한국시뮬레이션학회 논문지
Vol. 17, No. 4, pp. 175-182 (2008. 12)

갱도 포병 타격 시 무인항공기 운용 효과에 관한 연구

정영호[1] · 신기태[2] · 장태우[3] · 박진우[4†]

A Study on the Working Effect of UAV Hitting Mine Artillery

Youngho Chung · Kitae Shin · Tai-Woo Chang · Jinwoo Park

ABSTRACT

The enemy will attempt to destroy our troop's core facilities using various fire supports at the beginning of war. Among these fire supports, artillery is given the most deal of weight and mine artillery is a great threat to our troops because it has a superior predominance on the ability of survival. Our troops are planning to introduce UAV (Unmanned Aerial Vehicle) to overcome these difficulties. A study about hitting mine artillery has been developed inside the military field only. However, these studies had been mostly qualitative analyses, thus having limitations in the aspects of non objectiveness and simplicity. We propose a new method to evaluate about working effect of UAV hitting mine artillery. We studied on hitting mine artillery in a quantitative way using CA (Cellular Automata) simulation.

Key words : Mine artillery, UAV, Cellular automata, Modeling & Simulation

요 약

개전 초, 적군은 다양한 화력지원수단을 이용하여 아군의 핵심시설 파괴를 기도할 것이다. 이러한 화력지원수단 중 포병은 가장 큰 비중을 차지하고 있다. 갱도포병은 생존성 측면에서 아군에 비해 월등한 우세를 점하고 있어 아군에게 큰 위협요소로 판단된다. 아군은 이러한 어려움을 극복하고자 무인항공기 도입을 추진하고 있다. 갱도포병을 타격하는 연구는 지금까지 군 내부의 연구를 통해서 발전해 왔으나 대부분의 연구가 정성적인 분석방법으로 이루어져 객관적이지 못하고 다양하지 못한 방법이라는 한계를 지니고 있다. 이에 본 연구에서는 갱도포병을 타격 시 무인항공기 운용 효과에 대한 평가의 새로운 방법을 제안하고자 한다. 세포 자동자(Cellular Automata) 시뮬레이션을 이용한 정량적인 분석방법으로 갱도포병 타격에 관한 연구를 수행했다.

주요어 : 갱도포병, 무인항공기, 세포 자동자, 모델링 & 시뮬레이션

1. 서 론

개전 초 적군은 다양한 화력지원수단을 이용하여 아군의 전쟁 지도부, 공군력, 핵심시설의 파괴를 기도할 것이다. 적군의 화력지원수단 중 포병은 가장 큰 비중을 차지하고 있다. 갱도포병은 생존성 측면에서 아군에 비해 월등한 우세를 점하고 있어 아군 측 지상군에 큰 위협요소로 판단된다[1]. 본 연구에서 말하는 갱도포병은 고지에 땅굴을 파서 방어력이 매우 우수한 진지(갱도진지)를 구축하고 평상시에는 진지 내부에 화포를 보호하고 사격 시 갱도진지 바로 앞의 고정된 보조진지로 나와 사격하는 포병을 말한다. 갱도포병을 무력화시키는 전투는 아군 포병이 가장 먼저 실시하는 전투가 될 것이며 가장 중요한 전투가 될 것이다[2].

갱도포병을 무력화시키는 효율적인 방법은 그동안 군 내부의 연구를 통해서 발전해왔다. 정경수(2001)의 연구에서는 표적획득체계를[2], 김훈기(2002)의 연구에서는 갱도포병의 약점 분석 및 대응방안을[3], 이정환(2002)의 연구에서는 사격방법을 중점으로 갱도포병 타격을 연구하였다[4]. 그러나 연구의 대부분이 정성적인 분석방법으로

* 본 연구는 BK21 사업의 지원에 의해 수행되었음.
2008년 11월 10일 접수, 2008년 12월 6일 채택
1) 서울대학교 산업공학과
2) 대진대학교 산업시스템공학과
3) 경기대학교 산업공학과
4) 서울대학교 산업공학과, 자동화시스템공동연구소
주 저 자 : 정영호
교신저자 : 박진우
E-mail; autofact@snu.ac.kr

이루어져 있어 객관적이지 못한 점과 군 내부에서만 연구가 이루어지고 있어 방법적인 한계를 가지고 있다.

