자리잡아 지휘관이 지휘통제의 본질적인 문제인 판단 및 결정에 더욱 집중할 수 있게 한다<sup>[2]</sup>.

† 2009년 12월 25일 접수~2010년 3월 4일 게재승인

\* LIG넥스원(LIGNex1)

책임저자 이메일 : 윤근호(ghyoon95@lignex1.com)

무기체계 소요분석, 개발, 시험평가, 훈련 등의 획득 과정에 있어서 모델링 및 시뮬레이션(M&S : Modeling and Simulation)의 활용이 중요시되고 그 비중 또한 점차 늘어나고 있다. 그러나 업무 적용 면에서는 획득 상의 단위 업무별로 산별적인 개발과 활용에 그치고 있는 실정이다. M&S를 활용하는 효과는 획득 전 과정상의 시간, 자원, 위험을 감소시킬 수 있으며 운영 유지 비용을 줄이고 배치된 체계의 품질, 운용성 등에 대한 효과도를 높일 수 있다<sup>[3]</sup>. 이와같은 장점을 바탕으로 무기체계 개발에 M&S가 강조되고 있다. M&S에서는 비용을 절약할 수 있도록 기존 시뮬레이터의 도구화로 재사용성을 강조하고 있다. 그래서 M&S 표준 통신 수단인 HLA(High Level Architecture)를 활용하여 M&S간 인터페이스 상호운용성을 높인다<sup>[4]</sup>.

현대전에서 필요한 전술데이터링크 기능을 갖추고 M&S 인터페이스가 가능한 HLA RTI(Run-Time Infrastructure) 연동이 되는 링크 교전 시뮬레이터를 제안한다. 이것은 트랙 송수신 관리 및 지휘통제/사격의 자동교전 기능이 포함된 범용적인 체계 시뮬레이터이다. 또한, 재사용을 위해서 M&S 프레임워크를 적용하여 추후 활용 가능성을 높인다.

지금까지 한국내에 전술데이터링크 연동 자동교전 시뮬레이터는 전무한 실정이다. 가상(Virtual) 및 구성(Constructive) 체계 도메인에서 활용가능한 M&S 도구인 전술데이터링크 연동기능을 갖춘 자동/수동 교전 시뮬레이터를 통하여 통제체계 설계시 입출력 테스트를 통해 검증을 위한 테스트베드로 활용한다.

2. 절에서 HLA RTI와 전술데이터링크, M&S 프레임워크에 대한 내용을 알아보고, 3. 절에서 링크 교전 시뮬레이터의 특징인 RTI와 전술데이터링크간 상호운용성, M&S 프레임워크 적용한 범용 자동교전 시뮬레이터에 대해 살펴본다. 4. 절에서 링크 교전 시뮬레이터가 적용된 사례와 성능측정 및 특징을 보이고 5. 절에서 결론을 맺는다.

## 2. 배경

### 가. HLA RTI

HLA는 미국 국방성 산하 DMSO(Defense Modeling Simulation Office)의 주도로 1996년에 탄생한 상위수준의 모델링 및 시뮬레이션 구조로 시뮬레이션의 재사용성과 M&S 상호운용성, 적합성, 신뢰성을 증진시키

기 위해 제안되었으며 2000년에 IEEE Standard 1516으로 규격화된 국방 M&S 분야의 표준이다<sup>[5]</sup>.

HLA는 패더레이트와 패더레이션 규칙, 인터페이스 규격, OMT(Object Model Templates)로 구성된다. HLA는 인터페이스 규격을 구현한 RTI가 제공하는 여러 가지 서비스를 기반으로 분산환경에서 이기종의 모의 시간 상호 연동이 가능하도록 한다<sup>[6]</sup>.

기존에 분산환경을 시뮬레이션 하기 위한 인터페이스 형식은 DIS(Distributed Interactive Simulation) 표준을 이용하였지만 전송 데이터양이 많은 관계로 부하가 큰 단점이 있다. 그래서 변경된 정보만 보내는 HLA의 RPR-FOM(Realtime Platform Reference-Federation Object Model)이 대두되어 활용되고 있다. 이와같은 HLA 활용으로 시뮬레이션간의 상호연동성과 시뮬레이션 컴포넌트의 재사용성을 높일 수 있다.

### 나. 전술데이터링크

미 국방부 합참 군사용어집에서 전술데이터링크는 “디지털 정보 전송에 적합한 표준화된 통신링크이며, 전술정보 교환을 위해 하나 이상의 통신구조와 통신매체를 경유하여 2개 이상의 C2체계 또는 무기체계와의 인터페이스를 갖는다.”라고 정의되어 있다. 즉, 이것은 무기체계/지휘통제체계간의 전송자료 교환을 통한 실시간 전장환경 정보의 공유와 무기체계 교전행위 통제를 위한 통신체계를 뜻한다<sup>[7]</sup>.

