

방공교전모델(DADSim) 개발 및 활용사례 (Distributed Air Defense Simulation Model and its Applications)

최상영*, 김의환**

Abstract

In this paper, air-defense simulation model, called "DADSim", will be introduced. DADSim(Distributed Air Defense Simulation Model) was developed by Modeling&Simulation Lab of K.N.D.U.(Korea National Defence Univ) Weapon Systems Department. This model is an analysis-purpose model in the engagement-level. DADSim can simulate not only the global air-defense of Korean peninsula but also the local air-defense of a battle field. DADSim uses the DTED(digital terrain elevation data) Level II for the representation of peninsula terrain characteristics. The weapon systems cooperated in the model are low/medium-range missile systems such as HAWK, NIKE, SAM. DADSim was designed in the way of object-oriented development method, implemented by C++ language. The simulation view is an event-sequenced object-orientation. For the convenience of input, output analysis, GUI(Graphic User Interface) of menu, window, dialog box, etc. are provided to the user. For the execution of DADSim, Silicon Graphic IRIX 6.3 or high version is required. DADSim can be used for the effectiveness analysis of air-defense systems. Some illustrative examples will be shown in this paper.

* 국방대학교 관리대학원

** 국방 과학 연구소

1. 서 론

전투 모델링 및 시뮬레이션은 전력평가, 무기체계 획득, 교육훈련 분야 등에 다양하게 적용되고 있다. 이는 전장에서 이루어지는 전투과정을 컴퓨터라는 수단을 통하여 가상적으로 모의해 준다. 전투 시뮬레이션은 모의 하고자 하는 영역과 대상 그리고 목적에 따라 세부적으로 분류할 수 있으나 일반적으로 공학모델, 교전모델, 전투모델, 전구모델로 구분된다 [17]. 공학모델은 전투과정에서 공학수준까지 모델링하여 모의한다. 예를 들면, 지휘 통제소 데이터 처리 센터의 표적융합, 레이더 탐지파, 미사일 유도 등이다. 그래서 공학모델은 주로 연구개발이나 체계평가를 위해서 사용된다. 교전모델은 전투과정에서 발생하는 무기체계 및 부대의 과업수행주기와 이들의 상호작용을 모델링하여 모의한다. 예를 들면, 탐지-식별-평가-할당-사격-제압 등이다. 공학모델은 무기체계 컴포넌트수준의 모델링이라면, 교전모델은 모듈 수준의 모델링이라고 할 수 있다. 전투모델은 교전개체를 중심으로 모델링하여 모의한다. 교전개체는 자신의 수행할 임무가 부여되고 교전간에 임무수준에서 모델링 된다. 그래서 전투모델을 임무모델이라고도 한다. 전투모델에서 모델링 최하 단위는 일반적으로 각 개체가 된다. 한편, 전구모델은 부대단위 중심으로 모델링하여 전장을 모의한다. 이는 대규모 단위의 전쟁을 모의 할 수 있다. 교전모델과 전투모델은 주로 작전 대안분석, 비용대효과 분석, 무기체계분석 등에 사용되고 전구모델은 주로 임무 및 전쟁수행능력 분석 등에 사용된다. 그런데 오늘날 공학모델, 교전모델, 전투모델, 전구모델을 네트워크 환경에서 엮어서 하나의 전투상황을 모의하는 소위 합성환경(synthetic environment)으로 발전되고 있다.

최근 한국군에서도 전투모델링 및 시뮬레이션에 대한 관심이 고조되고 있다. 특히, 육군 교육사 중심으로 최근 한국형 위게임 모델인 '창조 21' 모델을 개발하여 사단급 교육훈련에 활용하고 있고, 해 공군도 모델개발을 위한 계획을 하고 있다. 특히 연합사는 연합합동훈련을 위한 모델 개발계획을 하고 있다. 또한 국방과학 연구소와 국방연구원을 중심으로 모델링 및 시뮬레이션을 임무분야 분석과 무기체계 획득분야에 적용하기 위한 많은 노력을 하고 있다. 그러나 한국군에서 개발하거나 가용한 모델들은 대부분 훈련용 모델이기 때문에 임무분석이나 무기체계 획득분석에 활용하는 데에는 한계가 있다. 특히, 방공분야에서는 미국에서 개발하여 국내에 도입한 모델인 MABS-K, EVADE, ADAGE, EDSim 등이 있으나 한국군의 방공모의를 위해 활용하는 데에는 한계가 있어왔다[18]. 이러한 동기로 최근 본 저자를 중심으로 국방대학교 무기체계학과에서 한반도 방공작전에 부합되고 한국군의 방공무기체계를 기반으로 하는 방공 시뮬레이션 모델 DADSim (Distributed Air Defense Simulation)을 개발하였다[15,16]. DADSim은 한반도 전체에 대한 방공모의뿐만 아니라 국지적인 방공모의도 가능하다. 차후 DADSim을 육군방공학교에서 전투실험용으로 운영할 예정이다.

본 연구는 DADSim에 대하여 소개하고 이를 이용하여 미래 방공무기체계에 대한 배치를 위한 전투실험 활용사례를 보여주고 차후 활용방안을 제시함으로써 육군뿐만 아니라 해군 및 공군 그리고 국방관련 연구기관에서도 많이 활용될 수 있도록 하는데 있다. 제 2장과 제 3장에서는 DADSim의 방공교전 모의영역과 모의기능에 대하여 설명한다. 제 4장에서는 DADSim의 모델구조에 대하여 간략히 설명하

고 제 5장에서는 DADSim 사용자 인터페이스와 사용방법에 대하여 설명한다. 그리고 제 6장에서는 DADSim 적용사례를 보여주고 마지막 7장에서는 차후 활용방안을 제시하고 결론을 맺도록 한다.

2. 모델의 개요

DADSim은 미래 방공무기체계에 대한 소요분석, 효과분석, 그리고 미래 방공작전에 대한 전투실험용으로 개발되었다. DADSim은 교전수준의 모델로서 한국군의 방공작전특성을 고려한 임의 전장지역에 대한 국지방공뿐만 아니라 한반도 전체의 전역방공에 대한 컴퓨터모의가 가능하다. DADSim은 디지털 지형 고도자료를 사용하여 한반도 전장특성을 모의하고, HAWK, NIKE, SAM 복합 방공무기 등에 대한 방공교전을 모의한다. 그리고 단일 합정의 방공무기체계에 대한 모의도 가능하다.

