

이산사건 시물레이션을 활용한 대화력전 전투실험 방법론 연구

김형권¹ · 김효경¹ · 김영호²

Study of the experimentation methodology for the counter fire operations by using discrete event simulation

Hyungkwon Kim · Hyokyung Kim · Youngho Kim

ABSTRACT

Counter Fire Operations can be characterized as having a system of systems that key features include situational awareness, command and control systems and highly responsive strike achieved by precision weapons. Current modeling methodology cannot provide an appropriate methodology for a system of systems and utilizes modeling and simulation tools to implement analytic options which can be time consuming and expensive. We explain developing methodology and tools for the effectiveness analysis of the counter fire operations under Network Centric Warfare Environment and suggest how to support a efficient decision making with the methodology and tools. Theater Counter Fire Operations tools consist of Enemy block, ISR block, C2 block and Shooter block. For the convenience of using by domain expert or non simulation expert, it is composed of the environments that each parameter and algorithm easily can be altered by user.

Key Words: Theater Counter Fire Operations, system of systems, Network Centric Warfare, Modeling and Simulation Tools

요약

대화력전이란 전장인식, 지휘통제 그리고 정밀무기에 의해 달성되어 질 수 있는 고 반응성 타격체계를 포함하는 복합체계로서 특성 되어 질 수 있다. 현재의 모델링 방법론은 복합체계를 위한 적절한 방법론을 제공하지 못하고 있으며, 시간 소모적이고 많은 비용을 요구하는 모델링 시물레이션 도구들을 이용하고 있다. 본 연구에서는 대화력전 효과분석을 위한 시물레이션 분석 방법론 및 도구 개발을 설명하고, 그를 통해 어떻게 시간과 노력의 낭비를 최소화하여 분석실험을 실시함으로써 의사결정을 효율적으로 지원해 줄 것인가를 제시하고 있다. 개발된 대화력전 시물레이션 분석 도구는 Enemy 블럭, ISR 블럭, C2 블럭, Shooter 블럭으로 이루어져 있으며, 시물레이션 비전문가나 도메인 전문가의 사용 편의성을 위해서 모델이 가지고 있는 각 파라미터뿐만 아니라 알고리즘을 사용자에게 의해서 쉽게 변경할 수 있는 환경으로 구성되어 있다.

주요어: 전구대화력전, 복합체계, 네트워크중심작전, 모델링 시물레이션 도구

1. 서론

궤도로 부터 나온 적 포병을 제한된 시간 내에 공격하

기 위해 미군이 전장감시(ISR), 지휘통제(C2), 타격체계(Shooter)를 통합 운용하면서 등장한 대화력전 개념은 NCW(Network Centric Warfare : 네트워크 중심전)에서도 그 중요성이 매우 높은 것으로 판단되고 있다.

대화력전의 표적처리절차는 크게 보면 표적을 탐지, 식별하고 지휘통제를 통해 적절한 무기체계를 할당하여 공격하는 것으로 요약된다. 적 궤도포병은 노출시간이 짧아 공격기회가 부족하다는 점을 감안할 때 이러한 대화력전 표적처리절차는 수분 내에 달성되어야 하며 표적처리절차에 참여하는 모든 무기체계와 지휘통제 절차가 이

Received: 3 March 2016, Revised: 21 April 2016,
Accepted: 26 April 2016

¹⁾ 아주대학교 NCW 공학과

²⁾ 한국 국방연구원

주 저 자: 김형권

교신저자: 김영호

E-mail: khk0278@naver.com

를 위해 개발되었고 개선되어 왔다. 대화력전 수행체계에 관한 연구에 있어서 가장 중요한 것 중에 하나는 ISR, C2, Shooter 무기체계의 각종 파라미터들이 임무 성공률 및 살상률 등에 얼마만큼의 영향을 미치는가에 대한 과학적이고 객관적인 분석이다. 현재의 분석실험 및 모델링 방법론으로는 이러한 아군에게 치명적인 손실을 가져올 수 있는 다양한 복합 무기체계를 분석하기 매우 어려운 실정이다. 또한 최근에 한국군의 소요 기획체계는 능력기반체제로 변하고 있으며, 이러한 변화는 초기단계인 기획 단계로 부터 획득단계로의 빠른 진입을 요구하고 있어 이에 따른 기획단계에서의 사전 분석도 신속한 분석실험(Quick Look)을 요구하고 있다. 가장 객관적이고 효과적인 검증은 다양한 전장 환경에서 무기체계를 실제 적용시켜 그 효과를 실험하는 것이나 이는 시간적, 자원 및 경제적인 측면에서 볼 때 불가능에 가까운 일이며, 현재의 분석실험 방법론은 시간 소모적이고 많은 비용이 요구되어지고 있으며 복합무기체계에 대한 적절한 방법론을 제시하지 못하고 있다. 따라서 본 연구에서는 이러한 복합체계 내에서 주요 핵심 파라미터의 종류와 범위를 신속하게 식별하여 시간과 노력의 낭비를 최소화하기 위하여 대화력전 C2체계에 대해 전장아키텍처 특성을 기반으로 검토하고, 이러한 C2 특징으로 부터 비롯되는 전투력 상승효과를 측정할 수 있는 시뮬레이션 도구 개발 방법론을 또한 제시하고 있다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서 기존 연구사례를 알아보고, 3장에서 대화력전 시뮬레이션 도구를 설계하는데 사용된 ExtendSim 형식론과 복합 무기체계 분석을 위한 전장 아키텍처 개념에 대해서 설명하고 4장에서는 시뮬레이션 도구의 구조에 대해서 설명한다. 5장에서는 대화력전 수행체계의 분석과 동작과정에 대해서 설명하고 6장에서는 시뮬레이션 도구를 이용한 실험결과를 분석적 내용을 지향하고 절차위주로 소개하면서 마지막으로 7장에서 결론을 맺는다.