최근 아프간전, 이라크전 등의 전투에서 네트워크 중심전이 가장 효과적인 전투개념이라는 것이 확인되었고, 네트워크 중심전에 있어서 전술데이터링크의 효과 또한 입증되었다<sup>[2]</sup>. 전술데이터링크는 음성통신보다 대량의 전술 상황정보가 지속적이고 자동적으로 상호전파되고 전송 신뢰성을 높일 수 있으며, 통신의 보완이 증가된다. 그래서 세계 각국은 전술데이터링크를 확보하기 위해서 많은 예산을 집중하고 있으며, 전술데이터링크와 관련된 방위산업 시장도 빠르게 성장하고 있다. 미국과 유럽 장비나 타국과의 통신을 위해서도 상호운용성 측면에서 전술데이터링크는 필요하다<sup>[6]</sup>.

국내의 해군/공군에서 정보공유 및 지휘통제의 수단으로 전술데이터링크는 사용되고 있다. 활용되는 전술데이터링크 이용 정보는 Fig. 1과 같다<sup>[8]</sup>. 예를 들면, 감시/통제용으로 MCRC(Master Control and Reporting Center)와 통신에 사용되는 Link-11, 미사일 포대 통제용으로 호크포대 통신수단인 ATDL-1(Army Tactical Data Link-1) 등이 많이 이용되고 있다.

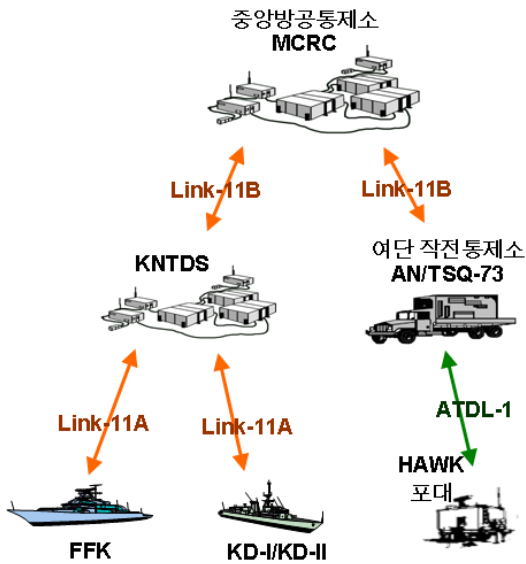


Fig. 1. Connection of a tactical data-link

미사일 통제 체계와 연관되는 전술데이터링크인 Link-11, ATDL-1의 특성을 알아보자. 그 중 하나인 Link-11A/Link-11B는 비행체, 지상, 함정에서 디지털 정보를 교환하기 위한 통신 기술과 표준 메시지 형식을 정의한 통신 시스템이다. 지상기반의 방공작전 및 관제를 위한 정보 교환에 주로 사용되며, 전용의 지점대 지점(Point-to-Point) 데이터링크 연결 구조로 구성되어 전이중 전송 방식(Full Duplex), 즉 양방향으로 동시에 송수신 가능한 방식을 사용한다. 표준 데이터 전송률은 1200bps이고 선택에 따라 600bps, 2400bps, 4800bps 등으로 전송이 가능하다.

이것은 SAM(Surface-to-Air Missile) 포대와 지휘통제 체계 간에 디지털 정보를 교환하는 점대점 전이중 링크이다. 이것은 지휘통제, 첩보보고, 표적정보, 표적정보 갱신을 위해 사용되며 현재 호크포대의 링크로 사용되고 있다.

Table 1은 TADIL-B, ATDL-1 메시지 중 미사일 무기체계에 사용되는 메시지를 유사한 메시지로 분류하여 정리하였다. 이 정보를 이용하여 메시지 포워딩 개념을 이해할 수 있다. 기존의 다양한 전술데이터링크가 존재함에 따라 두 개 이상의 전술데이터링크와 연결된 플랫폼은 메시지를 변환하여 전달하는 역할을 담당하여야 한다. 그래서 상위체계, 하위체계와 연관되는 TADIL-B, ATDL-1 메시지간의 연관성을 이해하여야 상호운용성을 보장할 수 있다.

