

# SBA 효과도 분석을 고려한 국방 무기체계도입 관리시스템 구조

김형종<sup>†</sup> · 이해영

## Defense System Acquisition Management System Considering SBA Effectiveness Analysis

Hyung Jong Kim<sup>†</sup> · Hae Young Lee

### ABSTRACT

This paper proposes characteristics of management system for defense system development. This research shows how effectiveness of SBA (simulation-based acquisition) can be represented even necessity of SBA is recognized by researchers. To achieve this goal there are two key information, (1)the cost for modeling and simulation and (2) number of trial and error of a certain step in a phase. This paper presents user interface of gathering those two key information and a way of showing the effectiveness of SBA using those two information. In this work, all the data gathering for calculation of effectiveness should be considered as a saving logs. The contribution of this research is in presenting quantitative value representing effectiveness of SBA and proposing a system architecture for deriving the quantitative effectiveness.

**Key words** : Defense System Acquisition, Management System, SBA Effectiveness, Software Architecture, Data Model

### 요 약

본 논문은 SBA 효과도에 대한 이해를 기반으로 국방 무기체계 개발이 어떤 형태로 진행되어야 하는지에 대한 제안을 담고 있다. 이러한 연구가 필요한 이유는 기존의 국방무기체계도입 환경이 SBA의 필요성에 대해서는 인지하고 있으나 이의 적용 시 나타나는 효과에 대해 적절히 제시하지 못하고 있는 데에 있다. 이러한 효과를 제시하기 위해서는 무엇보다 모델링 및 시물레이션 수행 시의 비용에 대한 산정이 어떻게 될지에 대한 연구가 선행되어야 하고 이를 기반으로 무기체계 개발 시 발생하는 비용과 관련한 로그를 기록으로 남기는 과정이 요구된다. 본 논문에서는 이러한 요구사항과 필요성을 기반으로 국방 무기체계도입을 관리하는 시스템의 구조와 구성을 제안하고 이를 기반으로 제안된 시물레이션 시스템을 결과물로 제시한다. 본 연구의 기여점은 그동안 고려되지 못한 SBA의 효과도를 수치적으로 나타내기 위한 방법을 제시하는 데에 있으며 이를 기반으로 국방환경에서 활용 가능한 시스템의 개발을 제안한 데에 있다.

**주요어** : 국방무기체계도입, 관리시스템, SBA 효과도, 소프트웨어 구조, 데이터 모델

## 1. 서론

시물레이션 기반 국방자원 획득(simulation-based acquisition; SBA)은 무기체계의 개발의 각 단계에 모델링 및 시물레이션(modeling and simulation; M&S)을 적용함으로써, 획득비용의 절감, 위험 요소의 최소화 등을 추구한다<sup>[1]</sup>. 모델링 시물레이션은 무기체계 도입의 각 단계별로 적용되어 비용의 절감, 시간의 단축, 품질의 개선

\*본 연구는 방위사업청과 국방과학연구소의 지원으로 수행되었습니다(UD140022PD)

Received: 24 December 2016, Revised: 25 December 2016,  
Accepted: 25 December 2016,

<sup>†</sup> Corresponding Author: Hyung Jong Kim

E-mail: hkim@swu.ac.kr  
Seoul Women's University

및 위험도의 감소를 가져오는 역할을 한다. 그러나 이러한 M&S의 순기능에 대해서 인지를 하고 있으나 실제 이러한 순기능을 갖는지에 대한 확인을 수행하는 지에 대해서는 확인이 어려운 것이 현실이다.

대부분의 M&S의 효과도에 대한 분석은 M&S를 기반으로 모의 훈련을 수행한 후 수행하지 않았을 때와의 차이를 도출하는 형태로 연구가 진행되어 왔다. 하지만 무기체계의 도입환경에서는 이러한 차이를 제시하는 것이 불가능한 경우가 대부분이다. 왜냐하면 대부분의 무기체계 개발 환경에서는 M&S를 필수적으로 하도록 요구하고 있으며 하지 않는 상황에 대한 것은 예측의 부분으로 남아 있기 때문이다.

국방무기체계의 도입 과정은 또한 V 프로세스를 기반으로 추상화 수준이 다른 관점에서 무기체계특성을 살피고 있다. 따라서 M&S의 효과도를 분석하는 과정에서 요구되는 분석의 흐름도 역시 이러한 프로세스를 따르도록 되어 있다. 본 연구에서는 연구진이 기 진행한 RUP모델 기반의 SBA 효과도 검증 환경을 기반으로 이러한 과정에 대한 표현을 제시하고자 한다.