정량적 방법으로 접근한 정영호(2008)의 연구에서는 DEVS(Discrete Event System Specification) 방법론을 이용하여 갱도포병 타격의 객관적인 분석을 시도하였다[5]. 그러나 표적획득체계와 시나리오 및 시뮬레이션이 단순하다는 단점을 가지고 있다.

이에 본 연구에서는 갱도포병을 타격하기 위한 정량적인 분석방법으로 세포 자동자(cellular automata)를 기본으로 하는 MANA(Map Awareness Non-uniform Automata) 모델을 이용한 시뮬레이션 연구를 수행하고자 한다. MANA 모델은 세포 자동자를 기본으로 하고 있어 과거 전투 시뮬레이션에서 표현하기 어려운 지휘통제절차, 전술적 효과 등을 묘사할 수 있고 곡사화기에 대한 묘사가 가능하여 포병 전투에 적합하다. 본 연구에서는 기존의 DEVS을 이용한 갱도포병 타격에 관한 연구와 다음과 같이 차이점을 두어 더 현실적인 상황을 반영하였다.

첫째, 다양한 표적획득체계(인간자산, 정찰용 무인항공기, 공격용 무인항공기)를 고려하였다. 둘째, 시나리오를 확대하여 실제 전투에 보다 근접하도록 묘사하였다. 셋째, 참가포병의 세력을 1문에서 6문으로 증가시켰다. 이를 통하여 그동안의 기존 연구가 객관적이지 못하고 정성적인 분석이라는 방법적인 한계점을 극복하고 군 외부에서 정량적인 분석 방법으로 객관적인 자료를 제시함으로써 갱도포병 타격 시 무인항공기 운용 효과를 평가할 수 있는 방법론을 제시하는 것이 본 연구의 목적이다.

본 연구에서 수행하는 시뮬레이션은 개념 시뮬레이션으로 갱도포병 타격 시 표적획득체계의 변화가 전투에 미치는 영향을 구하기 위한 세포 자동자 모형을 바탕으로 한다. 고정된 진지를 이동하고 갱도진지 내부에서 방어력이 상대적으로 우수한 적군 갱도포병에 대해 아군 포병은 표적획득체계에서 인간자산, 정찰용 무인항공기, 공격용 무인항공기의 운용으로 변화를 시켜 적군 갱도포병 타격에 미치는 영향을 시뮬레이션으로 보이고자 한다.

이러한 방법에 따라 본 논문은 다음과 같이 구성되어 있다. 2절에서 기본 가정과 시나리오에 대해 언급하고, 3절에서 모델링과 시뮬레이션을 수행한다. 시뮬레이션 결과를 4절에서 언급한 후 5절에서 결론을 맺는다.

2. 시뮬레이션 개요

2.1 청·홍군의 자산

청군의 자산은 포병과 표적획득체계로 이루어진다. 청군 포병은 155미리 자주포 부대 6문으로 하고, 청군 표적획득체계는 인간자산, 정찰용 무인항공기, 공격용 무인항공기 3가지 경우로 한다. 정찰용 무인항공기는 현재 아군의 일부부대에서 운용중인 Searcher로 하고 공격용 무인항공기는 미군에서 운용하고 있는 Predator로 한다.

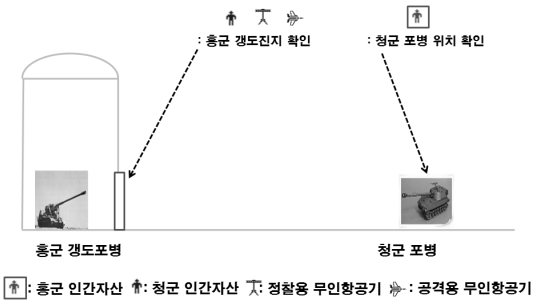

그림 1. 갱도 출구 개방 전 상황

홍군의 자산은 갱도포병과 표적획득체계로 이루어진다. 홍군 갱도포병은 152미리 자주포 부대 6문으로 하고 홍군 표적획득체계는 인간자산으로 한다.

2.2 시뮬레이션 시나리오

2.2.1 홍군 갱도포병 출구 개방 전 상황

청군 포병은 임의의 진지를 점령하고 홍군 갱도포병은 갱도 내부에서 대기하고 있다. 청·홍군 각각의 표적획득체계는 상대방 포병 진지 주변에서 관측이 용이한 지점을 사전 점령한다. 홍군 표적획득체계는 청군 포병의 진지를 확인하고 청군 표적획득체계에서는 홍군 갱도포병의 위치를 확인한다(그림 1 참고).

