

# SBA 추진을 위한 국방 M&S 핵심기술

## 개요

본 논문은 근래에 무기체계 획득분야에서 관심을 끌고 있는 SBA(Simulation Based Acquisition)의 개념과 이를 성공적으로 추진하기 위한 국방 M&S 분야의 핵심기술들에 대한 소개를 근간으로 한다. 체계공학 및 M&S (Modeling & Simulation) 기술에 뿌리를 두고 있는 SBA의 개념과 절차를 소개하며, 이들 뒷받침하기 위한 국방 M&S의 유형 및 계층 구조별 특성을 살펴본다. 다음으로 SBA를 성공적으로 추진하기 위하여 구축되어야 할 M&S 핵심기술들이 무엇인지를 구체적으로 제안하는 것으로 결론을 맺는다.

### 1. SBA(Simulation Based Acquisition)의 개념

SBA란 단순히 체계공학 차원에서 단계적·절차적으로 이루어지는 획득관리 활동이 아닌, 합성 환경 하에 국방 M&S(Modeling & Simulation) 기법 및 도구를 이용하여 무기체계 소요 도출에서부터 체계 전(全) 수명주기에 걸쳐 체계의 모의분석 및 검증을 병행하면서 이루어지는 과학적이고 체계적인 획득관리 활동을 말한다. 따라서 무기체계 획득 또는 연구개발에 M&S를 적용하여 실효성을 거두기 위해서는 모델이 요구하는 체계의 특성(예: 성능, 기능 등)은 물론 운용환경인 실 전장 환경을 얼마나 잘 묘사하여 모의할 수 있는가가 무엇보다 중요하다.

그림 1은 SBA의 개념과 과거의 전통적 획득관리 개념간의 차이를 나타내고 있는 것으로 획득관리상의 획득 프로세스, 개발환경 그리고 문화의 변화를 말한다. 먼저, 획득관리 프로세스와 개발환경의 측면에서 살펴보면 체계공학이 개념적 근간을 이루고 있으며 체계공학 프로세스에 따라 개발 요구자와 개발자가 업무를 체계적으로 분담/협력한다. 체계공학 프로세스는 M&S와 또 다른 영역으로서 시스템 개발을 위한 통합된 공학적 업무 절차라고 설명할 수 있을 것이다. 다시 말하면, 순차적이고 사전 분석적이며 오류를 최소화 하고자 하는 체계화된 업무 수행 방식이라고 볼 수 있다.

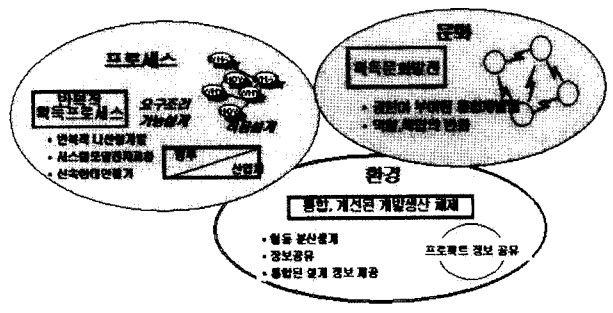


그림 1 SBA 개념

이에 사용되는 개발환경의 핵심은 통합 데이터베이스에 의한 철저한 정보공유와 활용이다. 이는 무기체계 개발 사업에 참여하는 사용자, 개발자, 획득관리자 등 사업 관련자들이 컴퓨터 네트워크 기반 하에 온-라인으로 정보를 교류할 수 있는 환경이 제공되어야 함을 의미한다. 또한 SBA는 획득관리 문화의 변화를 의미한다. 정보가 다양하게 유통되고 프로세스가 정형화됨에 따라 과거의 단계적이고 수직적인 업무 형태를 수평적으로 바꾸어 관련자들이 통합하여 업무를 수행하는 문화를 만들어 내는 역할과 책임의 변화를 의미한다.

그림 2는 SBA를 가능하게 하는 기술적인 정보환경을 보여주고 있다. 이는 무기체계 개념개발에서부터 체계개발, 시험평가, 생산까지 일관된 통합정보 운영 체제를 갖추으로써 사용자와 개발자간의 협업을 용이하게 해주고, M&S 뿐만 아니라 제품의 설계분석 정보를 공유할 수 있게 해준다.

