

# 계층적 RAM 시뮬레이션 모델 프레임워크

## A Hierarchical RAM Simulation Model Framework

김혜령\*

Hye-Lyeong Kim

최상영\*

Sang Yeong Choi

### Abstract

In this paper, we propose a hierarchical RAM simulation model framework which are used to analyze the RAM specifications on the concept refinement phase. The hierarchical RAM simulation model framework consists of RAM simulation models, class library and each model's input and output data lists. The hierarchical RAM simulation models are co-operated with 3 kinds of model - type I, II, III. Type I, II models are used to analyze the target operational availability and Type III is used to establish the initial RAM specifications. Each model's input and output data lists are defined by considering each model's purpose of RAM analysis. The class library is arranged with each model's classes for implementing the hierarchical simulation models. The proposed framework may be applied for executing the RAM activities effectively.

Keywords : RAM(Reliability, Availability, Maintainability), Ao(Operational Availability), MTBF/MKBF/MRBF(Mean Time/Kilometer/Round Between Failure), MTTR(Mean Time To Repair)

### 1. 서론

무기체계 개발 초기 단계에서 RAM(Reliability, Availability, Maintainability) 목표값을 논리적으로 설정하는 것은 무기체계의 전투준비태세를 유지하고, 무기체계의 신뢰도를 향상시키기 위한 대안을 선택할 때 도움을 준다. RAM 업무는 소요요청 단계에서 목표 운용가용도 설정에서부터 시작한다. 목표 운용가용도는 무기체계 지원성(supportability) 측면에서 사용자 요구사항으로 운용가용도의 목표치이다. 목표 운용가용

도는 소요결정 이후 선행연구, 탐색개발, 체계개발 단계에서 RAM 목표값 설정 및 분석의 기준이 된다. 그래서 초기 RAM 목표값 설정은 무기체계 획득 과정에서 매우 중요하다. 그러나 소요기획 및 선행연구 단계에서 목표 운용가용도를 비롯하여 RAM 목표값 설정을 위해 활용할 수 있는 도구가 전무한 실정이다. 무기체계 개발에 있어서 RAM 분석을 위해 RELEX, RAMSim 등과 같은 모델을 활용하고 있지만 대부분 공학 수준의 모델로서 체계개발 단계에서 활용하고 있다.

그러므로 소요기획 및 선행연구 단계에서 RAM 업무를 효과적으로 수행할 수 있도록 지원하는 RAM 분석 모델 개발이 필요하다. RAM 업무는 무기체계 소요기획 및 획득 과정이 진행되면서 RAM 업무 목표와

† 2009년 10월 9일 접수~2010년 1월 8일 게재승인

\* 국방대학교(Korea National Defense University) 국방과학부 책임저자 : 김혜령(yu2ki@hanmail.net)

분석의 깊이가 달라지며, 분석에 활용할 수 있는 자료의 수준도 다르다. 따라서 하나의 모델로 무기체계 획득 전 단계에서 활용하는 것이 제한되며, 단계별 분석 목적에 맞게 적용할 수 있는 모델을 개발해야 한다.

이에 따라 본 논문에서는 소요기획 및 선행연구 단계에서 RAM 업무를 수행하는데 활용할 수 있는 계층적 RAM 시뮬레이션 모델 개념을 제안한다. 제안하는 계층적 RAM 시뮬레이션 모델은 3개의 구성 모델이 협력적으로 운용된다. 그리고 소요기획 및 선행연구 단계에서 확보 가능한 수준에서 각 구성 모델의 입력 자료를 정의하고, 적용 단계의 RAM 업무 목적을 달성할 수 있도록 출력자료를 제시한다. 또한 계층적 RAM 시뮬레이션 모델을 구현할 때 참고할 수 있는 클래스 라이브러리를 제안한다.

본 논문에서는 계층별 RAM 시뮬레이션 모델과 구성 모델의 입력 및 출력자료 항목, 클래스 라이브러리가 3가지를 RAM 시뮬레이션 모델 개발과 사용을 위한 참조 틀로써 계층적 RAM 시뮬레이션 모델 프레임워크라고 한다.

계층적 RAM 시뮬레이션 모델 프레임워크에 포함된 RAM 분석에 필요한 입력자료와 출력자료는 구성 모델별로 구분된다. 클래스 라이브러리는 계층적 RAM 시뮬레이션 모델 구현을 위한 S/W 클래스 참조 셋으로 클래스를 재사용하거나 확장하여 컴포넌트기반의 S/W 개발이 가능하도록 한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서 무기체계 수명주기 동안 이루어지는 RAM 업무와 RAM 목표값 설정과 관련한 기존의 연구를 고찰한다. 3장에서는 계층적 RAM 시뮬레이션 모델 프레임워크 구성에 대하여 설명한다. 4장에서는 계층적 RAM 시뮬레이션 모델의 모의 개념을 설명한다. 5장에서는 계층적 RAM 시뮬레이션 모델의 구성 모델별 입력 및 출력자료 항목을 정의한다. 6장에서는 계층별 RAM 시뮬레이션 모델 구현 방안을 제시한다. 그리고 7장에서 결론을 맺는다.

