

# 공학급 M&S 기반 비통신 전자전무기체계 설계 분석 지원을 위한 SILS 시스템 연구

신동조<sup>\*,1)</sup> · 신욱현<sup>1)</sup> · 김태현<sup>1)</sup> · 이치호<sup>1)</sup> · 정운섭<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> 국방과학연구소 제2기술연구본부

## A Research on the SILS System for Design and Analysis of Non-Communication Electronic Warfare Weapons based on the Engineering M&S Technique

Dongcho Shin<sup>\*,1)</sup> · Wookheon Shin<sup>1)</sup> · Taehyun Kim<sup>1)</sup> · Chiho Lee<sup>1)</sup> · Unseob Jeong<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> The 2nd Research and Development Institute, Agency for Defense Development, Korea

(Received 1 December 2020 / Revised 22 April 2021 / Accepted 7 May 2021)

### Abstract

We research and develop a SW-based virtual testing product that can be commonly used in the design/development of non-communication EW systems before the production of physical test products. Through this study, we have developed M&S technology to improve the accuracy of EW weapon system analysis/design and to verify and predict the performance of EW equipment, and to develop proven engineering module models and model base systems. It proposes a technology to build an EW M&S framework that can flexibly link/integrate various engineering/engage-level EW heterogeneous M&S systems.

Key Words : 전자전(Electronic Warfare), 공학급 M&S(Engineering M&S), SILS(Software In the Loop Simulation)

### 기 호 설 명

ABT : Active Beam Table,  
AddSIM : Advanced distributed SIMulation environment,  
AET : Active Emitter Table,  
AOA : Angle Of Arrival,

DEVS : Discrete EVent system Specification,  
DRFM : Digital Radio Frequency Memory,  
HILS : Hardware in the Loop Simulation,  
IQ : In-Phase/Quadrature,  
MOP : Modulation On Pulse,  
PDW : Pulse Description Word,  
PRI : Pulse Repetition Interval,  
TESS : Tactical Engagement Simulation SW

\* Corresponding author, E-mail: jdcshin@naver.com  
Copyright © The Korea Institute of Military Science and Technology

### 1. 서론

복잡도가 높고 다학제적인 전자전(Electronic Warfare - EW)체계를 개발 또는 도입하는 데에는 많은 기술적 위험요소와 개발노력, 개발 비용이 요구될 수밖에 없다. 전자전 무기체계를 설계 및 개발 한 후 실전에 배치하기 전에 기능 및 성능을 평가하기 위해서는 개발 간 고가의 시제 장비를 다수 개발하여 필요한 전자전 무기체계 기능 및 성능을 시험 평가해야만 하는 어려움이 상존한다. 이를 해결하기 위하여 전자전 무기체계 분석/설계의 정확성을 증진시키고 전자전장비의 기능/성능을 확인하고 예측할 수 있는 입증된 전자전체계의 모델 개발 및 모델 베이스 체계 구축이 필수적이다. 따라서 본 논문에서는 비통신 전자전 무기체계 설계/개발 시 공통적으로 사용할 수 있는 SW 기반의 가상 시제를 연구 개발하여, 전자전 무기체계 개발 시 물리적 시제 제작 前, 성능개량 부품 성능 검증이나 신규 알고리즘 효과도 적용 검증 등 다양한 설계 최적화를 지원할 수 있는 SBD 기반의 설계 분석 및 검증/시험 기회를 제공할 수 있는 SW 기반 가상시제를 구축하는 방안을 제시하였다<sup>1)</sup>.

### 2. 공학급 전자전 M&S 프레임워크

본 연구는 전자전 장비가 운용되는 전장작전환경을 모델링한 이기종의 다양한 공학급과 교전급 전자전 M&S 시스템을 유연하게 연동/통합할 수 있는 전자전 M&S framework 구축기술 연구이다.

#### 2.1 구성요소 분석/설계

공학급 M&S 기반 비통신 전자전무기체계 설계 분석 지원을 위한 SILS 기술은 전자전체계 구성품들을 분석하여 공학급 모델기반 SW로 구성된 시스템이다. 또한 이렇게 공학급 모델들로 구현된 SILS 시스템의 기능 및 성능을 검증하기 위하여 실제 하드웨어 전자전 실장비 기반으로 구성된 HILS 시스템을 설계하였으며, SILS시스템과 HILS 시스템에 공통적으로 사용되는 부분은 공통 모듈도 구성하였다.

#### 2.2 SILS 구성요소 분석/설계

SILS 시스템은 전자전지원 모델군과 전자공격 모델군 그리고 전자전위협 조우 환경을 제공하는 M&S 시

스템 및 시물레이션 상황을 중앙통제하고 시현하는 SW로 구성된 M&S 공통지원군으로 설계하였으며, 상세 구성요소들은 다음과 같다.

- 전자전지원(Electronic warfare Support - ES) 수신분석 분야: ES용 수신기 신호주입 모델, 방향탐지수신 모델, 디지털수신기 모델, 신호분석 모델
- 전자공격(Electric Attack - EA) 재밍발생 분야: 재밍 제어 모델, 재밍기법발생 모델, DRFM 처리 모델, 잡음재밍신호발생 모델, 고주파처리/변환 모델, 재밍 출력 변환 모델, 재밍신호 모의방사 모델
- 공학급 전자전 위협 모의 분야: 전자전 위협인 레이더, 탐색기 등에 대한 고사양의 공학급 모델
- 시나리오 생성을 위한 교전급 전자전 위협환경 M&S 시스템
- 시물레이션 상황시현제어 분야(중앙통제시현 SW)

교전급인 전자전 위협환경 M&S 시스템과의 연동은 HLA/RTI(High Level Architecture/Run Time Infrastructure) 기술을 활용하여 연동하도록 설계하였다.