Table 1. Message comparison of tactical data-link

구분	Link-11B 메시지	ATDL-1 메시지	설명
Test/Connectivity	M.0	B.0	연결용 초기화 메시지
SCC	M.1	B.1	레이더 위치 정보
Data Source Report	M.9 A0	B.9 A0	데이터에 대한 소스 정보
Basic Air Track	M.2	B.2	공중항적 정보 (모의트랙포함)
Air Track Amplify(A)	M.82	B.82	공중항적 확장정보 (속도, 고도)
Air Track Amplify(B)	M.11D	B.11D	공중항적 IFF 모드의 코드정보
Point	M.5	B.5	포인트 정보 (모의포인트 포함)
Point Amplify	M.85	-	포인트 확장 정보
ECM Report	M.6A	B.6A	ECM 정보
Information Difference	M.9A (AC1)	B.9A (AC1)	정보차이 발생
Change Data Order	M.9A (AC2)	B.9A (AC2)	식별치/분류치 변경 명령
Drop Track	M.9A (AC4)	B.9A (AC4)	트랙 삭제 요청
Track Alert	M.9A (AC5)	B.9A (AC5)	트랙 경고 요청
Terminate Track Alert	M.9A (AC7)	B.9A (AC7)	트랙 경고해제 요청
Data Update Request	M.9A (AC3)	B.9A (AC3)	최신정보 요청 (특정트랙 가능)
IFF/SIF Management	M.9A (AC9)	-	IFF 관리 (요청, Clear, 변경)
Cease Reporting	-	B.9A (AC15)	트랙 보고중지 요청
Pairing/Association Management	M.9B	-	Pairing/Association 요청/해제
Pointer	M.9C	B.9C	포인터 지정
Track Number Association	M.9E	B.9E	전술데이터 링크별 트랙 번호 공유
EW/Intelligence	M.11M	-	첩보 정보
EW/I Amplify	M.811M	-	첩보 확장 정보
Weapon/Engagement Status	M.14	B.14	교전/무기상태 정보
Command	M.15	B.15	방공경보/무기통제/사격통제 명령정보

다. M&S 프레임워크

프레임워크란 소프트웨어의 구체적인 부분에 해당하는 설계와 구현 모듈의 재사용이 가능하도록 일련의 협업화된 형태로 클래스들을 제공하는 것이다. 즉, 잘 설계된 응용 프로그램 기반구조 디자인을 추상화시켜 구현한 반제품 소프트웨어 모듈이다. 프레임워크의 개발 목적은 재사용 가능한 프로그래밍을 하자는 동기에서 출발한다. 모델링 & 시뮬레이션 분야에서 기존의 프레임워크가 존재하지만 아직 완벽한 프레임워크는 존재하지 않는 상황이다.

M&S 분야에서 개발 시간을 단축하고 고유의 기술을 축적하며 신뢰성 있는 소프트웨어 개발을 위해서는 M&S 프레임워크가 필요하다. 프레임워크는 기능과 복잡성상의 트레이드 오프가 존재한다. 기존의 모델링 & 시뮬레이션 분야의 모델 프레임워크인 DEVS (Discrete Event Systems Specification)는 객체 지향적이며 이산사건의 모델링 틀을 제공한다. 그리고 시스템 이론적인 모델을 표현하며 컴포넌트 기반의 구조적 모델링이 가능하다. 또한 일반화된 모델 프레임워크를 제공하여 적용범위가 넓고 안정성이 높은 장점을 가진다. 그러나 일반화된 프레임워크로 인한 상대적인 구현량이 증가되어 추가적인 시간이 소요될 가능성이 있다. 그리고 적용을 통한 모듈화된 컴포넌트 라이브러리의 유용성은 해당 프레임워크에만 운영 가능하므로 향후 프로젝트에 대한 프레임워크의 종속 가능성을 가진다. 그래서 표준화되고 정형화된 시뮬레이션 개발의 필수적인 모듈을 컴포넌트로 구축하여 다양한 시뮬레이터에 틀을 제공하여 재사용할 수 있도록 자체 개발한 M&S 프레임워크를 이용한다.

3. 링크 교전 시뮬레이터의 특징

가. RTI와 전술데이터링크 간의 상호운용성

링크 교전 시뮬레이터는 트랙 기반의 사격과 지휘 통제 기능을 갖춘 전술데이터링크 연동이 가능한 모의기이다. 이것은 한국의 중앙방공통제소(MCRC), 작전통제소(AN/TSQ-73), 호크포대 체계의 인터페이스 기능을 모의하여 입출력 인터페이스 테스트를 할 수 있는 장비이다. 이 때 사용되는 인터페이스가 전술데이터링크이다. 전술데이터링크 중 지휘통제에 많이 활용되는 Link-11B, 호크포대 통제에 이용되는 ATDL-1 인터페이스를 지원한다. 각각은 Link-11B의 M 시리즈

메시지, ATDL-1의 B 시리즈 메시지를 통하여 트랙, 포인트, ECM(Electronic Counter Measures) 정보와 명령, 교전 정보의 송수신이 가능하다.