DADSim에서 모의되는 국지방공과 전역방공은 지휘통제형태에 따라 구분되는데, 국지방공은 단일지휘통제를 기반으로 방공임무가 수행된다. 비행표적에 대하여 하나의 지휘통제소에서 위협을 평가하고 각 포대로 직접 교전을 할당하게 된다. 전역방공은 2단계의 지휘통제로 이루어진다. 전역방공에서는 한반도 지역을 여러 개의 방공작전지역으로 구분하고 한반도 전역은 광역지휘통제센터가 관장하고 각 방공작전지역은 별도로 지역통제센터가 관장하게 된다. 지역통제센터는 각 방공작전지역마다 존재한다. 광역지휘통제센터에서는 모든 비행표적을 관리하고, 각 방공작전지역의 특성과 배치된 무기체계를 고려하여 각 방공작전지역별로 하위지휘통제소로 지역개념으로 표적을 배분하게 된다. 지역으로 배분된 표적은 지역통제센터에 의해 위협이 평가되고 각 포대

로 표적을 할당하고 포대는 표적을 제압하게 된다.

DADSim의 입력과 실행과정은 다음과 같다. 먼저 모의할 전장지역을 설정한다. 그리고 적군 항공기와 침투경로 시나리오를 정의한다. 항공기 침투경로를 정의하는 데에 출발지점과 목표지점을 설정하고 그 사이의 몇 개의 항적통과점을 사용한다. 각 항적통과점에 대한 위치, 그 지점에서 속도를 입력한다. 그리고 항공기 ECM효과, 체프 및 회피기동효과 모의여부를 지정한다. 적 항공기 침투시나리오가 설정되면, 아군 방공무기체계를 배치하고 운용방법 및 성능변수를 입력한다. 그리고 국지방공으로 모의할 것인지 아니면 전역방공으로 모의할 것인지를 결정하고, 각 방법별로 위협평가 및 표적할당 방법을 설정한다. 운용될 탐지 및 추적레이더, 플랫폼, 미사일에 대한 위치 및 속성값과 방호해야 할 아군의 주요 시설 및 부대에 대한 자료도 입력한다. 방공임무수행간에 영향을 미치는 무기체계의 성능으로 탐지 레이다 최대 탐지거리, 스캔시간, 추적레이더 최대 추적거리, 대공미사일 비행속도, 미사일 근접 폭발거리, 최대 유효사거리, 최소 유효사거리, 제압확률 등을 입력한다.

입력이 완료되면 시뮬레이션이 수행되는데, 항공기가 기설정된 시나리오에 따라 목표물을 공격하면, 방공무기체계는 탐지레이더, 추적레이더, 방공미사일 및 발사대를 작동하여 교전 순서에 따라 교전을 한다. 교전순서는 탐지단계, 식별단계, 위협평가단계, 표적할당단계, 교전단계, 그리고 제압단계로 구분되고 이를 "과업수행주기"라고 한다. 각 무기체계는 자신의 과업수행주기에 따라 항공기와 교전을 하게된다.

DADSim은 과업수행주기별 미래사건이 예정되고, 이산사건 시간으로 시뮬레이션 시간을 전진시키면서

모의한다. C++로 구현되었고, 모의 과정이 2차원과 3차원으로 가시화된다. 또한 사용자 편의를 위해서 GUI가 제공되고 사용자의 마우스 클릭을 통하여 대화상자가 전시되고 이를 통하여 모델자료를 입력하도록 하고있다. 실행머신은 실리콘 그래픽 컴퓨터 IRIX6.3 이상이다.

3. 모델의 방공모의 기능

DADSim은 6개의 모의기능 분야로 이루어진다. 비행표적 모의기능, 표적탐색/항적획득 모의기능, 지휘통제 모의기능, 플랫폼교전 모의기능, 피해평가 모의기능이다. 비행표적 모의기능에서는 적 항공기의 비행공격을 모의한다. 표적탐색 및 항적획득 모의기능에서는 비행표적을 탐색하여 항적을 획득한다. 지휘통제 모의기능에서는 획득된 항적에 대하여 위협을 평가하고 플랫폼에 항적을 할당하여 교전을 지시한다. 플랫폼교전 모의기능에서는 플랫폼과 항공기 간의 교전을 모의한다. 피해평가 모의기능에서는 항공기와 미사일간의 교전결과를 평가한다.

3.1. 비행표적 모의기능

비행표적 모의기능에서 표적 항공기의 비행을 모의한다. 항공기의 공격비행을 모의하는 데에는 항적점을 사용한다. 최초 출발지점에서 퇴각지점까지의 경로상에서 주요 변화지점(항적점)을 지정하고 각 지점에 대한 위치(x,y), 고도(z), 그리고 그 지점에서 속도를 정의한다. 이를 근거로 시뮬레이션 진행에 따라 항적 위치에 대한 모의는 정의된 항적점을 사용하여 그 위치를 예측한다. 여기서 위치예측에서 항적점 간에는 선형으로 비행하는 것으로 가정한다. 만약 항적점을 많이 정의하면 보다 융통성 있는 항

적을 모의할 수 있다.

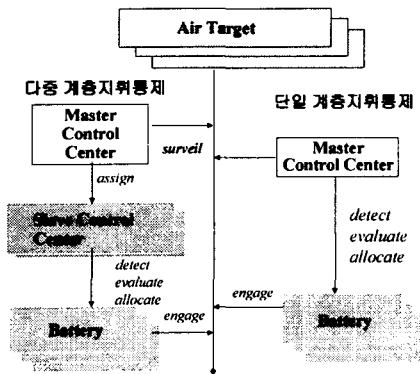
3.2. 표적탐색 및 항적획득 모의기능

모의된 항적에 대해서 대공방어 감시자산 즉, 레이더 혹은 전술 탐지레이더가 이를 획득하게 된다. 레이더의 성능(예를 들면, 최대탐지거리)에 따라 최소 최대 탐지범위가 설정되고 디지털 지형고도 데이터를 사용하여 상호가시성 여부를 판단하여 표적을 획득하게 된다. 다중 레이더로 표적을 탐지할 경우에는 탐지된 표적정보를 융합(Fusion)하여 단일 표적트랙을 생성한다. 그리고 이들 표적 데이터를 지휘통제 센터로 송신한다.