2.2.2 홍군 갱도포병 출구 개방 상황

홍군 표적획득체계는 청군 포병에 대한 사격을 하기 위해 홍군 갱도포병에게 사격을 요청한다. 홍군 갱도포병은 사격을 하기 위하여 갱도 출구를 개방하고 갱도 전방의 고정된 보조진지를 점령하여 사격을 준비한다. 청군 표적획득체계는 홍군 갱도포병이 갱도 출구를 개방한 것을 확인하고 청군 포병에게 사격을 요청한다. 청군 포병은 홍군 갱도포병에 대한 사격을 준비한다(그림 2 참고).

2.2.3 청·홍군 사격 상황

청군 포병은 보조진지를 점령한 홍군 갱도포병에 대한 사격을 실시하고 홍군 갱도포병은 청군 포병에 대한 사격을 실시한다.

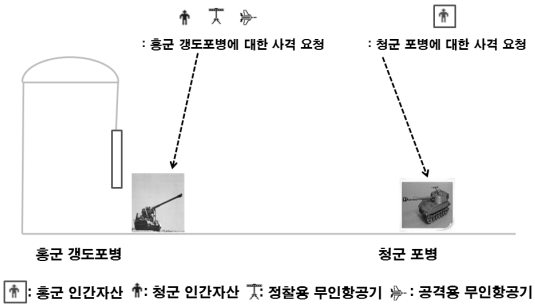

그림 2. 갱도 출구 개방 상황

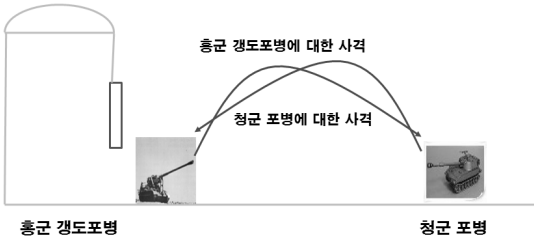

그림 3. 청·홍군 사격 상황

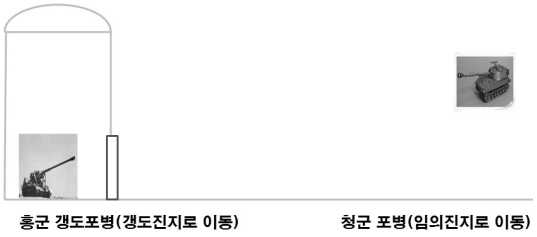

그림 4. 청·홍군 이동 상황

2.2.4 청·홍군 이동 상황

청군 포병으로부터 사격을 당한 홍군 갱도포병은 갱도 진지 내부로 이동하고 홍군 갱도포병으로부터 사격을 당한 청군 포병은 임의 진지로 이동한다.

2.3 가정 사항

본 시뮬레이션 연구를 수행하기 위하여 아래와 같은 가정 사항을 고려하였다. (1)~(3)은 박송기(2003)의 기존연구[6]를 차용하였다.

(1) 체계를 운용하는 요원의 기술적 조작능력은 동일하다.
(2) 수집되는 정보의 정확도는 동일하다.
(3) 전장 환경에 변화는 없다.
(4) 청·홍군 포병 및 공격용 무인항공기의 명중확률은 0.5로 한다.
(5) 청·홍군 포병은 상대방으로부터 2발의 포탄을 맞아야 파괴된다. 청·홍군 포병 및 공격용 무인항공기는 동일한 포탄(고폭탄)을 사용한다.
(6) 정찰용 무인항공기 및 공격용 무인항공기는 홍군의 대공무기의 사거리보다 높은 고도에서 운용된다. 따라서 정찰용 무인항공기 및 공격용 무인항공기는 시뮬레이션 동안 파괴되지 않는다.
(7) 청·홍군 인간자산은 20km의 관측거리를 갖는 장비를 보유하며, 교전을 회피하고 관측 및 사격요청만 한다.
(8) MANA모델에서 1grid는 실제 100m를 나타낸다.
(9) MANA모델에서 시뮬레이션 1time은 실제 1분을 나타낸다.
(10) 시뮬레이션의 종료조건은 청·홍군 포병이 각각 6문의 화포가 파괴되거나 시뮬레이션 time으로 500time이 경과되는 것이다.
(11) 시뮬레이션은 100회 반복 실험한다.