M&S간 상호운용을 위해서는 시뮬레이터 운용에 필요한 정보를 주고 받아야 한다. 그래서 시나리오/파라미터 정보와 운용을 위한 모의 시작/중지 정보, 공중 위협이나 유도탄 트랙을 받을 수 있는 인터페이스를 필요로 한다. 그 인터페이스로 M&S에서 가장 많이 활용되는 HLA RTI를 사용한다. 이것은 1999년에 배포되어 현재 DoD의 표준인 IEEE 1516을 사용한다.

이것은 페더레이트간 데이터 교환 모델로 HLA RTI의 RPR-FOM(Realtime Platform Reference-Federation Object Model) 1.0을 이용한다<sup>[9]</sup>. 페더레이트의 데이터 연동에 SOM(Simulation Object Model)과 FOM을 이용함으로써 M&S간 상호운용성이 증가된다. RTI로 수신된 트랙이 전술데이터링크 Link-11B, ATDL-1의 해당 메시지와 필드 매칭 정보는 Table 2에서 확인할 수 있다. 전장 상황에서 공유되는 트랙 정보는 위치, 속도, 적아식별이 가장 중요하다. 그래서 RTI에서 들어온 정보를 전술데이터링크 표준 규격에 맞도록 위치

Table 2. Track information matching between RTI and tactical data-link

트랙 정보	RTI	전술데이터링크	
	RPR-FOM	Link-11B	ATDL-1
객체 아이디	Entity Identifier	M.2 Track Number	B.2 Track Number
위치	World Location	M.2 Coordinate M.82 Height	B.2 Coordinate B.82 Height
속도	Velocity Vector	M.82 X,Y Velocity	B.82 X,Y Velocity
국가 카테고리	Entity Type	M.2 PriAmp M.82 IDAmp M.11M Nationality	B.2 PriAmp B.82 IDAmp
적아식별	Force Identifier	M.2 ID	B.2 ID

와 속도는 좌표변환을 거치고 적아식별은 적아식별과 항공기 종류를 통하여 정보를 매칭하여 전달한다.

이와 같이 링크 교전 시뮬레이터는 M&S의 HLA RTI와 NCW의 핵심요소인 전술데이터링크 Link-11B, ATDL-1 간의 연동이 가능하다. 즉, Fig. 2와 같이 HLA RTI 기반의 모의환경에서 전술데이터링크의 연동모의가 가능하도록 전술데이터링크 메시지와 HLA 메시지간 데이터 상호변환 관리 및 전술데이터 링크 프로토콜을 지원해주는 인터페이스 장비를 개발함으로써 다양한 무기체계의 전술데이터링크에 대한 연동시험을 효과적으로 수행할 수 있도록 한다. 그래서 다른 체계와도 연동이 가능할 수 있으며 M&S의 HLA RTI를 사용하는 시뮬레이터와도 FOM 파일 범주내에서 연동할 수 있어 재사용이 가능하다.

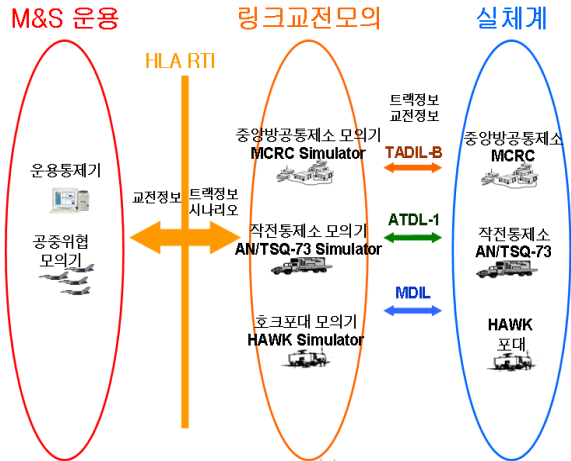


Fig. 2. Interoperability of Link Engagement Simulator

#### 나. M&S 프레임워크 적용

자체 개발한 국내 무기체계에 적합한 M&S 프레임워크를 적용한다. 이것은 기존 프로젝트를 바탕으로 재사용이 용이한 설계구조를 제안하며, 시뮬레이션 프레임워크를 이용하여 이벤트 교환을 위해 메시지 디스패처로 인터페이스로 연동이 가능하도록 한다. 그래서 이벤트 기반 시뮬레이션이 용이한 구조를 가진다.

이것은 프레임워크의 가장 큰 장점인 재사용이 용이한 설계 구조를 제공한다. 프레임워크는 설계구조를 재사용한다는 관점에서 사용하기 쉬워야 한다. 그것이 어려울수록 개발 기간이 늘어나고, 오류가 증가될 수 있기 때문이다. 그래서 공통된 기능과 명료한 설계 구조를 추구하였다.