2. 기존 연구사례

궤도포병 타격관련 연구로 정영호가 이산사건 기법(DEVs)을 이용한 궤도포병 타격에 관한 연구가 진행되었으며, 이 연구에서는 정량적 방법으로 표적획득 및 사격준비시간에 의한 궤도포병과의 전투에서 전투효과도에 관한 연구를 진행하였다. 김세용은 ABMS (Agent Based Modeling Simulation) 기법을 활용하여 화포의 명중확률을 적용하여 궤도포병 타격시 전투효과 측면에서

UAV(Unmanned Aerial Vehicle) 운용의 필요성을 제시하고 있다. 강신성은 MANA 모델을 활용하여 포병 표적 탐지레이더의 운용효과를 도출하였으며, 표적처리 시간과 탐지확률에 따른 효과도에 관한 연구를 진행하였다.

대화력전 발전 방향 관련해서는 국방대학교 등에서 장차전 양상을 고려한 대화력전 발전방향에 대해 무기체계, 전쟁사례, 북한의 위협을 고려한 한반도 장차전 양상에 대해 정성적인 분석방법으로 연구하였으며, 한국군의 대화력전 발전방향의 대안을 제시하였다. 대화력전의 미래 편성안 관련 연구로 장차전에서의 대화력전 수행본부 편성 및 운용방안에 대해 연구하였으며, 최근 연구사례를 분석해서 미래의 대화력전 양상의 변화를 분석하였으며, 장차전 대화력전 개념을 제시하였다. 대화력전 수행방안 관련 연구로 한국군 무기체계를 고려한 효과적인 대화력전 수행방안에 대해 연구하였으며, 자주포의 Package화(자주포 + 대포병레이더 + 탄약운반차+BTCS) 체계를 제안하였다.(Sang-Tak Lee, 2011)

대화력전 모의 및 실험 관련 연구로 대화력전 훈련간 모의실 구성 및 C4I체계에 관해 실제 군단 대화력전 통합훈련결과에 대해 분석한 자료를 바탕으로 연구하였으며, C4I체계 보완, 포병연대와 포병연단 OCC간 화상회의 시스템 구축요소, CAS작전 운용 프로그램 개발소요를 도출하였다. 이와 같이 다수의 연구가 진행 되었으며, 전체적 관점에서 분석실험이 아닌 단순한 시나리오 위주의 대화력전 분석에 관한 연구가 대부분이며, 군내부에서는 주로 정성적인 연구로 진행되어 오고 있다.

3. 배경이론 및 적용

3.1 ExtendSim

운영시스템에 대한 시뮬레이션 모델은 대부분의 경우에 처음부터 프로그래밍 언어를 통해 개발되기보다는 모델링에 특화된 시뮬레이션 소프트웨어를 활용하여 개발된다. 시뮬레이션 소프트웨어는 정확하고 신뢰할 수 있는 모델을 개발할 수 있도록 다양한 도구와 환경을 제공한다. 본 논문에서는 일반적인 모델 구현을 위하여 개발의 편의성, 모델링 요구사항에 따른 적합성, 결과분석을 위한 그래픽 도구 지원, 모델 데이터 관리를 위한 데이터베이스 설계지원, 프로그래밍을 통한 사용자 정의 및 이산사건 모델링 환경지원 여부를 고려하여 ExtendSim을 모델링 소프트웨어로 선택하여 활용하였다.

ExtendSim은 연속적이고, 이산사건, 에이전트기반의 체계를 모델링하는데 사용되어지고 있으며, ExtendSim

의 설계는 모델을 제작, 검증, 인증하는 도구로 부터 시스템을 분석할 수 있는 사용자 중심의 모델 구축하는 도구까지 시뮬레이션 프로젝트의 모든 단계를 용이하게 한다.

시뮬레이션 도구 개발자는 재사용 가능한 모델 구성요소들을 만들기 위해 ExtendSim의 내장함수, 컴파일 된 언어, MODL등을 사용할 수 있으며, 이러한 모든 것 들은 외부 인터페이스, 컴파일러 또는 코드 제너레이터를 요구하지 않는 단일개체로서 독립적인 소프트웨어 프로그램 범위 내에서 행해질 수 있다. ExtendSim 모델은 작업창에 각종 기능 블록들을 드래그하여 생성하고, 서로 연결하고, 시뮬레이션 데이터를 입력함으로써 만들 수 있다. 블록의 각 형태들은 자기의 고유 기능, 다이얼로그 창, 도움말 창, 아이콘 그리고 연결 단자들을 가지고 있다. 블록들은 시뮬레이션 모델에서 대기 및 활동 프로세스의 여러 단계를 시뮬레이팅, 수학, 난수 등의 계산을 수행, 읽기, 쓰기 등의 목적을 위한 데이터를 구성, 각종 유틸리티의 제공 등의 여러 기능을 수행한다.

