

네트워크중심 국방 모델링 및 시뮬레이션을 활용한 SBA 적용 방안 연구 - 통신시스템 획득 중심으로 -

박상수 | 이종호*

(주)엠에이, *국방기술품질원

요 약

네트워크중심전(NCW) 구현을 위한 상호운용성의 중요성이 날로 증대되고 있는 시점에서 전투원에게 보다 빨리, 보다 저렴하게, 보다 우수한 무기체계를 제공하고자 하는 국방획득환경의 변화로 인해 국방 모델링 및 시뮬레이션을 활용한 SBA에 대한 관심이 고조되고 있다. 그러나 현재의 국방 모델링 및 시뮬레이션 모델은 유무선 네트워크 통신 효과를 적절히 반영하거나 고려하지 못하고 있기 때문에 다양한 네트워크 영향 평가 자체를 할 수 없다. 그런 관점에서 우리군이 무기체계 특히 통신시스템을 획득함에 있어 네트워크중심전(NCW) 구현을 위한 수단으로서의 네트워크중심 국방 모델링 및 시뮬레이션(이하 Network-Centric DM&S)을 활용하여 SBA를 적용하는 방안을 도출하고자 한다. 이에 한국군 국방 모델링 및 시뮬레이션에서 Network-Centric DM&S의 개념과 필요성을 언급하고, 통신시스템과 같은 무기체계획득분야에서 Network-Centric DM&S를 활용한 SBA 적용 방안과 그 적용사례를 고찰하고자 한다.

1. 서 론

네트워크중심전(NCW¹⁾ 구현을 위한 네트워크중심의 상호운용성의 중요성이 날로 증대되고 있는 시점에서 DM&S²⁾를 활용하여 전투원이 요구하는 무기체계를 보다 빨리 보다 저렴한 비용으로 최대한의 성능으로 획득해서 제공하고자 하는 SBA³⁾에 대한 관심이 고조되고 있다.

이러한 SBA를 구현하기 위한 중요한 요소 중의 하나인 국방 모델링 및 시뮬레이션은 교육훈련분야, 전력분석분야, 국방획득분야, 그리고 전투실험분야에 걸쳐 전통적인 국방 운영분석의 도구로 활용되고 있다.

국방 모델링 및 시뮬레이션이란 국방분야 실체계에 대한 묘사와 모의를 통해 실체계를 이해하고, 설명하고, 해석하고, 추정해서 통찰력을 구하는 기법이라고 할 수 있다. 다시 말하면, 국방업무와 관련된 실체계인 전장환경, 무기체계, 인간 및 집단의 행태, 작전술교리, 전쟁기법, 절차 등의 특성들을 수학적, 논리적, 절차적 표현 과정으로 모델링한다. 그리고 이러한 모델링 과정의 결과로 만들어진 모델들을 시간의 흐름상에서 실행함으로써 전쟁의 제반 현상을 설명하거나 연구, 분석, 예측할 수 있도록 하는 기법인 시뮬레이션을 수행한다. 이 시뮬레이션을 통해 과학적·합리적·분석적·체계적·효율적인 국방경영수단으로 삼고자 하는 활동을 국방 모델링 및 시뮬레이션이라 할 수 있다¹⁾.

유·무선 네트워크 통신 효과가 고려되지 않은 전통적인 국방 모델링 및 시뮬레이션만으로는 NCW 구현을 위한 SBA

01_ Network-Centric Warfare의 약자로서 전장 정보의 수집 및 공유를 위한 제 전장요소들(ISR, C4, PGM)을 하나의 네트워크로 통합하여 정보우위를 바탕으로 전투력을 극대화하기 위한 네트워크중심작전을 가능하게 하는 전투개념
02_ Defense Modeling and Simulation의 약자
03_ Simulation Based Acquisition의 약자로서, 획득 전 단계에서 M&S 기술을 활용, 획득기간 및 비용 감소, 성능 목표를 달성하게 하는 경제적·효율적 획득 패러다임

를 완벽하게 실현할 수 없다. 전통적인 국방 모델링 및 시뮬레이션의 산물인 모델 및 모의체계를 이용해서는 유·무선 통신망 설계 및 평가, 유·무선 통신망의 능력 평가⁴⁾, 통신망 간 상호운용성(Interoperability) 사전 평가 및 검증, 정보교환요구(IER⁵⁾의 적시성 평가, 시뮬레이션과 실제 통신망 및 시스템과의 연동을 통한 상호운용성 테스트, 애플리케이션 성능 측정 및 예측 등을 할 수 없다. 이러한 문제점을 개선하기 위해 기존 네트워크 시뮬레이션 및 에뮬레이션을 국방분야에 확대 적용한 해결책인 Network-Centric DM&S⁶⁾가 반드시 필요한 것이다.

따라서 전통적 국방 모델링 및 시뮬레이션에 Network-Centric DM&S 개념까지 포함시켜 국방 모델링 및 시뮬레이션을 활용하는 SBA 구현 노력이 필요하다.

이러한 관점에서 본 논문은 총 5장으로 구성되어 있다. 제 I 장 서론에 이어, 제 II 장에서 한국군 국방 모델링 및 시뮬레이션에서 Network-Centric DM&S의 개념과 그 필요성에 대해 고찰하고자 한다. 그리고 제 III 장에서 국방획득분야에서 Network-Centric DM&S를 활용한 SBA 적용 방안을 제시하고, 제 IV 장에서 무기체계 중 통신시스템을 획득함에 있어서 Network-Centric DM&S를 활용한 SBA 적용 사례 분석을 통해 SBA 적용 방안을 입증하고, 제 V 장에서 결론을 맺고자 한다.

II. 한국군 국방 모델링 및 시뮬레이션에서 Network-Centric DM&S의 개념 및 필요성

1. Network-Centric DM&S 개념

가. 네트워크 시뮬레이션의 개념

통신 및 컴퓨터 네트워크 연구분야에서의 네트워크 시뮬

레이션(Network Simulation)이란 실험실에서 특정 프로그램이 다양한 네트워크 요소들⁷⁾간의 상호작용을 수학적공식을 이용하여 계산하거나, 운영되고 있는 실제계망으로부터 도출된 수집 및 트래픽 구성을 통해 특정 네트워크, 다양한 애플리케이션, 서비스의 동작행태를 모델링하여 다양한 방법(시나리오)으로 모의해서 성능지표 및 통계값을 도출하는 기법이라 할 수 있다. 이러한 네트워크 시뮬레이션 기법을 활용하여 컴퓨터 네트워크의 동작행태를 모의해주는 소프트웨어 프로그램을 네트워크 시뮬레이터(Network Simulator)라고 한다²⁾.