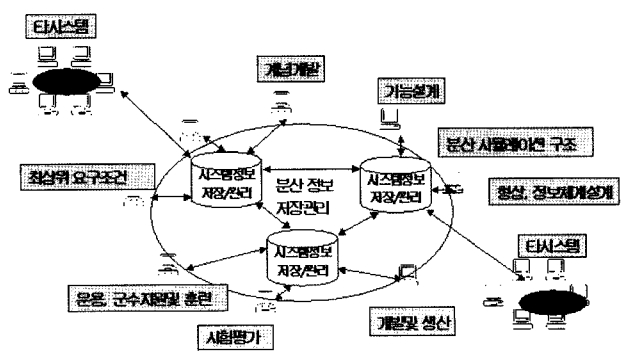


그림 2 SBA의 기술적 정보환경 구성

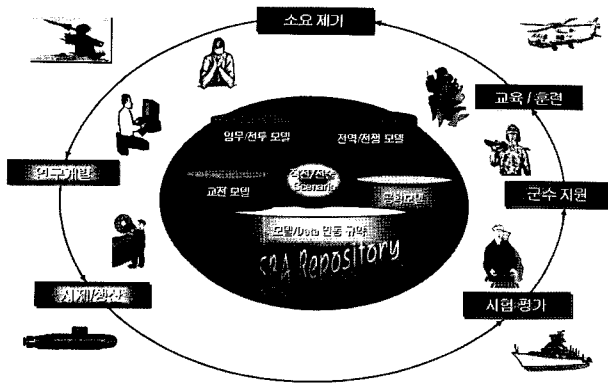


그림 3 SBA 프로세스

한편, SBD(Simulation Based Design)는 체계설계에 대한 공학적 활동을 M&S 기반으로 하는 것에 대한 일반적 용어라고 볼 수 있다. 과거에는 시제제작 이전에 체계성능예측 및 설계대안 분석 등의 사전분석이 제한적으로 이루어져 왔으나, 이제는 M&S 기술의 발달로 실시제를 만들기 전 가상시제 또는 시제품과 모의결과가 결합된 하이브리드 시뮬레이션을 통한 다양한 사전검증이 가능해졌다. 이러한 기술들을 사용한 개발 프로세스를 통칭하여 SBD라 할 수 있으며 여기에는 가상시제, 가상시뮬레이션, 구성모의 등 모든 M&S가 포함된다. 이러한 맥락에서 SBD는 SBA 과정 내의 체계의 설계검증 및 성능 계측을 위한 연구개발 활동이라 할 수 있다.

앞에서 SBA란 단순히 체계공학 차원에서의 단계적·절차적으로 이루어지는 획득관리 활동이 아닌, 합성환경 하에서 국방 M&S 기법 및 도구를 이용하여 무기체계 소요 도출에서부터 체계 전(全) 수명주기에 걸쳐 체계의 모의분석 및 검증을 병행하면서 이루어지는 과학적이고 체계적인 획득관리 활동으로 정의하였다.

표 1 국방 M&S 특성 및 유형

구분	특성	유형
구성 모의	<ul style="list-style-type: none"> <li>수리모의논리 및 시나리오에 기반 한 모의훈련 모델(위-게임을 통한 소부대 또는 대부대 전투지휘 훈련 등)</li> <li>수리모의논리 및 시나리오에 기반 한 이산환경 하의 전장모의분석 모델(체계 임무 분석, 체계 효과도 분석, 공학적 체계 설계검증 및 성능 예측, 군수지원성 분석, 전투피해효과 분석, 군 전력분석, 운용효과도 분석, 설계대안 상쇄 분석 등)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>위게임 훈련모델(창조21, 청해, 창공 등)</li> <li>위게임 분석모델(JANUS 등)</li> <li>각종 공학적 수준의 체계모의분석/검증 모델</li> </ul>
가상 모의	<ul style="list-style-type: none"> <li>가상 합성 전장 환경 및 체계 및 구성품의 수리모의논리에 기반 한 모의훈련장비(탑승자 시뮬레이터, 전술 시뮬레이터 등)</li> <li>가상 합성 전장 환경 및 체계 및 구성품의 수리모의논리에 기반 한 체계 모형화 및 성능 검증용 모의분석 장비(예: 가상시제, HILS 등)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>시뮬레이터(비행모의 훈련장비, 전차모의훈련장비 등)/전술시뮬레이터(헬기전술훈련기, 전차전술훈련기, 해군 ASTT 등)</li> <li>가상시제, 3차원 목업 등</li> </ul>
실 기동 모의	<ul style="list-style-type: none"> <li>마일즈 장비나 주변 실 장비를 상호 연계하여 실 기동을 통한 실 데이터(Live Data)를 통한 각종 모의분석 및 실험검증</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>미국 JRTC, 육군 KCTC, 공군 ACMI, 해군 NCMI 등</li> </ul>

여기에서 M&S는 무기체계 소요제기에서부터 폐기에 이르기까지 무기체계 개발과 관련한 다양한 활동들을 통합하고 검증하는 역할을 한다. 그림 3은 이와 같은 SBA 프로세스를 보여준다.