이러한 ExtendSim 형식론을 활용하여 대화력전 시뮬레이션 분석도구 요구 사항을 전장 아키텍처 개념을 기반으로 식별한 후 전장감시(ISR), 지휘통제(C2), 타격체계(Shooter)와의 복합적인 관계에서 전 작전요소 즉, 탐지자산, 지휘부, 타격자산 등에 의한 운용활동(탐지, 결심, 타격 등)을 상세하게 표현하는 시뮬레이션 도구를 작성하였다.

3.2 NCW

NCW는 네트워크화 된 전장 환경 내에서의 전쟁에 대한 것으로서, 정보화 시대로의 변화에 따른 당연한 군사적 변화이며 미래전에서의 승리를 위한 군사력 건설 및 운용능력 구현을 위해 정립되어진 이론적인 기반이라 할 수 있다. NCW는 지리적으로 분산되어있는 감시체계, 지휘통제체계, 정밀타격 무기체계 등을 실시간으로 정보격자로 이루어진 네트워크를 통하여 연결함으로써 전장정보를 공유하고 전장상황 정보의 질을 향상시켜 임무에 가장 적합한 전투력을 필요한 시간과 장소에 즉각적으로 집중하여 운용함으로써 군사력의 효율성을 극대화하는데 그 목적이 있다. 우리 군도 네트워크 기반의 효과중심 동시·통합작전 수행능력 구비가 강조됨에 따라 합참 및 각 군은 C4ISR(Command, Control, Communications, Computers, Intelligence Surveillance and Reconnaissance) 체계를 구축하여 활용하고 있으며, 그 대표적 작전이 한반도의 특수 상황에서만 유일하게 존재하고 있는 전구 대화력전 임무이다.(Sohn et al., 2011)

3.3 전장 아키텍처(WMA-EA: Warfighting Mission Area-Enterprise Architecture) 특성

전장아키텍처는 운용관점(OV : Operational View) 및 체계관점(SV : Systems View)을 통해서 과업수행을 위한 작전개념 및 작전요소들 간의 관계, 과업수행 절차, 작전요소를 지원하는 체계의 구성 및 체계 간의 관계 등을 묘사한다. 현행(As-Is) 전장아키텍처는 작전계획 및 조직편성의 타당성을 검증하고 대안을 수립하는데 사용하고, 목표(To-Be) 전장아키텍처는 전력증강 목표와 명확한 미래 전력요소 제시를 통해 국방변혁의 청사진으로서 역할을 한다. 따라서 전장 아키텍처는 현재 국방능력과 미래 국방능력의 차이를 줄이기 위한 변혁관리를 통해 국방비전 달성을 위한 로드맵을 제시하는 것이다. 전장아키텍처에서는 과업별 임무수행 절차, 체계 운용 등에 관한 사항을 구현하기 위해서 아군과 적군의 전력 및 방책이 전장 아키텍처 작성을 위한 서술문 및 운용개념에서 직간접적으로 표현된다. 운용관점은 시간흐름에 따른 임무수행 절차, 작전에 참가하는 작전요소들 간의 관계, 시간대별 운용활동의 전개내용 등을 표현한다. 체계관점은 작전요소에서 운용하는 체계의 구성 및 체계를 통한 작전요소들 간의 정보교환 성능(정확성 및 적시성 등), 체계 간의 인터페이스 세부내용 등을 표현한다.(Park et al., 2010)

3.4 전장 아키텍처 기반 전투실험 적용 방안

Fig. 1과 같이 전투효과를 측정하기 위해서는 먼저 전장 아키텍처의 분석을 통해 작전요소의 운용활동 및 체계의 성능에 따른 전투효과 요소의 식별이 선행되어야 한다.

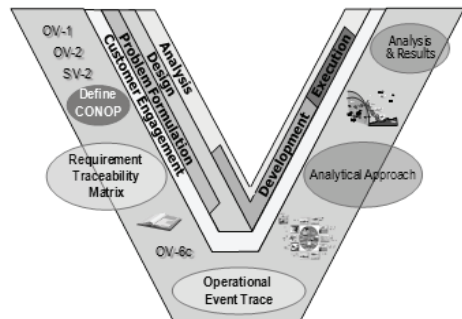


Fig. 1. Methodology based on Architecture

식별된 운용 활동을 기준으로 시뮬레이션 도구를 작성하고, 식별된 전투효과 핵심요소를 식별하여 수치화 과정을 거친 후 이를 시뮬레이션 도구에 적용하여 전투효과

를 측정한다.

