

논문 2016-53-2-8

# 대화력전에 대한 이종 무기체계의 조합모델개발 연구

## ( A Study on a Combination Model Development for Counterfire Operation with Heterogeneous Weapon System )

김 한 영\*, 김 승 천\*\*, 노 광 현\*\*\*

( Hanyoung Kim, Seungcheon Kim, and Kwanghyun Ro<sup>Ⓞ</sup> )

### 요 약

본 논문에서는 대화력전의 목표달성에 대한 평가척도를 선정하고 평가척도의 최적값을 만족하는 청군의 타격자원의 합리적인 조합과 목표달성시간의 회귀식을 도출하고자 하였다. 또한 현실세계에서 회귀식을 도출하는 일련의 과정을 연구방법론적 관점에서 제시하고자 하였다. 이를 위해 현재 북한과 대한민국이 보유하고 있는 무기체계들의 정보를 이용하여 대화력전을 단순화한 시뮬레이션을 만들어 목표달성시간을 도출하였다. 시뮬레이션에서는 대화력전을 탐지, 결정, 타격의 세 단계로 나누었다. 탐지에는 난수를 활용한 확률을 적용했고 결정과 타격은 고정된 상수를 적용시켰다. 고정된 적에 대해서 목표달성시간을 도출하였으며 목표달성시간이 최단시간으로 나오는 것이 시뮬레이션의 최적값이라고 판단했다. 시뮬레이션의 목표달성시간을 바탕으로 미니탭의 반응표면분석법을 이용하여 고정된 홍군에 대한 청군 무기체계의 최적조합 및 회귀식을 도출하였다. 도출된 회귀식은 2-표본 t검정을 이용하여 검증하였다.

### Abstract

This paper proposes to select Measure of Performance(MOP) for object attainment in the counterfire operation and deduce the reasonable combination of blue force's hitting resources satisfying MOP's optimal value and regression equation for the object achievement time. Also, in the study-methodological perspective, a series of procedures for drawing the regression equation from the real world is presented. Firstly the model was made by simplifying the weapon-system information of red force and blue force, then the time for object attainment was derived from its simulation. Simulating the model for the counterfire operation was divided into three phases-detection, decision and hitting. The probability method by applying the random numbers were used for detection, fixed constant numbers for decision and hitting. The simulation was repeatedly performed to get the minimum time for the object attainment against the fixed enemy, and it was estimated as the optimal value of simulation. From this result, the optimum combination of blue force's weapon system against the red force and finally, the regression equation were obtained by using the response surface analyzing method in MINITAB. Thereafter this equation was completely verified by using 'the 2-sample t-test.' As a result, the regression equation is suitable.

**Keywords :** Counterfire, Combination Model, Heterogeneous Weapon System, Response Surface Analyzing Method

## I. 서 론

최근 몇 년간 우리나라의 안보는 심각한 문제로 대두되고 있다. 우리나라 안보를 위협하는 문제는 여러 가지가 있겠으나 1994년 '서울 불바다'연극을 시작으로 2010년 11월 연평도 포격사건까지 한반도의 국지도발이 끊임없이 이루어지고 있다. 그중에서도 가장 주요한 문제점으로 떠오르는 것은 단연 북한 장사정포에 의한

\* 정회원, 한국국방연구원

(Korea Institute for Defense Analyses)

\*\* 정회원, 한성대학교 정보통신공학과

(Hansung University)

\*\*\* 정회원, 한성대학교 산업경영공학과(교신저자)

(Hansung University)

Ⓞ Corresponding Author(E-mail: khrho@hansung.ac.kr)

※ 본 연구는 한성대학교 교내 학술연구비 지원과제임

Received ; November 27, 2015 Revised ; December 14, 2015

Accepted ; January 25, 2016

‘서울 불바다’가 될 것이다. 수도권을 위협하는 적 장사정포의 경우 사거리가 50~60Km로 서울을 포함한 경기 일부 지역에 까지 큰 위협이 되고 있다. 서울에는 많은 공공기관이 집중되어 있어 전쟁 발발시 초기에 상당한 피해를 입을 수 있는 상황이다. 이러한 이유로 한국군은 전쟁이 발발됨과 동시에 빠른 시간 내에 북한군 장사정포를 타격하여 수도권을 보호해야하는 의무를 가지고 있다.