체계 전(全) 수명주기에 걸친 활동들을 지원하기 위해 미래 전장분석(Warfare Analysis)을 통한 운용요구 생성(Operational Requirement Generation)에서부터 체계설계(Engineering), 생산(Manufacturing), 시험(Testing), 훈련(Training) 및 운용(Operation), 그리고 군수지원(Logistic Support)에 이르기까지 모든 기능분야에서 가상시제가 활용된다. 최근에는 합성환경에서 3차원 가상시제를 통해 최적의 체계를 획득할 수 있는 “선검증-후제작” 개념과 “모델-시험-모델(Model-Test-Model)” 개념이 실현되고 있다.

## 2. 국방 M&S의 유형 및 계층 구조별 특성

앞 절에서는 국방 SBA의 정의와 역할에 대해 살펴 보았다. 본 절에서는 1992년 미국의 국방과학위원회에서 분류한 M&S 유형을 중심으로 SBA를 지원하기 위한 M&S 도구의 종류와 M&S의 계층적 구조에 대해 살펴보기로 한다. 미국 국방과학국은 미 합참을 중심으로 각 군, 기관들이 사용하고 있는 수많은 국방 M&S 정보자원의 재사용성을 높이고 체계적 발전방향을 정립하기 위해 M&S를 위-게임 모델과 같이 수리모의 논리에 기반 한 구성모의(Constructive Simulations)와, 시뮬레이터나 전술 모의훈련기와 같은 가상모의(Virtual Simulations) 그리고 마일즈 장비를 이용한 실 기동 모의(Live simulations)로 구분하였으며 그 특징은 표 1과 같다.

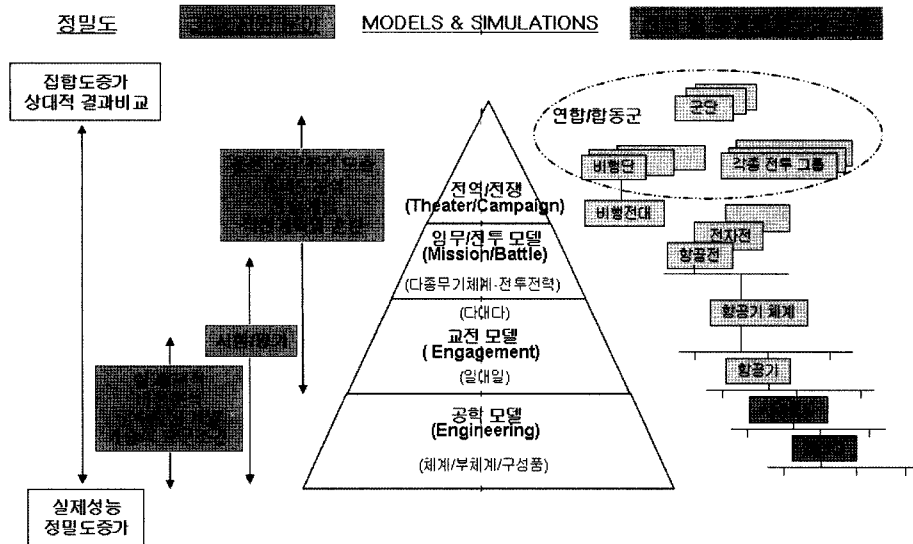


그림 4 국방 M&S 계층 구조

실 기동 모의는 실 전장 운영환경에서 실제 데이터 (Live Data)를 통해 실제 HW와 SW의 성능을 보여주기 위한 시험근거(Test Ground)를 제공해 준다. 표 1에서 보는 바와 같이 각 M&S 유형 별로 각각의 모의모델들이 가지는 특성은 상호보완적 관계를 가지게 되는데, 특히 전투실험이나 종합적 전투상황을 묘사할 때, 단일 모의모델로는 여러 가지 상황을 모의하기 어렵기 때문에 흔히 2개 이상의 모델을 상호 연동하여 모의분석을 하게 된다. 이러한 2개 이상의 모델을 상호 연동한 합성모의분석체계를 과거에는 STOW(Synthetic Theater of War)라고 불렀으나, 2004년 이후에는 이를 LVC(Live, Virtual and Constructive)체계라고 부른다.