본 연구에서는 국방무기체계 도입과 M&S의 효과도와 관련한 다양한 연구 결과를 기반으로 무기체계 도입을 위한 관리 시스템의 구조를 제안하고 있다. 또한, 이러한 시스템이 도입되는 데에 소요되는 비용에 대해서도 제안을 하고자 한다.

## 2. 관련 내용

### 2.1 RUP

RUP<sup>[2]</sup>는 기존의 폭포수 모델이 갖고 있는 일방향성과 나선형 모델 (Spiral Model)이 갖고 있는 반복성을 갖고 개발의 각 단계를 반복적으로 수행할 수 있는 개발 모델이다. 이 모델의 구현 진행의 각 단계는 요구사항 분석, 설계, 구현, 테스트 과정을 포함하고 있다.

프로젝트 각 단계를 도입(inception), 상세(elaboration), 구축(construction), 이행(transition)으로 구성하고 각 단계별로 요구사항 분석부터 테스트까지의 과정이 담길 수 있도록 되어 있다. 이러한 구성은 무기체계개발 각 단계에 M&S의 전체 프로세스가 담기는 상황을 고려할 때 매우 잘 적용 될 수 있는 구성이다. 비록 RUP 모델의 개념에서는 M&S를 이야기하고 있지 않지만 각 단계별로 만들어지는 시제품들은 사용자가 제품의 개발 전에 해당 제품과 상호작용을 할 수 있다는 점에서 개념적으로는 유사하다고 볼 수 있다.

### 2.2 RUP 모델과 V 프로세스

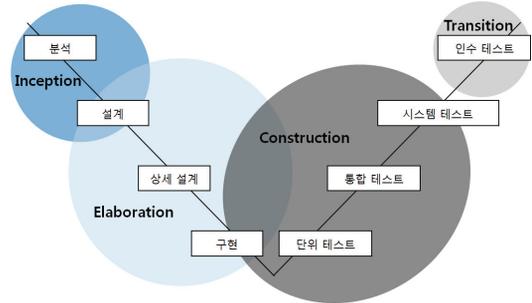


Fig. 1. V process Steps Considering RUP model [3]

앞서 제시한 RUP 모델을 V 프로세스와 연결하여 파악해 보는 것은 국방 무기체계 개발의 단계가 V process를 기반으로 진행된다는 것을 볼 때 나름 의미가 있다. V process의 분석 및 설계는 Inception에 해당하고 설계, 상세설계 및 구현은 Elaboration에 해당하며, 단위 테스트, 통합테스트 및 시험테스트는 Construction에 해당한다. 마지막으로 인수 테스트는 Transition에 연결된다. 이러한 연결은 곧 V process 내에서 M&S가 진행되는 것을 고려할 때 매우 RUP 모델 기반의 SBA 데이터 수집이 적정함을 알 수 있다.

### 2.3 미국의 국방 소프트웨어 개발에 대한 정보 수집 방법

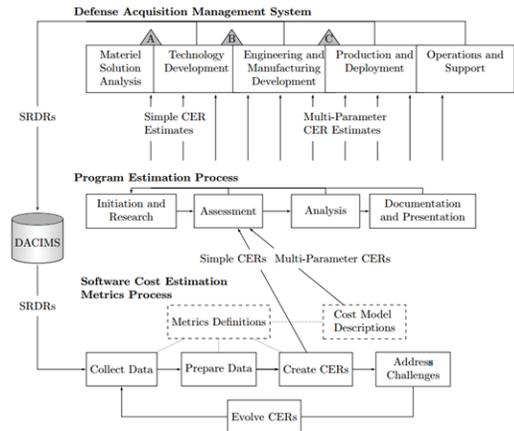


Fig. 2. U.S. Defense System Cost Management Flow [4]

미국 국방 환경의 무기체계 개발 단계를 관리하는 시스템 구조를 Fig. 2에서 보여주고 있다. 각 단계별로 주

요 마일스톤에 대해서 자동으로 정보가 수집되어 DACIMS에 정보가 전달 및 저장되게 되어 있다. 이러한 환경에서 무기체계를 위한 소프트웨어의 비용에 대한 계산을 지원해 주는 프레임워크가 존재하여 전체적인 국방 무기체계 시스템 개발의 비용정보가 저장되게 된다. 이러한 계산을 지원해주는 데에는 소프트웨어 관점에서는 시스템의 코드 라인수 혹은 Function Point 등의 값이 활용되는 것이 일반적이며 이러한 정보들이 개발자의 투입공수와 일정부분 일치됨은 [4]에서 데이터를 통해서 보여주고 있다.

