

## 기갑 전투그룹 교전 시뮬레이션 모델

최상영\*

### Armed Vehicle *B*attle Group *S*imulation : *BAGSim*

Sangyeong Choi

#### Abstract

This paper presents armed vehicle *Battle Group Simulation* model(called *BAGSim*) which is an object-oriented simulation system for representing battle group engagement consisting of tanks and helicopters. *BAGSim* is designed in the evolutionary software life cycle approach with the Unified Software Development Process, and implemented with C++ language. *BAGSim* consists of a preprocessor for engagement scenario definition and simulation data set up, a main processor for triggering engagement event and advancing simulation clock, and a post processor to record simulation histories. Application scenario covers several type of engagement among command tanks, fight tanks, scout helicopters, attack helicopters, anti-tank guided missiles, and decoys. Thus, *BAGSim* can be effectively used as an analytic tool to examine some operational concepts and tactics, further experimentally fine tune tank design options.

---

\* 국방대학교 무기체계학과

## 1. 서론

오늘날 시물레이션 기술발전은 전장에서 이루어지는 전투과정을 컴퓨터로 옮겨서 마치 공학실험실에서 실험을 하듯이 전투과정에 대한 실험을 가능하게 해 주고 있다. 시물레이션은 군사 임무 수행 연습, 교육훈련, 전투력 평가, 무기체계 분석, 미래 군구조의 재설계, 첨단 미래 무기체계에 대한 개념분석, 그리고 시물레이션 기반 무기체계 획득 등에 널리 활용되고 있다.

군사 시물레이션은 전투현상에 대한 추상화 정도에 따라 전역수준, 임무/전투수준, 교전수준, 공학수준으로 구분된다.[16] 각 수준별로 묘사 중점과 충실도가 서로 다른데, 전역수준에서는 대부대급 사이의 전쟁을 묘사하여 국가전쟁대비 계획, 전쟁 수행능력, 대부대 기동 등을 모의하게 된다. 임무/전투수준은 구체적인 작전 및 전술 차원의 전투를 묘사하게 된다. 교전수준에서는 소부대 활동과 플랫폼 기능을 묘사하고, 공학수준에서는 플랫폼과 무기체계 구성품 및 모듈 기능까지 묘사한다.

최근 한국군의 차세대 전차개발과 관련하여 한반도 지형특성과 한국군의 운용교리를 고려하여 최적의 전차설계 요구분석에 대한 문제가 중요하게 부각되었다. 일반적으로 전차와 같은 무기체계에 대한 설계 요구분석에서는 전차가 운용될 다양한 시나리오 하에서 시물레이션을 통하여 여러 가지 대안들을 실험하여 최적의 설계 요구를 도출하게 된다. 이를 위해서는 전차교전 시물레이션 모델이 필수적이다.

기존의 전차교전 시물레이션 모델로는 외국에서 개발된 TANKWARS 모델[14], GROUNDWARS 모델[13], 국내에서 개발된 TACOS 모델[10]이 있다. 그러나 이들 모델은 전차교전 분석용으로 미비한 점이 있다. 예를 들어 전차에 위협적인 헬기에 대한 묘사가 없든지, 대전차 미사일 운용이 고려되지 않고 있다. 그리고 한반도 전장환경 및 지형특성이 고려되지 않고 한국군의 전차 운용교리가 충분히 반영되지 않아서 적용상의 한계도 있다. 그래서 한반도 지형에 적합한 차세대 전차

설계에 대한 요구분석을 가능하게 해 줄 수 있는 새로운 시물레이션 모델에 대한 개발의 필요성이 제기 되었다.

이에 따라 기존의 시물레이션 모델에는 없는 한반도 전장환경, 지형특성, 운용교리를 반영하고, 전차와 전차의 교전뿐만 아니라, 헬기, 대전차 무기, 그리고 허위표적까지 모의할 수 있는 시물레이션 모델을 개발하였다.[11] 이후 이를 “기갑 전투그룹 교전 시물레이션 모델” 즉, BAGSim(Battle Group Simulation)이라고 한다. BAGSim은 사건중심 몬테칼로 객체지향 시물레이션 모델이다. 이는 객체지향 개발 프로세스 생명주기에 따라 개발되었다.

본 연구에서는 BAGSim 개발에 대해서 설명하고 이를 사용한 민감도 분석형태의 모의실험에 대한 결과를 보여줌으로서 차기 전차개발을 위한 설계 요구분석에 적용 가능성을 보이고자 한다.

논문구성은 제 2장에서는 기존 모델과 관련된 연구를 고찰하고, 제 3장과 제 4장에서는 개발목적과 개발 절차에 대하여, 제 5장에서는 모델 구조에 대하여 설명한다. 제 6장과 제 7장에서는 BAGSim에서 모의될 전투 시나리오와 개념모델, 그리고 요구정의를 서술한다. 제 8장과 제 9장에서는 분석, 설계, 그리고 구현에 대해서 설명하고, 제 10장에서는 모의실험의 결과를 보여주고, 제 11장에서는 결론을 맺도록 한다.

## 2. 기존 모델 및 관련된 연구 고찰

기존의 전차 시물레이션 모델에는 앞서 언급한 바와 같이 TANKWARS 모델, GROUNDWARS 모델, TACOS 모델 등이 있다.

TANKWARS 모델은 전차전 모델로서 1985년 ARL(Army Research Laboratory)에서 개발한 이후에 1994년에 이를 확장하여 TANKWARSII로 개발하였고, 1995년에 FORCEWARS로 바꾸어 기능을 더욱 향상시켰다.