한국군은 전쟁 초기에 대화력전을 통하여 적의 포병을 포함한 위협 일체를 신속 정확하게 제압할 필요가 있다. 대화력전이란 적의 화력지원수단과 이를 지휘, 통제하는 모든 요소를 무력화시킴으로써 적의 화력지원 능력과 전투지속 능력, 그리고 전의를 상실하게 만드는 화력전투를 말한다. 즉, 피아간 포병 화력의 전투를 의미한다<sup>[1~2]</sup>.

기존 한국군은 미국의 위게임 모델을 바탕으로 하여 한국형 모의 논리 및 데이터베이스 등을 개발하였고 이를 훈련/연습용, 분석용, 획득용 등으로 나누어 활용하고 있다<sup>[3~4]</sup>. 동시에 실기동 훈련장으로 2005년 KCTC (Korea Combat Training Center)을 운영하고 있다. 실기동 시뮬레이션 훈련장은 기존의 시뮬레이션에 비해 막대한 비용이 소모된다는 큰 단점을 가지고 있으나 장비 및 인원의 피해가 발생하지 않으면서 전장 상황을 가장 현실적으로 묘사할 수 있다는 장점 때문에 한국군에게는 반드시 필요한 훈련장이라고 할 수 있다.

특히 포병의 경우에는 장비의 가격뿐만 아니라 탄환의 비용도 상당하여 비용에 관한 문제점이 더욱 크다고 할 수 있다. 단순한 무장의 제원을 뛰어 넘어 아군의 무기 편성 조합에 있어서는 장비의 가격 때문에 쉽게 훈련할 수 없는 것이 현실이다<sup>[5]</sup>.

본 논문에서는 수도권을 위협하는 북한의 포병 무기 체계에 대응하기 위한 한국군의 무기체계 조합을 평가하기 위한 모델을 개발하고 시뮬레이션을 수행하였다. 현재 공개되어있는 북한군과 한국군의 주요 무기체계들을 이용하여 시뮬레이션을 실시하고 최적조건에 대한 회귀식을 도출하고 검증하였다. 본 연구에서 고려한 한국군과 북한군 주요 무기체계는 그림 1과 같으며, MLRS (Multiple Launch Rocket System)은 다연장포이다.

본 논문의 구성은 2장에서는 모의변수를 통한 이중포병무기체계의 전투모델 기초가 되는 개념설계, 이를 구현한 컴퓨터 시뮬레이션 모델과 실행하는 실행 방법에 대해서 설명한다. 3장에서는 시뮬레이션 결과값을 분석하고, 실험계획법을 통하여 각 무기체계 및 교호작



그림 1. 한국군과 북한군의 주요 무기체계  
Fig. 1. Major weapons of the ROK and DPRK.

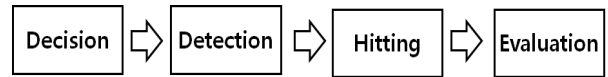


그림 2. 대화력전 수행절차  
Fig. 2. Counterfire procedures.

용의 기여도에 대해서 분석한다. 4장은 결론 및 향후 계획이다.

## II. 개념 모델 설계

### 1. 개념모델 상황이해

포병 전투는 일반 보병 전투와는 다르게 탐지 자산과 사격자산이 상이하다. 즉, 표적 관측 인원과 사격을 실시하는 인원이 다르다. 대화력전의 전투체계 전투수행의 절차는 그림 2와 같다.

결정 단계에서는 사전에 공격할 표적과 그 표적에 대한 요망효과 및 표적 획득체계와 타격체계 등을 결정한다. 탐지 단계에서는 결정 단계에서 선정된 표적에 대해서 가용한 자산을 이용하여 표적을 획득하고, 분석과정을 거쳐서 표적 정보로 생산하여 전파하며 타격체계에 전파한다. 타격 단계에서는 지정되거나 추가적으로 가용한 타격 자산 중에서 표적의 규모, 형태, 등을 고려하여 가장 적절한 타격 자산이 타격을 실시한다. 평가 단계에서는 타격과 동시에 전투피해평가를 실시하고 요망효과가 달성되었는지를 확인 후 필요시 재공격을 실시하도록 한다.