특히 오늘날에는 최신의 네트워크 시뮬레이터(Network Simulator)는, 개발 시제품 및 응용체계의 상호운용성, 확장성 시험과 가상훈련의 수행을 위해 실제 개발하고 있는 시제품, 응용체계 및 실제 네트워크 장비와 연동해서 다양한 네트워크 성능 테스트베드 환경을 제공해 주는 네트워크 에뮬레이션(Network Emulation) 기능을 지원하고 있다.

네트워크 에뮬레이션(Network Emulation)이란 네트워크 성능평가, 변경효과 예측, 혹은 기술결정을 하기 위해 현재 및 미래 네트워크의 속성값들을 모방하는 기법이다. 이는 소프트웨어 및 전용 에뮬레이션 장비를 통해 에뮬레이트된 환경하에서 애플리케이션 트래픽의 행태⁸⁾를 모방하는 방식으로 패킷 플로우(packet flow)를 변경시켜줌으로써 수행된다. 이러한 네트워크 에뮬레이션 기능을 수행하는 소프트웨어 프로그램 혹은 전용 장비를 네트워크 에뮬레이터(Network Emulator)라고 한다. 이는 종단시스템들⁹⁾을 네트워크 에뮬레이터에 연결해서 마치 그 종단시스템들이 네트워크에 연결되어 있는 것처럼 똑같이 동작한다는 점에서 네트워크 시뮬레이터와 구별된다²⁾.

나. Network-Centric DM&S 개념

디지털 전장환경 하 네트워크중심전(NCW) 구현을 위해 국방분야에서 유·무선·위성 네트워킹 구현을 위한 각종 기

04_ 용량, 지연(Delay), 대역폭(Bandwidth), 지연 지터(Delay Jitter), 패킷 손실률, 통화 성공률, 이동성, 생존성, 가시선(Line Of Sight) 등 분석 평가

05_ Information Exchange Requirement의 약자로서 군통신망 내의 트래픽

06_ Network-Centric Warfare 개념에서 착안해서 전통적 국방 모델링 및 시뮬레이션에서 분석할 수 없는 네트워크 통신 효과를 모델링 및 시뮬레이션할 수 있으며, 전통적 국방 모델링 및 시뮬레이션과의 연동의 중요성 강조하고, 그 기반 하에서 SBA 구현 노력이 필요함을 강조하기 위해 저자가 창안한 용어임.

07_ 서버, 라우터, 스위치, 데이터링크, 패킷, 애플리케이션 등

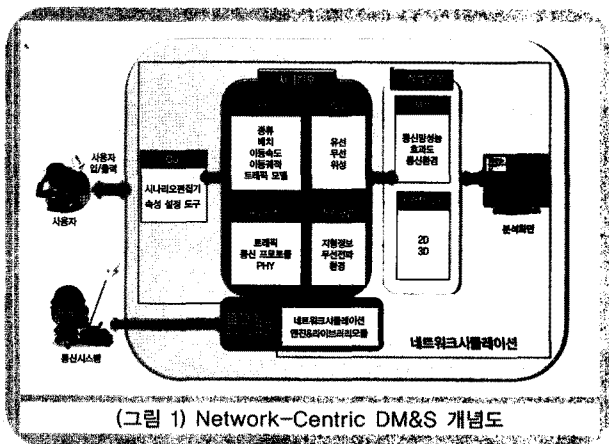
08_ Latency, Bandwidth, Packet Loss, Packet Delay, Jitter 등

09_ IP기반 장비, 단말기, PC 등

반기술 분석 및 그에 따른 소요 제기 및 결정, 운용 및 시험 평가, 그리고 교육훈련 등의 필요성이 크게 대두되고 있다.

이러한 관점에서 네트워크중심전(NCW) 구현을 위해 위개입 시뮬레이션과 같은 전통적 국방 모델링 및 시뮬레이션에서 제공하지 못하는 프로토콜 프로세스 모델링, 정보교환요구(IER) 및 트래픽 모델링, 유·무선·위성망 운용환경 모델링을 통해 네트워크, 시스템, 응용체계의 기획, 계획, 영향 평가, 성능분석 및 예측을 할 수 있는 네트워크 시뮬레이션(Network Simulation)과 실제개발하고 있는 시제품, 응용체계 및 실제 통신장비를 네트워크 시뮬레이터(Network Simulator)에 연동해서 다양한 네트워크 성능 테스트 환경을 제공해 주는 네트워크 에뮬레이션(Network Emulation)을 국방획득분야에서 확대 적용한 것을 네트워크중심 국방 모델링 및 시뮬레이션 (Network-Centric Defense Modeling and Simulation)이라 칭하고자 한다.

Network-Centric DM&S 개념은 (그림 1)과 같이 개념도로 나타낼 수 있다.



(그림 1) Network-Centric DM&S 개념도

이러한 Network-Centric DM&S는 소요제기, 소요결정, 선행연구, 탐색개발, 체계개발, 시험 평가, 운용 단계, 폐기 단계로 이루지는 무기체계획득의 전 수명 주기에 걸쳐 적용될 수 있다.

2. Network-Centric DM&S 필요성

네트워크중심전(NCW)은 신속성¹⁰⁾, 기동성¹¹⁾, 강건성¹²⁾, 통합성¹³⁾, 상호운용성¹⁴⁾ 등을 특징으로 하고 있다. 네트워크중심전(NCW)을 구현하기 위한 가장 기본적인 요소가 상호운

용성(Interoperability)을 보장하는 것이다¹⁵⁾. 여기서 상호운용성을 위한 네트워크 기술요구사항¹⁶⁾ 및 상호운용성 성능지표를 적용한 통신망 최적 알고리즘, 링크 용량 그리고 라우팅 등의 재설계를 통한 유·무선 네트워크를 최적화하는 것이 중요하다. 더 나아가 네트워크중심전(NCW)이 네트워크중심 컴퓨팅 및 통신에 중점을 두는 것이 아니라, 정보 흐름, 전장환경에서 제 요소들의 특성, 그리고 그 요소들 간의 상호운용성에 중점을 두고 분산된 환경에서 정보의 정확성·적시성을 확보하고 협동전을 펼칠 수 있는 전투력을 확보하는 것이라면 더 더욱 네트워크중심 국방 모델링 및 시뮬레이션이 필요한 것이다¹⁷⁾.