국내의 경우 이러한 구조를 갖는 시스템의 구축이 절실하며 이를 기반으로 국방 환경에서의 SBA에 대한 비용 정보 수집이 요구된다. 본 연구에서는 SBA 효과도 분석에 대한 수집 정보 및 특성에 대한 이해를 기반으로 RUP 및 V process를 고려한 국방 무기체계 도입 관리시스템의 구조를 제안하고자 한다.

### 3. 국방무기체계도입 관리 시스템 입력정보

#### 3.1 국방 무기체계 도입 관리시스템 요구사항

SBA의 효과도 분석 및 무기체계도입과 관련한 전문가들과의 협력을 통해서 얻게된 국방 무기체계 도입 관리시스템은 다음과 같은 요구사항을 갖는다.

- [Requirement #1] 국방 무기체계 도입의 각 과정의 소요경비가 의무적으로 혹은 자동으로 입력되어서 SBA 효과도 분석의 데이터의 부재가 없도록 하기 위한 제도적 의무화가 필요하다.

- [Requirement #2] 입력에 요구되는 시간이 상대적으로 적게 소요되어야 하며 복잡한 데이터의 입력보다는 자동로그가 저장되는 형태로 진행되어야 한다.

- [Requirement #3] M&S를 위하여 소요되는 비용에 대한 정보를 입력할 때에 이를 위한 별도의 절차를 정의하기를 권하며 해당 절차 역시 무기체계개발의 특정 절차와 동등한 수준의 비용입력이 필요하다.

- [Requirement #4] M&S에서 요구하는 모델링의 목적 혹은 상세성의 내용을 기반으로 자체적으로 모델 설계 및 개발 비용을 계산할 수 있는 기술의 적용이 필요하다.

#### 3.2 무기체계 도입의 단계별 비용입력 체계 정의

##### 3.2.1 비용 입력에 대한 논의 (Requirement #1, 2)

무기체계의 도입에 있어서 각 단계별 비용 입력부분에 대해서 이미 [3]에서 명시된 데로 RUP 모델을 기반으로

입력받는 환경의 정의가 적절하다고 판단된다. 이러한 판단의 근거 중 하나로 월별 투입공수 (man-month)에 대한 고려가 있었으며 해당 내용이 너무 단순하지 않나 하는 고려가 있었다. 이에 대해 본 연구에서는 기존 연구 [4]의 분석 중 국방분야 소프트웨어 비용산정에 대한 연구내용을 확인을 통해 이의 적정성을 파악하였다. 또한, [5]의 연구내용을 기반으로 무기체계의 비용산정에 고비용이 소요되는지를 판단하는 요소에 대해 개발대상 무기체계의 중량, 공학적난이도, 제조복잡도, 신규설계 비율, 직접 노무비 및 일정 영역이 있음을 파악하였다.

본 연구에서는 중량/공학적난이도/제조복잡도에 대해서는 해당 비용을 직접비, 엔지니어링 비용 및 간접비로 추상화하여 반영하였다. 또한, 신규설계 비율의 경우 해당 사항이 추가될 때 마다 결국 추가 전문인력이 투입되는 것으로 파악하고 이를 앞에서 제시한 월별 투입공수 (man-month)로 명시하여 나타내었다. 아래 표 1은 이러한 사상 관계를 명시하고 있다.

**Table. 1** Mapping of Core Factors in Defense System Development with Proposal

무기체계 개발 비용평가 핵심 변수	SBA 효과도 분석시스템의 해석
개발대상 무기체계의 중량	직접비
공학적난이도	엔지니어링 비용
제조복잡도	엔지니어링 비용
신규설계 비율	월별 투입공수
직접 노무비 및 일정	월별 투입공수 및 기간

##### 3.2.2 데이터입력방법에 대한 논의 (Requirement #1, 2)

본 연구에서 제시하는 데이터입력 방법은 자동입력 혹은 매우 적은 노력으로 입력되는 것을 지향한다. 이를 위해서 인터페이스를 다음과 같은 원칙으로 만드는 것을 요구한다.