3.3. 지휘통제 모의기능

지휘통제는 아래 <그림 1>에서 보는 바와 같이 단일계층 지휘통제, 다중계층 지휘통제로 구분된다. 단일지휘통제는 광역지휘통제센터(MCC, Master Control Center)에서 이루어진다. 레이더에서 송신된 표적트랙을 광역지휘통제센터에서 표적에 대한 위협 평가를 수행하고 예하 포대에 대하여 직접 표적을 할당하게 된다. 다중 지휘통제에서는 상위 광역지휘통제센터와 하위 지역통제센터(SCC, Slave Control Center)에서 이루어진다. 다중 지휘통제에서는 광역 지휘통제센터 기능이 단일 지휘통제와 달리 포대에 직접표적을 할당하지 않고 지역통제센터에 배분하게 된다. 그러면 지역통제센터에서 위협을 평가하고 예하 포대에 직접 표적을 할당하게 된다. 한반도 지역을 몇 개의 방공작전구역으로 구분하여 방공작전을 수행하는데, 이때 광역지휘통제 센터는 한반도 전체 방공을 관할하고 지역지휘통제센터는 개별 방공작전 구역을 관할하게 된다. DADSim에서는 방공작전구

역을 4개지역으로 구분하여 모의된다. 그래서 다중 지휘통제에서는 하나의 광역지휘통제센터와 4개의 지역지휘통제센터가 모의된다.



<그림1> 지휘통제구조

표적에 대한 위협평가는 항공기로부터 방어목표가 공격을 받을 때 각 항공기별로 위협의 정도를 평가하는 것이다. 위협평가는 위협우선순위를 결정하는 것을 의미한다. 위협평가는 부대 및 지휘관에게 부여된 임무에 따라 세부적으로 방공교전규칙 또는 부대예규에 정의되어 있지만 기본적으로 항공기 정보, 방어해야 할 목표에 대한 정보를 가지고 각 항공기와 방어목표와의 상대적인 위협추정치를 산정하여 이를 근거로 각 위협에 대한 우선순위를 결정한다. 위협평가를 수동위협평가와 자동위협평가로 나눈다. 수동위협평가란 방공무기체계 운용자가 전시 콘솔에 전시된 표적 중에서 적항공기로 간주되는 표적에 대해서 항적, 위협의 형태등에 따라서 위협 정도를 판단하는 것이다. 이러한 판단의 기준은 부대 및 지휘관에게 부여된 임무에 따라 세부적으로 정해진 방공교전규칙 및 위협평가를 실시하는 방공무기체계 운용자의 경험에 기초한다. 자동 위협평가

란 피아식별을 통해 '우군' 혹은 '동맹군'으로 식별된 항공기에 대해서는 즉시 위협평가가 중지되나 미식별 및 적으로 판명된 항공기에 대해서는 위협평가를 한다. 위협평가시에는 표적정보와 방어해야 할 목표를 고려하여 위협추정치를 산정하고 이를 근거로 각 위협표적에 대한 위협우선순위를 결정하는 것이다. 표적정보는 표적의 종류, 표적의 위치, 속도, 항공기 침로(Heading) 및 고도각(Altitude Angle)등이 된다. 방어목표에 대한 정보는 비행장, 지휘통제 센터, 방공무기 자신, 전략거점, 주요시설 등이다. 위협추정치는 위협평가 기준에 따라 달라진다. DADSim에서는 위협평가 기준을 3가지로 구분한다. 1) 기준1 : 현재항공기가 비행하는 방향에서 목표지역으로 향하는 속도벡터(Radial Speed Vector)를 고려하여 목표의 radial방향으로 빠른 시간에 도달하는 항공기가 보다 더 위협순위가 높다. 2) 기준2 : 항공기가 방어목표와의 최 근접 통과 예상거리(Closest pass approach)를 지나 목표에 이르는 시간이 보다 짧은 항공기가 위협우선순위가 높다. 3) 기준3 : 일정거리 이내에서 Hovering하는 항공기가 위협이 가장 크며 방어목표에 대한 거리 및 공격방향과 방어목표와의 사잇각이 작고 목표방향 속도가 큰 항공기가 위협이 크다.

표적할당은 위협우선순위와 가용한 방공무기의 능력을 고려하여 이루어지는데 표적을 할당한다는 것은 위협평가방법에 의해 결정된 위협우선순위에 따라 사격 가능한 방공무기에게 사격명령을 지시하는 것을 의미한다. 표적할당은 위협우선순위가 결정되고 방공무기체계의 사격이 가능한 지역에 임의 항공기 표적이 들어 왔을 때 이루어진다. 표적할당 방법은 위협표적에 SAM을 할당하는 기준에 따라

최단거리 할당, 최단요격시간 할당, 무작위할당방법으로 구분한다. 최단거리 할당방법은 임의 방어지역 내에 있는 위협표적에 대해서 위협우선순위로 거리가 가장 짧은 SAM에 표적을 할당하는 방법이다. 최단 요격시간 할당방법은 표적의 위협 우선순위에 따라 표적이 발견된 위치에서 방공무기가 사격하여 제압할 때 예상요격지점까지의 비행시간이 가장 짧은 표적에 대하여 방공무기를 할당하는 방법이다. 무작위 할당방법은 위협평가에 의한 위협우선순위와 무관하게 할당하는 방법으로서 위협표적에 대해서 어떤 일정한 규칙이 없이 요격이 가능한 방공 무기에 무작위로 할당시키는 방법이다.

3.4. 플랫폼 교전 모의기능

플랫폼은 단일발사 플랫폼과 다중발사 플랫폼이 있다. 단일발사 플랫폼은 발사대가 1개 이고, 다중발사 플랫폼은 여러 대의 발사대를 가지고 있다. 단일발사 플랫폼은 과업수행주기 동안에 오직 한 개의 표적과 교전하고, 다중발사 플랫폼은 과업수행주기 동안에 여러 표적과 교전이 가능하다.