보다 더 구체적으로 Network-Centric DM&S의 필요성은 다음과 같이 크게 두 가지로 구분할 수 있다. 첫째, 현재 운용 중인 모든 통신망의 최적화 및 상호운용성 평가를 위해 Network-Centric DM&S가 필요한 것이다. 즉 네트워크중심 작전 수행 시 외부 위협 및 변수를 예측한 긴급통신망을 설계·평가하고, 정보교환요구(IER)의 적시성을 평가하고, 현 국방망의 생존성 및 신뢰성을 분석하고, 한국형VMF¹⁸⁾급 전술데이터링크 프로토콜 설계, 전술정보통신체계(TICN¹⁷⁾), 차기위성, 한국형 전술데이터링크(JTDL¹⁸⁾), 육군방공자동화(ADC2A¹⁹⁾)와 같은 신규 체계 도입 및 과학화전투훈련장(KCTC²⁰⁾) 성능 개선 시 네트워크·애플리케이션 영향 평가 및 분석을 수행하고, 유·무선·위성 통신망 간의 상호운용성 사전 평가 및 분석을 수행하기 위해 필요한 것이다. 둘째, 미래 통신망 계획·설계에 대한 성능 및 상호운용성 사전 평가를 위해 Network-Centric DM&S가 필요한 것이다. 즉,

- 10_ 실시간 정보 전달을 통한 지휘결심 시간의 단축
- 11_ 의사결정을 도와 작전을 효과적으로 수행
- 12_ 분산형구조로 작전 진행간 어떠한 상황에서도 반드시 지휘통제를 보장해야 하는 능력, 생존성과 직결
- 13_ 지휘 체계를 하나의 시스템으로 완벽하게 통합
- 14_ 다양한 체계 망 사이의 정보 공유 가능
- 15_ 광대역성(멀티미디어 기반의 실시간 상황데이터 전달), 이동성(실시간적인 상황의 적응성을 위한 이동성 보장), 보안성(부대단위, 구성원단위, 단말 단위별 체계적 보안성 확보), 품질보장(지연 및 손실이 없는 데이터의 무결성, 동시상황인식 및 명령 동시수행가능한 멀티캐스팅), 융합성(통일된 데이터 형식, 액세스 방식에 비종속적인 정보전달체계확보), 네트워크 신뢰성 및 안정성(높은 생존성 과 실시간 상태관리) 등
- 16_ Variable Message Format의 약자
- 17_ Tactical Information Communication Network의 약자, 전술정보통신체계로 NCW에서 정보정찰감시-지휘결심-정밀타격체계(C4ISR-PGM)의 통합전투력 발휘에 필요한 고속 대용량 정보의 이동간/실시간 유통을 보장하는 전술통신 기반체계
- 18_ Joint Tactical Data Link System의 약자
- 19_ Air Defense Army Command Control and Alert의 약자
- 20_ Korea Combat Training Center의 약자

정보교환요구(IER)의 적절성을 평가하고, 용량분석, 이동성, 생존성, 가시선(LOS) 평가를 통해 통신망 능력을 평가하고, WiBro²¹⁾, LTE²²⁾과 같은 신규 통신기술 도입 시 적용성 계획 및 소요 평가를 하고, 신규 통신망, 장비, 응용체계 도입 시 사전 영향 평가 및 분석을 해서 합동 상호운용성 평가를 위한 검증 및 교육훈련 등과 같은 요소들을 통찰해 내기 위해 필요한 것이다.

III. 국방획득분야에서 Network-Centric DM&S를 활용한 SBA 적용 방안

1. SBA 개요

가. SBA 배경

무기체계가 갈수록 첨단화되고 복잡해지고, 고가로 인한 소요 예산이 급증하고, 무기체계 개발 기간이 장기화되고, 다양한 기술을 통합해야하는 요구사항이 증가함에 따라 무기체계 획득관리 의사결정이 과학적 · 체계적으로 이루어지지 않게 되자 미군은 1996년 미 국방성에 정보와 시뮬레이션 기술 통합을 통한 SBA개념을 시작하게 되었다. 미군은 1997년 12월 M&S집행위원회(EXCIMS²³⁾)가 SBA 비전²⁴⁾ 과 목표²⁵⁾를 선포한 이후 법규, 제도 및 방침과 절차를 수립해서 체계적으로 운영하고 있다⁴⁾.

이에 비해 우리나라는 국방획득관리제도 개선 차원에서 국방부는 국방전력발전업무규정²⁶⁾에 신규전력 소요제기 시 전투실험 결과를 제시할 것을 의무화하고 있으며, 방위사업

청은 국방연구개발체계 혁신방안의 일환으로 M&S 기반의 국방 SBA 발전계획을 수립하여 추진을 하고 있다.

나. SBA 개념

SBA에 대한 다양한 개념 정의가 있지만, 복합체계(SoS²⁷⁾) 내의 무기체계 전 수명주기에 걸쳐 비용을 하나의 독립변수(CAIV²⁸⁾)로 유지하면서, 전투집단²⁹⁾, 자원할당집단³⁰⁾, 획득집단³¹⁾으로 하여금 전투원의 물자요구를 충족할 수 있도록 M&S를 활용하여 획득에 대한 반복적이면서 통합된 산출물 및 절차 접근방법을 SBA라 할 수 있다⁴⁾. 또는 M&S를 이용한 획득관리의 의미로 무기체계획득 전 수명주기에 걸쳐 M&S기술을 활용하여 획득체계에 대한 공통의 관점과 절차적 예측 가능성을 제공함으로써, 획득기간 단축, 비용 절감, 성능목표 달성 등을 가능하게 하는 과학적인 획득혁신 기반 구조체계³²⁾라 볼 수 있다. 이러한 SBA는 단순히 M&S를 통한 무기체계 획득이 아니라, 무기체계 획득 전 수명주기에 걸쳐 생산 및 제반 절차를 반복적으로 통합하는 새로운 엔지니어링 환경, 반복적인 획득 절차 및 진화한 획득 문화로 인식해야만 SBA가 빠른 시일 내 정착될 것이다⁵⁾⁶⁾.