따라서 본 연구에서는 전장 아키텍처의 OV-1(운용개념도), OV-2(운용노드 연결 기술서), SV-2(체계통신 기술서)를 파악함으로써 적 궤도 포병에 대해 아군이 어떻게 작전을 수행하는지를 우선 이해하였고, OV-6c(운용사건추적기술서)를 통해 대화력전 작전 활동에서 주요 지휘통제 노드별 작전 활동을 추적하여 전 작전 요소 즉, 탐지 자산, 지휘부, 타격 자산 등에 의한 운용 활동(탐지, 결심, 타격 등)이 상세하게 표현되었다. 표현된 작전 활동의 전후효과를 측정하기 위해 전통적 분석실험 방법(GUIDEX)을 통해 작전요구능력, 실험 및 분석 조건, 임무성공 기준 등을 설정하여 정량적 평가를 실시하였다.

4. 대화력전 시뮬레이션 도구 요구사항

대화력전 시뮬레이션 분석도구는 다양한 전장 환경 시나리오 작성이 가능해야 하며 표적처리에 참여하는 ISR, C2, Shooter와 같은 무기체계의 동작 명세서에 대한 파라미터를 사용자가 입력하여 운용할 수 있어야 한다.

Fig. 2는 구현된 대화력전 시뮬레이션 분석도구의 내부 블록을 보여주는 그림으로써 분석도구 안은 크게 Enemy 블록, ISR 블록, C2 블록, Shooter 블록으로 이루어져 있다.

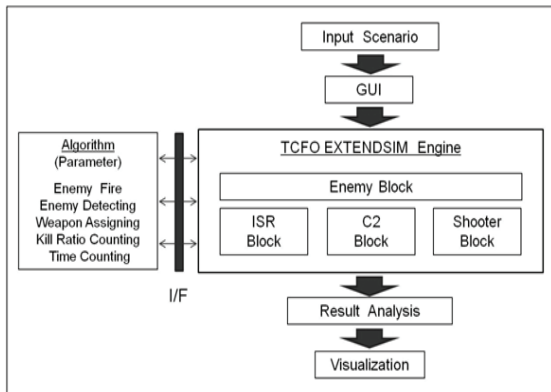


Fig. 2. Requirement of Simulation Tool for Theater Counter Fire Operations

시뮬레이션 비전문가나 도메인 전문가의 사용 편의성을 위해서 모델이 가지고 있는 각 파라미터뿐만 아니라 알고리즘 예를 들면 적 궤도포병 사격 알고리즘, 아군의 탐지 알고리즘, 살상률 계산 알고리즘들은 전장 환경의 변화 또는 무기체계 발전에 따라 사용자에게 의해서 쉽게

변경할 수 있도록 구성되어 있다. 시뮬레이션 결과는 효과적인 사후분석을 위해 엑셀 CSV 파일로 자동 생성되며 사후분석 프로그램을 이용한 시뮬레이션 실시간 가시화를 통해 사용자가 직관적으로 각 모델의 움직임과 결과를 확인 가능하도록 하여 각 블록의 기능이 정상적으로 동작하는지를 분석 및 검증 할 수 있도록 하였다.

5. 대화력전 시뮬레이션 도구 개발

5.1 대화력전 수행체계 운용노드 및 사건 분석

대화력전 시뮬레이션 도구 설계는 Fig. 3의 전구 대화력전 운용노드를 도식화하여 이용하였으며 개략적인 시나리오는 다음과 같다.

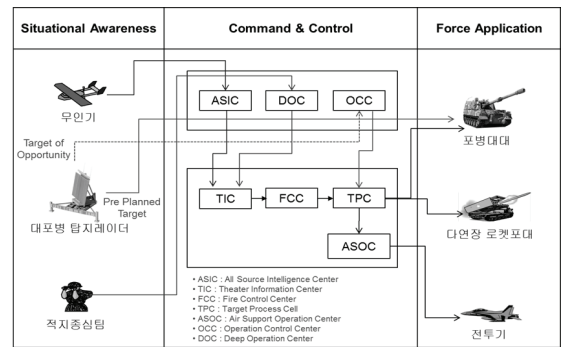


Fig. 3. Operation Node of Theater Counter Fire Operations

먼저 240mm, 170mm의 적 궤도포병은 가상의 적 궤도지역에서 출현하여 기동 및 사격을 하고 아군은 적 궤도포병을 탐지하기 위해 지상 및 공중 센서를 다중으로 운용한다. 아군 ISR에 적 궤도포병이 탐지되면 탐지정보는 C2로 전송되고 여러 단계의 지휘절차를 통해 최종적으로 적 궤도포병을 공격할 Shooter를 선정하여 사격명령을 하달한다. Shooter는 자주포 또는 다연장 로켓포, 공중대기중인 전투기를 운용하여 적 궤도포병을 파괴하는 절차이다.

Fig. 4는 이산사건 시스템의 시뮬레이션 분석도구를 개발하기 위해 도메인 전문가가 제공하는 운용사건 추적기술서를 통하여 대화력전 체계를 구체적으로 분석하였다. 그리고 그 내용을 모델 설계와 구현 단계에서 이산사건 시스템의 ExtendSim 형식론의 방식으로 변환하였다.