### 3. SILS 시스템

군에서 운용하는 여러 최신 전자전체계 구성요소들을 분석하고 다양한 부품들을 기술적으로 표준화한 후, 다음 그림과 같이 11개 공학급 모델(전자전지원 4개, 전자공격 7개)로 추상화하여 구성하였다.

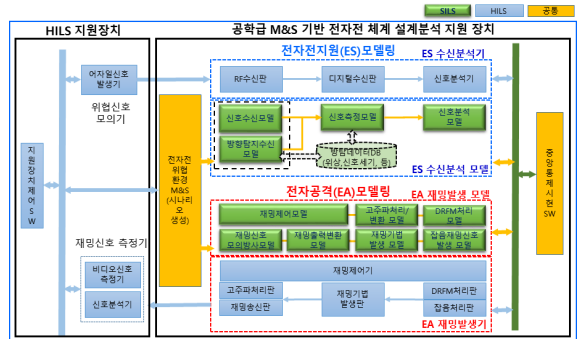


Fig. 1. Overall configuration

이는 기본 전자전체계(장비)에 대한 일종의 스텐실을 제공하여 본 연구를 통해 구축된 모델을 수정 또

는 신규 생성으로 새로운 전자전체계에 맞는 모델을 구성함으로써 향후 최신 전자전체계 설계/분석에 활용할 수 있을 것이다.

### 3.1 공학급 전자전지원 모델링

전자전지원 장비에 대한 공학급 모델링은 4개의 모델군이 유기적으로 결합되도록 설계하였다.

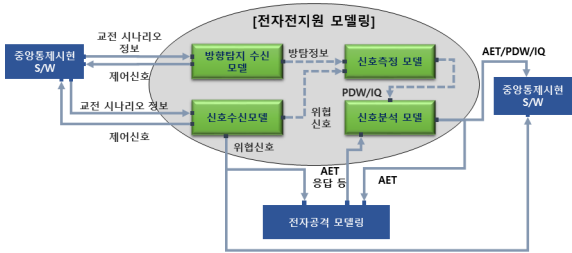


Fig. 2. ES modelling schematic diagram

이러한 모델들은 연동성 및 시뮬레이션 효율성을 제고하기 위한 더미 모델인 쉘 모델을 ES/EA 모델링 분야에 추가적으로 설계하였다.

#### 3.1.1 신호수신 모델

신호수신 모델은 지속파/펄스, 주파수 변조, PRI 변조, MOP 설정, Scan 설정 등 신호제원을 설정할 수 있는 시나리오 연동 모델과, 입력된 전자전 위협의 신호제원을 기반으로 위협 모의 신호를 발생시킬 수 있는 수신신호발생모델과, 위협신호의 대역 변환을 모의하는 불요파 신호 모의/처리 할 수 있는 신호 수신 RF 경로 모의(채널수신기) 모델로 구성하였다.

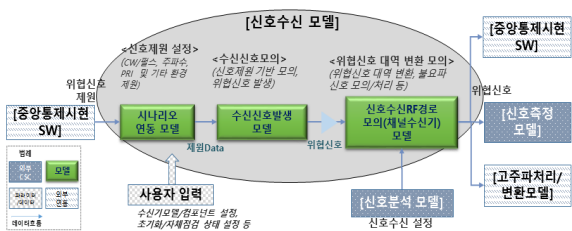


Fig. 3. EW signal reception model configuration

다음 그림은 신호수신 모델 구현의 한 예로, 펄스 신호 생성의 과정을 살펴보면, 펄스 신호의 종류로는 고정 신호 형태인 PRI Stable과 Frequency Fix 경우와 주파수 형태가 Frequency Agile 신호와 Hopping 신호

인 경우, PRI 형태가 Dwell&Switch 신호와 Stagger 신호인 경우 등으로 구분하여 구현하였다.

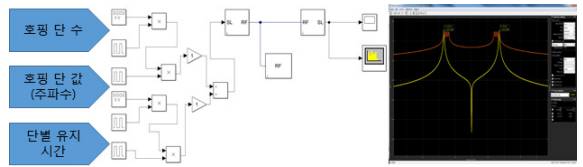


Fig. 4. Hopping pulse signal generation model

#### 3.1.2 방향탐지 수신 모델

방향탐지(이하 방탐) 수신 모델은 크게 방탐 수신 모델부와 위치추정 모델부로 구성하였다. 방탐 수신 모델부는 FEKO 등 상용 전자파 분석용 시뮬레이터를 통하여 기 추출된 방탐 수신용 데이터를 활용하여 조우 시나리오를 기반으로 전자전 위협 신호제원을 설정하여 다음 그림과 같이 구성하였다.