## 2. RAM 관련 기존 연구 고찰

RAM 업무는 Fig. 1과 같이 무기체계 수명주기 동안 이루어진다. 소요기획 단계에서는 RAM 목표값 관리가 이루어진다. 이 단계에서는 무기체계의 작전요구 성능과 운용/정비환경을 고려하여 무기체계 운용개념

을 충족시키기 위해 요구되는 목표 운용가용도를 설정한다. 선행연구 단계에서는 소요기획 단계에서 제시한 운용가용도를 기초로 운용유지비를 최소로 하는 체계 신뢰도와 정비도 목표치를 설정한다. 탐색개발 단계에서는 RAM 설계 관리가 이루어진다. 이전 단계에서 설정된 RAM 목표값을 기준으로 하위품목에 대하여 RAM 값을 할당하고, 고장유형 및 영향분석(FMEA : Failure Mode and Effects Analysis)/고장계통분석(FTA : Fault Tree Analysis) 등을 수행하며, 체계의 RAM 값을 예측하여 RAM 목표값 충족 가능성을 검토한다. 체계개발 단계에서는 종합군수지원요소(ILS : Integrated Logistics Support) 개발관리가 이루어진다. RAM 분석 자료를 생성하고 이를 바탕으로 군수지원 분석(LSA : Logistics Support Analysis)을 하여 종합군수지원요소를 획득한다. 운영유지 단계에서는 무기체계의 야전 운용 및 정비제원을 수집하고 관리한다.

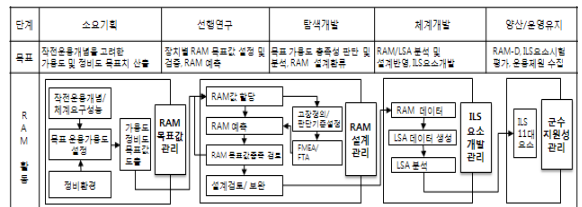


Fig. 1. 무기체계 수명주기 동안 RAM 업무<sup>[3]</sup>

무기체계 획득과정에서 RAM 목표값을 설정하는 방법은 크게 세 가지가 있다.

첫 번째는 유사장비 RAM 제원을 기초로 운용환경과 기술발전 추세를 고려하여 전문가 평가로 RAM 목표값을 설정한다. 이때의 RAM 목표값은 기존 무기체계에 대한 개선 요구수준으로 비교적 간단하게 산출할 수 있다. 하지만 새로운 개념의 무기체계의 경우 전문가 평가 기법을 적용하는 것은 참고할 수 있는 대상이 거의 전무하며, 검증이 어렵다.

두 번째는 운용형태종합 및 임무유형(OMS/MP : Operational Mode Summary/Mission Profile)을 근간으로 수식모델로 계산하는 것이다. OMS/MP는 무기체계의 임무는 무엇이며, 어떻게 사용될 것인가를 체계적이고 정량적으로 분석하여 운용형태 및 임무별 필수임무기능의 구체적인 운용량을 기술한 문서이다. 이것을 기초로 무기체계의 총가동시간과 총불가동시간요소를 산정하여 운용가용도를 계산한다. 이한규(2000)는 미래전차 RAM 목표값 설정에 관한 연구에서 유사

장비의 운용제원을 기초로 미래 전차의 OMS/MP를 작성하여 RAM 목표값을 계산하였다. 이 밖에도 한국형 다목적 헬기(2002), 중거리 대전차 무기(2008) 개발 시 OMS/MP를 작성하여 RAM 목표값을 설정하였다. OMS/MP 기반의 수식모델은 정비자원을 고려하지 않으며, 확정적인 결과 값을 제시하는 한계가 있다.

세 번째는 시뮬레이션 모델을 활용하는 것이다. 시뮬레이션 모델은 확정적인 결과 값을 산출하는 수식 모델을 보완하여 다양한 조건을 고려한 가운데 RAM 관련 인자의 변화에 따른 RAM 값 분석이 가능하다. 국내에서 활용하고 있는 RAM 분석 모델로는 RELEX와 RAMSim 등이 있다. RELEX는 미 국방부의 MIL-HDBK-217F의 전기/전자, 통신장비 등에 대한 신뢰도 예측자료를 기초로 체계의 신뢰도를 예측하는 모델이다. 탐색개발 및 체계개발 단계에서 무기체계 개발 업체는 RELEX를 활용하여 RAM 값을 예측하고 있다. 그러나 RELEX는 예방정비 효과와 정비 및 보급지원에 소요되는 자원 등에 대해서는 고려하지 않는다.