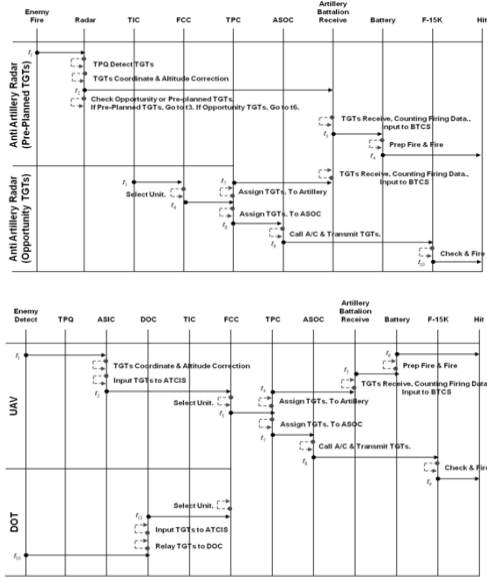


Fig. 4. Operational Event Tracing Description

5.2 대화력전 수행체계의 동작과정 및 구현

Fig. 5는 개발된 시뮬레이션 분석도구의 모델 구성도로서 Enemy, ISR, C2, Shooter 블럭으로 구성되어 있다.

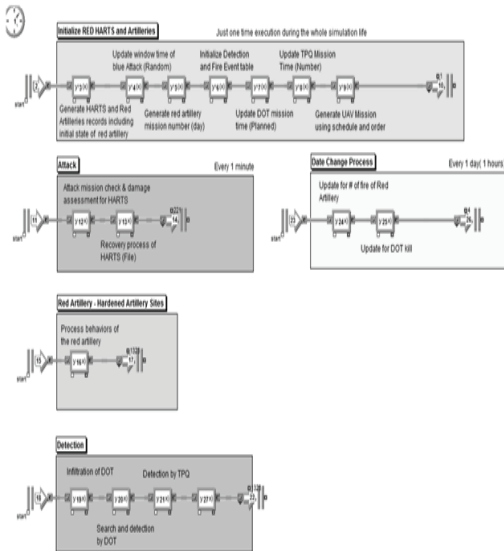


Fig. 5. ExtendSim Diagram of Theater Counter Fire Operations

C2 내부에는 적지 중심작전팀, 대 포병탐지레이더, 전술 UAV로 부터 들어온 정보를 근 실시간으로 처리하기

위해 정보반, 표적처리반, 사격통제반, 항공지원 작전반을 구성하여 표적을 공격하기 위한 무기체계를 결정하는 알고리즘을 작성하였으며, 제작된 시뮬레이션 도구에서 수행하는 동작명세는 다음과 같다.

① 시뮬레이션이 시작되면 적 캠포병, 아군 감시정찰 및 타격자산의 각종 파라미터 정보(시간, 위치, 임무 등)들이 초기화된다.

② 적 포병은 포대 단위로 지정된 시간에 사격을 실시하기 위해 캠포를 이탈하여 사격진지 들을 점령한 후 사격을 실시하고 소산진지 또는 캠포로 다시 이동하는데, 이는 시간에 따라 각 단계별 상태를 DB에 표시한다.

③ 감시정찰 자산은 표적의 상태(현재 위치, 이동, 사격준비, 사격)를 파악하고, 자신의 탐지범위 안에 있는가를 판단하여 탐지범위 안에 있을 경우 탐지확률을 적용하여 표적의 위치정보를 C2 프로세스로 전송하게 된다.

④ 대 포병레이더로 탐지한 표적정보가 계획된 표적일 경우 대화력전 본부 C2 프로세스를 거치지 않고 바로 전담 포병부대로 전파된다.

⑤ 적지 중심작전팀, UAV 및 대 포병레이더로 탐지된 표적 중 계획되지 않은 새로운 표적은 대화력전 본부 C2에서 표적처리 및 무기할당 과정을 거치게 된다. 표적처리 과정에서 가용무기가 없어 무기할당을 하지 않기로 결정되면 시뮬레이션은 종료되고, 무기할당을 할 경우 공중대기중인 전투기, 다연장 로켓포, 자주포병 순으로 할당하게 된다.

⑥ C2 프로세스를 통해 표적을 공격하기 위한 Shooter가 선정되면 자주포병 또는 다연장 로켓포일 경우 지휘 및 사격통제체계를 경유하여 표적정보가 포병대대까지 전파되고, 공중에 대기하고 있는 전투기일 경우 항공지원 작전본부(ASOC : Air Support Operation Center)를 경유 무전기로 표적정보가 항공기로 바로 전파된다.

⑦ 명령을 하달 받은 공중대기 전투기는 C2로 부터 받은 표적의 위치정보를 확인하고 탑재된 폭탄을 발사한다. 발사된 폭탄은 최종적으로 표적근처에 떨어졌을 때 계산된 살상률 값을 출력하고 시뮬레이션을 종료한다.

⑧ 다연장 로켓포, 자주 포병대대는 표적정보를 접수 받아 사격제원을 산출하고 사격통제체계에 입력하여 포 반으로 전파하며, 포반에서는 신관장입 및 포탄장전 등의 사격절차를 수행하고 사격을 실시한다. 발사된 포탄은 거리에 따른 일정한 비과 시간이 경과되면 표적에 도착하며 살상률을 계산하여 결과를 메세지로 출력한다.

Table 1은 각 블럭별 포함되어야 할 파라미터들이며 블럭별 핵심 파라미터들은 사용자가 GUI(Graphic User Interface)를 통하여 모델을 생성하는 과정에서 모두 수정 가능토록 하였다.