- 데이터의 단순화 하고 입력과정에서 사용자의 입력 결과가 바로 반영되어 사용자가 입력의 결과를 확인하는 형태가 되도록 하는 것이 필요하다. 이를 통해 사용자가 자신의 입력이 갖는 의미를 즉시 파악할 수 있다.

- 물리적 위치에 상관없이 데이터를 입력할 수 있도록 하기 위한 모바일 앱 혹은 모바일 웹으로부터의 접근이 가능해야 한다. 이러한 구조로 가기위하여 클라우드 컴퓨팅 환경을 적용할 수도 있다.

- 단순히 프로젝트 ID만을 통해서 데이터를 불러오고

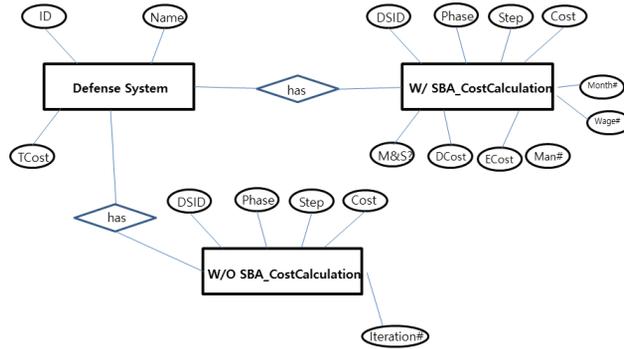


Fig. 3. Database Structure for SBA Effectiveness Analysis

저장할 수 있는 구조를 만드는 것도 중요하다. 이러한 구조를 통해서 사용자는 복잡한 입력이 아닌 ID 하나로 모든 값을 조회하고 저장 할 수 있게된다.

3.2.3 M&S 관련정보의 입력 (Requirement #3, 4)

무기체계도입과 관련하여 M&S 비용의 입력은 핵심적인 요구사항으로 볼 수 있다. 이를 위한 연구로서 [3]에서 제시한 RUP 모델 기반의 입력체계는 무기체계 도입 과정에서 M&S와 관련한 정보를 입력하기 위한 좋은 체계로 고려대상이 된다. 또한, 한 가지 더 고려할 수 있는 방법으로 M&S 비용을 자동으로 입력하기 위한 [6][7][8]에서 제시된 모델비용 데이터베이스를 활용할 수도 있다.

3.3 무기체계 도입의 단계별 비용 데이터구조  
단계별 비용이 입력이 되기 위해서는 적절한 데이터베

이스의 설계가 필요하다. 본 연구에서는 무기체계 각 단계에 대한 비용의 입력 결과를 저장하기 위한 데이터베이스의 구조와 [6][7][8]에서 명시해 준 정보들을 기반으로 한 데이터베이스의 구조를 Fig. 3과 같이 제안한다.

이러한 비용과 관련된 데이터베이스를 기반으로 사용자의 입력이 저장되고, 저장된 정보를 기반으로 SBA의 효과도에 대한 정보를 가지적으로 볼 수 있다.

4. 국방무기체계도입 관리 시스템 구조

Fig. 4는 SBA 효과도 분석을 위한 정보시스템의 구조를 보여주고 있다. 3.3절에서 명시한 데이터베이스를 중심으로 [3]에서 제시된 RUP기반의 정보입력환경을 활용하며, [6][7][8]에서 제시된 M&S 비용산정기술이 활용된