2. 무기체계 중 통신시스템 획득단계별

Network-Centric DM&S 적용 방안

국방 모델링 및 시뮬레이션을 모의 및 분석의 상세 수준에 따라 계층구조³³⁾로 나누고, 그 활용분야에 따라 교육훈련분야, 전력분석분야, 국방획득분야, 그리고 전투실험분야에 사용되어 온 전통적인 국방 모델링 및 시뮬레이션 만으론 네트워크중심전(NCW) 구현을 위한 SBA를 실현할 수 없다. 예컨대 전통적 국방 모델링 및 시뮬레이션 방법에 의거,

21_ Wireless Broadband, IEEE 802.16e, Mobile Wimax

22_ Long Term Evolution의 약자

23_ Executive Council for Modeling and Simulations

24_ 미 국방성과 관련 산업체가 협조/공조체제하에 획득 전 단계와 프로그램에 걸쳐통합된 시뮬레이션 기술의 확고한 활용을 통한 획득 프로세스 수행

25_ 1) 전 획득절차에 걸쳐 관련된 시간, 자원 및 위험의 근본적인 감소. 2) 총 수명주기 간 총소유비용(TOC; Total Ownership Cost)을 절감하면서 획득무기체계의 품질, 군사적 가치, 그리고 지원성(supportability) 향상. 3) 전 획득 수명주기 간에 통합된 산물 및 절차 개발(PPD; Integrated Product and Process Development) 적용

26_ 국방부훈령 제 1055호

27_ System of System의 약자로서, 여기서 다차원의 복합 아키텍처를 개발하기위해 합동전장환경에 걸쳐 C4ISR간의 완벽한 연결성을 의미

28_ Cost As an Independent Variable의 약자.

29_ Warfighting community로서, 소요제기자, 운용자, 유지보수자, 교육훈련관 등을 의미.

30_ Resource allocation community로서, 국회, 국방부, 합참 등을 의미

31_ Acquisition community로서, 방위사업청, 국방과학소, 기품원, 방산업체 등을 의미

32_ 방위사업청 정의

33_ 공학급 모델(무기체계, 부체계, 장비, 구성품 모의), 교전급 모델(대대, 함정, 전투기 모의), 임무/전투급 모델(사단, 전단, 비행대대급 모의), 전구/전역급 모델(연합/함동군, 작전사급 모의)

수중유도무기 중어뢰인 백상어 및 경어뢰인 청상어 개발을 위해 시뮬레이션 기반 설계(SBD³⁴), 어뢰체계모델, 어뢰운동모델, 수중환경모델, 표적신호발생모델 등과 같은 다양한 국방 M&S 모델 기반의 반복적 모의실험을 통해 어뢰추진기 및 음탐기 작동 여부 및 유도제어장치 등을 시험하고, 표적의 반응에 따라 전술적으로 부합되게 어뢰의 행위모델을 개발하고, 이를 반영하여 실제 어뢰를 개발하게 할 수 있다.

그러나 무기체계 중에서 통신시스템을 획득하거나 개발할 경우에는 전통적인 국방 모델링 및 시뮬레이션의 산물인 모델 및 모의체계를 이용해서는 상호운용성을 위한 네트워크 기술요구사항³⁵ 및 상호운용성 성능지표를 적용한 통신망 최적 알고리즘, 링크 용량 그리고 라우팅 등의 재설계를 통한 유·무선·위성 통신망을 최적화를 할 수 없다.

따라서 유·무선·위성통신의 영향 평가를 반드시 해야 하는 통신시스템(TICN체계, UAV³⁶, ADC2A, 차기위성 등)과 같은 종류의 무기체계를 개발 및 획득하는 전 단계를 소요기획단계, 탐색/체계개발단계, 그리고 양산/운용유지단계로 나누어 Network-Centric DM&S를 활용한 SBA 적용 방안을 제시하고자 한다.

가. 소요기획단계에서의 Network-Centric DM&S

적용 방안

무기체계획득 전 단계 중에서 소요제기 및 소요결정을 하기 전부터 Network-Centric DM&S를 통해 체계성능요구사항이나 개략적 작전운용성능(ROC)을 결정하는 프로세스를 정립해야 한다. 즉, 무기체계의 소요제기 및 소요결정시 유·무선·위성통신 요소를 반영해야 할 경우 반드시 Network-Centric DM&S를 활용해서 소요를 제기하고 결정해서 선행연구에서 검토된 기술 및 설계에 대한 성능 분석

및 검증 과정을 거쳐야 한다.

예컨대, OPNET³⁷과 같은 Network-Centric DM&S를 활용하면, 특정 통신시스템에 대한 소요제기 시 그 장비의 유·무선 통신 요소에 대한 상세 규격을 정의할 수 없는 경우에도 최상위 성능 요구사항(목표 통달거리, 통화 성공율, 목표 BER³⁸, 주파수, 전송속도 등)만으로도 획득 및 개발해야 하는데 있어서 통신의 영향 평가를 반영한 체계구조의 개략적인 사양을 도출할 수 있다.³⁹

나. 탐색/체계개발단계에서의 Network-Centric DM&S 적용 방안

탐색개발 및 체계개발 사업 승인 후 그 예산의 일부를 활용하여 짧은 기간에 적은 예산으로 시스템 성능요구 결정을 위한 DM&S를 활용하고자 하는 것은 지양되어야 한다. 탐색개발 및 체계개발 사업 진행 전에 충분한 시간과 예산을 반영한 가운데 Network-Centric DM&S를 활용해서 목표 획득 체계 주요 성능 분석 및 검증을 해야 한다.

예컨대 2002년 대대급 과학화전투훈련장(KCTC⁴⁰) 구축시, Network-Centric DM&S를 활용해서 중앙전산통신망의 경우 네트워크 토폴로지 구성 및 트래픽 모델링, 네트워크 처리량(Throughput) 및 링크 이용률(Utilization) 산출, 네트워크 종단간 지연(Delay) 산출을 통해 네트워크 성능 및 용량의 적정성을 검증했으며, 무선 데이터통신망의 경우 교전자료 송수신을 위한 훈련자 단말기(PU; Player Unit)별 발생 트래픽 모델링을 통한 통화량 분석, PU와 무선중계소(R/R; Radio Relay)간 자원할당 알고리즘 구현을 위한 메시지 성공률 분석, PU 종류별 평균 지연 및 기준치 내의 만족도 분석을 했으며, TRS(Telecommunications Relay Service)망⁴¹의 통화 성공율 및 용량의 적정성 검증을 했다.