Table 1. Parameter of Counter Fire Operations

블럭	파라미터	내용		
Enemy	일련번호	RT Box 내 캥도번호		
	표적형태	170mm, 240mm		
	상태	캥도내 엠패	캥도내 대기상태	
		이동	캥도-사격진지로 이동	
		주/예비진지	주 또는 예비 사격진지	
		사격준비	사격준비	
		사격	사격	
		이동준비	이동준비	
		이동	사격진지-캥도 또는 소산진지로 이동	
소산/캥도	소산진지 또는 캥도내에/엠패			
ISR	적지중심팀	일련번호	적중팀 임무번호	
		생존	침투	침투시 생존 여부
		임무	일차별 임무시 생존 여부	
	대 포병 탐지레이더	상태	표적탐지 여부	
			일련번호	레이더 일련번호
			운용	현재 가동 여부
		UAV	생존	생존 여부
			상태	표적탐지 여부
			일련번호	UAV 임무번호(RT Box 별)
	C2	정보반	운용	현재 임무수행 여부
			생존	생존 여부
			상태	표적탐지 여부
Shooter	K-9	일련번호	부대 임무번호	
		가용	현재 가동여부	
		상태	사격, 대기, 이동 여부	
	다연장로켓포	일련번호	부대 임무번호	
		가용	현재 가동여부	
		상태	사격, 대기, 이동 여부	
	항공기	일련번호	항공기 임무번호	
		가용	RT-BOX 상공에 위치여부	
		상태	사격, 대기, 이동 여부	

6. 대화력전 실험 설계 및 결과

6.1 목적

본 실험의 목적은 북한군의 캥도화 된 포병을 공격하기 위한 대화력전의 능력을 평가하여 미래 작전개념의 발전과 무기체계 소요 판단을 위한 실험으로서 고가의 시뮬레이션 도구를 이용한 시뮬레이션 전(前) 단계에서 핵심 파라미터의 종류와 범위를 신속하게 식별하여 시간

과 노력의 낭비를 최소화하여 효과적으로 분석실험을 하는데 기여하기 위함이다. 따라서 대화력전 표적처리의 C2체계에 대해 전장아키텍처 특성을 기반으로 검토하고, 이러한 C2 특징으로 부터 비롯되는 전투력 상승효과가 어떻게 측정될 수 있는지에 대한 시뮬레이션 도구 개발 방법론을 제시하고 있다. 본 분석실험을 위한 문제제이는 “한국군은 북한군 캥도포병에 대하여 효과적인 대화력전을 수행하기 위해 향상된 능력을 요구한다.” 라고 정의하여 향상된 능력에 대한 최적의 대안을 찾기 위한 논리적 가설을 설정하였다.

6.2 측정요소 및 실험대안

NCW 환경에서 전투에 영향을 미치는 요인들로는 정보자산이나 탐지센서의 성능, 지휘통제시간, 정보의 정확도, 무기체계의 성능 등 전장을 구성하고 있는 다양한 요소들이다. 따라서 실험간 측정할 속성 및 단위는 적지중심팀, 대포병 레이더 그리고 UAV의 능력을 측정하기 위한 표적 탐지율(Detection Ratio), 신속하게 탐지된 표적을 공격하는 C2의 능력을 평가하기 위한 의사결정 속도, 현재 대화력전 체계가 목표를 달성하는지를 측정하기 위한 살상률(Lethality)로 설정하였다.

식별된 작전소요를 고려하여 전력증강 목표와 미래 전력소요 제시를 위한 분석 대안을 설정하여야 하나 연구 목적 및 도구의 검증에 위해 기존 연구 자료(Link-16 기반의 효율적인 공대지 항공작전 모델 설계, 이영현, 2010) 등으로부터 실험 대안을 선정하여 결과에 대한 검증을 실시하였으며, 고려된 실험 대안은 아래 Table 2와 같다.

Table 2. Treatment (실험대안)

구분	현재(As is)	미래(To be)	
		대안 1(ASOC Link)	대안 2(MLRS)
ISR	0	0	0
적지중심팀			
UAV			
대포병레이더			
C2	지휘통제체계		
Shooter	K-9		
	MLRS		
	ATK/X-ATK		

대안 1은 대화력전 수행절차는 탐지, 결심, 타격으로 이루어지며, 탐지는 적지중심팀, UAV, 대포병 레이더 등의 센서체계로 부터 획득한 임무정보를 바탕으로 대화력전 수행본부 내 ASOC(Air Support Operations Center)에서 수집된 정보를 통해 임무를 결심하게 된다. 적 지상군의 장사정보 노출시간을 고려하여 일정 체공지점에서

대기 중인 항공기에게 음성으로 임무지시와 표적정보가 제공되며, 이를 바탕으로 임무항공기는 표적공격을 수행한다. 만일 ASOC에서 Link-16을 통해 실시간 전송하면 임무항공기는 조종석 전시기에 시현된 임무정보를 육안으로 확인 후 바로 타격임무를 수행하게 된다면 얼마나 임무효과가 증가될 것인가를 측정하는 것이다. 대안 2는 대포병 탐지레이더로 부터 표적정보는 포병의 계획된 표적은 바로 해당 자주 포병대대로 전송되며, 나머지 표적은 대화력전 수행본부로 전송되어 일정시간의 표적처리 시간을 거쳐 공중에 대기중인 전투기 또는 다연장 로켓포로 전송된다. 만일 다연장 로켓포로 전송되는 표적을 포병 계획 표적처럼 바로 다연장 로켓포대로 전송된다면 얼마나 임무효과가 증가될 것인가를 측정하는 것이다.