논문에서는 결정·탐지·타격·평가 단계의 과정 중 결정 단계는 사전에 결정 되어야하는 내용이므로 제외하고, 평가단계는 홍군의 피해를 100% 확인이 가능하다는 가정 사항을 가지고 탐지·타격단계에 난수를 활용한 확률을 적용하여 시뮬레이션을 만들고 그 결과를 활용하여 홍군에 대한 청군(아군)의 조합과 목표 회귀식을 도출한다.

### 2. 개념모델 가정사항

표 1. 실험모델에 고려되는 변수

Table 1. Variables for a proposed experimental model.

Property	Variable	Inclusion status	Details	Example of variable value
Detection System	detection probability	inclusion	main factor	85%
	transfer time for detection result	inclusion	main factor	1min
	detection time	inclusion	main factor	1min
	BDA evaluation	inclusion	main factor	10% per 1shot
Red Force's Hitting System	number of artillery gun	exclusion	artillery firing	5guns per 1corp
	planning time	inclusion	main factor	5min
	reload time	exclusion	no reload	5min
	preparation time for movement	inclusion	main factor	5min
	occupancy time in artillery position	exclusion	included in planning time	5min
	occupancy time in underground base	inclusion	main factor	10min
	time interval of artillery firing	exclusion	not considered	3shots per 1min
	moving route	exclusion	not considered	-
	destruction rate	exclusion	not considered	10% per 1shot
	damage rate	inclusion	main factor	10% per 1shot
Blue Force's Hitting System	number of artillery gun	inclusion	artillery firing	5guns per 1corp
	planning time	inclusion	main factor	5min
	reload time	inclusion	main factor	5min
	preparation time for movement	exclusion	not considered	5min
	occupancy time in artillery position	exclusion	included in planning time	5min
	occupancy time in underground base	exclusion	not using a base	10min
	time interval of artillery firing	exclusion	included in planning time	3shots per 1min
	destruction rate	inclusion	main factor	10% per 1shot
	damage rate	exclusion	no damage	10% per 1shot

본 연구에서는 앞서 기술한 개념모델을 토대로 시물레이션을 작성하였다. 시물레이션 작성시 가정사항은 다음과 같다.

- 가. 전투모델 타격자산은 홍군의 포병, 청군의 포병, 공군 전력을 다룬다.
- 나. 홍군은 사격을 실시하되 청군은 피해를 입지 않는다.
- 다. 한 번 사격에 한 개의 홍군 부대만 타격을 입는다.
- 라. 갱도진지에서 나오는 홍군은 25% 확률로 탐지된다.
- 마. 사격을 실시하는 홍군은 85% 확률로 탐지된다.
- 바. 홍군은 전체 피해가 70% 이상 누적시 임무수행이 불가능하다.
- 사. 홍군의 부대는 70% 이상 피해를 받으면 부대는 전멸한 것으로 판단한다.
- 아. 시물레이션 결과 값은 목표달성시간이며 가장 짧은 시간이 최적값이 된다.
- 자. 연구에서 실시하는 대화력전은 대응적 대화력전을 실시하도록 한다.
- 차. 홍군과 청군의 거리는 최대사거리 안으로 가정한다. 즉, 어느 곳에서나 사격이 가능하며 이때의 피해율은 모두 동일하다.
- 카. 지형 및 기상은 홍군과 청군의 전투에 영향을 미치지 않는다.

### 3. 개념모델 목표설정

연구의 목적인 아군 포병전력의 조합과 목표달성시간의 회귀식을 도출하기 위해서 개발되는 모델은 현실 세계에 관한 변수를 입력받고 결과값으로 목표달성시간을 도출하도록 한다. 실제 교전 모델을 모의하기 위해서는 고려해야하는 변수가 많지만, 실험모델에서는 단순화 할 수 있는 변수는 단순화하여 표현하도록 한다. 표 1은 실험모델에서 고려되는 변수들이며, 크게 중요하지 않은 일부 변수들은 실험모델에 반영하지 않았다.