플랫폼이 표적항적을 할당 받으면 과업수행주기에 따라 교전을 수행하는데, 과업수행주기에서 플랫폼이 최초로 표적을 할당받으면 구동을 한 후에 표적을 획득하고 추적한다. 표적이 유효사거리 내에 들어오면 잠금을 하고 미사일을 발사한다. 그리고 미사일이 표적으로 유도되어 표적에 근접하면 폭발하게 된다.

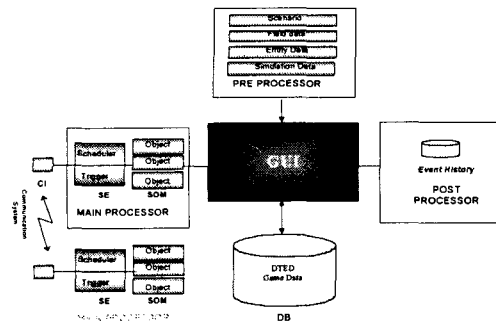
3.5. 교전 피해평가 모의기능

DADSim에서 교전 피해평가는 지대공 피해평가, 공대지 피해평가가 있다. 지대공 피해는 발사대에서

표적항적에 대하여 미사일을 발사한 후에 표적에 근접하여 폭발했을때 이루어진다. 교전피해를 평가하는데 Monte-Carlo 방법을 사용한다. 공대지 피해평가는 비행표적이 목표를 공격했을 때 평가한다. DADSim에서는 비행표적이 임의 방어목표지역을 제압하지 않고 통과한 경우에는 공격을 받은 것으로 하고 피해 평가는 산정하지 않고 공격받은 횟수만 제공한다.

4. 모델의 구조

DADSim 구조는 아래 <그림2>에서 보는 바와 같이, PRE PROCESSOR, GUI, MAIN PROCESSOR, DB, POST PROCESSOR로 이루어져 있다.



<그림 2> DADSim 소프트웨어 구조

PREPROCESSOR는 GUI(Graphic User Interface)를 사용하여 사용자가 대화식으로 게임에 필요한 데이터를 입력한다. 입력 데이터는 시나리오 데이터, 모의영역 데이터, 개체 데이터, 그리고 시뮬레이션 데이터가 있다. 시나리오 데이터는 비행 표적의 공격 경로를 모의해 주기 위한 데이터이고, 모의영역 데이터는 모의하고자 하는 지역영역을 구분하는 데

이터이다. 개체 데이터는 방공 무기체계의 성능 데이터로서 발사대 성능데이터, 미사일 성능데이터, 탐지 데이터 성능데이터, 추적 레이더 성능데이터, 그리고 방어목표에 대한 데이터가 있다. 운용모드 데이터는 무기체계 운용방식과 관련된 데이터이고, 시뮬레이션 데이터는 시뮬레이션 실행 및 실험횟수에 관한 데이터이다. GUI는 PREPROCESSOR에서 사용자가 데이터 입력을 용이하게 하기 위해서 메뉴, 대화상자, 컨트롤 등으로 이루어지고 사용자가 게임 자료를 입력하는데 용이하도록 하고, 시뮬레이션 실행간에 실시간으로 게임상황을 전시하기도 한다. 그리고 게임 후에 그 결과도 가시적으로 보여주는 역할을 한다.

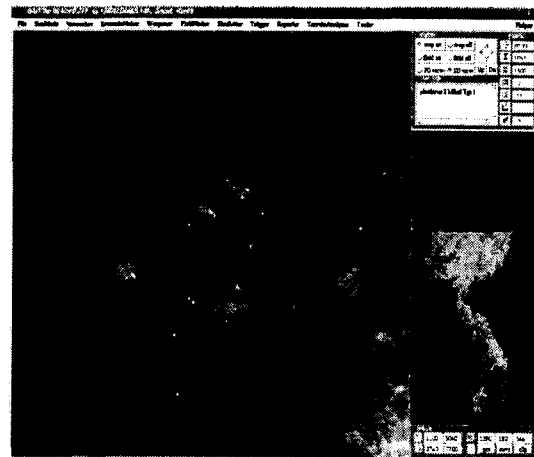
MAIN PROCESSOR는 시뮬레이션의 핵심 프로세서로서 시뮬레이션 엔진(Simulation Engine, SE)과 시뮬레이션객체모델(Simulation Object Model, SOM)로 이루어져 있다. 시뮬레이션 엔진에는 Scheduler와 Trigger가 있는데, Scheduler는 객체사건시간을 스케줄링하고 시뮬레이션 시계를 전진시킨다. Trigger는 객체사건을 집행하는 역할을 한다. 객체 모델은 시뮬레이션을 이루고 있는 모든 객체를 포함하고 있는 모델 객체이다. DB는 모델을 실행하기 위해서 필요한 각종 자료들의 저장장소로 PREPROCESSOR을 통하여 입력된 자료뿐만 아니라 한반도 지형자료(DTED)를 저장하고 있다. 그리고 POST PROCESSOR는 MAIN PROCESSOR에서 시뮬레이션을 실행하여 얻은 결과를 저장하는 장소로서, 각종 시뮬레이션 결과 데이터를 저장한다.

MAIN PROCESSOR는 객체지향으로 설계되고 구현되었다.

5. 모델의 사용자 인터페이스

DADSim은 사용자 편의성을 제공하기 위해서 윈도우창을 제공하고 입력과 출력을 위한 대화상자를 제공한다. 그리고 시뮬레이션 실행동안에 시뮬레이션 진행과정을 애니메이션 해준다.

아래 그림은 DADSim 실행 화면을 보여주고 있다. DADSim을 실행하면 아래와 같은 메인 창이 생성되고 메뉴바를 선택하여 모델 실행을 위한 입력 데이터를 입력한다.