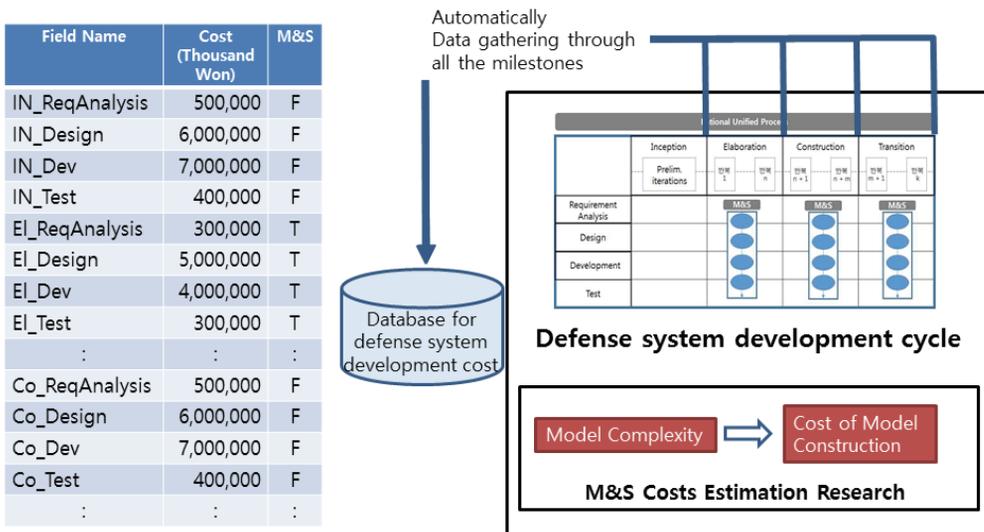


Fig. 4. Architecture for Cost Management of Defense System Development Considering SBA Effectiveness Analysis

다. 이러한 구성을 통해서 무기체계의 개발 전단계의 입력이 가능한 시스템구조를 만들게 된다. 데이터베이스의 정보에는 계산된 비용정보 뿐만아니라 해당 단계가 M&S인지 아닌지를 명시하는 필드가 존재한다. 해당 값은 추후 SBA의 효과도분석을 위해서 활용되는 정보로서 만일 이 값이 F인 경우 실 무기체계를 개발하는 데에 소요된 비용이며, T인 경우 M&S를 진행하는 데에 소요된 비용임을 알 수 있다.

이러한 시스템 구조를 기반으로 본연구에서 제안하는 국방무기체계관리시스템은 SBA의 효과도를 명시하기 위한 것이다. SBA의 효과도의 다른 말은 M&S의 효과에 대한 것으로서 본 연구에서는 이를 시행착오의 최소화에 두었다. 즉, M&S를 수행함으로써 시행착오가 줄어들어 전체 무기체계의 개발비용이 감소하는 것이다.

이러한 예측을 수행하는 데에 핵심이 되는 요소로서 앞서 명시한 M&S 비용의 경우 그 값이 큰 경우 효과를 낮추는 요소이고, M&S를 실행하지 않은 경우 시행착오가 나타날 수 있는 특정 개발 단계에서의 시행착오 횟수

를 낮추는 것은 효과를 높이는 요소라고 할 수 있다. 즉, 본 연구를 통해서 제시되는 국방무기체계관리시스템은 (1) M&S 비용, (2) 시행착오예측 단계를 효과도 분석의 핵심으로 보는 것이다.

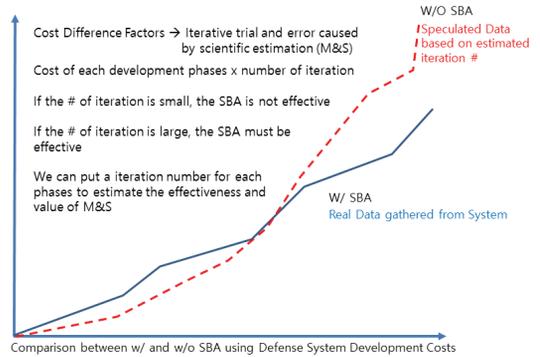


Fig. 5. Representation of SBA Effectiveness

Fig. 5.에서는 SBA를 활용하는 경우를 실선으로 명시

**DefSys ACES**  
with M&S Rol Speculation

INCEPTION   ELABORATION   CONSTRUCTION   TRANSITION   RESULT SPECULATION

### Modeling & Simulation

Requirement analysis ▾

Num-emp : 연구원 수   persons

Work-Hour : 작업시간   hours

Unit-Wages : ₩   단위 임금

Total Direct Labour Expenses : ₩

Iteration : 0

Overhead Charge : 간접비   %   ₩

Engineering Cost : 기술비   %   ₩

Projected Cost : ₩

SUBMIT >

no	step	num_emp	work hour	unit	overhead_pct	engineering_pct	projected_cost
1	Requirement	3	200	15000	20	30	13500000
2	S/I	3	130	15000	20	30	8775000
3	Requirement	2	100	15000	20	30	4500000

Delete No : 삭제할 번호

DELETE
REFRESH

Fig. 6. User Interface for Gathering M&S Cost

Phase	Step	Total Cost	Iteration #	
Inception	Requirement Analysis	7,525,000	Iteration 1	확인
Elaboration	Requirement Analysis	9,750,000	Iteration 3	확인
Elaboration	Design	24,000,000	Iteration 3	확인
Construction	Design	18,875,000	Iteration 2	확인
Construction	Development	33,625,000	Iteration 3	확인
Construction	Test	4,150,000	Iteration 1	확인
Transition	Development	4,150,000	Iteration 1	확인
Transition	Test	12,500,000	Iteration 1	확인