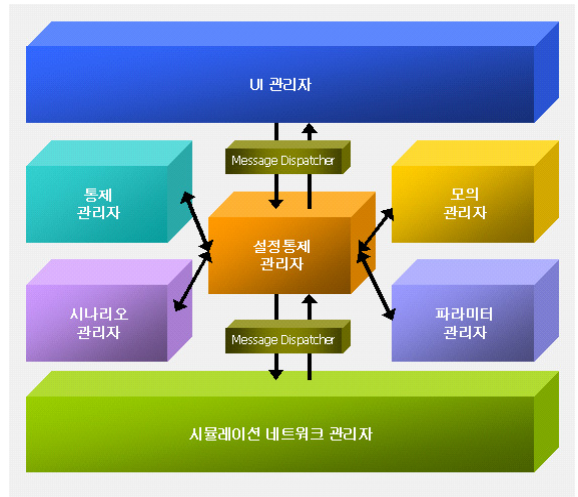


Fig. 3. Link Simulator based M&S Framework

Fig. 3과 같이 링크 교전 시뮬레이터의 각각의 모듈을 M&S 프레임워크 관점에서 세분화한다. 각 모듈간의 통신은 이벤트 메시지 전달 매체인 메시지 디스패처를 이용하며 필요한 스레드는 스케줄러를 이용하여 시간관리함으로써 전체적으로 효율적 관리가 가능하다. 각 모듈은 재사용이 가능하도록 지휘통제 및 트랙 관리, RTI 인터페이스, 전술데이터링크 인터페이스 기능으로 컴포넌트를 구분하였다. GUI(Graphic User Interface) 모듈은 사용자 인터페이스를 독립적으로 처리할 수 있도록 GUI 모듈과 UI 모듈간에는 GUI와 TCP/IP로 연결된다. 그리고 시뮬레이션을 위한 RTI 인터페이스를 처리하는 시뮬레이션망 모듈, 전술데이터링크 인터페이스를 처리하는 링크모듈, 이 둘간의 데이터 처리와 전환, 사격/지휘통제, 탐지/트랙관리 기능을 담당하는 링크모의 모듈로 구성된다. 부가적으로 시나리오를 처리하는 시나리오/파라미터 모듈, 운용관련 설정통제 모듈, GUI와의 인터페이스를 처리하는 UI 모듈, 정보저장용 저장 모듈이 있다. 이것은 독립적인 처리와 유지보수와 성능개량, 재사용이 용이하도록 한다.

이것은 세부적으로 레이더모의, 트랙관리, 지휘통제 관리, 시뮬레이션망 연동, 설정통제관리, 파라미터관리, 시나리오관리, 자체 공중위협모의, 유도탄모의, 전술데이터링크 처리, UI연동으로 구성되어 재사용이 가능하다. 세부 기능 내용은 Table 3에서 확인할 수 있다. 그래서 기본적 체계 기능을 지원하는 범용 시뮬레이터로 활용될 수 있다. 또한 성능 개량 용이한 구조

로 다양한 무기체계 개발에 재사용할 수 있으며 시험/검증에도 활용될 수 있도록 한다.

Table 3. Components' function of a Link Simulator

구성항목	기능
GUI 관리자	모델로부터 수신한 정보를 화면에 전시/관리하며 교전 및 이벤트를 수행하는 기능
설정통제 관리자	모의기 설정 및 통제를 위한 파라미터, 시나리오, 시작, 중지를 전달하는 기능
통제 관리자	모의기 상태 및 링크 연결상태를 통제/관리하는 기능
파라미터 관리자	파라미터들을 파일로 관리하고 파라미터 읽기 쓰기 등을 담당하는 기능
시나리오 관리자	시나리오를 파일로 관리하고 시나리오 읽기, 쓰기를 담당하는 기능
유도탄모의 관리자	유도탄 발사 후 유도탄 모의를 수행하는 기능
공중위협모의 관리자	모의 시작 후 시나리오에 따라 공중위협 모의를 수행하는 기능
레이더모의 관리자	트랙 정보를 수신하여 탐지 및 적어식별을 수행하는 기능
시뮬레이션망 관리자	시뮬레이션망 데이터를 송수신 관리해주는 기능
UI 관리자	수신한 메시지를 GUI 모듈/다른 모듈의 관리자들에게 전달해 주는 기능
지휘통제 관리자	지휘통제 관련 교전 및 이벤트 처리와 자체계/포인트/발사대들을 관리하는 기능
트랙 관리자	트랙관련 이벤트 처리와 공중위협/유도탄/ECM 트랙을 관리하는 기능
링크 관리자	전술데이터링크를 표준에 맞게 처리하고 외부 인터페이스 하는 기능
저장 관리자	전달 받은 메시지를 해석하고 일정한 형식에 맞게 파일에 저장하는 기능