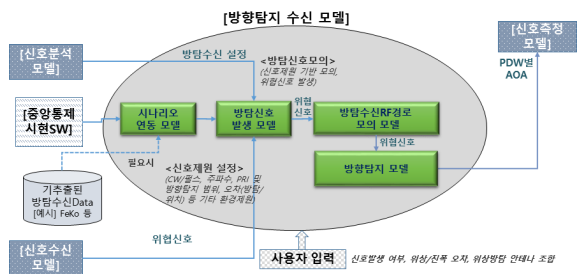


Fig. 5. Direction finding signal reception model configuration

#### 3.1.3 신호측정 모델

신호측정 모델은 신호수신 모델과 방탐 모델로부터 위협신호와 도래각(AOA)을 입력 받아 다음 그림과 같이 ADC 변환 모델, 디지털 필터 모델, 제원측정 모델, PDW 생성 모델을 거쳐서 신호분석 모델에 IQ와 PDW 데이터를 송신하도록 설계하였다.

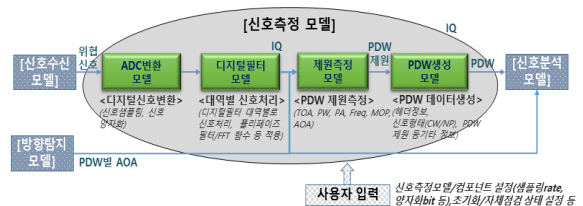


Fig. 6. EW signal measurement model configuration

### 3.1.4 신호분석 모델

신호분석 모델은 신호추정모델로부터 수집된 신호의 PDW를 통한 다중위협 신호를 받아서 다음 그림과 같이 활성위협신호표(AET)를 생성할 수 있도록 설계하였다.

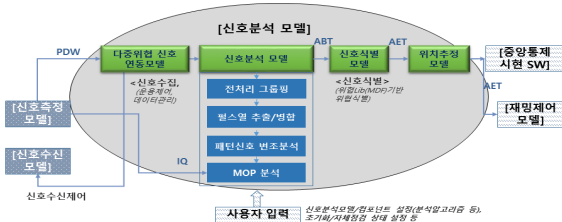


Fig. 7. EW signal analysis Model Configuration

이 모델은 다음과 같은 모델로 구성하였다.

- 다중위협신호 연동 모델: 운용 제어, 시나리오 연동, 신호수집 제어, PDW 정보관리
- 신호분석 모델: 전처리 그룹핑, 펄스열 추출/병합, 패턴 변조 분석, MOP 분석
- 신호식별 모델: 위협관리, 모호성 분석, MDF 정보관리
- 위치추정 모델: 방향탐지 수신 모델을 기반으로 위치추정 알고리즘 교체가 용이하도록 알고리즘 유형별 상세 컴포넌트화 구성, 방탐 시뮬레이션 결과를 바탕으로 조합형과 누적형 위치 추정

### 3.1.5 셸 모델

셸 모델은 ES 및 EA 분야 공학급 모델에서 공통으로 적용될 수 있는 신속 실행 모델로 설계하였다.

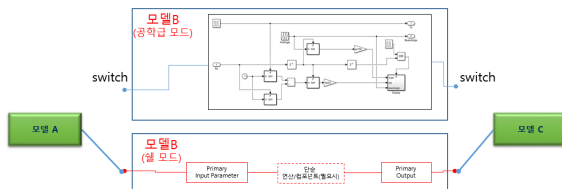


Fig. 8. Shell model concept

이는 시뮬레이션 속도 개선 및 시뮬레이션 목적에 맞도록 사용자에게 편의성을 제공하기 위하여 제공하는 모델링 개념이다. 이는 실행시간이 많이 걸리고 복잡한 알고리즘을 포함하는 내부 구현 로직 대신 사용

자가 지정한 입출력만을 간단하게 신속 실행 및 조작 등을 할 수 있도록 모델 해상도를 낮춘 개념이다.

### 3.2 공학급 전자공격 모델링

전자공격 장비에 대한 공학급 모델링은 다음 그림과 같이 7개의 구성 모델군이 유기적으로 결합되어 구성되도록 설계하였다.

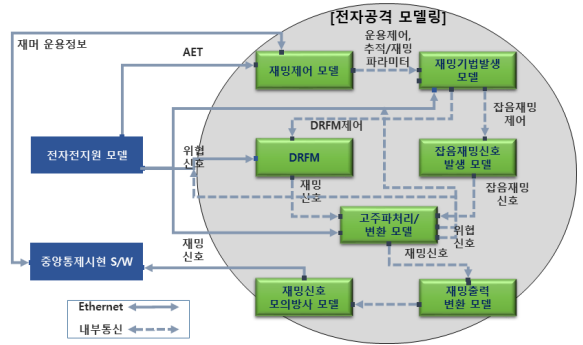


Fig. 9. EA modelling schematic diagram

#### 3.2.1 재밍제어 모델

재밍제어 모델은 다음 그림과 같이 중앙통제시현 SW로부터 재밍운용정보와, 신호분석 모델로부터 AET를 입력 받아, 재밍 기법 및 재머를 총괄 관리/운용하는 기능을 수행하여 재밍제어 정보를 DRFM 처리 모델로 출력하고, 운용제어정보나 추적/재밍 파라미터를 재밍기법발생 모델로 출력하도록 설계하였다.