GROUNDWARS 모델은 TANKWARS II를 모태로 1980년 이후부터 미국의 AMSAA(Army

Material Systems Analysis Activity)에서 개발을 시작하여 현재까지도 지속적으로 성능을 향상시키고 있으며 버전 6.0까지 발표되었다. 이는 이산시간 시뮬레이션 모델로서 교전수준의 지상전투를 모의한다. 교전간에 전차의 기동이 횡대대형으로 모의되는 제한이 있다. 전투 시나리오는 조우, 청군공격, 홍군공격 상황이 묘사되고 초월공격도 묘사된다. 그리고 전차에 탑재된 미사일과 기관총 효과 등이 묘사된다. 모의를 통하여 탄소모량, 취약성 및 효과도 분석을 수행할 수 있고, 지형효과는 확률분포식을 사용하여 모의된다.

TACOS 모델은 국방과학연구소에서 개발한 모델로서, TANKWARSII를 모태로 1997년 말에 개발을 완료하여 전차전 효과분석에 활용하고 있다. 이 모델은 TANKWARSII의 모의상황과 유사한데, 모의 범위와 묘사되는 무기체계는 TANKWARSII보다 제한된다. 국내에서 개발되었기 때문에 독자 모델로서 가치가 있다. 그러나 이 모델은 한국지형에 대한 전장특성을 미고려하였다.

국내에서 전차교전 시뮬레이션에 대한 연구에서는 UML(Unified Modeling Language)을 이용한 헬기교전 모델링에 대한 연구가 이루어졌고 [2], 교전과정에서 전차 피탄효과 분석을 위한 확률분포식을 도출하였다.[9] 또한 헬기교전에 대한 상세 모델링 [8]과 전차기동로 생성을 위한 지형 시뮬레이션 [12]에 대한 연구가 이루어지고, 전차와 헬기 교전에 관한 임무공간 개념모델 [1]도 제시되었다.

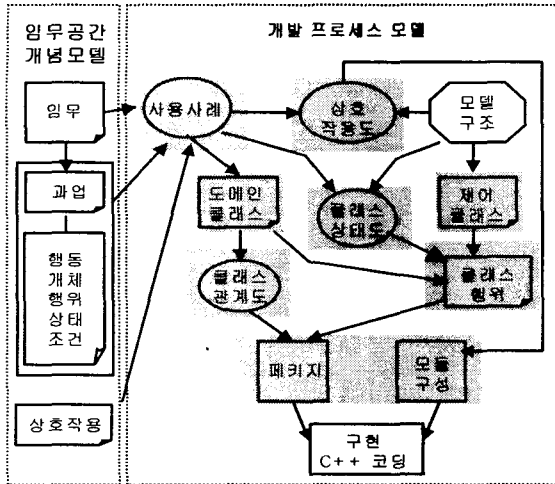
### 3. 개발 목적

BAGSim 개발목적은 두 가지 이다. 첫 번째 목적은 대대급 이하의 기갑 및 대 기갑전의 전차 전술운용효과를 분석하기 위한 분석도구로 사용하고자 하는 것이다. 예를 들어서 한반도 지형에서 아군 전차부대와 적군 전차부대간의 기갑교리에 따른 부대편성과 전술 운용시에 전차운용 효과와 상호피해 및 생존율을 분석하

는 데 활용하는 것이다. 여기서 부대편성에는 단차, 소대, 중대가 되고, 전술운용에는 공격, 방어, 역습, 제파식 공격 등이 있다. 두 번째 목적은 차세대 전차를 개발할 때 체계개념분석을 위한 도구로 활용하기 위한 것이다. 전차의 위협에는 적 전차, 헬기, ATGM(Anti-Tank Guided Missile)이 있고 이를 제압하기 위한 각종 무장과 자체방호를 위한 능동방어, 수동방어, 탐지 및 센서 장치 등이 있다. 차기 전차는 이러한 위협에 효과적으로 대응하기 위하여 새로운 체계를 구성하거나 성능을 획기적으로 향상시킬 것이다. 이를 위한 각종 설계 대안을 평가하고 최적 성능을 도출하는 데 분석도구로 활용하는 것이다. 예를 들어 각종 탐지 디바이스 효과분석, 능동방어효과분석, 장갑 및 탄 성능향상 효과분석, 수동장전 체계와 자동장전 체계의 효과분석, 특수탄 효과분석, 포탄의 수 및 정확도에 따른 효과분석 등이 있다.

### 4. 모델 개발절차

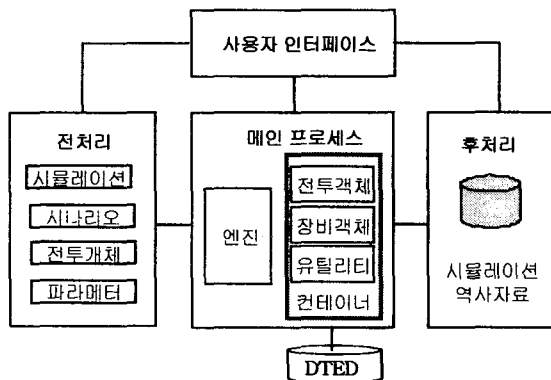
BAGSim은 객체지향 기반으로 진화적 방법으로 개발되었다. 시뮬레이션 도메인을 논리적으로 표현하기 위해서는 임무공간 개념모델 (conceptual model of mission space)을 사용하였다. 임무공간 개념모델은 국방 모델링 및 시뮬레이션 분야에서 시뮬레이션 구현과 독립적으로 문제영역을 표현하는 표준을 제공한다.[15] 임무공간 개념모델의 기본 어휘는 임무, 과업, 행동, 개체, 행위, 상태, 조건 그리고 상호작용으로 이루어진다. 이는 전투행위를 개체와 행동중심으로 추상화 하여 구조적으로 표현해 주기 때문에 객체지향 페러다임과 자연스럽게 연계된다. 아래 <그림 1>는 임무공간 개념모델을 바탕으로 하는 모델 개발절차를 보여주고 있다. <그림 1>에서 보듯이 시뮬레이션 영역에 대해서는 임무공간 개념모델로 표현하고 이를 통하여 사용사례를 도출한다. 사용사례로부터 클래스와 상호작용도를 작성하고 최종적으로 모듈을 구성한 후에 시뮬레이션을 구현한다.