<그림3> DADSim 주화면

우하단 윈도우에는 한반도 지역이 전시된다. 사용자는 모의할 전장지역을 클립핑(빨간네모)하여 선택하면 좌측에 있는 메인 윈도우창에 전장지역이 확대되어 전시된다. 그리고 우측 중간 윈도우창에는 교전과정이 3차원으로 전시된다. 우측 가장 윗부분은 시뮬레이션 진행에 대한 정보가 전시된다. 예를 들면, 시뮬레이션 실행동안에 발생한 사건, 교전개체들의 상태변화, 제압표적 숫자, 시뮬레이션 진행시간 및 횟수 등이다.

상단의 메뉴바는 사용자 입력을 위한 pop-up 메뉴로서 이를 선택하면 대화상자가 pop-up되고 여기에 시뮬레이션 실행을 위한 입력자료를 입력한다. 구체적인 입력방법은 다음과 같다.

5.1. 시나리오 자료입력

<그림4>는 시나리오 자료를 입력한 대화상자를 보여주고 있다. 여기서는 20 번 홍군 항공기의 침투 비행 입력 값으로 항적점은 5 개를 가지고 있고, 출발 시간 간격은 10 초이며 5 번째의 항적점 좌표(-84700,-142300), 고도(1240m), 속도(440m/s) 그리고 공격지점 좌표(-85500,-148400), 고도(140m), 반경(400m) 그리고 공격시 ECM /Chaff Maneuver 성공확률(0.4 / 0.4)로 입력되어 있는 것을 보여 주고 있다.

Scenario Maker

Flight Path

Total Number of Wings | 20

Wing ID	Number of Turning Points
20	5

Leaving Time | 10

Turning Point ID	Height	Speed	Position_X	Position_Y
5	1240	440	-84700	-142300

Attack Point

Wing ID	PoZone_X	PoZone_Y	PoZone_Z	Zone_Width
20	-85500	-148400	140	400

Attack Parameter

Wing ID	ECM Success Pro	Chaff&ManeuverS Pro
20	0.4	0.4

Buttons: Dismiss, Help, Get, Save

<그림4> 침투비행 시나리오 대화상자

5.2. 지휘통제 자료입력

<그림5>는 지휘통제에 관련된 자료를 입력한 대화상자를 보여주고 있다. 청군의 지휘통제센터 입력 값으로 지휘통제방식은 단일 지휘통제방식, 방공무기체계는 지대공 Platform을 가지고 있으며 위협평가 기준은 방어목표에 최단거리에 접근하는 항공기를 우선적으로 하였고, 표적 할당은 위협 표적이 가장 가까운 거리의 SAM에 교전할 수 있도록 표적을 할당하였으며 7 개의 Platform을 통제하도록 입력되어 있는 것을 보여 주고 있다

Control Center Data

C3I Chaff Option | One Layer | Two Layer | Weapon Option | Platform | Cannon | PlatCannon

One Layer:

Platform Control Center

Threat Evaluation Mode | RSV | CPA | S-Png | Position_X | 31000 | Position_Y | 72500 | Position_Z | 120

Target Allocation Mode | S-Png | Impact-T | RND | Platform Num Under Control | 7

Buttons: Get, Save

Two Layer:

Master Control Center

Fusion Mode | Mode1 | Mode2 | Mode3

Target Assign Mode | Mode1 | Mode2 | Mode3

Slave Control Center Num | 4 | Report Center Num | 7

Position_X | 16200 | Position_Y | -111400 | Position_Z | 140

Slave Control Center

ID | 1

Threat Evaluation Mode | Mode1 | Mode2 | Mode3

Target Allocation Mode | Mode1 | Mode2 | Mode3

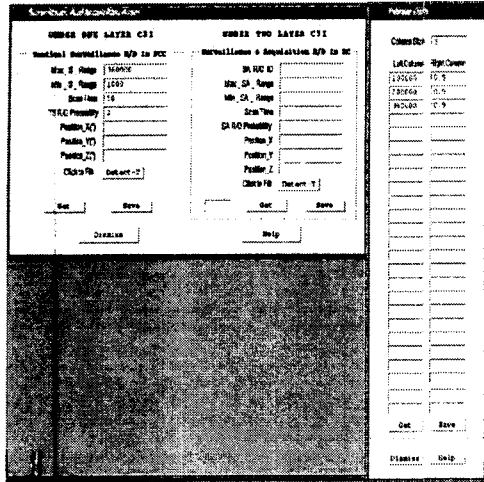
Position_X | 49200 | Position_Y | -68500 | Position_Z | 170

Buttons: Get, Save, Dismiss, Help

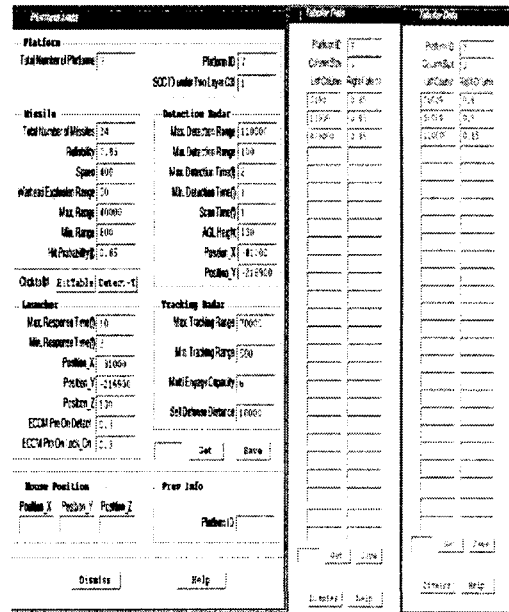
<그림5> 지휘통제 시나리오 대화상자

5.3. 전술탐지 자료입력

<그림6>은 전술탐지 레이더 자료를 입력한 대화상자를 보여주고 있다. 청군의 전술탐지 레이더 입력 값으로 탐지 범위는 최대360 km, 최소1Km, SCAN 시간은 10 초이고, 전술탐지 레이더 탐지 확률은 각 거리별로 0.9로 탐지 확률이 입력되어 있는 것을 보여 주고 있다.