다. 자동교전 시뮬레이터 기능

교전 시뮬레이션 상황에서 교전을 위한 필수 요소는 타겟용 표적 트랙, 교전 통제용 사격통제소, 탐지용 레이더, 유도탄 발사용 발사대, 발사된 유도탄이 있다. 각각의 모듈을 링크 교전 시뮬레이터에 포함하여 자동화 수행이 가능하도록 한다. 모든 교전은 상위체계 명령에 기반하여 이루어진다. M&S 환경을 구성하여 시험을 진행하면 반복적인 시험과 운용이 요구되게 된다. 그에 대한 편리성을 제공하기 위해서 링크 교전 시뮬레이터는 사격통제명령에 대한 자동교전 기능을 제공한다. 일반적으로 사용되는 교전개념은 Fig. 4와 같다. 시뮬레이션이 시작된 후 전술데이터링크를 연결하게 되면 RTI에서 들어온 트랙 정보를 각 체계간에 공유하게 된다. 그것을 기반으로 상위체계는 방공경보/무기통제 명령을 하위체계로 보내면 그 조건에 맞도록 사격통제 명령 후 교전하게 된다. 교전(Engage) 명령이 들어오면 정밀 추적과 발사대/유도탄 할당을 수행하고 사정거리 여부를 판단한 후 유도탄 발사를 진행한다. 발사 후 교전중지(Cease Engage)나 사격금지(Hold Fire) 명령이 내려오게 되면 유도탄을 비상폭파하여 교전상황을 벗어난다. 해당 명령이 내려오지 않는 한 타겟을 이상없이 격추하게 된다.

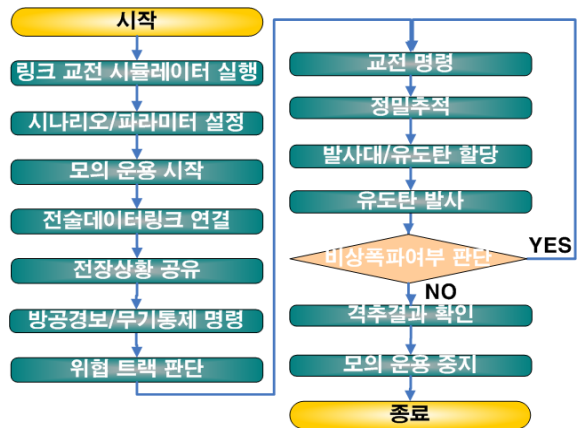


Fig. 4. Engagement sequence

4. 링크 교전 시뮬레이터 적용 및 결과분석

가. 미사일 무기체계 개발벤치 적용

중거리 지대공 미사일 통제용 장비개발에 필요한 연결체계를 모의하는 개발벤치는 실제계 연결전에 테

스트할 수 있도록 하는 목적을 가진다<sup>[10]</sup>. 이것은 기존 MCRC와 AN/TSQ-73, HAWKS 체계연동을 필요로 한다. 그것을 위해 현존하는 체계의 핵심 기능을 추출하여 인터페이스 모의가 가능하도록 링크 교전 시뮬레이터를 개발한다.

중거리 지대공 미사일 통제장비인 교전통제장비는 전술데이터링크를 통해 상부의 지휘통제를 받거나 인접포대간의 자율적 협동을 통해 분산 배치되어 있는 부체계들과 상호연동하여 대공유도무기 체계의 다표적 동시교전과 방공작전 임무를 수행한다. 이 장비를 개발하기 위해서는 분산 시스템의 링크 교전 시뮬레이터와 연동할 수 있는 개발환경이 필요하다. 그래서, M&S 기술을 이용하여 개발/시험/검증 환경을 구축한다. 해당 무기체계를 중심으로 주변체계인 MCRC, AN/TSQ-83, HAWK를 모의하여 테스트 환경을 구축한다.

Fig. 5는 적용된 링크 교전 시뮬레이터의 운용중 작전수행모드의 모의 중 모듈간 내부 인터페이스이다. 실장비 연결체계의 기능을 바라볼 때 가장 중요한 것은 트랙관리와 지휘통제관리, 링크관리를 들 수 있다. 이것은 전장환경에서 체계 운용의 필수 요소이다. 교전발생시 먼저 탐지하여 교전을 판단하여 발사 격추하는 것이 중요하다. 그리고 표적 탐지의 필요성에 의해 레이더모의는 첫 단계인 표적 탐지 및 적아식별 기능을 수행한다. 탐지된 트랙은 트랙관리자에 의해 관리되어 RTI와 전술데이터링크로 들어온 트랙을 통합 관리한다. 그리고 지휘통제관리자는 위협관리를 통해 교전, 명령/이벤트 처리를 수행한다. 링크관리자는 전술데이터링크 표준 프로토콜에 맞도록 송수신을 처리한다.