34. Simulation Based Design의 약자

35. 광대역성(멀티미디어 기반의 실시간 상황데이터 전달), 이동성(실시간적인 상황의 적응성을 위한 이동성 보장), 보안성(부대단위, 구성원단위, 단말 단위별 체계적 보안성 확보), 품질보장(지연 및 손실이 없는 데이터의 무결성, 동시상황인식 및 명령 동시수행가능한 멀티캐스팅), 융합성(통일된 데이터 형식, 액세스 방식에 비종속적인 정보전달체계확보), 네트워크 신뢰성 및 안정성(높은 생존성 과 실시간 상태관리) 등

36. Unmanned Aerial Vehicle의 약자로, 무인항공기

37. Optimized Network Engineering Tools의 약자, 미 국방성의 표준 네트워크 M&S 툴로서, 검증된 시뮬레이션 엔진과 방대한 표준정비 모델을 제공함으로써 전 세계 상용 네트워크 시뮬레이션 툴 시장에서 85%이상의 점유율 보유한 대표적인 네트워크중심 모델링 및 시뮬레이션 솔루션을 제공하는 회사(OPNET Technologies, Inc.)의 제품 및 솔루션

38. Bit Error Rate의 약자로 일정한 시간 내에 수신측에서 수신한 데이터가 송신한 데이터에 비해 어느 정도 잘못되었는가를 나타내는 비트오류율, 예컨대 BER 10⁻⁴는 1만 비트 데이터를 전송하면 평균 10비트 정도의 오류가 발생

39. UAV 체계 구조 및 운용 성능 검증 M&S 사례 참조

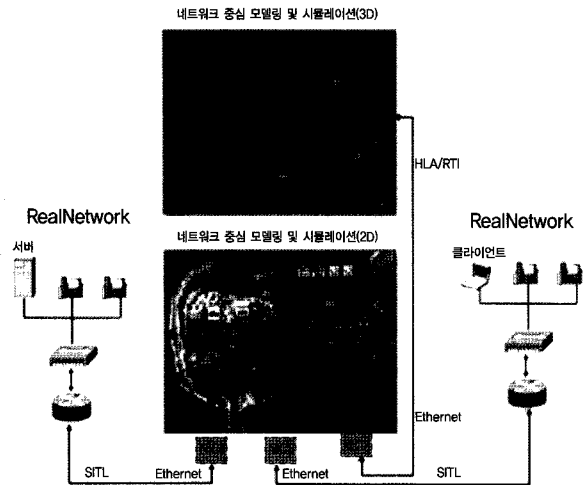
40. Korea Combat Training Center의 약자

41. TETRA(TERrestrial Trunked RAdio)방식의 디지털 TRS Call Control(개별호/그룹호/PSTN접속호) 및 자원할당 정책 및 알고리즘 구현

아울러 2010년 대대급 과학화전투훈련장(KCTC)을 연대급으로 확장하기 위한 탐색개발에서, 미국 CDA사³²⁾가 개발했던 대대급 KCTC 무선 데이터통신망을 연대급 KCTC 중앙통제장비체계 핵심기술인 무선 데이터통신망으로 국산개발하기 위해 4가지 통신후보기술³³⁾에 대한 성능 및 제한 사항 분석³⁴⁾을 수행하고, 이를 기반으로 체계개발 사업 시 성능요구 사항 내지 작전운용성능(ROC)을 도출하였다. 상세한 체계 및 부체계, 구성품 설계 및 관련된 양산 및 지원 과정을 결정하는 체계개발단계에서 ROC의 체계요구사항, 임무요사항 등을 만족하는지 확인하기 위해 수행하는 시험평가 단계에서 Network-Centric DM&S를 활용한 검증 및 확인(V&V)³⁵⁾ 프로세스 정립이 필요하다.

예컨대, 네트워크중심전(NCW) 개념을 적용한 시스템의 성능, 가용성, 신뢰성, 상호운용성 시험평가를 위해, 실제 통신시스템 시제품 및 응용체계를 개발함에 있어 대규모 테스트베드를 구축하여 시험평가를 할 경우 고비용이 초래된다. 이러한 고비용 부담 경감을 위해, (그림 2)와 같이 Network-Centric DM&S의 네트워크 에뮬레이터(Network Emulator)와 네트워크 시뮬레이터(Network Simulator)를 이용해서 실제 개발하고 있는 무기체계 시제품, 응용체계 및 실제 네트워크 장비를 연동해서 다양한 시험 평가³⁶⁾를 할 수 있다.

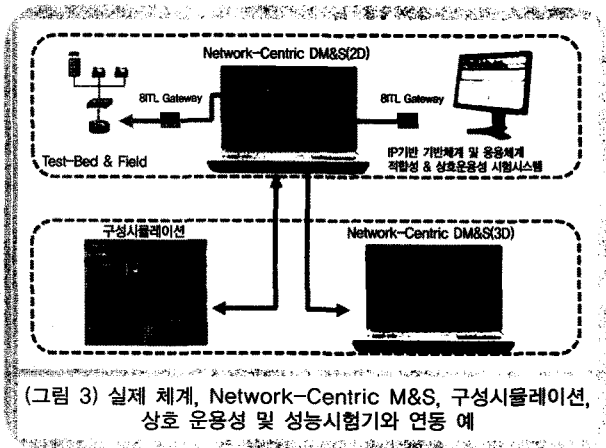
아울러 네트워크중심전(NCW)에서 요구되고 있는 합동합성성장장(JSB³⁷⁾)을 구축하기 위한 방안으로서, 실제 시뮬레이



(그림 2) 네트워크 시뮬레이터 및 에뮬레이터와 실제 통신시스템과 연동 예

선, 가상시뮬레이션, 구성 시뮬레이션 간의 연동에 의한 모의체계를 구축하고, 그 모의체계와 C4ISR 체계의 연동, 그리고 실제 C4ISR체계상에서 운용하고자 노력하고 있는 시점에서 (그림 3)과 같이 Network-Centric DM&S의 특성을 고려해서 HLA³⁸⁾/RTI³⁹⁾를 이용해서 실제 시뮬레이션 및 가상 시뮬레이션을 제외하고 우선적으로 구성 시뮬레이션과의 연동을 통해 국방 모델링 및 시뮬레이션을 활용한 SBA 적용 방안을 모색할 필요가 있다.