<그림6> 전술탐지 레이더 시나리오 대화상자



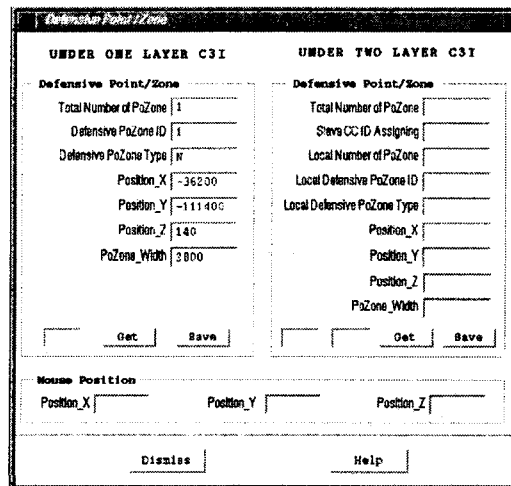
<그림7> Platform 자료입력 대화상자

5.4. 플랫폼 자료입력

<그림7>은 플랫폼 자료를 입력한 대화상자를 보여주고 있다. 청군의 7 번째 Platform 입력 값으로 미사일 보유량은 24발, Platform 식별번호 7, 장비 신뢰도 0.85이고, 미사일은 속도400m/s, 탄두 폭파반경 30m, 최대 사거리 40km, 최소 사거리 800m이며, 명중확률은 0.85,발사대 반응시간은 최대 10초, 최소 3초이다. 청군 항공기에 대한 ECCM 성공확률은 0.3, LOCK ON 시 ECCM성공확률 0.3으로, 추적 레이더의 추적거리는 최대 70 km, 최소 500m 그리고 다중교전능력 6대와 자체 방어거리는 10km로 설정하였으며, 특히 탐지레이더 탐지확률을 각 Platform 기준으로 반경 30km 0.8및 반경 50km 0.9 그리고 반경110 km 내는 0.85로 입력되어 있는 것을 보여주고 있다.

5.5. 방호목표 자료입력

<그림8>은 방호목표 자료를 입력한 대화상자를 보여주고 있다.

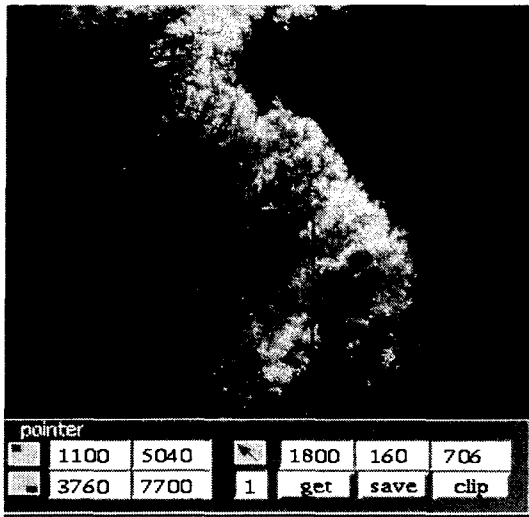


<그림8> 방호목표 대화상자

청군의 방호목표 입력 값으로 방호할 숫자는 1 개이고, 방호물의 식별번호는 1이고, 그 위치 좌표는 (-36200,-111400) 이며 고도는 140m이다. 그리고 목표물의 zone은 2800로 입력되어 있는 것을 보여주고 있다.

5.6. 전장지역설정 자료입력

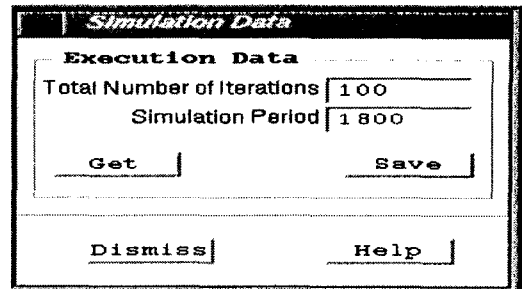
<그림9>는 전장지역설정에 대한 윈도를 보여주고 있다. 전장지역 입력은 마우스를 사용하였고 서해안 지역을 중심으로 입력되어 있는 것을 보여 주고 있다.



<그림 9> 전장지역설정

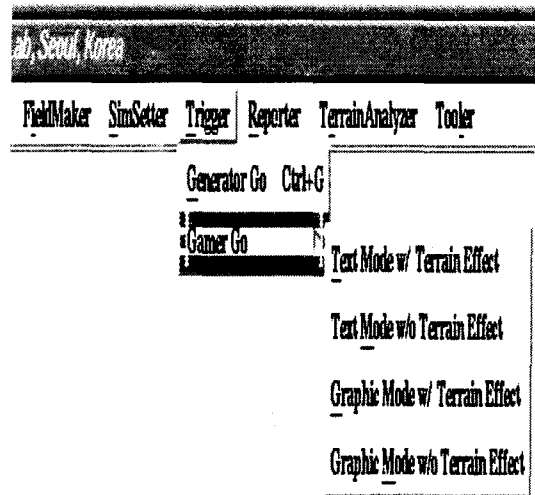
5.7. 시뮬레이션 진행

<그림10>은 시뮬레이션 진행을 위한 Simulation Data를 입력한 대화상자를 보여주고 있다. Simulation Data는 Period 1800, 횟수는 100회로 입력되어 있는 것을 보여 주고 있다.



<그림10> Simulation Data 대화상자

시뮬레이션에 필요한 자료를 입력 후 <그림11>처럼 Graphic Mode w/o Terrain Effect 혹은 Text Mode w/o Terrain Effect 메뉴를 선택하여 모의실험을 수행한다.



<그림 11> 실행 대화상자

5.8 시뮬레이션 모의결과

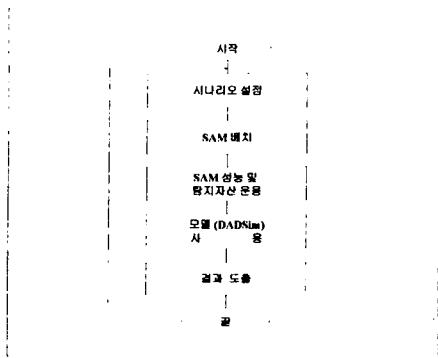
시뮬레이션 모의결과는 제압율, 평균교전 거리, 평균 소모발사탄수를 제공한다. 여기서 시뮬레이션 결과에 대한 통계치는 생산하지 않고 있다. 이는 차후 확장개발시에 포함될 예정이다.