RAMSim은 국방과학기술연구소에서 개발한 것으로 정일한(2008)은 RAMSim을 활용하여 가상의 전차 RAM 목표값 설정한 바 있다<sup>[5]</sup>. RAMSim은 무기체계 운용형태와 비대칭적인 정비자원 배치 구조, 다양한 고장분포 및 정비함수를 고려하여 RAM 분석을 한다. 그러나 RAMSim은 RELEX와 마찬가지로 최하위 부품의 제원을 기초로 체계의 신뢰도를 예측하므로 체계 구조 개념이 정립되지 않은 소요기획 및 선행연구 단계에서 활용하는 것이 제한된다.

이밖에 하형호(2003), 박상근(2007)은 ARENA를 이용하여 운용가용도 분석과 함께 장비교체시기 및 수리부속 인가량 설정 등 군수지원성 분석 연구를 하였다.

이와 같이 초기 RAM 목표값 설정 단계에서는 주로 OMS/MP를 기반으로 하는 수식 모델을 적용하고 있으며, 탐색개발 및 체계개발 단계에서 RAM값 할당 및 예측과 군수지원성 분석의 용도로 RAM 분석 모델을 사용하고 있다.

### 3. 계층적 RAM 시뮬레이션 모델 프레임워크 구성

기존의 수식 모델을 보완하여 소요기획 및 선행연구 단계에서 객관적인 RAM 목표값을 설정하는데 활용할 수 있는 시뮬레이션 모델 개발이 필요하다. 계층적 RAM 시뮬레이션 모델 프레임워크는 이러한 RAM

분석 모델 개발과 운용을 위한 참조 틀이다. 계층적 RAM 시뮬레이션 모델 프레임워크는 Fig. 2에서 보는 바와 같이 소요기획 및 선행연구 단계에서 활용할 수 있는 계층적 RAM 시뮬레이션모델과 각 구성 모델의 입력 및 출력자료, 구성 모델들을 개발할 때 참고할 수 있는 클래스 라이브러리로 구성된다. 클래스 라이브러리는 구성 모델 구현에 필요한 클래스를 제공하며, S/W 아키텍처를 기초로 구현한다.

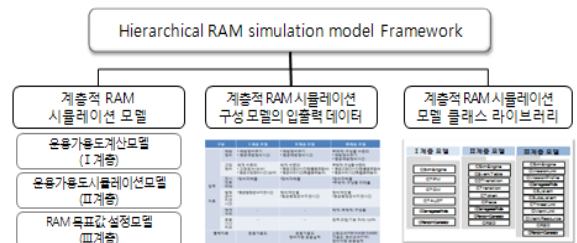


Fig. 2. 계층적 RAM 시뮬레이션 모델 프레임워크 구성

계층적 RAM 시뮬레이션 모델은 소요기획 단계와 선행연구 단계에서의 RAM 분석 목적과 가용한 자료에 따라서 계층적으로 구분한다. 여기서 계층적이라는 함의 RAM 업무가 진행되면서 가용한 자료가 많아지고 분석의 관점이 넓어지므로 모델의 모의수준에 따라 계층별로 구분하여 운용되기 때문이다. 입력자료는 계층적 RAM 시뮬레이션 모델을 통하여 실세계를 모의하는 객체에 대한 속성 값으로 설계 단계에서 S/W 구현을 위한 클래스 변수로 정의된다. 구성 모델의 계층수준이 높아지면서 모의수준은 정밀해지고 모델의 클래스 변수와 함수는 세분된다. 이에 따라 하위 계층 모델의 구현 클래스는 상위 계층 모델을 구현할 때 재사용되거나 확장된다.

계층적 RAM 시뮬레이션 모델은 Fig. 3과 같이 3개의 모델로 구성된다. 소요기획 단계의 RAM 업무 목표는 목표 운용가용도와 정비소요를 제시하는 것이다. 이때는 운용가용도 계산 모델(I계층 모델)과 운용가용도 시뮬레이션 모델(II계층 모델)을 사용한다. 선행연구 단계에서는 무기체계 운용개념과 체계 구조가 구체화되는 가운데 신뢰도, 가용도, 정비도를 설정한다. 이때는 RAM 목표값 설정모델(III계층 모델)을 사용한다.

I계층 모델의 출력자료는 운용가용도(Ao)이며, 이는 전투준비태세율을 분석할 때 활용한다. II계층 모델을 사용하여 운용가용도를 검증하며, 입력자료로 활

용하였던 평균고장간시간(MTBF : Mean Time Between Failure)과 평균수리시간(MTTR : Mean Time To Repair)은 III 계층 모델의 부체계 평균고장간시간과 평균수리시간을 할당할 때 기초자료가 된다. 그리고 I, II 계층 모델의 운용가용도는 III계층 모델을 사용하여 RAM 목표값을 설정할 때 절충(trade-off) 기준선이 된다.