- 34. Simulation Based Design의 약자
- 35. 광대역성(멀티미디어 기반의 실시간 상황데이터 전달), 이동성(실시간적인 상황의 적용성을 위한 이동성 보장), 보안성(부대단위, 구성원단위, 단말 단위별 체계적 보안성 확보), 품질보장(지연 및 손실이 없는 데이터의 무결성, 동시상황인식 및 명령 동시수행가능한 멀티캐스팅), 융합성(통일된 데이터 형식, 액세스 방식에 비종속적인 정보전달체계확보), 네트워크 신뢰성 및 안정성(높은 생존성과 실시간 상태관리) 등
- 36. Unmanned Aerial Vehicle의 약자로, 무인항공기
- 37. Optimized Network Engineering Tools의 약자, 미 국방성의 표준 네트워크 M&S 툴로서, 검증된 시뮬레이션 엔진과 방대한 표준장비 모델을 제공함으로써 전 세계 상용 네트워크 시뮬레이션 툴 시장에서 85%이상의 점유율을 보유한 대표적인 네트워크중심 모델링 및 시뮬레이션 솔루션을 제공하는 회사(OPNET Technologies, Inc.)의 제품 및 솔루션
- 38. Bit Error Rate의 약자로 일정한 시간 내에 수신측에서 수신한 데이터가 송신한 데이터에 비해 어느 정보 잘못되었는가를 나타내는 비트오류율. 예컨대 BER 10-4 는 1만 비트 데이터를 전송하면 평균 10비트 정도의 오류가 발생
- 39. UAV 체계 구조 및 운용 성능 검증 M&S 사례 참조
- 40. Korea Combat Training Center의 약자
- 41. TETRA(TERrestrial Trunked RAdio)방식의 디지털 TRS Call Control(개별호/그룹호/PSTN접속호) 및 자원할당 정책 및 알고리즘 구현
- 42. Cubic Defense Applications의 약자로, LVCC(Live, Virtual, Constructive)군사훈련시스템, 통합 서비스 및 통신 제품을 공급하는 회사
- 43. Zigbee변형기술, Wibro, Binary CDMA, Dynamic HDMA
- 44. 후보기술 최대용량, 근실시간성, 통화성공률 평가 등
- 45. Verification & Validation의 약자로, Verification(검증)은 M&S 구현과 그 관련 데이터가 개발자의 개념적 묘사와 설계 규격을 정확하게 반영하여 나타내고 있는지를 결정하는 과정을 의미하며, Validation(확인)은 M&S와 그 관련 데이터가 M&S의 용도 관점에서 실제 시스템을 정확하게 나타내고 있는지를 결정하는 과정을 의미한다.
- 46. 장애영향시험 및 분석, 전송통신망 성능(Delay, Throughput, Jitter, QoS) 평가 분석 등을 포함한 개발 시제품 및 응용체계의 상호운용성, 확장성 시험 및 가상훈련 수행 가능
- 47. Joint Synthetic Battlefield의 약자
- 48. High Level Architecture의 약자로, 개방형 분산 시뮬레이션 아키텍처 표준
- 49. Run-Time Infrastructure의 약자로 HLA 연동 사양을 구현하여 시뮬레이션들의 상호작용을 지원하는 실행 하부 기반으로, 페드레이션관리, 선언관리, 객체관리, 소유권관리, 시간관리, 데이터분배관리와 같은 HLA프로그래밍 컴포넌트서비스 제공



다. 양산/운용유지단계에서의 Network-Centric DM&S 적용 방안

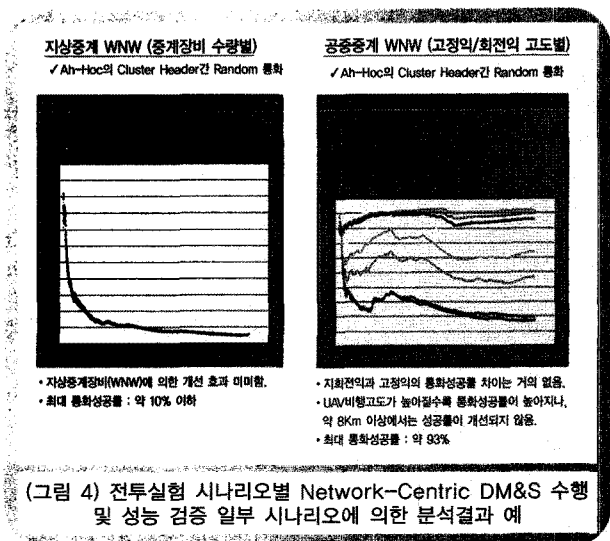
양산/운용유지단계에서는 생산 및 초도 양산 후 배치한 상태에서 운용상의 실 트래픽(Real Traffic)을 수집하거나 운용 프로그램의 응답 시간(Response Time)을 측정하여 Network-Centric DM&S에 데이터를 입력하여 다양한 시나리오를 통해 기반체계 및 운용체계를 최적화시키는 업무를 지속적으로 수행해야 한다.

IV. 무기체계 중 통신시스템 획득 시 Network-Centric DM&S를 활용한 SBA 적용 사례

통신시스템과 같은 무기체계를 개발하거나 획득함에 있어 Network-Centric DM&S를 활용한 적용 사례를 고찰해 봄으로써, 소요제기, 선행연구, 탐색개발, 체계개발, 양산 및 배치, 운용 및 폐기에 이르는 무기체계획득단계 전체 수명주기에서 Network-Centric DM&S를 활용한 SBA 필요성을 입증하고자 한다.

1. UAV 체계구조 및 운용성능 검증을 위한 Network-Centric DM&S 적용 사례

2007년 7월 육군정보통신학교에서는 무인항공기(UAV)체계 구조 및 운용 성능 검증을 위해 OPNET으로 (그림 4)와 같이 네트워크중심 모델링 및 시뮬레이션을 수행했다. 육군정보통신학교는 작전 지역별 역공격간 통신지원, 적지중심 작전부대 통신 지원, 우발 상황 통신지원과 같은 전투실험 시나리오별로 TMMR⁵⁰⁾ FM, TMMR WNW⁵¹⁾와 같은 지상중계와 고정익 UAV 및 회전익 UAV와 같은 공중중계와의 성능 비교를 통해 통화 성공율, 종단간 지연, 통신 가능 범위에 대하여 모델링 및 시뮬레이션을 수행했으며, 공중중계 UAV의 형태별, 고도별, 탑재장비별 성능분석을 수행했다. 즉 이 동속도, 고도변화에 따른 UAV 통신지원범위, Ad-Hoc 네트워크⁵²⁾에서 기동부대에 대한 지상중계와 공중중계 성능 비교, 그리고 적접지역 작전부대 통신지원을 위한 UAV 최적중계위치 확인, 각 탑재 장비별 지상중계와 공중중계 성능 비교, UAV 형태와 고도 변화에 따른 통신지원 범위를 확인할 수 있었다⁸⁾.