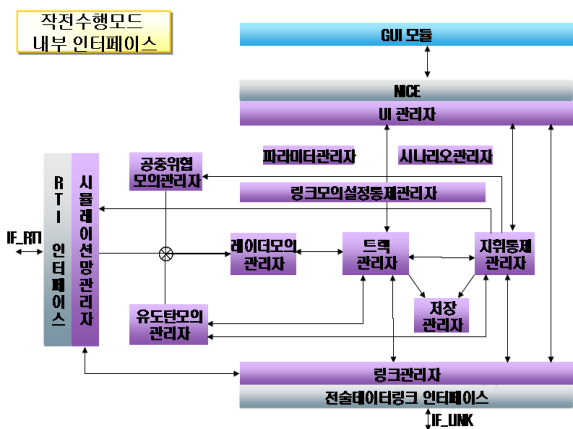


Fig. 5. Components of a Link Engagement Simulator

나. 근실시간 데이터 처리

링크 교전 시뮬레이터를 운용하는 장비의 스펙은 Intel(e) Xeon(R) CPU 5160 3.00GHz Dual과 랩 2.5GB 인 PC를 이용한다. 이 환경에서 트랙에 대한 처리 성능을 측정한다. 시뮬레이션 트랙이 탐지될 때 탐지 영역에 따라 레이더 모의관리자에서 트랙을 필터링하여 전달하면 트랙관리자에서 탐지트랙 관리를 통해 링크 관리자로 1초 주기로 트랙을 전송한다. 1초 주기로 전송하는 이유는 전술데이터링크의 전송 기회가 Link-11B, ATDL-1은 10초이기 때문에 해당 전술데이터링크의 오차범위 내에서 신뢰적 데이터 전송 관리가 가능하다.

Table 4는 내부 성능 측정 결과를 보인다. RTI를 이용한 시뮬레이션망 관리자에서 120개의 공중위협 트랙을 1초 주기로 받는데 평균 30ms가 소요된다. 그리고 트랙관리자에서 그 정보를 받아서 저장하고 스케줄링을 통해 1초 주기로 전술데이터링크로 전송되기까지 평균 990ms의 시간이 소요된다. 링크 관리자에서는 전술데이터링크 표준에 따라 Link-11B나 ATDL-1의 전송 기회가 10초이면 10초 주기로 해당 데이터를 전송한다. 이것으로 볼 때 RTI에서 수신되어 전술데이터링크로 전송하는데 걸리는 프로세싱 시간은 1초 이내로 운용 가능하므로 근실시간 운용이 가능하다.

Table 4. Performance of Link Simulator

구분	시간
시뮬레이션망 관리자 120대 트랙 수신 시간(평균)	30ms
시뮬레이션망 관리자 - 링크관리자 전송 시간(평균)	990ms
전술데이터링크 전송시간	Link-11B, ATDL-1 10s

다. 범용 체계 시뮬레이터

링크 교전 시뮬레이터는 MCRC, AN/TSQ-73, HAWK 체계와 같이 상위, 하위체계를 모두 모의할 수 있다. 그리고 세부적으로도 실제체계의 기능을 보유하고 있다. 운용하는 GUI 화면은 MIL-STD-2525B로 구성되어 표준 인터페이스를 활용한다. 공중위협 모의 타입과 루트는 시나리오, 체계위치와 DLRP(Data Link Reference Point)의 설정은 파라미터를 통해 변경/운용 가능하도록

록 한다. 탐지트랙은 탐지 개수 설정에 의해 400대 이 내에서 설정 가능하도록 하였으며 탐지영역 설정도 가변이 가능하다. 또한, 채밍트랙은 시나리오 설정으로 모의가 가능하며 교전위협정보 제공 및 적아식별은 자동으로 수행한다. 그리고 수동/자동 교전 설정 기능을 갖추어 운용자 판단하에 정밀추적/유도탄 발사/비상폭과 운용을 수동으로 수행하거나 명령이 하달되었을 때 상황에 맞도록 자동 운용이 가능하다. 또한 모의 트랙도 운용 중 생성하여 송신 가능하며 전술데이터링크 인터페이스 분석을 위한 로깅 및 이벤트 저장도 가능하다. 이와 같은 기능이 포함된 MCRC 모의기, AN/TSQ-73 모의기, HAWK 모의기가 가능한 범용 링크 교전 시뮬레이터 개발을 통해 상호운용성 및 재사용성을 증가시킨다.