다음은 전구급 전장 모의분석에서부터 단위 무기체계의 상세한 공학 설계 모의분석에 이르기까지 M&S 모델이 어떻게 이용되는지를 계층구조 관점에서 살펴보기로 한다. 그림 4는 무기체계 연구개발에 사용하는 M&S와 체계공학 지원 활동 그리고 무기체계 구조를 나타낸 것이다. JOS와 같은 합동 대부대 위-게임 모델(Theater/Campaign Level)은 미래전 혹은 현존 전력 구조 발전 차원에서 현 전력을 분석하여 신규 전력소요를 도출하는 데 사용된다. 이러한 전력 소요로부터 다시 분석 위-게임 모델(Mission/Battle Level)을 이용한 모의·분석을 통해 획득 무기체계의 임무가 만들어진다. 이러한 일련의 과정은 하나의 무기체계 획득관리상에서 볼 때 무기체계 소요제기 형태로 나타난다. 이렇게 설정된 임무는 일대일 또는 다대다의 교전모델(Engagement Level)을 이용하여 체계운용상의 요구 기능 및 성능을 도출하며, 설정된 체계의 요구기능 및 성능은 공학 수준의 M&S를 통해 체계 설계에 반영된다.

### 3. SBA 추진 핵심기술

SBA를 추진하기 위한 핵심기술은 대체로 체계공학 기술과 M&S 기술로 양분하여 생각할 수 있을 것이다. 본 논문에서는 M&S 기술에 초점을 맞추어 요구되는 핵심기술들을 살펴보기로 한다. 국방분야에서 SBA를 발전시키기 위해 우리에게 연구 개발하여야 할 M&S 기술대상에는 다음의 기술들이 포함된다.

- LVC 기반 합성전장 전투모의 기술
- 가상군 자율행위 모의 기술
- 미래무기 효과 분석 기술
- 무기체계 가상시험 모의기술
- 전술객체 위치추적 기술
- 가상시험 정보관리 기술
- 합성전장환경 모델링 기술
- 통합협업환경 구축기술
- 체계모의 컴포넌트화 및 재구성 기술
- 모의자료 표현 표준화
- 분산실시간 체계모의엔진
- 공학/교전모델 연동기술
- 국방 M&S 다수준 해상도 처리기술
- SBA 성숙도 측정 기술
- SBA 표준 아키텍처 기술
- SBA 효과도 입증 모델 기술

이외에도 SBA 추진을 위한 핵심 M&S 기술들에는 보다 다양한 기술들이 포함될 수 있을 것이다. 하지만, 미국의 경우를 벤치마킹하여 우리에게 필요한 M&S 기술들을 찾아내고자 한다면 상대적으로 매우 열악한 수준의 기술과 빈곤한 자원을 보유하고 있는 국내

의 현실을 고려하여야 할 것이다. 이 경우 이미 국방 과학연구소에서 무기체계 관련 기반기술들에 대한 연구개발을 목적으로 국방특화연구센터들을 추진하여 왔는데, 이러한 특화연구센터에서 발전시켜온 특정 무기체계 관련 모델들을 활용하는 것도 한 가지 방법이 될 수 있을 것이다. 이러한 엔지니어링 모델들에는 다음이 포함된다.

- 국방무인화기술
- 수중통신/탐지
- 국방 S/W
- 전파탐지
- 영상정보
- 비행체
- 고에너지물질
- 수중운동체
- 수중음향
- 무기체계개념
- 전자광학
- 전자파

기 개발된 특정 무기체계 관련 모델들은 앞서 언급한 상위 수준의 M&S 기술들과 연동이 가능할 수 있도록 하기위해서 객체지향형으로 설계되어 있지 않을 경우 재설계 또는 인터페이스의 개발이 요구될 수도 있을 것이다. 또한, 새로이 개발 예정인 모델들은 상위 수준의 M&S와 연동이 가능하도록 모델 구조에 대한 검토가 필요할 것이다.

마지막으로 앞서 언급한 핵심 M&S 기술의 타당성을 이해하기 위하여 국방M&S분야의 연구개발을 선도하고 있는 미국 Old Dominion University의 VMASC(Virginia Modeling, Analysis, and Simulation Center)의 최근 국방 M&S 관련 연구주제들을 살펴보기로 하자.