50. Tactical Multiband Multifrole Radio의 약자, TICN의 부체계인 전투무선체계(연대/대대급이하 전술C4I 기반 통신체계)는 대대역 다기능 네트워크 중심의 전투무선장비인 전술다대역다기능무전기(TMMR)로 구성되는데, TMMR은 H/W교체없이 S/W업그레이드만으로 재구성이 가능한 S/W 정의 무전기(Software Defined Radio) 개념을 적용한 S/W통신구조(Software Communication Architecture) 기반으로 설계/제작되며, 다양한 웨이브폼을 탑재운용가능하며, S/W적으로 재구성이 가능하며, Ad-hoc 네트워크킹 기능을 보유하고, 음성 및 데이터 통신이 가능하며, 기존 AM, FM무전기와도 통신이 가능한 네트워크중심 무전기.

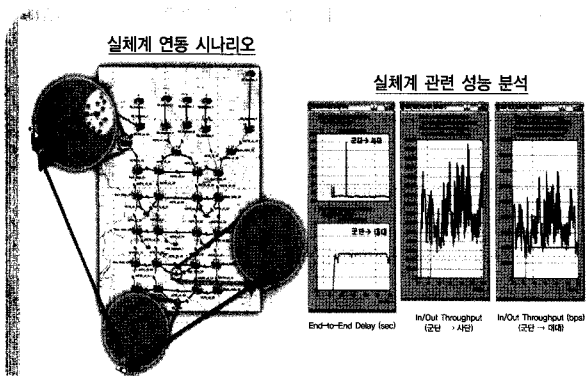
51. Wide Network Waveform의 약자.

본 사례는 Network-Centric DM&S를 사용하여 통신시스템과 같은 무기체계 구조의 사전 검증을 통한 체계 개발의 위험을 최소화하고 운용 성능을 사전에 예측했을 뿐만 아니라, 전술정보통신체계(TICN) 부체계 장비의 상세한 규격 없이 최상위 성능요구사항(목표 통달거리, 목표 BER, 주파수, 전송속도 등)만으로 체계구조를 설계한 후 무선통신성능(BER)을 산출하는 방법론을 개발하여 적용한 우리군 최초의 사례인 것이다.

이는 Network-Centric DM&S를 통신시스템과 같은 무기체계 획득 및 개발을 위해 소요기획단계에서 적용했을 뿐만 아니라 더 나아가 선행연구, 탐색개발, 그리고 체계개발단계에서도 적용할 수 있다는 것을 입증한 사례인 것이다.

2. TICN 테스트 베드 망 에뮬레이터 구축 Network-Centric DM&S 적용 사례

2008년 6월 국방과학연구소는 전술정보통신체계(TICN)사업의 탐색 개발에서 통신/전자전 개발시험장에 구축된 TICN테스트 베드에 TICN 네트워크 운용시 네트워크 성능에 따른 애플리케이션 영향을 확인할 수 있도록 OPNET 기반의 TICN망 에뮬레이터를 (그림 5)와 같이 구축했다. 즉, TICN 체계 양산 배치 이후에나 측정 가능한 군단급 통합망 분석 환경을 구축하고, 실제 운용 시스템의 연동을 통해 실용체계의 TICN 통신망 내 동작성능을 확인하고, 다양한 통신 파라미터 변경을 통한 체계가 지원해야할 적정 성능수



(그림 5) 네트워크 에뮬레이션 기능을 이용한 실체계 연동분석 예

준을 식별하고, TICN 탐색개발단계에서 체계개발을 위한 Network-Centric DM&S 환경의 토대를 마련할 목적으로 군단급 TICN 통합망 모델링(대형/중형/소형 부대 노드, 기반 노드), 링크 모델⁵³⁾, 각종 성능분석⁵⁴⁾을 위해 OPNET 기반의 TICN망 에뮬레이터를 구축한 것이다.

또한 TICN 탐색개발에서 TICN망 에뮬레이터 구축 과정에서 확인된 개선사항 및 추가 모델링을 위해 2009년 7월부터 2011년 6월까지 TICN 체계개발사업을 포함한 기타 통신시스템 사업을 염두에 두고 OPNET 기반으로 전술통신망 연동 성능분석 시뮬레이터를 구축하고 있는 중이다.

본 사례는 전술정보통신체계(TICN)과 같은 통신시스템을 개발·획득함에 있어, 탐색개발 단계에서는 국방과학연구소 스스로 체계개발 시 TICN 부체계들의 성능요구 사양을 결정하고, 체계개발사업에서 사업수행업체로 선정될 방산업체들로 하여금 Network-Centric DM&S 기반으로 TICN 부체계들(망관리/교환체계, 대용량무선전송체계, 소용량무선전송체계, 전술이동통신체계, 전투무선체계)을 개발하도록 요구하고, 각 부체계들을 시험평가 단계에서 검증하기 위한 방안을 마련하고자 하는 사례인 것이다.

V. 결 론

네트워크중심전(NCW) 구현 등 미래전장환경 제고를 위한 상호운용성의 중요성이 날로 증대되고 있는 가운데에 불구하고 일부 우리군은 국방 모델링 및 시뮬레이션은 곧 위 게임 시뮬레이션이라는 개념 인식에 머물러 있는 부분도 없지 않다. 더구나 기존의 전통적인 국방 모델링 및 시뮬레이션만을 이용해서는 다양한 유·무선 네트워크 효과를 분석하고 예측할 수 있는 모의를 할 수 없기 때문에, 전통적 국방 모델링 및 시뮬레이션에 Network-Centric DM&S 개념까지 포함시켜 국방 모델링 및 시뮬레이션을 활용하는 SBA 구현 노력이 필요하다.