### 4. 입출력 프로세스 설계

그림 3은 시물레이션 전체 프로세스이다. 본 연구에서는 대응적 대화력전을 실시하기 때문에 청군이 사격을 먼저 실시하지 않는다. 대응적 대화력전은 홍군이 사격을 한 이후에 청군이 홍군 화력 지원체계에 대해 타격을 실시하는 것으로서 모든 표적획득수단을 활용하여 실시간에 탐지 및 타격하는 방법을 말하며, 이는 주로 표적탐지레이더와 연계하여 전담포병대대에서 실시간으로 타격을 실시한다. 이러한 대응적 대화력전을 실시하기 때문에 홍군의 사격으로부터 프로그램이 시작된다. 홍군의 타격을 청군의 탐지자산이 탐지하게 되고, 청군의 표적할당 프로세스에 의하여 표적을 할당한다.

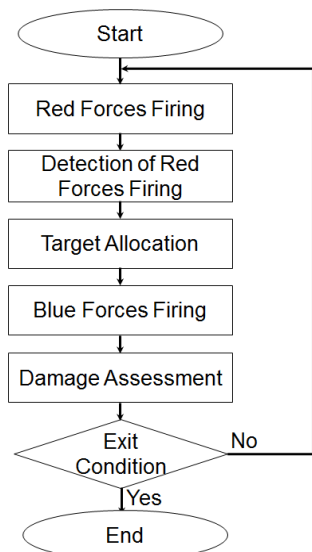


그림 3. 시뮬레이션 실행 프로세스  
Fig. 3. Simulation procedure.

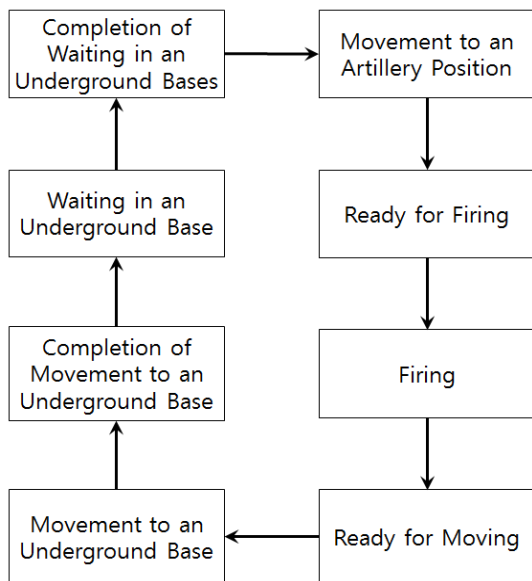


그림 4. 홍군 상태 변화도  
Fig. 4. State transition diagram of Red Force.

할당된 표적에 대해서 청군 타격체계는 사격을 실시하고 피해를 확인한다. 시뮬레이션 종료조건을 확인한 뒤 종료조건이 충족되면 시뮬레이션은 종료가 되고, 그렇지 않은 경우에는 홍군이 사격전으로 돌아가게 된다.

그림 4는 홍군의 상태변화도이다. 홍군은 사격으로부터 시작이 되며 사격이 끝난 뒤에는 이동준비시간을 거친 뒤 갠도진지로 이동한다. 갠도진지로 이동한 홍군은 일정시간 동안 대기 후 다시 사격지원 진지로 이동한다. 사격진지에서는 사격을 준비하고 사격을 실시한다.

그림 5는 청군의 상태변화도이다. 청군은 사격대기로부터 시작을 하며 표적을 할당받으면 사격을 실시한다.

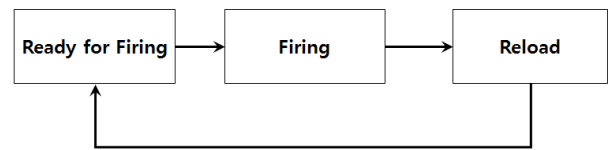


그림 5. 청군 상태 변화도  
Fig. 5. State transition diagram of Blue force.