3. MANA모델을 이용한 전투 모델링

3.1 세포 자동자와 MANA모델 개요

세포 자동자의 개념은 존 폰 노이만이 세포의 자기증식 현상에서 힌트를 얻어 자기복제 기계를 생각하였고, 이를 구체화하는 격자구조를 생각하였다. 격자 내 에는 개체들이 있고 규칙에 따라 다음 단계에서 새로운 격자로 이동한다. 세포 자동자의 장점은 개체의 움직이는 과정 자체가 모형 논리이므로 진행 상황을 시각적으로 보여줄 수 있다는 점이다[7]. 세포 자동자 시뮬레이션 개념으로 만든 모델 중 대표적인 것으로 미 해군 분석센터에서 만든 EINSTein과 뉴질랜드 국방기술 연구소에서 개발한 MANA 모델이 있다. 이중 MANA모델의 특징은 다음과 같다[8].

(1) Map Aware : 행위자가 자신의 정보수집수단과 다른 행위자에 수집된 정보를 바탕으로 상황을 인식
(2) Non-uniform : 모든 행위자들이 모두 동일한 행동을 취하는 것이 아니라 제각각의 행동양식으로 행동을 취하는 것을 의미
(3) Automata : 각 행위자는 사건들에 독립적으로 반응행동을 하며 이것은 행위자의 개별성향에 의해 자동적으로 수행

3.2 갱도포병 타격 시뮬레이션 효과척도

갱도포병 타격 시뮬레이션 결과로 산출되는 효과척도

표 1. 시뮬레이션 효과척도

구 분	효과척도
평균 자주포 피해율	전투 후 파괴된 자주포 수/ 최초 투입 자주포 수
평균 자주포 피해소요시간	자주포 6문의 평균 파괴 소요시간

표 2. 청군 참가세력의 모델링

구분		실제 값	시뮬레이션 값
포병 (155미리자주포)		평균 속도 : 28km/h	4.67grid/time
		사격준비시간 : 2분	2time
표적획득체계	인간자산	평균 표적획득 소요 시간 : 1.5분	1.5time
	정찰용 무인항공기 (Searcher)	평균 탐지거리 : 80km	800grid
		표적전파시간 : 실시간	실시간
	공격용 무인항공기 (Predator)	평균 탐지거리 : 750km	7500grid
		표적전파시간 : 실시간	실시간

는 표 1과 같이 평균 자주포 피해율과 평균 자주포 피해 소요시간으로 나타내었다. 평균 자주포 피해율은 전투 동안 자주포가 얼마나 피해를 입었는가를 보기 위한 척도이고 평균 자주포 피해소요시간은 전투를 얼마나 빨리 종료시킬 수 있는가를 보기 위한 척도이다.

3.3 각 세력별 모델링

전투에 참가하는 청·홍군 각 세력별 모델링은 표 2, 표 3과 같다[2].

3.4 지형 편집 및 최초 배치

MANA모델은 비교적 상세한 지형자료를 이용하여 지형의 특성과 고도자료를 모의한다[8]. 기본적인 지형으로는 평지, 고지, 길, 산림, 장애물 등이 있다. 따라서 임의의 지형 편집이 가능하고 각 지형의 특성 값을 변화시켜 새로운 지형을 정의하는 것이 가능하다. 본 연구에서는 갱도진지(Mine Position)를 묘사하기 위하여 표 4와 같이 새로운 지형을 정의한다.

홍군 갱도포병의 곡사화기에 대한 방어력은 갱도진지 안에서 홍군 갱도포병의 장갑 방어력(Armour Thickness)을 최대값으로 설정함으로서 갱도진지에서 곡사화기에 대한 홍군 갱도포병의 방어력을 묘사한다.