6. 적용 사례

DADSim을 사용하여 미래 방공무기체계에 대한 소요분석, 효과분석, 그리고 미래 방공작전에 대한 전투실험이 가능하다. 여기서는 미래 방공무기체계 00에 대하여 차후 개발후에 어떤방식으로 배치운용해야 운용효과가 극대화 될 수 있을 것인가에 대한 전투실험을 수행한 예를 보인다.

6.1 전투실험 절차

전투실험 절차는 <그림12>와 같이 먼저 항공기(이후 홍군)가 특정 경로로 침투하여 내륙지역의 주요 방호목표를 공격하는 가상의 시나리오를 설정하고, 아군(이후 청군)은 작전지역에서 가상 방호목표와 가상 방공무기체계에 대한 배치(안)를 설정한다. 각 배치(안)별로 방공무기체계의 명중률, 미사일 속도, 교전 능력, 전자전 능력을 변화시켜 가면서 전투실험을 하여 제압률, 교전거리, 발사탄수를 측정하는 방식으로 전투실험을 수행한다.



<그림12> 전투실험 절차

6.2 적 항공기 침투 시나리오 및 방공무기체계 배치(안) 설정

전투실험에서는 8개의 편대로 구성된 총 20 대의 홍군 항공기가 서해안 경로를 경유하여 8 개의 청군의 방호목표를 공격하고 귀환하는 것으로 시나리오를 설정하였다. 각 편대는 이륙기지, 목표종류를 설정하였다. 그리고 비행경로상의 통과지점을 설정하였다. 아래 <표 1>은 이들 시나리오를 나타내고 있다.

경로	구 분			목 표 종 류				공격 형태
	편대	대수	이륙	비행 장	R/D	NI-KE	HA-WK	
A	A1	4	00	00				△
	A2	4	00	00				△
	A3	2	00		00			△
	A4	2	00			00		□
	A5	2	00			00		□
	A6	2	00				00	○
	A7	2	00				00	○
	A8	2	00			00		○
비고	8	20	2개	2	1	3	2	3

△형: 20 도 강하공격, □형: 행기지 공격, ○형: 30 도 강하공격

편대 명	이륙	T1	T2	IP	TGT	R1	R2
A1	00	덕적도	난지도	서산	00	덕적도	00
A2	00	덕적도	내파수도	개야도	00	덕적도	00
A3	00	덕적도	난지도	대산	00	덕적도	00
A4	00	덕적도	수역	이송	00	덕적도	00
A5	00	덕적도	내파수도	위산도	00	덕적도	00
A6	00	덕적도	내파수도	장고도	00	덕적도	00
A7	00	덕적도	난지도	서물리	00	덕적도	00
A8	00	덕적도	내파수도	김제시	00	덕적도	00

T: Turning Point, IP: Initial Point, TGT: Target, R: Return Point

<표1> 공격목표 및 침투경로 경로점

이에 대응하는 청군은 8 개의 방공무기체계를 00 일대를 중심으로 배치하여 운용하는데 배치방식을 3 가지로 설정하였다. 기존배치, 집중배치, 분산배치 이다.

6.3 00 SAM 성능 및 탐지자산 운용

운용되는 00 SAM의 성능과 탐지자산에 대한 성능은 <표 2>와 같다.

구 분	가상 M-SAM
탐지 거리	80 km
추적 거리	80 km
유효사거리 / 고도	40 / 18 km
유도탄 속도	마하 1.2 (최대 2.5)
탄두	유효반경 : 30m
단발 명중률	85%
반응시간 / 동시교전능력	10초 / 6대
ECM	0.4
회피기능(항공기)	0.4
탐지 확률	0.9
장비 신뢰도	0.85

<표 2> 00 SAM 성능

6.4 전투실험 결과에

DADSim에서 전투실험결과 명중확률, 동시교전능력, 미사일 속도변화에 따른 모의실험 측정치(제압률, 교전거리, 발사탄수)를 제공한다. 현재의 버전은 단순 산술평균치만을 제공하여 아래 결과는 평균치를 중심으로 단순 산술평균치 중심으로 비교한 결과이다. 더욱 의미있는 비교분석을 위해서는 통계검증을 통하여 이루어져야 하나 연구 제한상 산술평균을 중심으로 비교하였다. 여기서 제압률은 전체표적에 대한 제압된 표적수의 비율을 의미한다.

가. 명중확률 변화에 따른 전투실험 측정치

<표 3>, <표 4> 및 <표 5>는 명중확률 변화에 따른 기존배치, 집중배치 그리고 분산배치를 하여 홍군항공기와 교전했을 때, 얻은 결과 값이다. 여기서 제압률과 교전거리는 명중확률이 증가할 경우 모두 증가, 발사탄수는 감소하는 추세를 보이고 있고, 집중 배치했을 때, 평균적으로 좋은 결과를 나타내고 있다.

(단위: %)

명중확률 배치방법	0.7	0.85	0.95
기존배치	61.4	67.3	68.8
집중배치	68	79.5	85.9
분산배치	62.5	63.5	70.5

<표3> 명중확률 변경시 제압률

(단위: m)

명중확률 배치방법	0.7	0.85	0.95
기존배치	15,288	15,850	15,358
집중배치	17,587	19,136	19,135
분산배치	15,494	15,825	16,356

<표 4> 명중확률 변경시 교전거리

(단위: 발사탄수)

명중확률 배치방법	0.7	0.85	0.95
기존배치	32.85	29.88	29.67
집중배치	42.43	37.9	36.74
분산배치	35.4	30.06	31.73

<표 5> 명중확률 변경시 발사탄수

나. 동시교전능력 변화 따른 전투실험 측정치

<표 6>, <표 7> 및 <표 8>는 다중교전능력 변화에 따른 기존배치, 집중배치 그리고 분산배치를 하여 홍군항공기와 교전했을 때, 얻은 결과 값이다. 여기서 제압률과 교전거리 및 발사탄수는 교전능력이 증가할 경우 증가하는 추세를 보이고 있고, 집중배치했을 때, 평균 산술적으로 좋은 결과를 나타내고 있다.