<그림 1> 모델 개발절차

5. 모델 구조

모델구조는 아래 <그림2>에서 보는 바와 같이 메인 프로세스, 사용자 인터페이스, 전처리, 그리고 후처리로 구분된다.



<그림 2> 모델구조

메인 프로세스는 시물레이션 엔진, 컨테이너 객체, 전투객체, 장비객체, 유틸리티로 이루어져 있다. 시물레이션 엔진은 전투 시나리오에서 각 전투객체의 과업수행주기에 따라 발생하는 사건을 예정하고 그 예정시간을 스케줄링하여 시물레이션 시간을 전진시키면서 사건을 실행시키고 동시에 전술기동을 시킨다. 컨테이너 객

체는 시물레이션에 참여하는 모든 전투객체를 포함하여 전투객체간의 인터페이스를 제공한다. 전투객체는 시물레이션 영역의 주요 객체로서 시물레이션 수행주체가 된다. 장비객체는 무기체계, 장비, 구성품을 나타내는 객체이고, 유틸리티는 공통 기능을 제공하는 유틸리티 모음이다.

사용자 인터페이스는 자료 입출력을 위한 그래픽 인터페이스를 제공하고 시물레이션 실행간에 디지털 지형자료와 전투 시각객체를 사용하여 실시간 애니메이션을 제공한다.

전처리는 시물레이션 진행을 위한 시물레이션 자료, 전투 시나리오 설정을 위한 시나리오 자료, 무기체계 성능과 특성자료를 포함하는 전투객체 자료, 그리고 환경 및 구성품 성능 파라미터에 관련된 각종 자료에 대한 입력을 관리한다.

후처리는 시물레이션 진행의 역사자료와 승률, 무기체계별 상호살상비율, 무기체계별 생존 혹은 피해상태(예를 들면 완전파괴, 기동제한, 화력제한 등), 무기체계별 시간대별 손실 댓수 및 손실 교환율, 발사한 탄과 피탄 결과, 무기체계별 우군 오인 살상율 등을 산출한다.

6. 전투 시나리오 및 개념모델 기술

BAGSim에서 모의되는 전투개체는 전투전차, 지휘전차, 정찰헬기, 공격헬기, 대전차 미사일, 그리고 유인체이다. 이들은 임의 전장지역에서 청군과 홍군부대로 편성되어 교전을 수행한다. 전장지역은 디지털 지형자료(DTED, Digital Terrain Elevation Data) 레벨 II를 사용해서 묘사되는데, 이는 한반도를 100미터 간격으로 바둑판처럼 격자로 구성하고 각 격자점의 지형고도를 데이터 베이스로 제공하고 있다. 전장 환경에서는 주간, 야간, 조도, 안개, 우천 효과가 고려된다. 전투체대는 청군과 홍군이 각각 전차와 헬기를 소대급에서 중대급까지로 편성되고, ATGM과 유인체는 개별 대수로 구성된다.

각 전투개체는 임무공간 개념모델에서 정의된 과업수행주기에 따라 교전을 수행한다. 지휘

전차의 과업수행주기는 탐색, 표적할당, 표적선택, 포구지향, 조준, 발사, 명중판단으로 이루어지고, 전투전차는 탐색, 표적선택, 포구지향, 조준, 발사, 그리고 명중판단으로 이루어진다.

지휘전차는 예하에 전투전차를 지휘하고 표적을 위협우선순위별로 할당하게 된다. 정찰헬기는 헬기의 종류에 따라 탐색, 표적할당으로 이루어지거나(경무장 정찰헬기), 탐색, 표적할당, 표적 선택, 표적지향, 조준-발사-명중판단으로 이루어지고(중무장 정찰헬기), 공격헬기는 탐색, 표적할당, 표적선택, 표적지향, 조준-발사-명중판단으로 이루어진다. 정찰헬기도 마찬가지로 예하에 공격헬기를 지휘하고 표적을 위협우선순위별로 할당한다. 전술기동은 디지털 지형자료를 근간으로 하는 바둑판 격자점으로만 기동한다. 전술기동로는 사용자가 지정하거나 기동로 생성방법 [12]에 따라 자동적으로 생성된다. 전술형태는 공격, 방어, 제파식 공격이 있다. 최초 교전은 임의 전술형태에 따라 청군과 홍군이 각각의 제대 편성으로 배치되어 시작되고 교전 중에 각 개체는 과업수행주기에 따