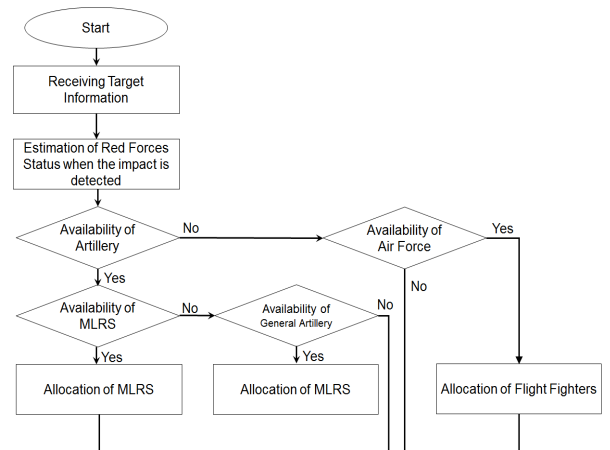


그림 6. 표적할당 프로세스  
Fig. 6. Target allocation process.

그 후 일정시간 재장전을 한 후 다시 사격대기상태가 된다.

그림 6은 표적할당 프로세스이다. 표적할당은 현행 절차를 시뮬레이션 프로그램을 위하여 수정 및 조정하여 적용하였다.

### 5. 시뮬레이션 구조도

본 연구에서는 앞선 기술한 개념을 토대로 시뮬레이션을 만들었고 구조는 다음과 같다. 여기서는 시뮬레이션의 패키지 구조도와 시뮬레이션 클래스 구조도에 대해서 설명한다. 그림 7은 시뮬레이션 패키지 구성을 나타낸다.

시뮬레이션은 CFMAIN, Entity, Lib 총 3개의 패키지로 구성된다. CFMAIN은 SimMain과 Sim Constants로 나눌 수 있다. SimConstants은 개체를 생성하고 초기화하는 기능과 주요상수 등을 정의하는 기능을 가진다. SimMain은 시뮬레이션을 구동하고 시뮬레이션의 목표 달성시간을 계산하여 최종보고를 생성하는 기능을 가진다. Entity 패키지에는 청군 탐지자산, 청군 표적할당 자산, 청군 타격자산, 홍군 타격자산 패키지로 구성된다. 각 자산 패키지들은 각 객체들의 사건을 처리하고 상태를 최신화한다. Lib 패키지는 Core 패키지와 Rng 패키지로 나뉜다. Core 패키지는 하나의 객체 이벤트를 전달받고 처리하여 다음의 객체에 전달하는 기능을 가

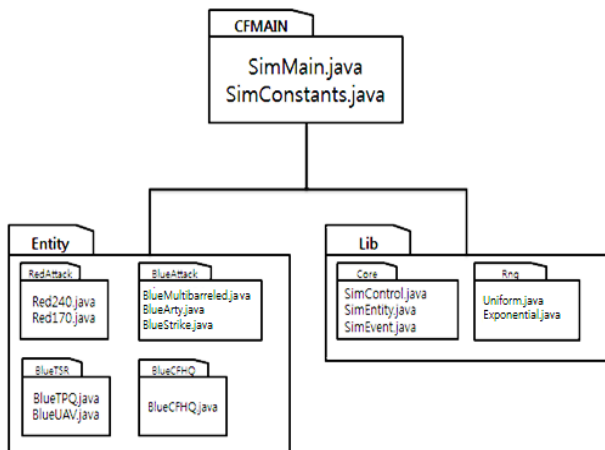


그림 7. 시뮬레이션 패키지 구조도  
Fig. 7. Simulation package structure.