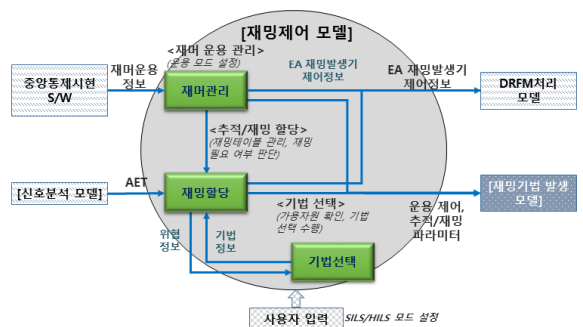


Fig. 10. Jamming control model configuration

#### 3.2.2 재밍기법 발생 모델

재밍기법 발생 모델은 다음 그림과 같이 재밍 제어 모델과 고주파 처리/변환 모델로부터 재밍에 대한 기법 파라미터와 추적 파라미터 및 위협신호 정보를 입

력받아 잡음 재밍 제어 신호와 DRFM 제어 신호를 출력하도록 구성하였다.

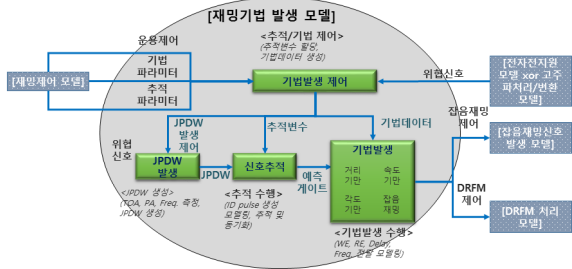


Fig. 11. Jamming technique generation model configuration

### 3.2.3 잡음 재밍 신호발생 모델

잡음 재밍 신호발생 모델은 재밍기법 발생 모델로부터 재밍신호 제어 명령과 비동기 잡음 재밍 파라미터를 입력받아 비동기 잡음 재밍 신호를 발생시켜 잡음 재밍 신호를 고주파처리 변환 모델로 출력하도록 설계하였다.

### 3.2.4 DRFM 처리 모델

기본적으로 DRFM은 IF 신호를 수신하여 디지털 위상 데이터로 변환 후 저장하는 기능을 수행한다. DRFM은 펄스도플러레이더 또는 펄스압축레이더를 재밍하기 위하여 반드시 필요한 재밍 핵심 구성품으로 입력 고주파 신호에 대해서 고속 샘플링 및 AD 컨버팅, 위상 추출 및 디지털화, 메모리 저장, 재밍기법 적용, DA 컨버팅 등을 거쳐서 고주파 신호로 출력하는 기능을 수행한다. 이러한 DRFM 기능을 모의하기 위한 모델은 다음 그림과 같이 시분할 DRFM과 주파수 분할 DRFM으로 구분하여 동작하도록 설계하였다.

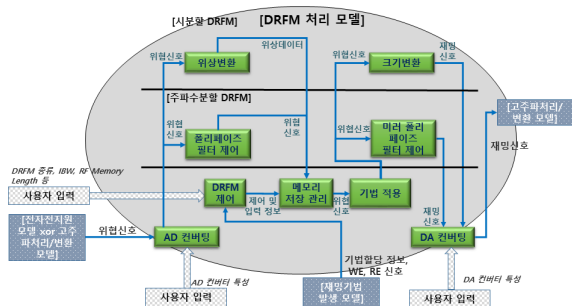


Fig. 12. DRFM processing model configuration

### 3.2.5 고주파처리/변환 모델

고주파처리/변환 모델은 다음 그림과 같이 RF Divider의 특성을 반영한 고주파 분배 모델과, RF 합성기의 특성을 반영한 고주파 합성 모델과, RF Mixer의 특성을 반영한 고주파 변환 모델로 구성하였다.

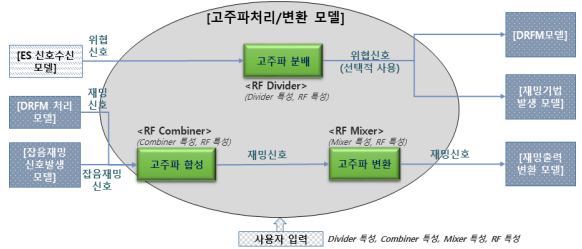


Fig. 13. RF processing & conversion model configuration

### 3.2.6 재밍출력 변환 모델

재밍출력 변환 모델은 다음 그림과 같이 고주파 처리/변환 모델로부터 디지털 재밍 신호와 필터/증폭기/감쇄기/RF 특성을 사용자로부터 입력받아 필터 특성을 반영한 필터 뱅크 제어 모델을 통해 송신출력을 제어하여 재밍신호를 재밍신호 모의 방사 모델로 전송하고 중앙통제시스템 SW에 계산된 송신 출력을 전달하는 기능을 수행하도록 설계하였다.

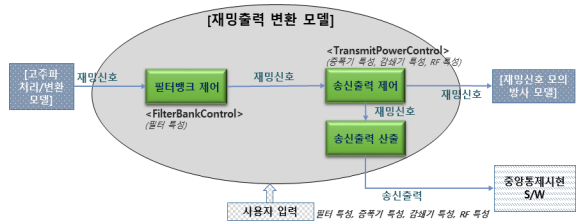


Fig. 14. Jamming output signal conversion model configuration

### 3.2.7 재밍신호 모의 방사 모델

재밍신호 모의 방사 모델은 다음 그림과 같이 재밍출력 변환 모델로부터 재밍신호와 중앙통제시스템 SW로부터 안테나의 고각/수평각 정보나 재머 송신 출력 정보와, 사용자로부터 송신 안테나의 제원을 입력 받아 안테나 방사패턴과 Gain을 반영하여 재밍신호를 중앙통제시스템 SW로 보내어 전자전 위협환경과 연동하도록 설계하였다.