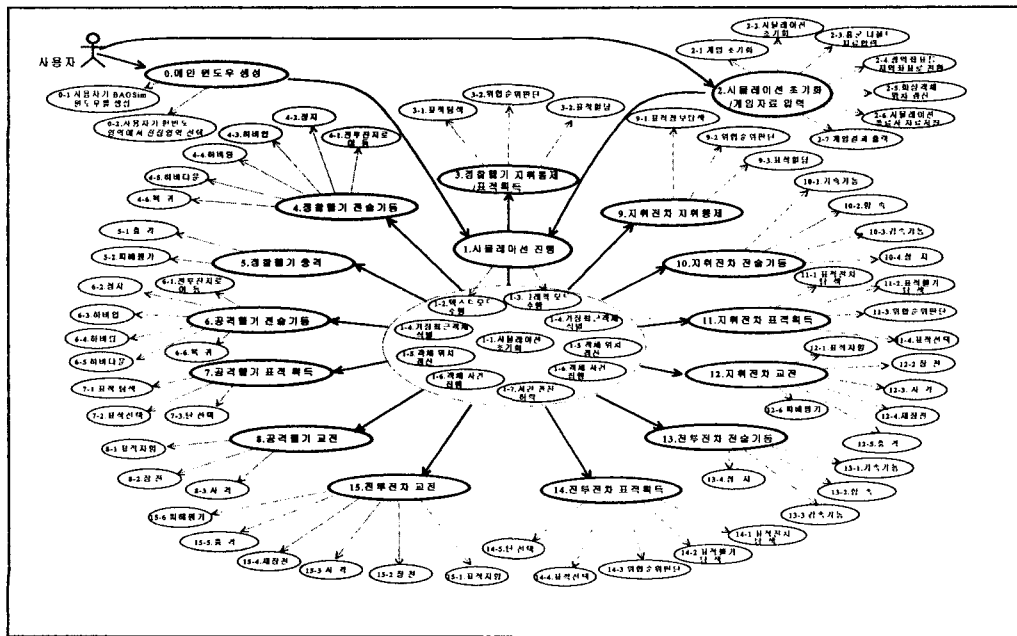
라 전술행동을 한다. 교전 결과로 상호손상을 일으키고 종료조건(예를 들어 모두 제압, 임의 시간 및 공간에 도달했을 때)이 만족되면 종료된다.

### 7. 요구정의 및 사용사례

시뮬레이션 개발 요구정의를 위해서 사용사례를 사용한다. 임무공간 개념모델로부터 하나 혹은 여러 개의 개체에서 제공되는 기능, 혹은 행동을 도출하여 사용사례로 식별하여 사용사례도로 나타낸다. 사용사례는 시뮬레이션이 무엇을 모의하는 가를 표현하고, 형상단위이기도 하다.

BAGSim에서 사용사례는 <그림 3>에서 보는 바와 같이 시뮬레이션 엔진과 관련된 사용사례, 헬기임무 수행과 관련된 사용사례, 전차임무 수행과 관련된 사용사례로 구분된다.

그림에서 보는 바와 같이 총 16개의 주요 사용사례(사용사례 번호 0에서 15번까지)와 74개의 세부 사용사례가 있는데, 주요 사용 사례는 과업과 밀접하게 관련되어 있고, 주요 사



<그림 3> 사용 사례도

용사례별 세부 사용사례는 객체행동과 연관성이 있다.

### 8. 분석 및 설계

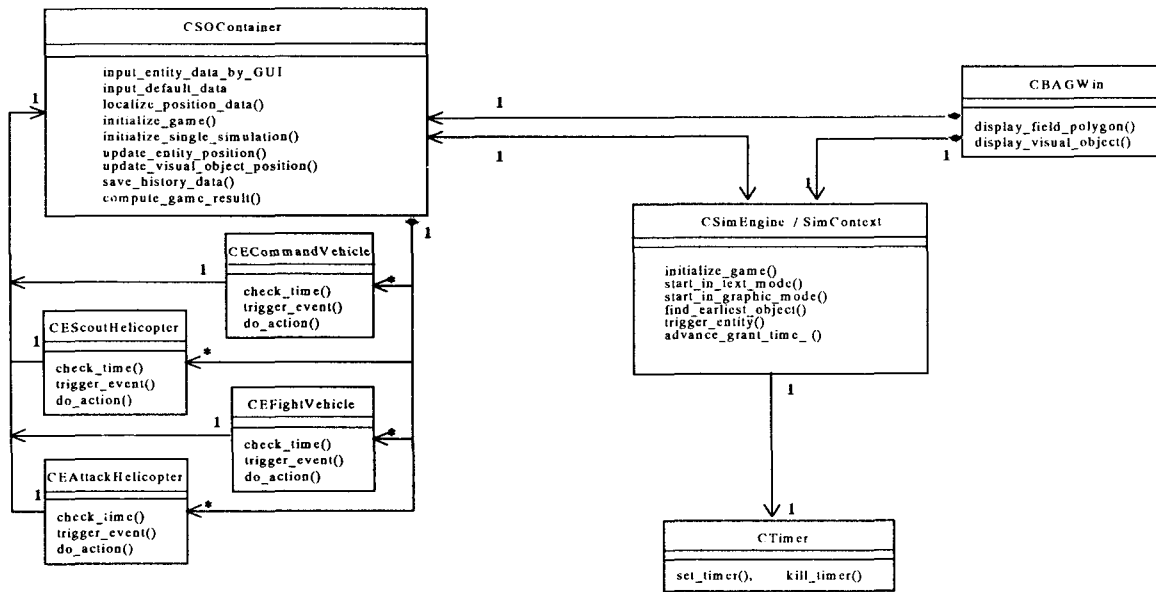
분석 및 설계에서는 사용사례와 모델구조를 사용하여 UML 기반 다이어그램으로 정적모델과 동적모델로 구분하여 작성하였다. 그리고 개별 클래스 별로 상태전이도를 작성하여 모듈이 구성되도록 하였다. 정적모델은 클래스 관계도를 사용하여 정적특성을 표현한 것이고, 동적모델은 상호작용도를 사용하여 동적특성을 표현한다.