표 3. 홍군 참가세력의 모델링

구분		실제 값	시뮬레이션 값
갱도포병 (152미리자주포)		평균 속도 : 28km/h	4.67grid/time
		사격준비시간 : 5분	5time
표적획득체계	인간자산	평균 표적획득 소요 시간 : 1.5분	1.5time

표 4. 갱도진지의 지형 정의

구분		갱도진지
Going	정상적으로 다닐 수 있는 속도	1.00 (정상)
Cover	직사화기로부터 보호받을 수 있는 정도	1.00 (최대)
Concealment	관측될 수 있는 정도	1.00 (완전히 숨겨짐)

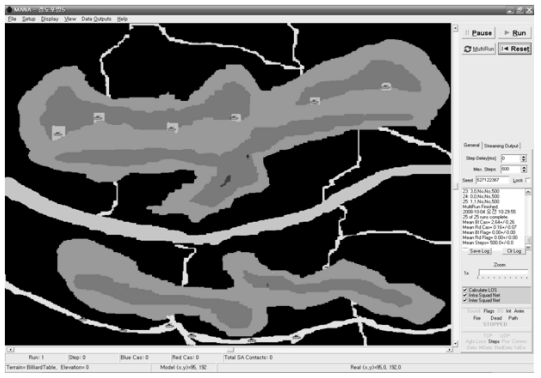

그림 5. 전체 지형 및 최초 배치

전체지형의 면적은 200×200grid로 한다. 임의지형을 선택하고 청군 포병은 하단부에 도로를 따라 배치하고 홍군 갱도포병은 상단부 고지 전사면에 배치한다. 청·홍군 표적획득체계는 상대방 지역의 고지에 은둔하여 관측한다. 그림 5와 같이 임의 지형을 편집하고 청·홍군을 각각 배치하였다.

3.5 각 상태(state)별 모델링

MANA모델은 각 상태별로 세포 자동자의 특성을 다르게 정의할 수 있다. MANA모델에서는 59개의 기본적인 상태가 정의되어 있다. 그림 6의 네모 점선으로 표시된 부분에서 상태를 선정하고 각 상태는 그 상태에서 머

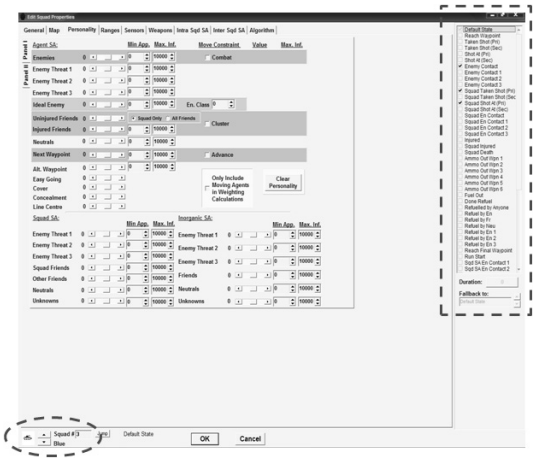

그림 6. MANA모델에서의 상태 결정

표 5. Default 상태에서 각 세력별 임무

청군	포병	- 도로 주변을 이동
	표적획득체계	- 갱도포병의 출구를 관측
홍군	갱도포병	- 갱도내부에서 대기
	표적획득체계	- 청군 포병을 관측

표 6. Enemy Contact 상태에서 각 세력별 임무

청군	표적획득체계	- 청군 포병에게 사격임무를 요청(인간자산, 정찰용 무인항공기)
	표적획득체계	- 홍군 갱도포병에 대한 사격(공격용 무인항공기)
	포병	- 사격준비
홍군	표적획득체계	- 홍군 갱도포병에게 사격 임무를 요청
	갱도포병	- 갱도출구를 개방하고 갱도 밖으로 나와 사격 준비

물 수 있는 최대지속시간(duration time)과 다음 상태(fallback to)를 결정해야 한다. 원형 점선으로 표시된 부분에서 세포 자동자를 선정하고 각 상태별로 세포 자동자의 특성을 다르게 결정할 수 있다[9].

이러한 특징을 이용하여 2.2절의 시나리오에서 제시한 내용에 적합한 상태별로 각각의 세포 자동자(자주포, 인간자산, 무인항공기)의 특성을 모델링한다. Default 상태

표 7. Taken Shot 상태에서 각 세력별 임무

청군	포병	- 가장 가까운 표적에 사격 후 임의 진지로 이동
홍군	갱도포병	- 가장 가까운 표적에 사격 후 갱도 진지로 이동

표 8. Shot At상태에서 각 세력별 임무

청군	포병	- 다른 임무를 종료하고 임의 진지로 이동
홍군	갱도포병	- 다른 임무를 종료하고 갱도진지로 이동

는 최초 배치되어있는 상태이며, 각 세력별 임무는 표 5와 같다. Default 상태에서 모든 세력의 최대지속시간은 100time, 다음 상태는 Default로 한다.