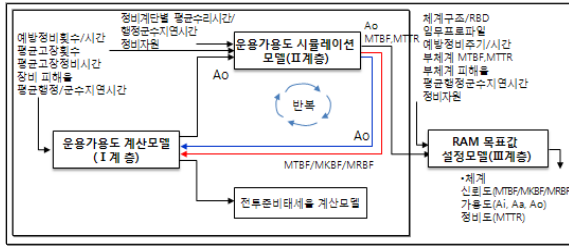


Fig. 3. 계층적 RAM 시뮬레이션 구성 모델간의 관계

이와 같이 계층적 RAM 시뮬레이션 모델은 구성 모델간의 입력 및 출력자료를 연계하여 계층적으로 운용되며, 이전 단계의 모델 출력자료와 비교 분석할 수도 있다.

#### 4. 계층적 RAM 시뮬레이션 모델 개념

##### 가. 운용가용도 계산 모델(I계층 모델)

I 계층 모델은 운용가용도를 계산에 필요한 시간요소값을 추정하여 운용가용도를 계산한다. I계층 모델의 주요 객체는 RAM 분석 대상인 무기체계이며, 체계의 예방정비 및 고장정비 정보로 구성된다.

운용가용도 계산에 필요한 시간요소는 총시간(TT : Total Time), 총가동시간(TUT : Total Up Time), 총불가동시간(TDT : Total Down Time)이며, 운용가용도 계산식은 식 (1), 식 (2)이다.

총시간은 운용가용도 분석 대상시간으로 전시 작전 시간 혹은 평시 365일이다. 총가동시간(TUT)은 운용 시간(OT : Operational Time), 경계시간(AT : Alert Time), 대기시간(ST : Standby Time)으로 구성된다. 총불가동시간은 총예방정비시간(TPM : Total Preventive Maintenance time), 총고장정비시간(TCM : Total Corrective Maintenance time), 총행정/군수지원시간(TALDT : Total Administrative and Logistics Down Time)으로 구성된다. 총불가동시간은 정비규정과 유사

장비의 운용제원을 기초로 연간 예방정비횟수 및 예방정비시간, 연간 고장횟수 및 평균수리시간, 평균행정/군수지원시간을 추정하여 계산한다.

$$A_o = \frac{TUT}{TUT + TDT} \tag{1}$$

$$\begin{aligned} TUT &= OT + AT + ST \\ TDT &= TPM + TCM + TALDT \end{aligned}$$

무기체계의 운용 시나리오가 구체적으로 정립되지 않은 단계에서 운용시간, 경계시간, 대기시간을 명확하게 구분하는 것이 어렵다. 그러므로 총시간과 총불가동시간의 관계식으로 운용가용도 계산한다. 총가동시간은 총시간에서 총불가동시간을 뺀 시간으로  $TUT = TT - TDT$ 이므로 식 (1)을 다시 쓰면 식 (2)와 같다.

$$A_o = \frac{TT - TDT}{TT} \tag{2}$$

운용가용도는 전시와 평시에 대해서 각각 산정한다. 전시와 평시 모두 운용가용도 계산에 필요한 시간요소는 동일하다. 그러나 전시에는 전투피해에 따른 정비소요가 발생하므로 기존의 유사장비 피해율 분석 자료를 기초로 전시 정비소요를 판단하고, 이에 따른 수리복구시간을 총불가동시간에 추가하여 전시 운용가용도를 계산한다.

##### 나. 운용가용도 시뮬레이션 모델(II계층 모델)

II계층 모델은 운용가용도 설정과 정비소요 판단을 지원한다. II계층 모델의 주요 객체는 대상 무기체계, 해당 무기체계에 대한 예방 및 고장정비지원 절차 그리고 정비지원에 필요한 정비자원이다. 정비자원은 수리부속, 정비인력, 정비용 장비, 정비시설이 있으며, II계층 모델은 정비인력만 고려한다. II계층 모델은 정비자원이라는 제약사항을 고려하며, 정비계단별로 정비업무와 정비자원을 배분하여 반복적으로 모의실험을 한다.

II계층 모델은 크게 무기체계와 정비지원 절차에 대

1) 육군, 해군, 공군의 분석모델을 활용하여 작전기간 동안의 주요 장비에 대한 피해를 분석한 자료로 “K-2008 전시 지상군 장비손실률(육군본부, 2005)”, “전시 함정/항공기 및 탑재장비 피해율 K-2008(해군본부, 2005)”, “K-2008 항공기 손실률 연구(공군본부, 2005)”가 있다.

해서 모델링하며, 정비지원 절차는 Petri-net 기반으로 모델링한다. 체계에 고장정비 혹은 예방정비와 같은 정비사건이 발생하고, 이에 대하여 정비 수행절차를 Petri-net 형식론으로 모델링한다. Petri-net은 활동대기 장소(place), 활동에 필요한 자원(token), 활동 전이 조건(transition)과 전이방향(directed arc) 4가지로 정비 체계를 표현한다<sup>[1],[11]</sup>.