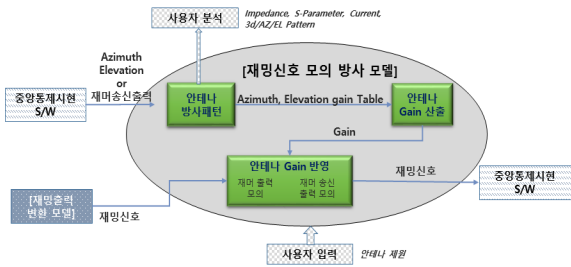


Fig. 15. Jamming signal transmit model configuration

3.3 M&S 공통요소 설계

M&S 공통요소 분야는 SILS 시스템과 HILS 시스템에서 필요한 전자전 모델들을 개발/변환/통합/연동하는 기능을 제공하고 시뮬레이션 요소들을 구성/통제/관리하는 기능을 수행한다. 이는 다음과 같이 4가지 모듈로 구성되어 있다.

- 전자전 위협환경 시뮬레이터(전자전 교전급 표준 시뮬레이터): 전자전 위협을 배치하고 전자전 장비와 조우 상황을 모의할 수 있는 DEVS 기반<sup>[2]</sup> 교전급 시뮬레이터
- 중앙통제시현 SW: 모든 시뮬레이션을 조정 통제하고 각종 시뮬레이션 정보를 도시하는 SW
- 전자전 공학급 시뮬레이션 SW(전자전 공학급 모델 개발 SW): 본 연구에서 MatLab이나 C++로 개발한 공학급 모델을 연동 가능한 형태의 모델로 변환하고 연동하여 통합하는 기능을 제공하는 공학급/교전급 DEVS 기반 하이브리드 시뮬레이터
- 전자전 M&S 자원저장소(M&S Resources Repository - MSRR): 전자전 M&S에서 사용되는 모든 공학급/교전급 모델과 시뮬레이터, 시나리오, 시험결과 등을 일괄 저장하고 관리하는 SW

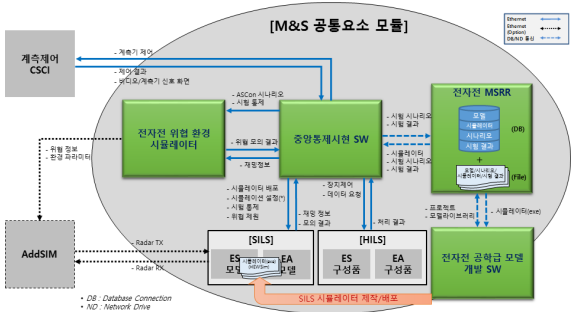


Fig. 16. M&S common used model configuration

3.3.1 전자전 위협환경 시뮬레이터

전자전 위협환경 모의는 교전급 모의에 가장 적합한 이산사건 모델링 규격인 DEVS 형식론을 기반으로 제작된 이산사건 시뮬레이션 엔진인 DEVSIM++를 표준으로 적용하여 개발함으로써 모델링의 확장성 및 표준성을 유지케 하였다.

3.3.1.1 전자전 교전급 시뮬레이터 기본 기능

본 연구의 전자전 교전급 시뮬레이션 시스템에서 사용된 시뮬레이터의 기본 기능은 다음과 같다<sup>[3]</sup>.

- DEVSIM++ 기반 시뮬레이션 수행
- 각각의 모델과 그 경로를 지정
- 모델 파라미터 변경/저장 기능
- 시뮬레이션 저장/재생/시작/중지/일시정지 기능
- 시뮬레이션 Time Schedule 조정 기능(Fast Forward/Backward)
- 시뮬레이션 도중에 모델의 상태변수 확인 기능
- 모델의 이동 경로 도시 기능 등

3.3.1.2 전자전 위협환경 공학급 모델 연동

본 연구에서 전자전체계 구성품에 대한 공학급 모델링에 대한 검증 및 시험을 위한 객관적이고 공신력 있는 전자전 위협 모델과의 연동은 매우 중요한 문제이다. 이러한 전자전 위협 모델로 본 연구에서는 Matlab/Simulink 기반의 고해상도 모델인 TESS SW를 선정하여 연동하도록 설계하였다. 이 TESS 시스템을 SILS 시스템과 연동하기 위해서는 TTI사와의 해외협력을 통한 시뮬레이터 간의 이기종간 시뮬레이션 연동이 필요하며, 이는 비용적인 측면이나 재 사용성 제고 등의 문제에서 자유롭지 못하다. 따라서 본 연구에서는 이러한 문제를 해결하기 위해 국방과학연구소 표준 시뮬레이터인 AddSIM에서 S-function 블록에 해당하는 TESS 모델의 핵심 부분인 서브 시스템과 이를 위한 전처리/후처리 부분을 포함한 모델 단위를 AddSIM의 컴포넌트로 변환하여 Matlab/Simulink 코드를 C++로 변환된 모델로 기 구축된 AddSIM을 활용하여 연동하였다<sup>[4]</sup>.