Enemy Contact 상태는 청·홍군 표적 획득체계가 각각 상대방을 발견한 상태이다. 청·홍군 표적획득체계가 각각의 포병에게 사격을 요청하는 것은 표적획득체계와 포병이 표적정보를 공유하는 것으로 묘사한다. 사격요청시간은 표적정보를 공유하는 데 걸리는 delay time으로 한다. 표적정보를 공유한 청·홍군 포병은 사격을 준비한다. 각 세력별 임무는 표 6과 같다. Enemy Contact 상태에서 청·홍군 표적획득체계의 최대지속시간은 100time, 다음 상태는 Default로 한다. 청·홍군 포병의 최대지속시간은 100time, 다음 상태는 Taken Shot로 한다.

Taken Shot 상태는 청군 포병과 홍군 갱도포병이 각각 사격을 하는 상태이다. 청군 포병과 홍군 갱도포병의 임무는 표 7과 같다. Taken Shot 상태에서 최대지속시간은 100time, 다음 상태는 Default로 한다.

Shot At 상태는 청군 포병과 홍군 갱도포병이 상대방으로부터 사격을 받아 피해를 입은 상태이다. 청군 포병과 홍군 갱도포병의 임무는 표 8과 같다. Shot At 상태에서 최대지속시간은 100time, 다음 상태는 Default로 한다.

3.6 각 case별 반복실험

갱도포병 타격 시뮬레이션을 3개의 case로 나누어 각 case별로 100회씩 반복실험 하였다.

case 1: 청군 표적획득체계로 인간자산을 운용하는 경우
case 2: 청군 표적획득체계로 정찰용 무인항공기를 운용하는 경우
case 3: 청군 표적획득체계로 공격용 무인항공기를 운용하는 경우

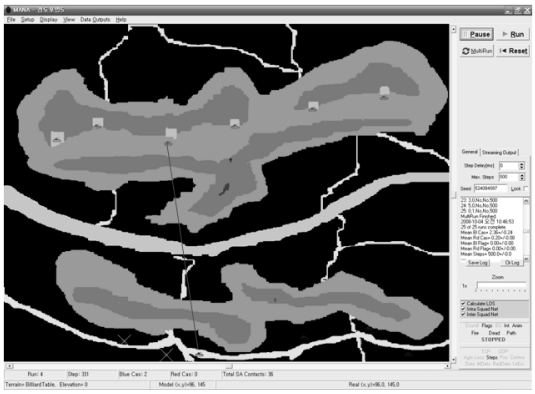

그림 7. 전투 시뮬레이션 장면

표 9. 시뮬레이션 결과

구분		case1	case2	case3
청군	평균 자주포 피해율	4.94± 0.14문 (82%)	5.64± 0.08문 (94%)	4.59± 0.14문 (77%)
	평균 자주포 피해 소요시간	190 time	40 time	40 time
홍군	평균 자주포 피해율	1.05± 0.18문 (17%)	3.25± 0.20문 (54%)	5.12± 0.15문 (85%)
	평균 자주포 피해 소요시간	410 time	45 time	40 time

그림 7은 청군 표적획득체계를 인간자산으로 운용하는 경우의 전투 시뮬레이션 장면이다. 직선이 사격을 하고 있는 장면이고 ×는 완전히 파괴된 자주포를 나타낸다.

4. 전투 시뮬레이션 결과 분석

4.1 세포 자동자를 이용한 결과

표 9에 시뮬레이션의 결과를 나타내었다. 평균 자주포 피해율이 청군의 경우 case별로 큰 차이 없이 나타났지만 홍군의 경우 case별로 증가하는 것을 확인할 수 있었다. 평균 자주포 소요시간은 청·홍군 각각 case2와 case3에서 현저히 감소하는 결과가 나타났다. 그림 8, 그림 9, 그림 10에 case별 결과 그래프를 나타내었다.