체계에 고장정비 또는 예방정비와 같은 정비사건(event)이 발생하면, 사건을 처리할 정비계단을 판단하고 해당 정비부대의 정비대기 장소로 전이한다. 그리고 정비자원이 충족되면 정비 실행 상태로 전이하고, 평균수리시간이 경과하면 정비 완료 상태로 전이한다. 이러한 일련의 절차를 무기체계, 정비자원, 정비대기 큐(queue), 정비계단 판단 조건, 정비 실행 조건, 정비 완료 조건 등으로 구분하여 Petri-net 형식론으로 모델링한 후 S/W로 구현한다.

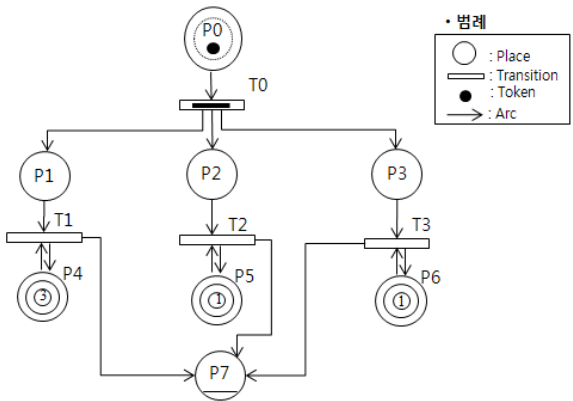
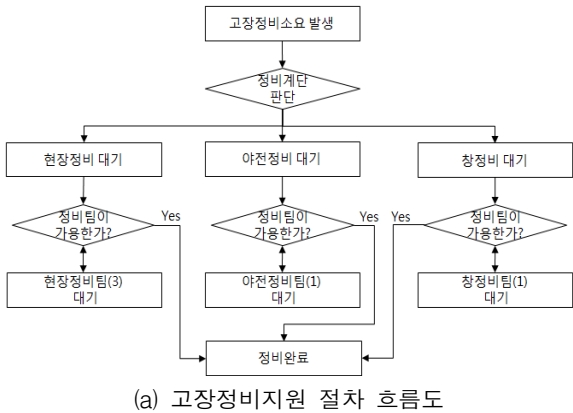


Fig. 4. Petri-net 형식론 모델링 예

Fig. 4는 체계에 고장 발생시 3계단 정비체계에서 이루어지는 정비절차를 간략화한 흐름도(a)와 이를 Petri-net으로 모델링(b)한 예다. 예방정비와 전시 장비 피해에 따른 정비소요에 대해서도 이와 같이 모델링한다.

다. RAM 목표값 설정 모델(III 계층)

III계층 모델은 선행연구 단계에서 가용도 뿐만 아니라 신뢰도, 정비도 설정을 지원한다. III계층 모델의 주요 객체는 RAM 분석 대상 무기체계의 임무프로파일, 체계 구조 및 체계 고장 및 수리정보, 무기 체계에 대한 예방정비 및 고장정비지원 절차, 정비자원이다.

임무프로파일은 체계 운용시나리오를 근간으로 하며, 체계의 임무수행주기에 관한 정보이다. 임무프로파일과 체계 구조는 상호 연계되어 무기체계 임무 및 기능 수행주기(duty-cycle)에 따라 부체계 및 구성품이 운용된다.

체계 구조는 체계의 물리적인 구조이기 보다는 임무 달성에 필요한 기능을 발휘는 부체계 및 구성품에 대한 논리적 구조로써 하위품목의 고장에 따라 체계의 고장여부를 판단하기 위한 신뢰도블럭선도(RBD)이다. 부체계 또는 구성품 수준까지 평균고장간시간(MTBF/MKBF/MRBF)과 평균수리시간(MTTR)을 할당하며, 체계 운용시나리오에 따라 체계는 임무를 수행한다.

체계가 임무를 수행하는 동안 부체계 및 구성품은 신뢰도 특성에 따라 고장이 발생하고, 체계 구조를 기초로 체계의 가동 여부를 추론한다. 그리고 고장이 발생한 체계는 해당 정비부대에서 수리된다. 이때 고장발생시간은 고장확률분포함수(지수분포, 와이블 분포 등)에 따라 확률적으로 발생한다. 그리고 정비를 수행하는 정비부대는 정비자원이 충족되었을 때 해당 계단의 평균수리시간 동안 체계를 수리한다. 그리고 예방정비시간이 도래하면 무기체계는 가동을 중단하고 해당 정비부대에서 예방정비시간 동안 정비한다.

III계층 모델은 부체계 및 구성품 수준의 신뢰도(MTBF/MKBF/MRBF)와 정비도(MTTR) 정보를 입력한다. 그래서 부체계 및 구성품별로 신뢰도, 정비도를 어떻게 할당하고, 정비자원을 어느 수준으로 유지하느냐에 따라 다양한 조건에서 RAM 분석이 가능하다. 정비자원은 정비인력과 수리부속에 대해서 고려한다.



### 5. 계층적 RAM 시뮬레이션 모델 입력 및 출력자료

RAM 분석에 필요한 입력자료는 Fig. 5와 같이 모델의 계층에 따라 구분된다.