## 5. 결론

본 논문에서는 M&S에서 HLA RTI를 사용하고 전술데이터링크 Link-11B, ATDL-1을 이용하는 사격/지휘통제, 트랙관리가 가능한 시뮬레이터를 제안한다. 전술데이터링크는 네트워크 중심전에서 핵심 통신 방식이다. 이것은 전장환경의 근실시간 공유와 상호운용성 확보를 위한 필수 요소이다. 그리고 HLA RTI는 시뮬레이터 간의 인터페이스를 위한 HLA 표준 소프트웨어로써 상호연동, 재사용을 위한 핵심 기술이다. 두 기술을 연동하는 링크 교전 시뮬레이터는 HLA RTI RPR-FOM 1.0 사용으로 M&S의 상호운용성을 넓히고 전술데이터링크 연동을 통해 무기체계의 전투력 상승 및 시너지 효과를 창출하는 상호운용성을 확보한다. 또한 자체적인 M&S 프레임워크를 적용하여 재사용성을 증가시킨다. 목적은 국내 방위사업 분야의 모델링 & 시뮬레이션 프레임워크를 확보하고 표준화된 구조를 사용하여 유지보수성이나 신뢰성을 갖도록 하여 재사용성을 향상시키기 위함이다. 그리고 자체 교전 기능을 갖추어 시험운용의 편리성을 높인다. 향후에 다양한 프로젝트 적용을 통한 라이브러리를 보유하여 컴포넌트의 이용이 가능한 프레임워크로 발전할 수 있다. 그래서 블랙박스 결합이 가능할 것이고 재사용성이 증가하여 개발 설계 기간이 크게 단축될 수 있다.

링크 교전 시뮬레이터는 국내 모델링 & 시뮬레이션 분야에서 최초의 전술데이터링크가 가능한 체계 시뮬

레이터로써 다양한 용도로 활용이 용이하다. 대표적 교전시험을 위한 시험장비, 교전 훈련장비 용도의 모의기로 적용 가능 영역이 확장되어 모델링 & 시뮬레이션 분야에서 대표적인 범용 체계 시뮬레이터로 발전할 것이다. 전술데이터링크도 추후 Link-16, KVMF (Korean Variable Message Format), KJTDL(Korean Joint Tactical Data Link System) 적용을 한다면 상호운용성이 더욱더 증가될 것이다. 그리고 유선환경상에서 한국연동통제소(KICC : Korea Interface Control Center)에 전송할 수 있는 JRE(Joint Range Extension)도 발전시킬 가능성을 가진다.

또한, RTI 쪽에서도 다른 FOM이나 버전 업그레이드로의 확장 지원도 용이할 것이다. 그리고 나토표준인 STANAG 5602 규격의 SIMPLE(Standard Interface for Multiple Platform Link Evaluation)까지 지원된다면 유럽쪽에 개발된 전술데이터링크 시스템과 시뮬레이터 연동이 가능해 질 것이다. 그래서 다른 링크 교전 시뮬레이터를 제작할 때엔 상당한 비용과 시간 절약을 할 수 있을 것이다.

## Reference

- [1] Dr. F. Russell Richards, Ann D. Jones, "An Overview On Interoperability of M&S with C4I Systems", IEEE, pp. 1108~1114, 1995.
- [2] 김중성, 김상준, 임만엽, "전술데이터링크 기술 소개 및 개발 동향", 정보과학회지 제25권 제9호, pp. 18~28, 2007. 9.
- [3] 원강연, 회상영, "SBA를 위한 M&S PlugIn-Based Architecture(PBA) 구조에 대한 연구", 한국군사과학기술학회지 제10권 제1호, pp. 70~77, 2007. 3.
- [4] Peter Ryan, Peter Clarb, Lucien Zalzman, "JOANNE Standards for Enhancing Training Simulator Interoperability", DSTO External Publications, 2003. 5.
- [5] IEEE, "IEEE Standard for Modeling and Simulation (M&S) High Level Architecture(HLA) - Federate Interface Specification", IEEE Standard No. : 1516.1-2000, 2000.
- [6] Dr. Lucien Zalzman, "What Questions Should I Ask Regarding DIS or HLA Interoperability For My ADF Simulator Acquisition?".



- [7] 전병욱, 김의순, “한국군 전술데이터링크 체계 구축을 위한 제언”, 국방정책연구 2003년 가을, pp. 167~191, 2003.
- [8] 김의순, “전술데이터링크 운용개념과 차세대 C4ISR 체계”, 국방정책연구 2006년 겨울, pp. 49~83.
- [9] Simulation Interoperability Standards Organization Inc., “RPR-FOM Version 1.0 SISO-STD-001.1-1999”, 1999.
- [10] 김호정, 이재현, 조길석, “DEVS 형식론을 적용한 HLA 기반의 분산 실시간 시뮬레이션 시스템 개발”, 한국군사과학기술학회지 제9권 제3호, pp. 25~32, 2006. 9.