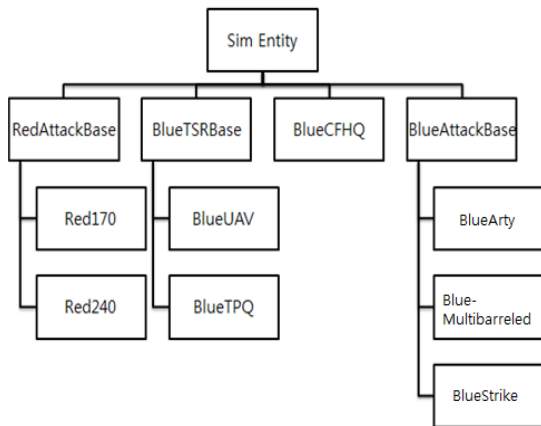


그림 8. 시뮬레이션 클래스 구조도  
Fig. 8. Simulation class structure.

지고 있다. Rng는 확률분포에 기반한 난수 생성 기능을 가진다.

그림 8은 시뮬레이션 클래스 구성을 나타낸다. 클래스는 Sim Entity 클래스가 최상위 클래스이다. 홍군 타격자산, 청군 탐지자산, 청군 표적할당 자산, 청군 타격자산의 클래스들이 Sim Entity를 상속받는다. 이들은 각각의 자산들에 다시 상속이 이루어진다.

6. 시뮬레이션 입력값

시뮬레이션에 입력되는 홍군과 청군의 무기 체계는 표 2, 3과 같다. 홍군의 무기 체계는 그림 1에 있는 170mm 자주포 12개 부대와 240mm 방사포 6개 부대로 가정하였다. 홍군과 전투를 수행하는 청군의 무기체계는 그림 1에 있는 다연장포병 부대, 일반포병 부대, 항공기로 구성하였다. 다연장포병 부대 규모는 1, 2, 3개 부대 총 3가지 경우를 고려하고, 일반포병 부대 규모는

표 2. 홍군의 무기체계 조합

Table 2. Red force's weapon configuration.

170mm Artillery	240mm Artillery
12 corps	6 corps

표 3. 청군의 무기체계 조합

Table 3. Blue force's weapon configuration.

General Artillery	MLRS Artillery	Flight Fighter
3 or 6 or 9 corps	1 or 2 or 3 corps	2 or 4 or 6 sortie

3, 6, 9개 부대 총 3가지 경우를 고려하였으며, 항공기 부대 규모는 30분당 2개, 4개, 6개 총 3개의 소티(출격)를 고려하였다.

따라서, 고정된 홍군의 무기체계에 대해 청군의 무기 체계 27가지 경우를 고려하여 시뮬레이션을 수행하고자 하였다.

III. 시뮬레이션 결과분석

1. 시뮬레이션 결과

앞 장에서 설계한 개념모델을 토대로 27가지의 경우를 10회 반복수행한 시뮬레이션 결과값은 표 4와 같다. 시뮬레이션의 종료 조건은 홍군의 전투력이 30% 이하 수준으로 떨어지는데 걸리는 시간으로 이를 목표달성시간으로 설정하였다. 청군의 무기체계 규모에 따라 목표 달성시간의 차이가 클 수 있다.

표 4의 첫 번째 데이터는 청군의 자원이 부족한 상황에 대해 고려하였으며, 이에 맞는 입력데이터로 청군 무기체계 규모의 최솟값인 다연장포병 1개 부대, 항공기 2소티, 일반포병 3개 부대를 입력하였다. 목표달성시간이 935분으로 상대적으로 긴 시간이 나오므로써 청군의 자원이 부족할 경우 시간이 길게 나온다는 점을 알 수 있었다. 15번째 데이터는 청군 무기체계의 규모가 중간값인 상황으로 다연장포병 2개 부대, 항공기 4소티, 일반포병 6개 부대를 입력하였고, 목표달성시간은 555분이었다. 청군의 자원이 많아짐에 따라서 목표달성시간이 줄어드는 것을 확인할 수 있었다. 27번째 데이터는 청군의 자원이 충분히 많다는 상황을 가정하였으며, 청군 무기체계의 최대값인 다연장포병 3개 부대, 항공기 6소티, 일반포병 9개 부대를 입력하였다. 목표달성시간은 444분이었고, 청군의 자원이 많아짐에 따라서 목표달성시간이 줄어드는 것을 확인할 수 있었다. 다만,