본 연구에서 활용할 수 있는 AddSIM에 기 구축되어 있는 TESS 모델은 SAAM(TVM)(Semi-Active Air-to-Air Missile(Track-Via-Missile)) 모델과 SAM(CGTWS)(Surface-to-Air Missile(Command Guided Track-While-Scan))<sup>[5]</sup> 모델이며, 본 연구를 수행하며 추가적으로 확보하는

모델은 MSR(Multi-Function Surveillance Radar) 모델로, 다음 그림과 같이 TESS 모델의 내부 구성 모델 중 Jammer 모델의 입출력 데이터를 분기하여 본 연구에서 구현하는 전자전 모델과 연동하여 구축할 수 있도록 설계하였다. 여기에서 AddSIM으로부터 받는 레이더 송신 신호는 기본적으로 파라미터화된 신호 정보로서 본 연구에는 이를 I/Q 신호로 변경하여 SILS 시스템 내 중앙통제시현 SW의 입력신호로 받아들이도록 설계하였다. 중앙통제시현 SW는 이를 전자전 공학급 시뮬레이터에 I/Q데이터를 전달하며, 교전 시나리오를 모의하는 시뮬레이터에는 교전상황에 대한 파라미터 데이터만을 공유하도록 구성하였다. 또한 본 연구의 출력인 재밍 송신 신호는 I/Q신호를 변환하여 재밍 기법 정보를 TESS 인터페이스에 적합한 다수의 파라미터화된 신호정보를 AddSIM의 입력으로 받아들일 수 있도록 설계하였다.

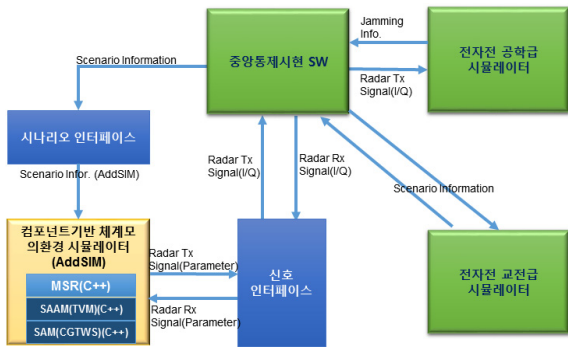


Fig. 17. Engineering-level EW threat environment model interlocking Configuration

3.3.1.3 전자파 환경 모델 연동

전자전 위협환경모의는 다음과 같이 전자전 위협모델과 환경모델 2가지 형태로 구성하였다.

- 전자전 위협모델
  - 안테나 방사패턴, 스캔패턴: 레이더 물리적 특성 모델링
  - 동작 로직: 레이더 운용 특성 모델링
- 전자파 환경모델: 전파감쇄 모델링
  - 날씨: 대기 온도, 비, 안개, 눈, 먼지 등의 영향성 반영
  - 지형: 위치기반 고도 정보(DTED)를 활용한 전자파 회절, 굴절의 영향성 반영

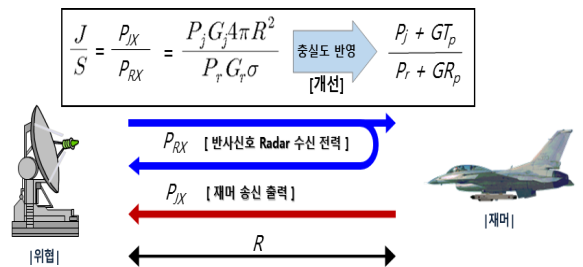
이러한 전자파 환경은 다음과 같은 수식을 기반으로 전장 환경 모델링(잡음, 신호 왜곡 및 누락, 전파 손실 환경 모델 및 알고리즘)을 포함하는 전자전 전장환경 모델링 및 단일 및 다중 위협 정보(위치, 속도, 이동경로 등)가 반영된 전자전 시나리오를 생성, 저장 및 관리 할 수 있다. 따라서 전자전 수신기 모델은 다음과 같은 수식을 기반으로 전자전 위협신호 수신 여부를 판단할 수 있다.

$$S = \frac{P_T G_T G \lambda^2}{(4\pi)^2 R^2 L_p} F_p^2 \quad (1)$$

여기서,

- S : 수집신호 전력(dBm),
- P<sub>T</sub> : Radar 송신 출력,
- G<sub>T</sub> : Radar 송신 안테나 이득,
- G : 수신 안테나 이득,
- λ : 파장 길이(m),
- R : 거리,
- L<sub>p</sub> : 편향 손실,
- F<sub>p</sub> : 전송요소(지형, 고도, 강우, 안개, 눈, 먼지 등, 자유공간: 1)

본 연구에서는 이러한 모델링을 통해 충실도 높은 공학급 전자전 위협 신호 생성과 전자파 환경 모델을 구현하여 공학급으로 충실한 J/S ratio 산출을 통한 전자전 조우 판단의 알고리즘을 설계하였다. 즉 기존의 J/S ratio를 구하는 일반적인 방식을 개선하여 전자파 전파의 주된 환경인자인 날씨 환경인자(우천, 안개, 눈/우박, 먼지, 연기 등)와 지형영향성을 고려한 J/S ratio를 산출하였다.