6.3 실험 실시

본 연구에서는 제안한 방법론을 적용하여 제작된 시뮬레이션 도구를 이용해서 다음과 같은 가상의 시나리오를 구성하여 도구에 입력하여 각 대안을 모의하였다. 입력 시나리오는 Table 1에서 정의된 Parameter를 기준으로 입력하며, Table 3은 기존 연구사례에서 제시된 Data로 일부 입력된 방법 및 사례를 소개하고 있다.

Table 3. Data Input and Case

블럭	파라미터	속성값 입력 및 주요 상태 변이	
Enemy	상태	주(예비)지 이동 (x min)	- x개 경도: 240mm, 170mm - 1개 경도 6분 - 경도별 생성 및 시간에 따른 상태 변이 - * 240mm, 170mm 상태변이 시간 상이
		사격준비 (x min)	
		사격 (x min)	
		이동준비 (x min)	
		이동 (x min)	
소사/경도 (xx~xxx min)			
ISR	적지중심탐	침투	- 1개 경도당 1개탐, 생존률: XX%
		임무	- 탐지 보고소요시간: 60~120° 랜덤생성 - 탐지율, 표준편차: XX%±σ
	대 포병 탐지레이더	운용	- x개소, 대당 1일 3시간 4~5회 운용 - 생존률: XX%
		생존	- 탐지 보고소요시간: 60~90° 랜덤생성 - 탐지율, 표준편차: XX%±σ
	UAV	운용	- 4기, 1회 4시간 운용, 운용가용도: xx%
		가용도	- 경도 순서별로 이동 및 적 경도포병 탐지 - 탐지 보고소요시간: 60~150° 랜덤생성 - 탐지율, 표준편차: XX%±σ
C2	정보반	처리속도	- 30~60° 랜덤 생성
	사격통제반	처리속도	- 10~20° 랜덤 생성
	표적처리반	처리속도	- 10~20° 랜덤 생성
	ASOC	처리속도	- 60~120° 랜덤 생성
Shooter	K-9	가용(X개 대대)	- 사격재원전파 30°±σ - 사격준비 60° ~120° 랜덤 생성 - 비과시간 60° ~ 90° 랜덤 생성 - 파괴율: XX%
		가용(X개 포대)	- 사격재원전파 30°±σ - 사격준비 90° ~150° 랜덤 생성 - 비과시간 90° ~ 120° 랜덤 생성 - 파괴율: XX%
	항공기	가용 (X-ATK: XX Sortie, ATK: XX Sortie)	- 표적재원전파 90° - 사격준비 90° ~150° 랜덤 생성 - 비과시간: 60° - 파괴율: XX%

입력 후 각 대안은 Simulation Setup 창에서 Run Time 12를 입력하고, End Time을 7일로 지정하여 결과

를 엑셀 CSV 파일로 출력하였으며, 출력된 결과를 기초로 각 대안의 표본 평균과 편차를 구하였다. 모집단의 분산 σ_x 을 모르기 때문에 t-분포를 이용하여 표본오차 $\omega = t_{\frac{\alpha}{2}} \frac{S}{\sqrt{n}}$ 을 구하여 신뢰구간 $[\bar{X} - t_{\frac{\alpha}{2}} \frac{S}{\sqrt{n}}, \bar{X} + t_{\frac{\alpha}{2}} \frac{S}{\sqrt{n}}]$ 을 추정하였으나, 본고에서는 분석된 표본 평균값만을 정규화(Normalization)하여 제시하였다.

6.4 결 과

대 화력전에 대한 현행 체계에 대해 전장이기택처를 통해 시간과 논리적인 순서로 분석한 결과, 표적정보를 ASOC에서 Link-16을 통해 실시간 자동 전송하면 UHF 무전기에 의한 음성으로 표적정보를 전송 할 때보다 1.7 배의 임무수행 효율이 증가되었다. 또한, 다연장 로켓포로 전송되는 표적을 포병 계획 표적처럼 바로 다연장 로켓포로 표적정보를 전송하면 대화력전 수행본부를 경유 할 때보다 1.4배의 임무수행 효율이 증가되었다. Fig 6은 개선전과 개선후를 효과지수 형태로 보여주고 있다.