4.2 의사결정자 관점에서 본 결과 분석

본 연구의 실험결과 case 1은 현재 아군 포병부대의 대

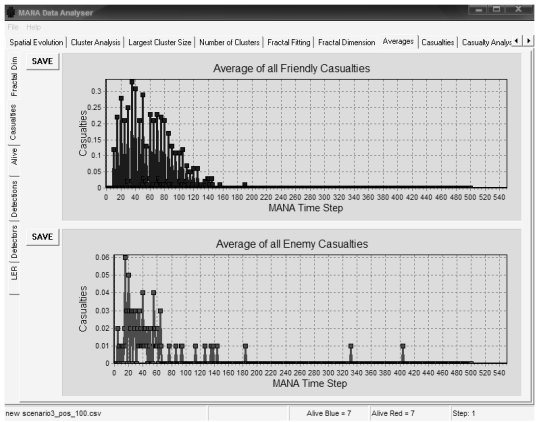

그림 8. Case 1의 결과

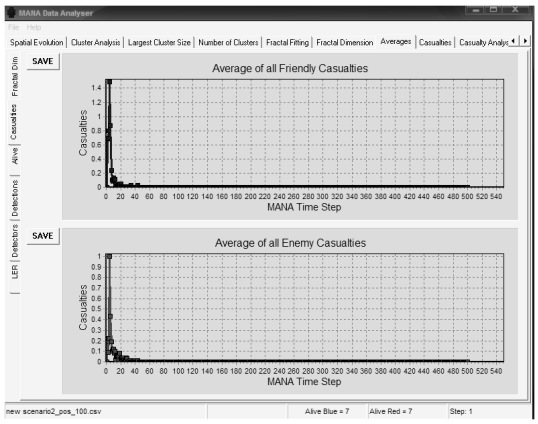

그림 9. Case 2의 결과

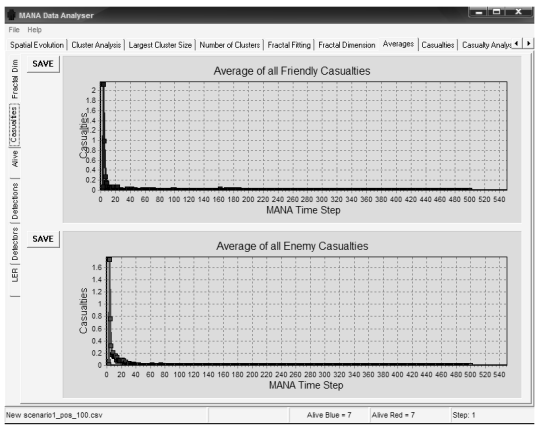

그림 10. Case 3의 결과

부분이 운용하고 있는 경우로서 청군의 표적획득체계가 인간자산인 상황에서는 청군 포병이 82%가 파괴된 반면 홍군 갱도포병은 17%만이 파괴되었다. 이러한 결과는 홍군 갱도포병이 갱도진지에서 우수한 방어력을 가짐으로서 나타나는 당연한 결과로 해석할 수 있다. 따라서 현재 아군 포병부대의 대부분이 운용하는 방법만으로는 효과적인 갱도포병타격에 많은 제한이 있다는 것을 확인할 수 있다.

case 2는 위에서 제시한 어려움을 알고 있는 아군이 최근에 도입해서 일부 포병부대에서 운용하고 있고 앞으로 확대 도입할 예정인 정찰용 무인항공기를 운용한 결과이다. 그러나 이 역시 청군 포병이 94%가 파괴된 반면 홍군 갱도포병은 54%가 파괴되었다. 이러한 결과는 정찰용 무인항공기가 실시한 표적정보의 공유로 갱도포병 타격에 효과가 있지만, 청군 포병의 타격수단 자체의 증가는 아닌 결과로 볼 수 있다. 따라서 정찰용 무인항공기를 운용했음에도 불구하고 아직까지 청군이 홍군 갱도포병을 대상으로 승리를 거두기 어렵다는 결론을 내릴 수 있다.

마지막 case 3은 본 연구에서 제시하는 방안으로 공격용 무인항공기를 운용할 경우의 결과이다. 앞의 결과와 다르게 청군 포병은 77%가 파괴되고 홍군 갱도포병은 85%가 파괴되었다. 근소한 차이이긴 하지만 청군 포병이 덜 파괴되어 공격용 무인항공기의 운용이 효과적인 갱도포병 타격방안이라는 것을 확인할 수 있었다.