특히 상호작용도에서 순서도는 시간 진행에 따른 진행과정을 나타내어 주고 있어서 전체적인 면에서 시뮬레이션 진행을 잘 표현해 주고 있다. 본 장에서 정적모델에서는 클래스도를 중심으로 동적모델에서는 순서도를 중심으로 설명한다.

### 8.1 정적모델

정적모델은 클래스 구성관계를 표현한다. 클래스는 사용사례로부터 도출되고, BAGSim에서는 총 8개의 주요 클래스, CBAGWin (윈도우 객체로서 사용자 인터페이스 제공), CSimEngine(시뮬레이션 엔진 클래스로서 사건 스케줄링과 시뮬레이션 시계 전진 및 사건 집행), CTimer(시스템 타이머 호출하여 실시간 애니메이션 지원), CSOContainer(지휘전차, 전투전차, 경찰헬기, 공격헬기 클래스를 포함하는 메타 클래스), CECOMmandVehicle(지휘전차 클래스), CEFightVehicle(전투전차 클래스), CESCoutHelicopter(경찰헬기 클래스), CEAttackHelicopter(공격헬기 클래스)가 있고 이들의 관계는 다음 <그림 4>와 같다.

CBAGWin 클래스는 각종 그래픽 사용자 인터페이스를 제공한다. 예를 들면 메뉴, 대화상자, 클라이언트 영역 등을 제공하여 시뮬레이션 입력, 결과 전시, 애니메이션을 제공한다.



<그림 4> 클래스 관계도

CBAGWin 클래스는 CSimEngine 클래스와 CSOContainer 클래스를 포함한다.

CSimEngine 클래스를 포함함으로써 사용자가 메인 윈도우의 사용자 인터페이스를 통하여 직접 제어(예를 들면, 시뮬레이션 실행) 하도록 한다. 또한 CSOContainer를 포함하는데, 이는 다시 CScoutHelicopter, CEAttackHelicopter, CECCommandVehicle, CEFightVehicle를 포함한다. 물론 CBAGWin이 이들을 직접 포함할 수도 있지만 CSOContainer를 통하여 facade 패턴에 따라 객체간의 인터페이스를 효율적으로 제공하기 위한 것이다.

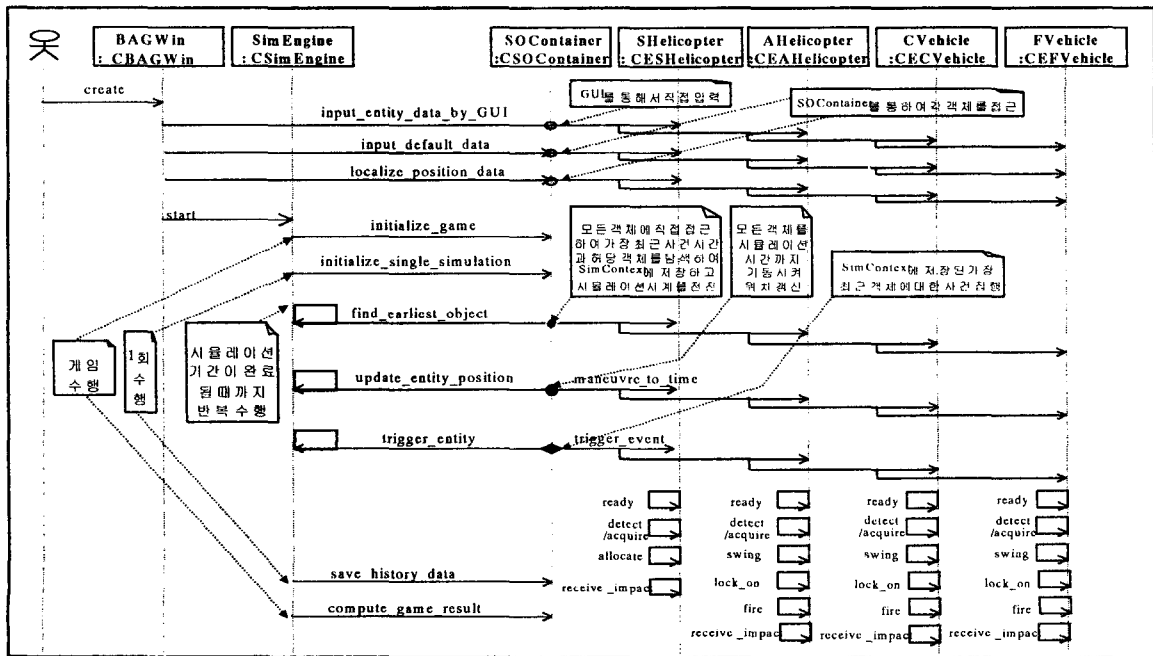
한편, CSimEngine 클래스는 CTimer 클래스를 포함하여 시뮬레이션 엔진에서 시스템 시간을 주기적으로 호출하도록 한다.

### 8.2 동적모델 설계

BAGSim 시뮬레이션은 객체간의 메시지를 상호 호출함으로써 수행된다. 동적모델은 이들

클래스 객체간의 상호작용을 표현하고 시뮬레이션이 진행되는 동안에 클래스 객체들 사이의 메시지 교환을 나타낸다. <그림 5>는 동적과정을 순서도로 표현하고 있다.