표 4. 시뮬레이션 결과  
Table 4. Simulation output.

order	number of MLRS crop	number of Flight Fighter	number of general Artillery	elapsed time(min)
1	1	2	3	935
2	1	2	6	910
3	1	2	9	911
4	1	4	3	555
5	1	4	6	523
6	1	4	9	555
...	...	...	...	...
15	2	4	6	555
...	...	...	...	...
23	3	4	6	582
24	3	4	9	575
25	3	6	3	462
26	3	6	6	446
27	3	6	9	444

표 5. 실험설계 입력값  
Table 5. The design of experiment.

Std. order	Run order	Pt. type	Block	# of MLRS	# of Flight Fighter	# of Artillery	Time (min)
15	1	0	1	2	4	6	555
10	2	2	1	2	6	3	426
6	3	2	1	3	4	3	456
2	4	2	1	3	2	6	948
9	5	2	1	2	2	3	950
4	6	2	1	3	6	6	446
14	7	0	1	2	4	6	422
1	8	2	1	1	2	6	911
5	9	2	1	1	4	3	555
8	10	2	1	3	4	9	575
11	11	2	1	2	2	9	951
13	12	0	1	2	4	6	555
7	13	2	1	1	4	9	555
3	14	2	1	1	6	6	418
12	15	2	1	2	6	9	433

첫 번째 데이터 대비 15번째 데이터의 경우 목표달성시간 감소율이 약 40.6%였으나 15번째 데이터 대비 27번째 데이터의 목표달성시간 감소율은 약 20%로 나왔다. 첫 번째 데이터와 15번째 데이터 사이의 평균 자원의 증가량과 15번째 데이터와 27번째 데이터 사이의 평균 자원의 증가량이 동일한 가운데 목표달성시간의 감소율이 감소했다는 점은 평균의 자원이 증가됨에 따라서 목표달성시간이 비례하게 줄어들지 않음을 알 수 있다.

2. 조합모델 실험설계

시뮬레이션에 사용된 각 무기체계와 무기체계간의

표 6. 회귀계수 - 1차 모형  
Table 6. Regression coefficient - 1st model.

Factor	Coef	SE Coef	T	P
constant	1795.17	28.52	17.903	0.000
A	-74.0417	17.47	0.694	0.519
B	-254.625	17.47	-14.577	0.000
C	-40.3889	17.47	0.114	0.913
A*A	21.5417	25.71	0.838	0.440
B*B	37.1354	25.71	5.777	0.002
C*C	3.42130	25.71	1.198	0.285
A*B	-2.250	24.70	-0.091	0.931
A*C	2.000	24.70	0.081	0.939
B*C	1.500	24.70	0.061	0.954

S = 49.4063

$R^2=98.02\%$ ,  $R^2(Adj)=94.45\%$

표 7. 분산분석 - 1차 모형  
Table 7. Analysis of variance - 1st model.

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
Regression	9	603071	603071	67008	27.45	0.001
Linear	3	519879	519879	173293	70.99	0.000
Square	3	83147	83147	27716	11.35	0.011
Interaction	3	45	45	15	0.01	0.999
Residual error	5	12205	12205	2445		
Lack of fit	3	412	412	137	0.02	0.994
Pure error	2	11793	11793	5896		
Total	14	615276				

교호작용이 시뮬레이션의 목표달성시간에 미치는 영향 정도를 판단하기 위해 앞 절에서 설명된 시뮬레이션 결과값을 가지고 반응표면분석법을 실시하였다. 반응표면 분석법에서 요구하는 케이스 조합법에 대한 결과값을 입력하여 나온 통계치를 확인하도록 하였고, 통계치가 유의하지 않은 경우에는 모델을 재적합 시키도록 하였다. 통계분석 툴은 교육용 통계프로그램인 MINITAB을 사용하였고, 표 5의 입력값을 토대로 MINITAB에서 반응표면분석을 실시하였다.