I 계층 모델은 간단하게 운용가용도를 계산하는 모델로 입력자료는 고장회수 및 고장정비시간, 예방정비주기 및 예방정비시간, 장비 피해율, 평균행정군수지연시간이다. II 계층 모델은 I 계층 모델의 입력자료에 고장확률분포함수, 고장 정비계단 비율, 정비자원 정보가 추가된다. 그리고 정비계단별로 평균수리시간과 평균행정군수지연시간이 세분된다. III 계층 모델은 I, II 계층 모델의 입력자료에 체계 구조 정보, 체계 임무 프로파일이 추가되고 부체계 또는 구성품 수준까지 고장정비 및 예방정비 제원, 피해율 정보를 입력한다.

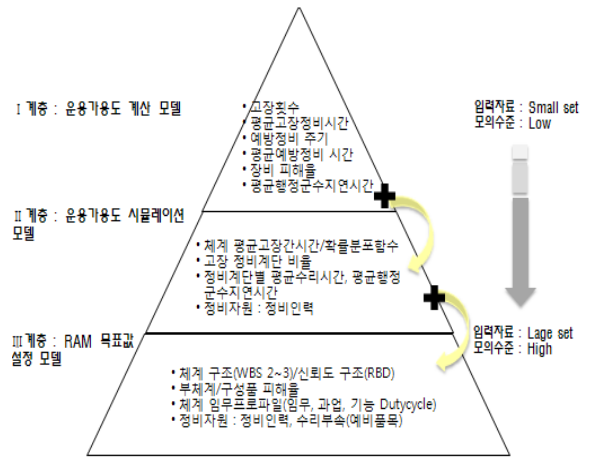


Fig. 5. 계층적 RAM 시뮬레이션 모델 입력자료

Table 1. 계층별 RAM 시뮬레이션 모델 입력 및 출력자료 비교

구 분		운용가용도 계산모델 (I 계층)	운용가용도 시뮬레이션 모델 (II 계층)	RAM 시뮬레이션 모델 (III 계층)	
		계산 모델	시뮬레이션 모델	시뮬레이션 모델	
입력 자료	장비대수	1대	1대	N(1대 이상 복수)	
	전투준비태세 기준 대수	-	-	s	
	총시간 (시뮬레이션 시간)	평시 : 1년 전시 : 작전기간	평시 : 1년 전시 : 작전기간	평시 : 장비재생주기 전시 : 작전기간	
	체계 정보	예방정비	체계 예방정비주기	체계 예방정비주기	부체계 예방정비주기
			체계 예방정비시간	체계 예방정비시간	부체계 예방정비시간
		고장정비	평균고장횟수	체계 MTBF, 확률분포함수	부체계 MTBF, 확률분포함수
			평균고장정비시간	체계 MTTR, 확률분포함수	부체계 MTTR, 확률분포함수
	체계구조	-	-	WBS 2~3 (부체계 또는 구성품 수준)	
	전시 장비피해율	장비 피해율(체계)	장비 피해율(체계)	장비 피해율(부체계)	
	임무프로파일	-	-	임무, 과업, 기능 Duty cycle	
	행정군수지연시간	정비계단별 평균행정군수지연시간	정비계단별 평균행정군수지연시간	정비계단별 평균행정군수지연시간	
정비자원	-	정비 인력	정비 인력, 수리부속(예비품목)		
정비부대구조	-	-	계단별 정비지원부대 편성		
출력자료	운용가용도	운용가용도, 정비소요	가용도(Ai, Aa, Ao), 신뢰도(MTBF/MKBF/MRBF), 정비도(MTTR)		

계층적 RAM 시뮬레이션 모델의 출력자료는 소요기  
획 및 선행연구 단계의 RAM 업무 목표 달성을 위해  
분석된다. I 계층과 II 계층 모델의 분석 결과로 운용  
가능도가 산출된다. II 계층 모델은 또한 고장확률분포  
와 정비자원을 고려하여 정비소요 판단에 필요한 자  
료를 제공한다. III 계층 모델은 가용도 뿐만 아니라 신  
뢰도와 정비도 정보를 제공한다. 계층별 RAM 시뮬레  
이션 모델의 입력 및 출력자료 항목을 종합하면 Table  
1과 같다.

계층적 RAM 시뮬레이션 모델은 운용 관점에서 구  
성 모델의 입력 및 출력자료의 재사용으로 RAM 업무  
의 연속성을 유지하게 한다.

### 6. 계층적 RAM 시뮬레이션 모델 구현 방안

Fig. 6은 계층적 RAM 시뮬레이션 모델의 S/W 아키텍처이다. S/W 아키텍처는 상위 수준에서의 계층적 RAM 시뮬레이션 모델의 구조와 개념을 보여준다. 계층별 구성 모델은 시뮬레이션 엔진과 응용객체들로 구성된다. 계층별 구성 모델은 설계 패턴에 따라 클래스 라이브러리에서 제공하는 클래스를 활용하여 컴포넌트 기반 개발방법(CBD : Component Based Development)으로 구현한다.