먼저, 사용자는 주화면(CBAGWin)을 통하여 메뉴 및 대화상자를 팝업시켜, 시뮬레이션을 위한 자료를 입력한다(input\_entity\_data\_by\_GUI). 예를 들면, 시뮬레이션 데이터, 시나리오 데이터, 전투객체 데이터, 파라미터 데이터 등이다. 필요시에는 디폴트 초기 자료를 사용할 수 있도록 한다(input\_default\_data). 한편, 모의하고자 하는 전장지역에 따라 개체의 좌표체계가 달라지는 데 이를 위하여 지역좌표로 변환 한다(localize\_position\_data). 자료입력이 완료되면, 시뮬레이션 엔진객체(CSimEngine)에게 메시지(start)를 호출하여 시뮬레이션이 개시되도록 한다. 엔진객체는 매크로 객체(CSOContainer)의 전체 게임 초기화 메시지(initialize\_game)를 호출하여 초기화 한다. 이 초기화는 시뮬레이션 역사 자료를 저장하기 위한 초기화 이고, 각종



<그림 5> 순서도

시뮬레이션 디폴트 자료에 대한 초기화 이다. 이 후에는 다음의 과정을 반복하게 된다.

시뮬레이션 엔진(CSimEngine)은 매크로 객체(CSOContainer)에게 1회 시뮬레이션을 위한 초기화를 한다(initialize\_single\_simulation). 여기서 매크로 객체는 지휘전차, 전투전차, 정찰헬기, 공격헬기에 대한 포인트를 가지고 있어 포함관계를 유지하고 이들 멤버 객체에 대한 공동접근이 가능하고 각 객체들에게 공통으로 필요한 기능을 수행한다.

시뮬레이션 엔진은 매크로 객체를 통하여 각 객체에 접근하여 가장 최근에 발생할 예정사건을 가지고 있는 객체를 찾아낸다(find\_earliest\_object). 모든 객체는 3가지 종류의 예정사건을 가진다. 교전활동 사건(예, 표적탐색, 표적획득, 사격 등), 생존여부 사건(예, 타 객체로부터 받은 충격, 생존, 무력화) 그리고 기동수행 사건(예, 기동, 정지, 하버업, 하버링, 하버다운) 이다. 여기서 최근 발생 예정사건을 찾아낼 때 교전활동 사건 시간과 생존여부 사건시간을 모두 고려해야 한다. 왜냐하면, 예를 들어서 임의 전차가 헬기에 의해 충격된 사건이 예정되어 있는데, 이 후에 예정된 자신의 사격사건을 스케줄 할 경우는 인과성 오류가 발생하기 때문이다.

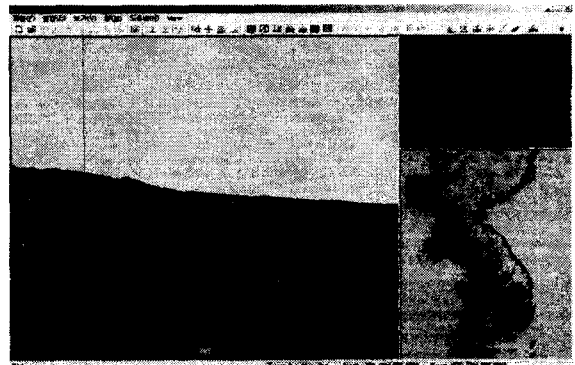
그리고 모든 객체의 위치를 그 시간까지 갱신시키고(update\_entity\_position) 시뮬레이션 시간을 전진시키면서 해당 객체에게 사건을 수행하도록 메시지를 보낸다(trigger\_entity). 여기서 시뮬레이션 엔진이 매크로 객체에게 이 두 메시지를 보내면, 매크로 객체는 다시 각 객체에게 각각 maneuver\_to\_time과 trigger\_event 메시지를 보내어 기동전진을 하고 사건을 수행한다. 그러면 메시지를 접수한 객체는 자신의 상태전이도에 따라 사건을 실행한다. 객체가 사건을 수행한 이후에 자신의 다음 사건을 예정하게 된다. 이렇게 하여 1회의 시뮬레이션이 완료되면 시뮬레이션 역사자료를 저장하게 된다(save\_history\_data). 이러한 과정을 여러 회 반복하여 시뮬레이션 역사자료를 수집한 후에 시뮬레이션 결과를 분석하여 필요한 결과자료

를 생산한다(compute\_game\_result).

실시간 애니메이션을 위해서는 위의 순서도에서 타이머 객체(CTimer)를 추가적으로 사용한다. 타이머 객체는 일정시간 간격으로 엔진을 호출하고 엔진은 일정시간 간격까지 연속적으로 사건을 스케줄링하여 시뮬레이션 시계를 전진시킨다.

## 9. 구현

BAGSim은 C++로 구현되었고, PC 윈도우 환경에서 실행된다. 아래 <그림 6>은 실행과정의 스텝샷을 보여주고 있다.



<그림 6> 실행과정 스텝샷

## 10. 모의실험 예

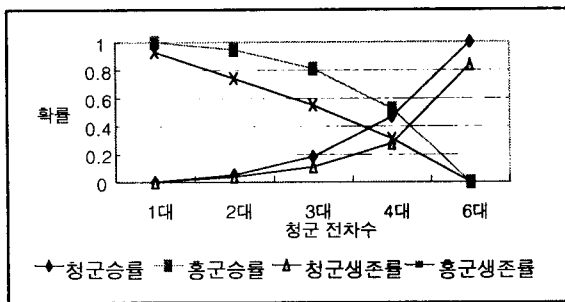
본 모델의 유용성을 보이기 위해서 민감도 분석을 수행하였다. 민감도 분석은 4가지 경우로 구분하였다. 첫째는 청군 전차대 홍군 전차 교전에서 청군 전차수의 변화에 따른 민감도 분석의 경우이고, 두번째는 청군 전차대 홍군 헬기 교전에서 청군 전차수의 변화에 따른 민감도 분석의 경우이다. 세번째는 청군 전차대 홍군 대전차 미사일 교전에서 청군 전차수의 변화에 따른 민감도 분석이다. 마지막으로 청군은 단일 전차로만 교전하고 홍군은 헬기, 전차, 대전차를 복합적으로 운용하는 경우이다. 4가지 경우를 설정한 것은 다양한 경우에 전차 전력변화에 따