(단위: %)

동시교전능력 배치방법	2대	4대	6대
기존배치	67.3	75.2	75.8
집중배치	68	79.5	85.9
분산배치	63.5	77.1	78.3

<표 6> 교전능력 변경시 제압률

(단위: m)

동시교전능력 배치방법	2대	4대	6대
기존배치	15,852	17,202	15,980
집중배치	15,333	19,026	19,151
분산배치	15,825	16,835	16,436

<표 7> 교전능력 변경시 교전거리

(단위: 발사탄수)

동시교전능력 배치방법	2	4	6
기존배치	32.85	29.88	29.67
집중배치	37.9	43.58	43.8
분산배치	30.06	34.2	35.3

<표 8> 교전능력 변경시 발사탄수

다. 미사일 속도 변화 따른 전투실험 측정치

<표 9>, <표 10> 및 <표 11>는 미사일 속도 변화에 따른 기존배치, 집중배치 그리고 분산배치를 하여 홍군항공기와 교전했을 때, 얻은 결과 값이다. 여기서 제압률과 교전거리 및 발사탄수는 미사일 속도가 증가할 경우 증가하는 추세를 보이고 있고, 역시 집중배치했을 때, 평균 산술적으로 좋은 결과를 나타내고 있다.

(단위: %)

미사일 속도 배치방법	400m/s	600m/s	800m/s
기존배치	67.6	84.1	91.2
집중배치	79.5	94.18	94.8
분산배치	69.5	85.8	91

<표 9> 미사일 속도 변경시 제압률

(단위: m)

미사일 속도 배치방법	400m/s	600m/s	800m/s
기존배치	15,851.69	17,621	18,416
집중배치	19,135.8	20,375	16,725
분산배치	15,825.21	18,769	19,369

<표 10> 미사일 속도 변경시 교전거리

(단위: 발사탄수)

미사일 속도 배치방법	400m/s	600m/s	800m/s
기존배치	29.88	33.92	35.93
집중배치	37.9	42.06	41.53
분산배치	30.06	34.133	34.933

<표 11> 미사일 속도 변경시 발사탄수

7. 결론 및 차후활용

본 연구에서는 DADSim에 대하여 소개하고 이를 이용하여 미래 방공무기체계에 대한 배치 효과를 분석하기 위한 전투실험 예를 보여주었다. DADSim은 한반도 지역특성과 한국군의 방공무기체계 특성, 방공운용교리를 고려하여 모델링되고 구현된 한국 독자모델이다. 본 연구에서 제시된 전투실험외에도 육군방공학교에서 전방지역의 방공무기체계 운용방안에 대한 전투실험을 수행하였고 이 결과 DADSim의 사용 적합성이 검증된 바가 있다. DADSim을 이용하여 한반도에서 방공에 대한 여러가지 운용효과 분석이 가능할 것이다. 예를 들면, 수도권지역에서 수도권 방공에 대한 검토분석, 차기 방공무기체계에 대한 운용효과분석, 해군의 KDX 체계의 방공 무기체계 효과분석 등이 가능할 것이다. 또한 미래 방공무기체계의 운용요구분석을 도출하는데도 사용될 수 있을 것이다.

더욱이 DADSim 모델은 최신의 시뮬레이션 기술을 활용하여 객체지향 방식으로 모델이 개발되고 차후 HLA(High Level Architecture)에 부합될 수 있도록 시뮬레이션 엔진을 설계했기 때문에 모델의 확장과 수정이 용이함은 물론이고, 방공무기체계 합성환경(Synthetic Environment)을 구축할 때 재사용할 수 있을 것이다. 그러나 DADSim에서 더욱 발전되어야 할 분야가 있다. 예를 들면 공대공기능, 보다 다양한 방공무기체계 모의, 입력 자료의 DB화, 출력자료의 통계적 분석기능보강 등이 있다. 이러한 부분들은 지속적으로 보완 발전될 것이다.

참고문헌

- [1] 공군 방공포병 학교, 방공포병 실무참고, 1994
- [2] 방공포병학교, 방공참고자료 90-2,3,7,8 호, 공중위협과 방공무기, 1990.
- [3] 야전교범 44-20, 방공 포병 대공 사격훈련 절차, 육군본부,1989
- [4] 고순주 외, C2A 개념형성 보고, 국방과학 연구소, 1993. 8.
- [5] 고순주 외, C2A 개념형성 연구 보고서, 국방과학 연구소, 1994. 9.
- [6] 박창규, 공중위협과 야전군 방공, 군사발전 53호
- [7] 변성철, C2A 시스템 소프트웨어의 객체지향적 구현에 관한 연구, 국방대논문, 1994
- [8] 유해일, 저고도 방공 객체지향 시뮬레이션 모형에 관한 연구, 국방대논문, 1994.
- [9] 장탁순, 2차원 표적 정보에 의한 저고도 방공 무기체계 위협평가 및 할당방법에 대한 연구, 국방대학원 석사논문, 1993.
- [10] 정용준, 저고도/국지 방공시 대공포 최적배치에 관한 연구, 국방대논문,1987
- [11] 최상영, 군사 시뮬레이션 모델링 기술, 국방대학원 참고교재, 1996.
- [12] 최상영, 객체지향 기술을 이용한 중 저고도 방공무기체계 평가를 위한 교전 시뮬레이션 개발, 교수논문, 국방대학원, 1994.
- [13] 최상영, 객체지향 기법의 시스템 모델개발 적용, 국방대학원, 1993.

- [14] 최상영, 객체지향 기술을 이용한 중.저고도 방공무기체계 평가를 위한 교전 시뮬레이션개발, 교수논문, 국방대학원, 1994.
- [15] 최상영 외, 대공방어체계 분석 모델 개발 연구, 무기체계 개념 특화 연구센터 1차년도 보고서, 1998.
- [16] 최상영 외, 대공방어체계 분석 모델 개발 연구, 무기체계 개념 특화 연구센터 2차년도 보고서, 1998
- [17] L.K.Piplani, *System Acquisition Managers Guide for the Use of Models and Simulation*, Defense Systems Management College Press, Virginia, 1994
- [18] Tedyne Brown Engineering Defense Programs, *Extended Air Defense Simulation*, 8, 1978.