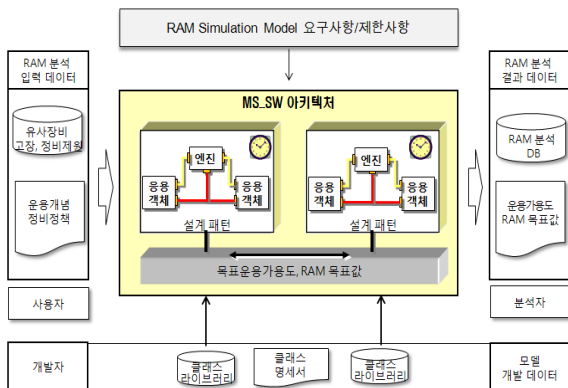


Fig. 6. 계층적 RAM 시뮬레이션 모델 S/W 아키텍처

클래스 라이브러리는 계층적 RAM 시뮬레이션 모델  
을 구현하는 클래스들의 집합체이다. 각 구성 모델의  
분석 목적에 따라 시뮬레이션 모델의 입력자료가 정  
의되고, 입력자료에 따라서 S/W 구현에 필요한 클래  
스를 선택적으로 사용한다. 계층별 모델을 구현하는

클래스는 입력자료를 어느 정도의 수준으로 정의하느냐에 따라 다르다. 입력자료는 각 모델의 객체에 관한 정보로 클래스의 속성 또는 매개변수로써 멤버 변수가 된다.

계층적 RAM 시뮬레이션 모델의 구성 모델의 입력 자료와 클래스는 Fig. 7과 같다. Fig. 7에서 보듯이 구성 모델의 클래스는 동일하거나 유사한 속성을 갖더라도 모의수준에 따라 재사용 혹은 확장되거나 신규 생성된다. 구성 모델의 클래스는 클래스 라이브러리로 저장, 관리하여 재사용한다.

4장에서 설명한 구성 모델의 모의 개념을 근간으로 Fig. 7의 구성 모델의 클래스를 Fig. 8과 같이 정적모델링 하였다. 정적모델은 클래스간의 관계를 나타내는 것으로 클래스 다이어그램 형태로 작성하였다. 각 구성 모델은 응용객체 구현 클래스와 시뮬레이션 시간 관리, 사건(event)관리, 입·출력자료 관리, 메모리 관리를 하는 시뮬레이션 엔진(CSimEngine) 클래스로 구성된다.

S/W의 재사용의 이점이 높이기 위해서 클래스를 배치하고 코드로 구현할 때 설계패턴을 적용한다. 설계 패턴은 소프트웨어를 개발 할 때 반복적으로 사용된 설계 기법의 핵심 사항을 정리한 것으로서 설계자들이 개발 경험을 통해 검증된 설계 방법이다<sup>[10]</sup>. 설계패턴을 적용함으로써 S/W 아키텍처의 재사용이 쉬워지며, 증명된 패턴을 사용함으로써 새로운 시스템에 적용이 용이하다. 그리고 클래스 명세를 정확하게 하고 객체간의 상호작용과 설계 의도를 명확하게 정의할 수 있다<sup>[4]</sup>.

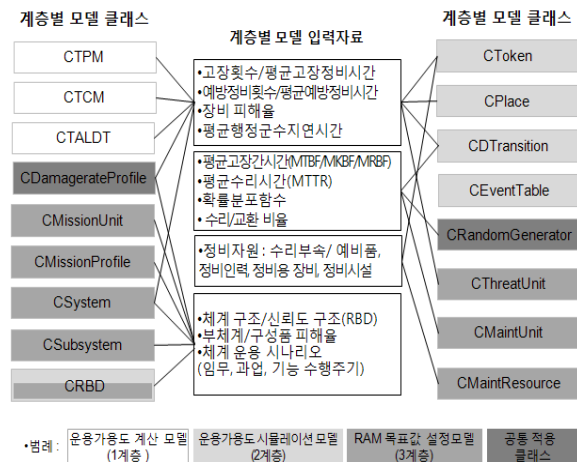
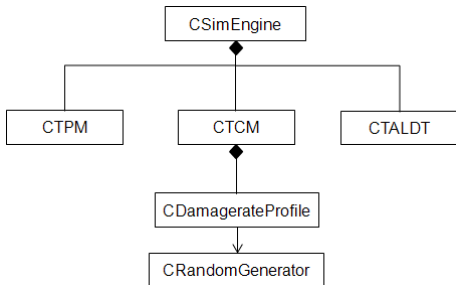
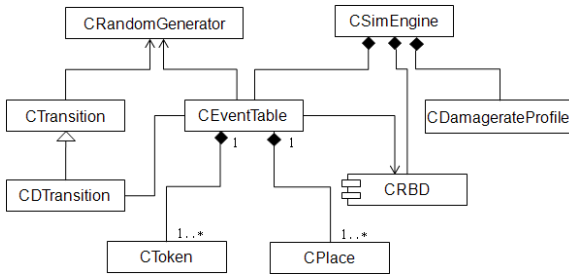