Fig. 7. User Interface for Gathering Number of Trial and Error

하고 SBA 없이 무기체계를 개발한 경우를 점선으로 명시하였다. 기본적으로 M&S를 수행하게 되면 처음 계획 단계 즉 도입(Inception)에서 비용이 상대적으로 많이 소요되게 되지만, 프로젝트가 진행되면서 점점 소요비용이 감소하는 것을 제시할 수 있다. 이러한 관계를 그래프를 통해서 명시함으로써 무기체계 도입 관리자는 (1) M&S

비용, (2) 시행착오예측 단계에 대한 고려를 기반으로 M&S에 투입되는 비용을 계산해 볼 수 있게 된다.

이러한 파라미터의 구성을 통해서 사용자는 (2) 시행착오예측 단계의 시행착오 횟수를 입력하도록 하여 해당 입력결과를 기반으로 SBA가 효과가 있는지 혹은 없는지에 대한 판단을 할 수 있게 된다.

### Result Speculation

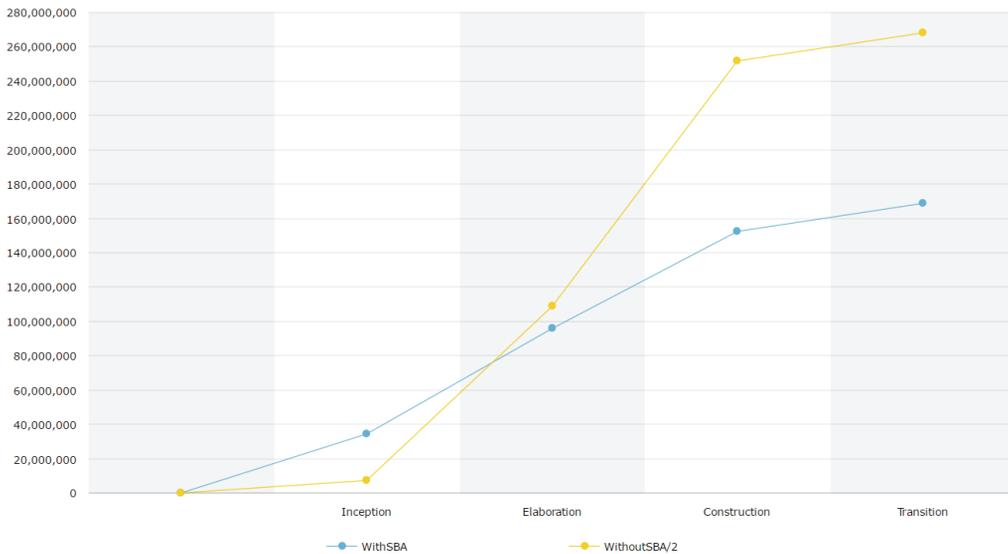


Fig. 8. M&S 비용 및 시행착오예측을 통한 비용변화

## 5. 사용자 인터페이스 환경의 구현

앞서 설명한 M&S 비용의 입력과 시행착오 단계에 대한 입력을 위한 사용자 인터페이스가 어떻게 구성되는지를 설명하고자 한다.

Fig. 6은 M&S 비용을 입력하기 위한 화면이다. 해당 화면을 통해서 M&S를 수행하는 데에 요구되는 비용을 입력하게 된다.

Fig. 7는 시행착오 횟수를 입력하는 화면으로서 각 열의 이름을 보면, RUP 모델의 Phase와 각 Phase 별 Step을 명시하고 있다. 각 Phase-Step 별로 사용자가 입력한 비용정보가 입력되어 있다. 사용자는 해당 정보를 기반으로 M&S를 수행하지 않을 때 반복이 예상되는 Phase-Step에 횟수를 입력하게 된다.

Fig. 6과 Fig. 7의 입력정보를 기반으로 SBA를 활용한 경우와 그렇지 않은 경우에 대한 상황을 Fig. 8에서 보여주고 있다. 그림에서 보듯이 Inception단계까지는 적은 비용으로 진행되던 프로젝트가 특정 Phase-Step의 반복으로 인하여 급격히 비용이 증가하여 결과적으로 최종 비용이 역전되는 것을 볼 수 있다.