른 민감도를 보이기 위함이다. 그 외에도 여러 가지 성능의 변화에 따른 민감도 효과를 관찰하였는데, 이들 민감도 분석결과에서 예상과 부합되는 결과가 관찰되었고[11], 아래는 4가지 경우의 결과를 보여준다. 민감도 분석을 위한 자료는 초기화 자료를 이용하였는데 무기체계 데이터의 경우 청군과 홍군의 경우 같은 값으로 설정하였고, 환경 및 기타 자료에 대한 구체적인 값은 참고서지[11]에 상세히 설명되어 있다. 그리고 실험간에 몬테칼로 난수생성은 승산식 합동법(multiplicative congruential generator)을 사용하였고 이는 실험전에 통계적 검증을 통하여 적절함을 확인하였다.

**경우 1 : 청군전차 대 홍군전차 교전 민감도 분석**

아래 <그림 7>은 홍군 전차 1개 소대(전차수 4대)를 고정운용하고 청군 전차 수를 변화(1~6대) 시키면서 시뮬레이션 하여 얻은 결과(승률과 생존율)이다.



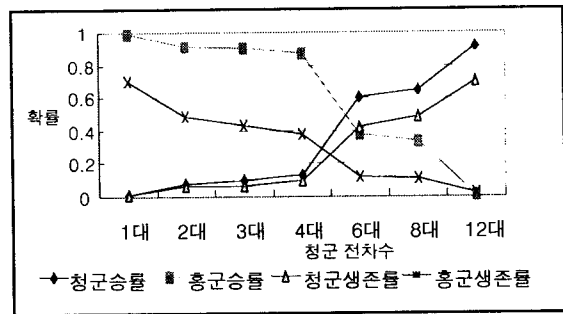
<그림 7> 전차 대 전차 민감도 분석

교전결과를 살펴보면 청군과 홍군이 동일하게 4대일 경우 승률과 생존율이 유사하게 나타나며, 청군 전차수가 많아짐에 따라 승률과 생존율이 증가하는 것을 보여주고 있다.

**경우 2 : 청군전차 대 홍군헬기 교전 민감도 분석**

아래<그림 8>은 홍군 헬기 1개 소대(헬기 4대)를 고정운용하고 청군 전차 수를 변화(1~12대)시키면서 시뮬레이션 하여 얻은 결과

(승률과 생존율)이다.

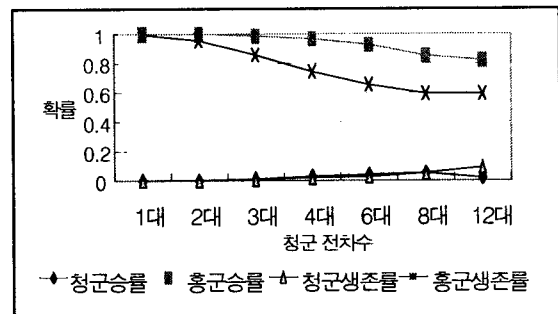


<그림 8> 전차 대 헬기 민감도 분석

교전결과를 보면에 청군 전차가 6대 이후부터 승률이 증가하며, 생존율은 5대에서 교차함을 볼 수 있다.

**경우 3 : 청군 전차 대 홍군 대전차미사일 교전 민감도 분석**

아래 <그림 9>는 홍군 대전차미사일 6기를 고정적으로 운용하고 청군 전차 수 변화(1~12대)에 따른 승률과 생존율로 나타낸다.



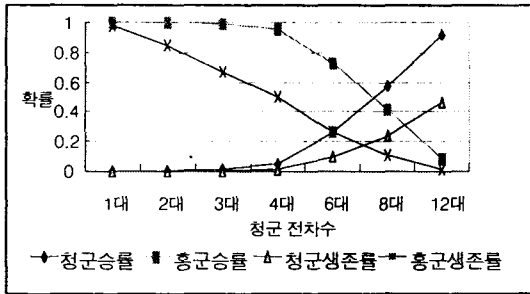
<그림 9> 전차 대 대전차 미사일 민감도 분석

전차수 증가에 따라 승률과 생존율도 증가함을 보여주고 있다.

**경우 4 : 청군 전차 대 홍군 복합 무기체계 교전 민감도 분석**

아래 <그림 10>은 홍군 헬기 및 전차 각각 1

개 소대(각각 4대)와 대전차미사일 3기를 고정적으로 운용하고 청군 전차 수를 변화(1~12대)시키면서 시뮬레이션을 수행한 결과(승률과 생존율)이다.



<그림 10> 전차 대 복합운용 민감도 분석

역시 전차 수가 증가함에 따라 승률과 생존율이 증가함을 관찰할 수 있다.

위의 4가지 경우에서 공통적으로 전차 수의 증가에 따라 승률과 생존율이 증가함이 관찰되었고, 기타 경우를 반복 실험한 결과 시뮬레이션이 의도된 바대로 수행함을 확인할 수 있었다.

한편, 각 경우의 민감도 분석에서 동일 승률일 때의 청군과 홍군의 무기체계 비율은 곧 개별 무기체계의 상대적 가치 전력을 의미하기 때문에 각종 전술 상황에 따른 무기체계 전력의 상대적 가치도에 대한 평가가 가능함을 보여 주고 있다.