Fig. 7. 계층적 RAM 시뮬레이션 모델 클래스

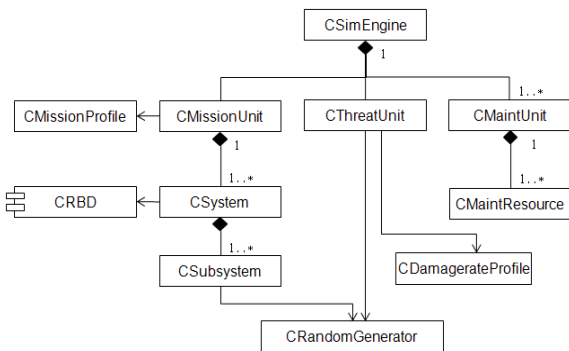
클래스 라이브러리에 있는 여러 클래스 중 각 구성 모델에 적합한 클래스를 Fig. 8과 같이 설계패턴에 따라 배치하고 S/W 코드로 구현함으로써 계층적 RAM 시뮬레이션 모델 개발을 용이하게 진행할 수 있다.



(a) 운용가용도 계산 모델(I계층) 클래스 관계도



(b) 운용가용도 시뮬레이션 모델(II계층) 클래스 관계도



(c) RAM 목표값 설정 모델(III계층) 클래스 관계도

Fig. 8. 계층적 RAM 시뮬레이션 모델 클래스 관계도

## 7. 결론

본 연구에서는 소요기획 및 선행연구 단계에서 운용가용도와 RAM 목표값 설정을 지원하는 계층적

RAM 시뮬레이션 모델 프레임워크를 제안하였다.

계층적 RAM 시뮬레이션 모델 프레임워크는 계층적 RAM 시뮬레이션 모델과 각 구성 모델의 입·출력자료, 그리고 클래스 라이브러리로 이루어져 있다.

구성 모델은 소요기획 단계에서 운용가용도 설정을 지원하는 I, II계층 모델과 선행연구 단계에서 RAM 목표값 설정을 지원하는 III계층 모델이다.

본 논문에서 제안하는 계층적 RAM 시뮬레이션 모델 프레임워크는 계층별 구성 모델의 입력 자료를 재사용하고, 결과 자료를 비교 분석하여 RAM 업무의 연속성을 유지하는데 기여할 수 있다. 그리고 계층적 RAM 시뮬레이션 모델을 구현할 때 구성 모델의 객체에 적합한 클래스를 재사용하거나 확장하여 S/W를 구현할 수 있다. 이를 위해서는 RAM 분석에 필요한 입력자료와 분석 결과자료를 비롯하여 클래스 라이브러리를 공유하고 재사용할 수 있도록 관리해야 한다.

향후에는 본 논문에서 제안하는 계층적 RAM 시뮬레이션 모델 프레임워크를 기초로 3가지 구성 모델을 구현하여 계층적 RAM 시뮬레이션 모델의 활용성 검증에 관한 연구가 필요가 있다.

## References

- [1] 최상영, “객체지향 TPN 시뮬레이션 기본 클래스 설계”, 국방대학교 연구보고서, 1994.
- [2] 고순주, 최상영, “무기체계 RAM 이론과 응용”, 국방대학교 교재, 1995. 10.
- [3] 최상영, 김혜령, “RAM 목표값 설정을 위한 시뮬레이션 모델 아키텍처 연구”, 국방과학기술, 제1권 제2호, 국방과학기술연구정보센터, pp. 99~108, 2008. 12.
- [4] 전병선, 객체지향 CBD 개발 방법론, 영진닷컴, p. 18, 2005.
- [5] 정일환, 박삼준, “무기체계 RAM 시뮬레이션의 정확도 향상을 위한 요소별 영향 분석”, 한국군사과학기술학회지, 제11권 제6호, pp. 102~115, 2008. 12.
- [6] 이한규, “미래형 전차의 RAM 목표값 설정에 관한 연구”, 석사학위 논문, 군사과학대학원, 2000. 1.
- [7] 하형호, “군 기동장비 가용도 분석을 통한 장비 교체시기 결정에 관한 연구”, 석사학위 논문, 국방대학교, 2003. 12.



- [8] 박상곤, “해군 함대 수리창에서의 함정 운용가용도 영향 요인 분석”, 석사학위 논문, 국방대학교, 2005. 12.
- [9] TRADOC/AMP-P Pamphlet 70-11, “RAM Rationale Report Handbook”, 1999.
- [10] Gamma, Helm, Johnson, Vlissides, “Design Patterns”, Addison-Wesley, Boston, pp. 33~51, 1995.
- [11] Christos G. Cassandras, “Discrete Event Systems : Modeling and Performance Analysis”, IRWIN, Boston, pp. 89~129, 1993.