• P<sub>r</sub>: Radar 출력, G<sub>r</sub>: Radar 안테나 이득, R : Radar와 제머와의 거리, P<sub>J</sub>: 제머 출력, G<sub>J</sub>: 제머 안테나 이득, σ: RCS (Radar Cross Section), G<sub>T</sub>: Received Power(1-Way Path Loss), G<sub>R</sub>: Returned Power

Fig. 18. J/S ratio improve concept

### 3.3.2 중앙통제시현 SW

중앙통제시현 SW는 다음 그림과 같이 SILS 시스템과 HILS 시스템을 중앙통제하고 시현하는 프로그램으로 다음과 같은 기능을 수행한다.

- 시험 시나리오 관리 및 시험 구성
- 시험 시 생성되는 모든 데이터 관리
- 시험 통제/제어/관리, 시험결과저장 및 분석
- 모의 신호 수집 및 결과 도시
- HILS 지원장치 제어 및 도시
- MSRR 연동을 통한 저장/불러오기

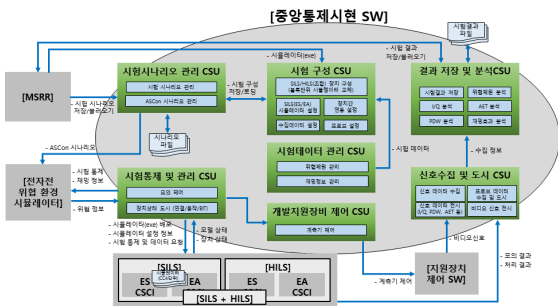


Fig. 19. Central control & display SW configuration

### 3.3.3 전자전 공학급 시뮬레이션 SW

전자전 공학급 시뮬레이션 SW는 공학급 전자전 모델들을 시스템 레벨에서 통합하여 전자전체계 성능을 분석할 수 있는 통합개발환경(IDE)으로 설계 하였다. 이를 이용하여 C/C++, MATLAB/SIMULINK로 작성된 공학급 모델들을 시스템 레벨에서 통합이 가능하며 통합 모델들을 실행하기 위해 필수적인 시간 동기화 및 상호연동 등 분산 시뮬레이션 기법을 적용하여 설계하였다. 즉, IDE는 C/C++, MATLAB/ SIMULINK 등으로 개발된 공학급 모델을 그대로 사용하면서 제어 명령 등 시스템 레벨에서의 동작은 이산사건 모델링 기법을 이용하여 구현한 교전급과 공학급을 통합한 하이브리드 M&S 시스템이다. 공학급 모델은 IDE에서 사용할 수 있도록 변환 절차를 거쳐 import 하며, 이산사건 모델을 해석하기 위하여 DEVS 모델링 방식 및 DEVS 엔진(실행 알고리즘)을 구현하였다. 통합개발환경에서는 DEVS 모델링을 위한 기능(상태도 모델링, 모델 조립)과, 공학급 모델을 시스템 레벨에서 통합이 가능한 형식으로 변환하기 위한 외부 모델 import 기능, 분산 시뮬레이션을 위해 시뮬레이션 엔진과 모델

들을 빌드하여 실행과일을 생성하는 시뮬레이터 생성 기능, 그리고, 시스템 레벨에서의 성능 측정을 위한 프로브 전시 기능 등을 제공한다. 다음으로 공학급 전자전 모델들을 분산 시뮬레이션을 하게 되면 각 시뮬레이터 간의 모의 시간 동기화가 실시간으로 이루어져야 하며, 상호 연동에 대한 신뢰성을 확보해야 한다. 이를 위해 본 연구에서는 시뮬레이터들을 제어하는 분산 코디네이터를 설계하여 시뮬레이터 간의 모의 시각 동기화와 상호 연동이 되도록 구현하였다.

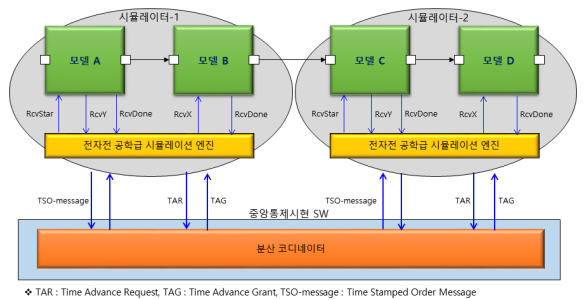


Fig. 20. Simulation timing management method

### 3.3.4 전자전 M&S 자원 저장소

전자전 M&S 자원인 공학급/교전급 모델, 각종 시뮬레이터, 시험 구성, 교전 시나리오 및 지정된 시험결과물을 관리하기 위하여 전자전 M&S 자원 저장소 시스템을 다음 그림과 같이 설계 하였으며, 사용된 데이터베이스(DBMS)는 MS SQL Server를 활용하였다.

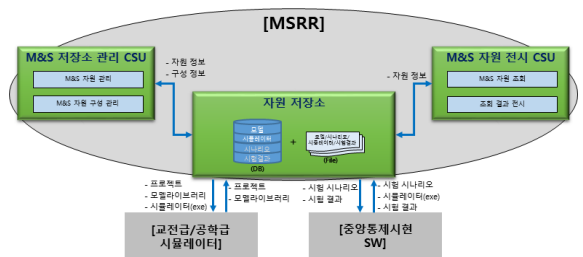


Fig. 21. MSRR SW configuration

## 4. 결론

본 논문에서 제시한 공학급 M&S 기반 비통신 전자전체계 설계분석지원을 위한 SILS 시스템 연구 성과로는 다음과 같다.