자주포 피해 소요시간 측면에서 보면 시뮬레이션 time으로 case 1의 경우의 190time에서 case 2와 case 3의 경우의 40time으로 줄어들어 실시간 표적정보의 공유가 전투에 미치는 영향을 직접적으로 확인할 수 있었다. 즉 무인항공기의 도입은 전체적으로 전투소요시간을 시뮬레이션 time으로 150time(실제 150분)을 줄일 수 있다는 것이다. 전투에서 조기에 승리를 거둔다는 것은 전투피로도와 부대의 사기측면에서 엄청난 시너지효과가 있다.

자주포 피해율과 자주포 피해소요시간의 효과척도를 종합적으로 판단하면 갱도포병을 타격하기 위한 최적의 방법으로 공격용 무인항공기의 도입이 절실히 필요하다고 할 수 있다.

5. 결 론

아군이 개전 초 가장 먼저 실시하는 전투중의 하나가 갱도포병 타격이다. 그러나 효과적인 갱도포병 타격에 관한 연구가 그동안 군 내부에서만 이루어지고 있던 이유로 정성적이고 다양하지 못한 한계점이 존재하였다. 이에 본 연구에서는 효과적인 갱도포병 타격에 대해 정량적이고 객관적으로 연구할 수 있는 방안으로 세포 자동자를 기본으로 하는 MANA모델을 이용한 방법을 제시하였다. 기존 연구보다 더 현실적인 상황을 반영하여 시뮬레이션을 수행하였고, 공격용 무인항공기 도입효과에 대해 분석하였다. 앞으로 좀 더 세부적인 모델링으로 정밀하게 갱도포병을 타격하는 방법을 제시하고 갱도포병 타격에 미치는 여러 가지 요소(다양한 포탄별 효과, 명중확률, 전장환경 등)에 대한 연구가 필요하다.

참 고 문 헌

1. 국방부, 『국방저널 324호』, 2000.
2. 정경수, "대화력전 수행체계 발전방안", 육군대학, 2001, pp. 2-6.
3. 김훈기, "북한군 포병위협에 대한 효과적인 대화력전 수행방안", 공군대학, 2002, p. 25.
4. 이정환, "효과적인 대화력전 수행방안", 육군대학, 2002, pp. 2-6.
5. 정영호, 신기태, 박진우, "DEVS을 이용한 갱도포병 타격에 관한 연구", 『한국 시뮬레이션학회 논문지 제17권 제3호』, 2008, pp. 45-47.
6. 박송기, 이재영, "지상전술 C4I체계의 통합화력운용간 전투력 상승효과 평가에 관한 연구", 『한국 국방경영분석학회지 제 29 권, 제 1호』, 2003, p. 18.
7. 조성진, 정성진, 홍성필, "세포 자동자 시뮬레이션을 이용한 네트워크 중심전 전투효과도 평가 연구", 『한국경영과학회 논문지 제22권 제2호』, 2005, pp. 3-9.
8. 고 원, "2006년 육군 전투실험", 한국국방연구원, 2006, pp. 404-460.
9. Defence Technology Agency, "MANA VERSION 4 USER MANUAL", 2007.

정 영 호 (marine529@snu.ac.kr)

1999 숭실대학교 전자공학과 학사
2007～현재 서울대학교 산업공학과 석사과정

관심분야 : 모델링&시뮬레이션, 갱도포병

신 기 태 (ktshin@road.daejin.ac.kr)

1987 서울대학교 산업공학과 학사
1990 서울대학교 산업공학과 석사
1995 서울대학교 산업공학과 박사
1995～현재 대진대학교 산업시스템공학과 교수

관심분야 : 기업정보시스템, 전자상거래, 비즈니스 프로세스 설계, 모델링&시뮬레이션

장 태 우 (keenbee@kgu.ac.kr)

1995 서울대학교 산업공학과 학사
1997 서울대학교 산업공학과 석사
2004 서울대학교 산업공학과 박사
2002～2007 한국전자통신연구원 연구원/선임연구원
2007～현재 경기대학교 산업공학과 전임강사

관심분야 : 시스템공학, 정보시스템 통합, 물류/SCM

박 진 우 (autofact@snu.ac.kr)

1974 서울대학교 산업공학과 학사
1976 KAIST 산업공학 석사
1985 U.C. Berkeley 산업공학 박사
1985～현재 서울대학교 산업공학과 교수

관심분야 : 모델링&시뮬레이션, ERP/SCM, Ubiquitous Sense Network