11. 결론

본 연구에서는 한반도 지형에 적합한 차세대 전차설계에 대한 요구분석을 가능하게 해 줄 수 있는 기갑 전투그룹 교전 시뮬레이션 모델에 대한 개발과 이를 사용한 전투실험 사례를 보여 주었다.

BAGSim은 기존의 타 모델과 비교할 때 <표 1>에서 보는 바와 같은 장점을 지닌다.

<표 1> BAGSim과 기존 모델 비교

모델 구분	모의 범위	한반도 지형/교리	몬테칼로 모의방식	구현 언어
TANKW-ARS	전차, 대전차 무기	미반영/미반영	이산사건 중심	FORTTRAN
GROUND-WARS	전차, 대전차 무기, 헬기일부	미반영/미반영	이산사건 중심	FORTTRAN
TACOS	전차, 유인체	미반영/미반영	일정시간 간격중심	FORTTRAN
BAGSIM	전차, 대전차 무기, 유인체, 헬기	반영/반영	이산사건 중심	C++

먼저, 모의 범위에서 기존의 모델인 TANKWARS, GROUNDWARS, TACOS 등에서 제한적으로 혹은 전혀 묘사하지 못하는 대전차, 유인체, 헬기를 포함하여 다양한 모의실험 시나리오를 제공한다.

그리고 BAGSim은 한반도 지형 자료를 이용하여 시뮬레이션을 수행하기 때문에 기존의 모델과 비교할 때 한반도 전장 특성에 더욱 부합되는 시뮬레이션이 가능하고, 한국군의 전술교리가 반영되어 있기 때문에 차세대 전차 개발을 위한 설계 요구분석에 유용하게 적용될 수 있을 것이다. 이 뿐만 아니라 기갑 및 대 기갑전에서 전차의 전술 운용효과를 분석할 수 있는 도구로 활용될 수 있을 것이다.

또한 BAGSim은 사건중심 몬테칼로 시뮬레이션이기 때문에 교전과정을 상세히 묘사할 수 있어서 시뮬레이션 결과에 대한 신뢰도가 높고, 객체지향으로 설계되었기 때문에 차후 확장성이 용이하고 유지보수성이 뛰어나는 것이다.

그러나 BAGSim은 몇 가지 제한사항이 있다. 기동묘사가 네트워크로 되어 현실성이 다소 결여되고, 기동지역의 도로, 야지, 논 등의 특성이 반영되지 않았다. 또한 디지털 지형 데이터가 100m기준의 레벨 II를 사용하기 때문에 상세묘사에 한계가 있다. 차후 10m기준의 디지털 지형 데이터를 사용하여 확장하고 지형 특성 효과를 세부적으로 반영하고, 또한 각종 무기체계에 대

한 현실성 있는 파라미터 자료를 입력자료로 활용할 경우 고충실도 모델로 발전될 것이다.

**참 고 문 헌**

[1] 김현식, 한국형 전차 교전 시뮬레이션 모델 개발에 관한 연구, 국방대학교, 석사학위논문, 2001.

[2] 안인철, UML을 이용한 헬리콥터 교전 모의 체계 분석 및 설계에 관한 연구, 국방대학교, 석사학위논문, 1998.5.

[3] 육군본부, 전차 및 기계화보병중대, 야전교범 17-1, 1997.8.30.

[4] 육군본부, 전차 및 기보대대 전투, 야전교범 17-2, 1997.12.30

[5] 육군본부, 전차소대, 야전교범 17-7, 1993. 8.30.

[6] 육군본부, 전차포술(88전차), 야전교범 17-12-1, 1988.8.30.

[7] 육군본부, 전투헬기운용, 야전교범 1-8, 1995.8.30.

[8] 윤한일, 전차 헬리콥터 교전 모델에 관한 연구, 국방대학교, 석사학위논문, 1999.11.

[9] 이대일 외, “전차동체의 피탄각 결정을 위한 비대칭 방향 확률 분포 모델”, 한국 군사 운영분석 학회, 제 24권 제 2호, 1998.12.

[10] 장원범, 이대일, 김의환, 전차전투모의실험 (TACOS) 개발, 국방과학연구소, 1997. 12.

[11] 정창성, 최상영, “한국 근접전투지형을 고려한 전차전투 모델개발”, 국방과학연구소, 연구보고서, 2002.12

[12] 최상욱, "지형 시뮬레이션 환경 설계 및 구현연구", 국방대학교, 석사학위논문, 2000.

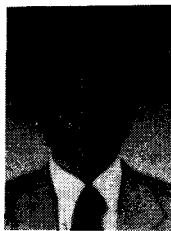
[13] AMSAA, GROUNDWARS 6.5 User Guide, November 1998.

[14] U.S. Army Laboratory Command, "The Sustained Combat Model : TANKWARS II programmers' manual", November 1991.

[15] U.S. Defense Modeling & Simulation Office, CMMS(FDMS), www.dmos.mil

[16] U.S. Defense System Management College, System Acquisition Manager's Guide for the use of Models and Simulations, 1994.

● 저자소개 ●



**최상영**

1982 육군사관학교 이학사  
 1986 국방대학교 무기체계학과 석사  
 1989 크랜필드 공대(영) 운용과학 박사  
 1994~1998 국방대학교 무기체계학과 조교수  
 1998~현재 국방대학교 무기체계학과 부교수  
 관심분야: 국방모델링 및 시뮬레이션, 객체지향 분산 시뮬레이션, 분산 위게임/전투 모델 설계, C4I 아키텍처 설계, 군수물류시스템