- 전자전지원(ES) 장치 및 신호처리모델링 기술개발
  - ES용 수신기 신호주입 모델링 및 디지털수신기 모델링 기술 확보
  - 신호처리/분석 모델링 및 방탐 모델링 기술 확보
  - ES 구성요소 모델 연동/통합 기술 확보
- 전자공격(EA) 장치 및 신호처리 모델링 기술개발
  - 재밍기법별 잡음발생 모델링, DRFM 모델링 및 재밍신호방사 모델링 기술 확보
  - 재밍제어 모델링, 재밍기법 모델링 및 신호발생 모델링 기술 확보
  - EA 구성요소 모델 연동/통합 기술 확보
- 전자전 위협환경모델링 및 시나리오 생성기술개발
  - 전자전 전장환경 모델링 및 알고리즘 기술 확보
  - 전자전 시나리오 모의 생성 기술 확보
- 모델링 설계/검증 및 SILS 구축/연동 기술개발
  - 전자전체계 SILS 시스템 구축 및 공학급/교전급 M&S 시스템 연동 기술 확보
  - 전자전체계 ES/EA 공통모듈 모델링기술 확보

상기 연구 성과를 바탕으로 본 연구의 파급효과를 살펴보면 다음과 같이 3가지 측면에서 설명할 수 있다. 먼저 전자전 무기 체계 연구 개발/전력 증강 측면에서 살펴보면, 기존 국내의 전자전 무기체계 M&S 분야는 교전급 체계효과도 분석과 성능분석<sup>3)</sup> 분야, 그리고 부품단위의 공학급 상용 기술(예: FEKO, MAGUS, GEMS 등)을 활용하여 제한적으로 활용되고 있었으나, 전자전체계 설계분석 지원을 위한 체계적 모델기반 전용/통합 기술인 공학급 SILS 가상 시스템은 존재하지 않았다. 따라서 본 연구를 바탕으로 개발된 공학급 모델기반 전자전 SILS를 활용한다면, 신규 전자전 무기체계개발을 수행하는데 비용절감 및 개발기간 단축 등의 성과를 이룰 수 있어 무기체계 연구개발/전력 증강 측면에서 우월한 위치를 확보할 수 있다. 다음으로 국내 과학기술 및 산업 발전 측면에서 살펴보면, 본 연구를 통해 개발하고자 하는 핵심기술은 전자전 무기체계 설계 분야에 대한 국방과학기술 수준을 진일보시킬 수 있는 획기적인 계기를 마련할 것으로 판단되며, 확보한 모델베이스 시스템 설계 기술은 국내업체 및 학계에 파급되어 관련 기술 경쟁력 향상에 크게 기여할 수 있을 것으로 기대된다. 이를 경제적인 측면에서 살펴보면, 시제 설계 후 시제를 제작하고 보완설계/제작을 통한 기존 방식인 경우 공정, 부품 등

의 물리적 장비 비용을 분석해보면 통상적으로 총 개발비용 중 시제제작비로 40 % 이상이 소요되어 상당히 많은 비용이 소요된다. 그러나 본 연구결과를 적용한 모델기반 설계방식을 적용한다면, 물리적 시제로 확인될 수 있는 연구개발 시 발생하는 수많은 시행착오에 의한 과도한 비용 및 시간을 가상시제를 이용한 사전 점검과정을 통해 상당량 절약할 수 있다. 또한, 개발 입증된 모델베이스를 활용한 체계개발 결과는 향후 체계개발에 재사용 가능하며, 이는 전체적인 개발 비용을 절감하는데 획기적으로 기여할 수 있을 것으로 판단된다.

## References

- [1] Dongcho Shin, Chiho Lee, Wookhyeon Shin, Taehyun Kim, Unseob Jeong, "Non Communication Electronic Warfare Design Analysis Support System Based Engineering Modeling and Control Method Thereof," R.O.Korea Patent 10-2020-0070553, Jun. 2020.
- [2] Zeigler B. P., Praehofer, H., and Kim, T. G., "Theory of Modeling and Simulation, Second Edition," Academic Press, 2000.
- [3] Dongcho Shin, Hyungyu Kwak, Kwangil Lee, "A Research on Tac-ELINT SW Development Method Using M&S System," Journal of the Korea Institute of Military Science and Technology, Vol. 14, No. 6, pp. 1058~1066, Dec. 2011.
- [4] Dongcho Shin, Chiho Lee, Dohyung Kim, Yelim Rhie, Younghun Choi, "A Study on the Integration Method of Threat Environment Engineering Models in Electronic Warfare SILS System," The Korean Institute of Communications and Information Sciences Winter Conference, Feb. 2020.
- [5] Tactical Technologies a Leonardo Company "Semi-Active Homing Surface-to-Air, Air-to-Air and Surface-to-Air Track-via-Missile Missiles with a Coherent Pulse Doppler(SAAM(SA/TVM)), Command Guided Surface-to-Air Missiles with Track While Scan (SAM(CGTWS)) Software Description Document," v18.04.0., 2018. 4.