## 6. 결론 및 무기체계도입 관리시스템 구조 제안

본 논문에서는 SBA의 효과도의 분석을 고려한 국방 무기체계도입 관리시스템을 제안하고 있다. 해당 시스템이 가져야하는 데이터 입력에 대한 요구사항 및 M&S 비용산정에 대한 특징들을 명시하였다. 특히, 이러한 분석을 위해서 요구되는 2가지의 정보로 다음 2가지를 제시하고 이 두 가지 핵심 정보를 기반으로 사용자 인터페이스를 개발하여 이를 운영하는 것을 보였다.

**(1) M&S 비용 - SBA를 수행함에 있어 핵심 프로세스인 모델비용의 입력 화면을 통해 모델의 개발 및 테스트 각 단계의 비용을 수집**

**(2) 시행착오예측 단계 - M&S의 효과를 시행착오의 감소로 정의하고 M&S가 없을 시 반복 확률이 있는 단계를 정의**

본 연구결과는 향후 국방분야의 무기체계도입 관리시스템의 구축에 활용될 수 있을 것을 기대한다. 본 연구의 결과는 단순한 상관관계의 표현이지만 이러한 상관관계의 정의를 통하여 특정한 무기체계의 개발 완료 시에 입력된 비용정보를 기반으로 허용 가능한 적정 수준의 시행착오에 도출이 가능하다. 현재 데이터베이스 구조 역시

현재 수준보다 좀 더 세부적인 단계의 표현을 통해 시행착오예측에 대해 세부적인 표현이 가능해질 것이다.

## References

1. Sanders Patricia, "Simulation Based Acquisition: An Effective, Affordable Mechanism for Fielding Complex Technologies", OUSD(A&T), 3. 1999.
2. Jacobson, L., Booch, G., and Rumbaugh J., The Unified Software Development Process, Rational Software Corporation, Addison-Wesley, 1999.
3. HyunJu Cha, Hyung Jong Kim and Hae Young Lee, "RUP Model Based SBA Effectiveness Analysis by Considering the V Process and Defense Simulation Hierarchy", Journal of Korean Simulation Society, Vol. 24, No. 3, 55-60
4. Bradford Clark and Raymond Madachy, "Software Cost Estimation Metrics Manual for Defense System", USC CSSE Annual Research Review 2015, May-2015
5. Sung-Jin Kang, Defense R&D Project Cost Management and Cost Evaluating Techniques by Phases Using the PRICE Mode, Korean Journal of Policy Analysis and Evaluation, Vol. 15, No. 4, 2005, pp. 1~28
6. Hae Young Lee, Hyung-Jong Kim, Jiwon Seo, and Hyunju Cha, "Model for the Effectiveness Estimation of Simulation-Based Acquisition by Considering the Value of Modeling and Simulation", Advanced Software Engineering & It's Applications 2014, 2014. 12
7. Hae Young Lee, So Jin Lee, Hyung-Jong Kim, and SeungHyun Byun, "Regression Analysis-Based Cost Estimation of Simulation Models in Model Cost Database", Proceedings of the 15th Asia Simulation Conference, 2015. 11
8. Hae Young Lee, So Jin Lee, SeungHyun Byun, and Hyung-Jong Kim "Model Cost Database for SBA Effectiveness Evaluation", Proceedings of Advanced Software Engineering & It's Applications 2016, 2016. 11



**김형중** (hkim@swu.ac.kr)

1996 성균관대학교 정보공학과 공학사  
1998 성균관대학교 정보공학과 공학석사  
2001 성균관대학교 전기전자 및 컴퓨터공학과 공학박사  
2001~2007 한국정보보호진흥원 수석연구원  
2004~2006 미국 Carnegie Mellon University CyLab Visiting Scholar  
2007~현재 서울여자대학교 정보보호학과 부교수

관심분야 : 취약점 분석 및 모델링, 이산사건 시뮬레이션 방법론

---



**이해영** (haelee@swu.ac.kr)

2003 성균관대학교 정보통신공학부 학사  
2009 성균관대학교 컴퓨터공학과 박사  
2009~2013 한국전자통신연구원 CPS연구실 선임연구원  
2013 서울여자대학교 정보보호학과 조교수

관심분야 : 모델링 및 시뮬레이션, 가상-물리 시스템, 정형 검증, 무선 센서 네트워크