**VMASC(Virginia Modeling, Analysis, and Simulation Center)**

- **Simulation integration, interoperability, and composability**
    - Coalition BML
- Defining a Battle Management Language(BML) for unambiguous information exchange between Command and Control Systems, Simulation Systems, and Robots, in support of SISO Study Group and NATO Exploratory Team ET-016; follow-on study to XBML and AO BML.
- Sponsor: US JFCOM and DMSO

- Composability
  - Develop formal mathematical theory of simulation composability, including validity of simulation component compositions and component meta-models.
  - Sponsor: Defense Modeling and Simulation Office
- JWFC Integration Support
  - Perform M&S system integration in support of Joint Warfighting Center experiments and exercises.
  - Sponsor: United States Joint Forces Command
- JNTC JRD3
  - Provide life cycle methodology development and analytic support for the Joint National Training Capabilities Rapid Distributed Database Development effort.
  - Sponsor: United States Joint Forces Command
- JNTC Prototyping
  - Help design and prototype the Joint National Training Capabilities Joint Advanced Training Technology Laboratory.
  - Sponsor: United States Joint Forces Command
- Human Systems Integration Support
  - Research, test and evaluate, and develop new procedures, capabilities and products, such as new databases, for integration into the Joint National Training Capability as they apply to training for both modeling and simulation and Joint command and control.
  - Sponsor: United States Joint Forces Command
- Joint Roadmap for the Aviation Ship Integration Center
  - Develop a Joint roadmap for the Aviation Ship Integration Center to assist with the transitioning of those technologies, processes and networks, as employed by the United States Joint Forces Command, to the Aviation Center.
  - Sponsor: Northrop Grumman Newport News
- PATHFINDER Integration Environment
  - Provide integration host support for a series of experimental spirals, leading to a preliminary presentation at the Interservice, Interagency, Training, Education and Simulation Conference, in support of NATO Technical Team MSG-027.
  - Sponsor: Allied Command Transformation/North Atlantic Treaty Organization

· **Human behavior modeling, human factors, and human machine interface**

– Crowd Modeling

Implement real-time simulation of crowd behavior that is interoperable with existing military simulations and has a psychological basis for its behavior models.

Sponsor: Defense Modeling and Simulation Office

– Human Behavioral Modeling Workshop

Forum for the exposure of government analysts and project managers to state of the art modeling and simulation techniques relevant for analysis of human systems, to shape R&D efforts integrating those techniques into the mission of the Joint Warfighting Analysis Center.

Sponsor: United States Joint Forces Command

– Joint Future Laboratory, Decide, Act, Adapt(DAA) Concept

Design, support and conduct a series of experiments to provide empirical data and results to support and develop the Joint Future Laboratory DAA concept.

Sponsor: United States Joint Forces Command

– Cognitive Task Analysis

Develop a detailed plan and procedure to conduct a cognitive task analysis of functions with link analysis of movements, communications and personnel interactions that will define requirements and justification for future Trident communications system replacement.

Sponsor: Space and Naval Warfare Command

– Bayesian Statistics and Social Network Analysis

Assemble a group of leading experts to apply Bayesian statistics to a testbed set of real-world data on contemporary terrorist networks and assess the potential of these technologies in identifying and understanding clandestine social networks.

Sponsor: United States Joint Forces Command

· **Visualization and virtual environments**

– Enhanced Visualization

Acquire and employ hemispherical dome visualization system for M&S applications.

Sponsor: Office of Naval Research

– VTS3 Analysis

Model and visualize overall enterprise architecture for training support system.

Sponsor: United States Army

– Virtual Non-lethal Weapon/Crowd Trainer Development  
Initialize user and technical system requirements and the proposed behavioral modeling approaches for a virtual non-lethal weapon/crowd trainer.

Sponsor: Conceptual Mindworks, Inc.

· **Homeland security, homeland defense, and non-attribution modeling**

– Homeland Defense M&S

Implement simulation of homeland defense scenarios for training, analysis, and decision support.

Sponsor: United States Joint Forces Command

– MMRS Mass Casualty

Develop training and analysis simulation of regional mass casualty events for Metropolitan Medical Response System.

Sponsor: Department of Homeland Security

– Homeland Security Collaborative Environment

Model distributed collaborative interactions concerning homeland security so as to conduct process improvement analysis.

Sponsor: United States Joint Forces Command

– Homeland Security/Disaster Preparedness Modeling, Simulation and Visualization Support

Develop and initial modeling, simulation and visualization operating capability for the Emergency Management, Analysis, Simulation and Training Center.