이렇게 확대된 개념의 국방 모델링 및 시뮬레이션이란,

52. AP(Access Point)가 없이 흩어져 있는 무선으로 통신이 가능한 노드들끼리 서로 통신을 하는 자율적인 구조의 네트워크.

53. 짧은 일정과 적은 예산으로 인해 무선링크 특성(BER/Delay)을 반영한 유선링크로 대체

54. BER 변화에 따른 성능, 통신부하 변화에 따른 성능, 데이터 전송 시 Delay 및 Jitter 성능, 링크사용률(Throughput, Utilization)

유·무선·위성 통신망 설계 및 평가, 유·무선·위성 통신망의 능력 평가, 통신망 간 상호운용성 사전 평가 및 검증, 정보교환요구(IER)의 적시성 평가, 실제 통신망 및 시스템과의 연동을 통한 상호운용성 테스트 및 성능 평가, 응용체계 성능 측정 및 예측 등을 할 수 있는 네트워크 시뮬레이션(Network Simulation)과 네트워크 에뮬레이션(Network Emulation)을 국방분야에 확대 적용한 해결책인 Network-Centric DM&S를 전통적인 국방 모델링 및 시뮬레이션에 확대 적용한 개념을 말한다.

이렇게 확대된 국방 모델링 및 시뮬레이션 개념을 적용하여 실제계 연동기술(네트워크 에뮬레이션 기능)의 고도화를 통해 네트워크 시뮬레이터와 실제계 연동뿐만 아니라 IP기반 기반체계 및 응용체계 적합성/성능/상호운용성 시험평가시스템과의 연동, 그리고 위게임 시뮬레이션과의 연동을 통해 SBA를 구현하고자 하는 노력이 필요하다.

유·무선·위성통신의 영향 평가를 반드시 해야 하는 통신시스템과 같은 무기체계를 개발 및 획득하는 전 단계에서 Network-Centric DM&S를 활용한 SBA가 필요한 것이다. 즉, 소요기획단계에서는, 무기체계의 소요제기 및 소요결정시 유·무선·위성통신 요소를 반영해야 할 경우 반드시 Network-Centric DM&S를 활용해서 소요를 제기하고 결정해서 선행연구에서 검토된 기술 및 설계에 대한 성능 분석 및 검증과정을 거쳐야 한다. 그리고 탐색/체계개발단계에서는, 탐색개발 및 체계개발 사업 진행 전에 충분한 시간과 예산을 반영한 가운데 Network-Centric DM&S를 활용해서 목표 획득체계 주요 성능 분석 및 검증을 해야 한다. 나아가 양산/운용유지단계에서는, 생산 및 초도 양산 후 배치한 상태에서 운용상의 실 트래픽을 수집하거나 응용프로그램의 응답시간을 측정하여 Network-Centric DM&S에 데이터를 입력하여 다양한 시나리오를 통해 기반체계 및 응용체계를 지속적으로 최적화해야 한다.

특히 UAV 체계구조 및 운용성능 검증을 위한 Network-Centric DM&S 적용 사례는, Network-Centric DM&S를 통신시스템과 같은 무기체계 개발 및 획득을 위해 소요기획단계에서 적용했을 뿐만 아니라 더 나아가 선행연구, 탐색개발, 그리고 체계개발단계에서도 적용할 수 있다는 것을 입증한 사례인 것이다. TICN 테스트베드 망 에뮬레이터 구축 Network-Centric DM&S 적용 사례는, TICN과 같은 기반통

신시스템을 개발하거나 획득함에 있어 탐색개발 단계에서는 체계개발 시 TICN 부체계들의 성능요구 사양을 결정하고, 체계개발사업에서 사업수행업체로 선정될 방산업체들로 하여금 Network-Centric DM&S 기반으로 TICN 부체계들을 개발하도록 요구하고, 각 부체계들을 시험평가 단계에서 검증하기 위한 방안을 마련하고자 하는 사례인 것이다.

이러한 사례를 통해 통신시스템과 같은 무기체계를 개발하거나 획득함에 있어 무기체계획득단계 전체 수명주기(소요제기, 선행연구, 탐색개발, 체계개발, 양산 및 배치, 운용 및 폐기)에서 Network-Centric DM&S를 활용한 SBA의 필요성과 적용 방안을 입증한 것이다.

참 고 문 헌

- [1] 이종호, "전환기 효율적 국방경영 수단으로서 모델링 및 시뮬레이션 이론과 실제", 21세기군사연구소(2008)
- [2] Websites: <http://en.wikipedia.org>, <http://www.idsia.ch/~andrea/sim/simnet.html>
- [3] David S. Alberts, John J. Garstka, Frederick P. Stein "Network Centric Warfare; Developing and Leveraging Information Superiority" DoD C4ISR Cooperative Research Program, 2nd Edition(Revised)(1999)
- [4] Lieutenant Colonel Michael V. Johnson, Sr., USA, Mark F. McKeon, USMC, Terence R. Szanto, USAF, "Simulation Based Acquisition: A New Approach", Report of the Military Research Fellows DSMC 1997-1988, December 1998.
- [5] 방위사업청M&S/SBA전문교육과정, 광운대학교(2009)
- [6] 방위사업개론, 방위사업청(2008)
- [7] 김대석, 최광목, "무기체계 획득 패러다임 혁신과 M&S 기반획득(SBA)", 국방과 기술 국방정책논단(2009.2)
- [8] 김영구, "무인항공기 체계 구조 및 운용 성능 검증 완료 보고서", 솔빛시스템(2007)
- [9] 이건갑, "TICN테스트베드 망 에뮬레이터 구축 완료 보고서", 엠에이(2008)
- [10] 박영규, 임대용, 허환(국방기술품질원), 김정규(해군사

관학교), "M&S를 활용한 군 지휘통제체계 통신망 구현 및 위성통신망 최대소통량 분석" (2009)

- [11] Doshi, S., Lee, U., Bagrodia, R., "Wireless Network Testing and Evaluation Using Real-time Emulation", ITEA Journal, June/July 2007
- [12] "Systems Acquisition Manager's Guide for the use of Modeling and Simulations", Feb 2009
- [13] James W. Hollenbach, William L. Alexander, "Executing the Modeling and Simulation Strategy Making Simulation Systems of Systems a Reality", 1997

약 력



박 상 수

1992년 경남대학교 행정학사
 2011년 - 현재 ㈜엠에이 이사
 관심분야: M&S, 적합성 및 성능 시험평가 등 국방분야



이 중 호

육사 34기 관리학 학사
 미 해군대학원 운영분석 석사
 미 텍사스 A&M 대학 산업공학 박사
 한미연합사 운영분석단 위계임 장교
 한미연합사 연합전투모의실 기술지원반장
 한미연합사 연합전투모의실 실장
 고려대학교 일반대학원 산업공학과 강사
 2011년 - 현재 국방기술품질원 M&S분석팀장
 광운대학교 일반대학원 방위산업학과 겸임교수
 국방부장관/합참의장 정책자문위원