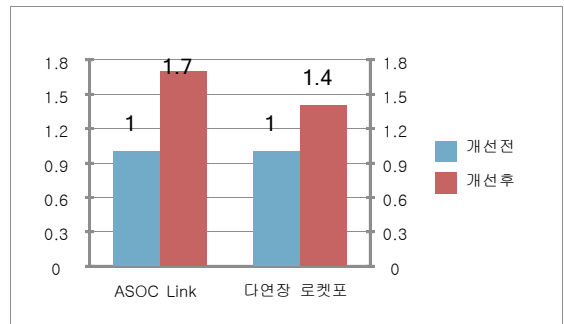


Fig. 6. Results of Experimentation by Index

6.5 활용방안

현재 대화력전을 정밀하게 묘사 가능한 시뮬레이션 도구가 없다. 만일 갖고 있더라도 정확도가 높은 시뮬레이션 도구는 매우 복잡하여 사용법을 익히는 데에만 많은 노력과 시간이 요구되고 지적재산권 문제와 보안 등으로 인해 활용에 많은 제한 있으며 또한 수많은 파라미터와 알고리즘들이 복잡하게 연결되어 있어 사용자가 어떤 파라미터를 가지고 실험을 해야 하는지 판단하는 것조차도 매우 어려운 실정이다.

본 연구를 통해 개발된 모델링 방법론과 시뮬레이션 도구는 대화력전 수행 체계에 대한 전투발전요소를 식별하기 위하여 다음과 같이 활용 가능하다. 첫째 현재 구현된 시뮬레이션 도구의 알고리즘을 이용하여 각 블럭별

파라미터를 수정하여 간이 분석도구로서 활용할 수 있다. 둘째 사용자가 각 블럭에서 사용하는 알고리즘을 수정하여 새로운 대화력전 무기체계에 적합한 논리를 생성하여 간략한 분석을 할 수 있다. 셋째 본 시뮬레이션 도구는 정밀분석 전 단계에서 관심이 있는 파라미터의 종류와 분석 범위를 결정하기 위해 사용할 수 있다.

7. 결 론

본 연구에서는 대화력전 수행절차를 분석하기 위한 모델링 방법론과 시뮬레이션 도구 개발 방법을 제시하였다. 이러한 방법론은 NCW 환경 하에서 소요되는 복합체계 분석실험을 위해 적용 가능한 모델링 방법론이기도 하다. 따라서 본 연구에서 제시된 방법론을 활용하면 미래 작전개념의 발전과 무기체계 개발을 위한 전투실험과 능력기반 소요기획단계에서의 전력분석업무에 매우 효과적으로 활용 가능하며, 고가의 시뮬레이션 도구를 이용한 시뮬레이션 전 단계에서 핵심 파라미터의 종류와 범위를 먼저 식별하여 시간과 노력의 낭비를 최소화 하는데 기여할 수 있다.

References

1. S. J. Mason, R. R. Hill, L. Mönch, O. Rose, T. Jefferson, J. W. Fowler, "ExtendSim", *Proceedings of the 2008 Winter Simulation Conference*, pp216-218, 2008.
2. Young Hwan Sohn, Weon Bae Kim, "A Study on Evaluation Criteria for M&S Analysis of Command and Control Effectiveness in Joint Operations", *The Korea Society for Simulation*, Vol. 20, No 4, pp. 167-175, 2011.12.
3. Hyeong-Heon Lee, Hyeong-Jun Jang, Yeong-Gu Kim, Jae-Sung Lim, "Establishment for Efficiency Air-To-Ground Air Operation Model in Link-16", *The Korea Institute of Military Science and Technology* Vol.13 No 5, pp. 861-868, 2010.10.
4. Deok-Su Kim, Jang Won Bae, Tag Gon Kim, "The TST Simulator for Analyzing Time Sensitive Target Processing under NCW Environment", *The Korea Institute of Military Science and Technology* 2010 Conference, pp. 420-423, 2010.
5. Yang-Soo Park, Chan-Ki Jung, "A Study on Evaluation of Combat Effectiveness in WMA-EA based on C2 Model", *The Korea Institute of Military Science and Technology* Vol.13 No 4, pp. 619-626, 2010.8.
6. Sang-Tak Lee, "A study on method of attacking mine artillery using target acquisition radar", *Department of Industrial and System Engineering, KAIST*, pp. 32-42, 2011.
7. Lim, Jong-Won, "Study on modeling and analysis of counterfire warfare for tactical operations and acquisition", Department of Industrial and System Engineering, KAIST, pp. 37-47, 2012. TST Simulator for Analyzing Time Sensitive Target Processing under NCW Environment", *The Korea Institute of Military Science and Technology* 2010 Conference, pp. 420-423, 2010.



김형권 (khk0278@naver.com)

1984 상군관 대학교 토목공학과 졸업(학사)
1995 영국 University of Southampton 수학과 졸업(석사)
2009~현재 아주대학교 NCW공학 박사과정

관심분야 : 무기체계 효과분석 방법론, 시뮬레이션 모델링, Capability Based Assessment and Quick Look



김효경 (hyokyung.kim@boeing.com)

2001 경희대학교 경영정보 석사
2012~현재 아주대학교 NCW공학 박사과정

관심분야 : Modeling & Simulations, Simulation & Model Development, Experimentation & Analysis



김영호(ykim50@daum.net)

1983 육군사관학교 물리학과 졸업(학사)
1988 Univ. Central Florida 전자공학과 졸업(석사)
1997 Univ. of Texas Arlington 전자공학과 졸업 (박사)
2000~2008 한국국방연구원 무기체계연구센터 현역연구위원
2008~현재 한국국방연구원 국방획득연구센터 현역연구위원
2010~2015 국방획득연구센터 정보화연구실 실장

관심분야 : 네트워크 성능 최적화, 시뮬레이션 모델링