Sponsor: Virginia Department of Emergency Management

· **Simulation Testing**

– JWARS-JSAF Assessment

Conduct capabilities- and correlation-based assessment of multi-resolution simulation linking JWARS and JSAF.

Sponsor: Lockheed-Martin

– US Army Test & Evaluation

Provide consultancy on simulation, architecture, and net-centricity subjects in the process of establishing an architecture methodology and process for the new test and evaluation concepts of the US Army.

Sponsor: US Army Test & Evaluation Center Directorate(ATEC)

– JNTC, Advanced Training Technology(ATT) Support

Provide research aimed at test and evaluation of software resolutions supporting the objectives of the JNTC, with specific focus on the development of si-

mulation certification methods and techniques and problem analysis.

Sponsor: US Joint Forces Command

- System, Process and Training Analysis & Evaluation Training Range Requirements. Develop a tool to generate and integrate training range usage, implementation, and performance requirements using M&S.

Sponsor: United States Army

- Joint Experimental Deployment and Support Initiative(JxDS) Report Assessment

Evaluate the Joint Logistics Process Enhancement, Joint Test and Evaluation interim final report to determine actionable recommendations on new business rules and new processes.

Sponsor: United States Joint Forces Command

- Technical Survey Analysis

Analyze, both qualitatively and quantitatively, survey and interview data and provide instruction to government personnel on how to create/present survey questions, proper interviewing skills, as well as critique their interviewing skills.

Sponsor: United States Joint Forces Command

- Naval Surface Warfare Center Technology Transition

Define approaches and perform analysis to transition current and emerging technology into Joint military systems.

Sponsor: Naval Surface Warfare Center, Dahlgren/United States Joint Forces Command

- Rapid Scenario Generation: Military Scenario Definition Language

Conduct evaluation of the applicability of the Military Scenario Definition Language(MSDL) for the non military rapid scenario definition elements for military scenario elements within the Joint Semi-Autonomous Forces(JSAP) suite.

Sponsor: Lockheed Martin Corporation

- Joint Non-Lethal Weapons Education and Training Support

Enhance joint non-lethal weapons education and training capability through the development of a future roadmap, several joint courses, JNETC webpage and through the analysis of course critiques to ensure the program is meeting service and joint requirements.

Sponsor: Joint Non-Lethal Weapons Directorate

- Cognitive Task Analysis/Link Analysis

Conduct a cognitive task and link analysis of movements, communications, and personnel interactions to assist in defining life-cycle support requirements for the Trident Submarine Interior Communications Subsystem.

Sponsor: United States Navy (SPAWAR)

· Other Expertise Areas

- UAH Consulting

Consult to new M&S research center on research projects and program development.

Sponsor: University of Alabama in Huntsville

- Joint Experimentation Multi-National Seminar

Organize a multi-national seminar to adapt joint experimentation events to multi-national requirements.

Sponsor: United States Joint Forces Command

- Intelligent Agents for Training in the Future Combat System(FCS)

Provide consultancy regarding the applicability of intelligent software agents architectures and implementation for training purposes in the Future Combat Systems, conducted in collaboration with University of Auburn, AL, in subcontract for Loch Harbour Group.

Sponsor: US Army Research Laboratory (ARL)

## 참고문헌

- [1] 획득프로세스 혁신을 위한 모의기반획득(SBA) 체계 발전 방안, 국방과학연구소, 2006. 12.
- [2] [http://www.dapa.go.kr/open\\_content/internet/images/atg/pdf/008/1-3.pdf](http://www.dapa.go.kr/open_content/internet/images/atg/pdf/008/1-3.pdf)
- [3] [http://www.dapa.go.kr/open\\_content/internet/images/atg/pdf/008/1-1.pdf](http://www.dapa.go.kr/open_content/internet/images/atg/pdf/008/1-1.pdf)
- [4] <http://www.vmasc.odu.edu/rd/selectedresearch.php>
- [5] 윤석준, 시뮬레이션과 시뮬레이터, 선학사, 2002.



### 윤석준

1978~1982 서울대학교 항공우주공학(학사)

1984~1985 Ohio State Univ. 기계공학

1982~1984 서울대학교 항공우주공학(석사)

1985~1990 Univ. of Michigan 항공우주공학(박사)

1990~1998 대한항공 수석연구원

2004~2005 UTRC, USA 책임연구원

1998~현재 세종대학교 항공우주공학 교수

2002~현재 (주)모델심 연구소장

E-mail : sjyoon@sejong.ac.kr