시간에 대한 회귀계수와 분산분석이 실시되었으며 결과값은 각각 표 6, 7과 같다. 표 6에서는 시간에 대해 추정된 회귀 계수가 나오게 된다.  $R^2$ (수정) 값이 94.45%로 매우 높은 값으로 회귀계수가 모델을 충분히 설명한다고 판단할 수 있다.

표 7은 추정된 분산 분석의 결과값을 나타낸다. 교호작용의 p 값이 0.999로 유의수준 0.05보다 높은 값을 가

표 8. 회귀계수 - 2차 모형

Table 8. Regression coefficient - 2<sup>nd</sup> model

Factor	Coef	SE Coef	T	P
constant	1795.17	22.59	22.603	0.000
A	-74.0417	13.84	0.876	0.406
B	-254.625	13.84	-18.404	0.000
C	-40.3889	13.84	0.145	0.889
A*A	21.5417	20.36	1.058	0.321
B*B	37.1354	20.36	7.294	0.000
C*C	3.42130	20.36	1.512	0.169

S = 39.1315

$R^2=98.01\%$ ,  $R^2(Adj)=96.52\%$

표 9. 분산분석 - 2차 모형

Table 9. Analysis of variance - 2<sup>nd</sup> model.

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
Regression	6	603026	603026	100504	65.63	0.000
Linear	3	519879	519879	173293	113.17	0.000
Square	3	83147	83147	27716	18.10	0.001
Residual error	5	12250	12250	1531		
Lack of fit	3	457	457	76	0.01	1.000
Pure error	2	11793	11793	5896		
Total	11	615276				

지고 있으므로 교호작용은 없는 것으로 판단된다. 그리하여 교호작용을 제외하고 모델을 재적합시켜 도출된 값이 표 8과 표 9이다.

표 6과 표 8에서 A는 다연장포병 부대수, B는 항공기 소티수, C는 일반포병 부대수를 의미한다.

표 8의  $R^2$ (수정) 값이 96.52%로 회귀계수가 모델을 충분히 설명한다고 판단할 수 있다. 표 9에서 선형, 제곱 모두 유의수준 0.05보다 낮은 값으로 모델에 영향을 미치는 것으로 판단된다.

### 3. 회귀식 도출

표 8과 표 9의 통계치 결과로 결과값 목표달성시간의 회귀식은 다음과 같다.

$$\begin{aligned}
 Y(\text{목표달성시간}) &= 1795.17 - 74.0417 \times (\text{다연장포병 부대수}) \\
 &\quad - 40.3889 \times (\text{일반포병 부대수}) \\
 &\quad - 254.625 \times (\text{항공기 소티수}) \\
 &\quad + 21.5417 \times (\text{다연장포병 부대수})^2 \\
 &\quad + 37.1354 \times (\text{항공기 소티수})^2 \\
 &\quad + 3.42130 \times (\text{일반포병 부대수})^2
 \end{aligned}$$

표 10. 2표본 t검정 결과값

Table 10. Output data of 2-sample T-Test.

	N	Mean	StDev	SE Mean
Simulation	15	610	213	55
Regression Equation	15	614	206	53

Difference= $\mu(\text{Simulation})-\mu(\text{Regression Equation})$

Estimate for difference = -3.7

95% CI for difference : (-161.1, 153.6)

T-Test of difference = 0

T-Value = -0.05, P-Value = 0.962, DF = 27

### 4. 회귀식 검증

연구에서 도출된 회귀식이 적절한지 검증하기 위한 방법으로 기존의 시뮬레이션 결과값과 회귀식의 결과값을 비교해서 두 집단이 차이가 있는지를 확인해보도록 한다. 본 연구에서는 두 집단의 차이 유무에 주로 사용되는 2-표본 t검정을 사용하였다. 비교를 실시하는 데이터는 전체 조합을 전부 비교하지 않고 미니탭의 반응표면분석법 실험계획에 입력하였던 표 5의 조합에 대한 데이터를 가지고 비교하였으며, 결과는 표 10과 같다.

시뮬레이션 결과값과 회귀식 결과값의 평균차이에 대한 p값이 0.962로 유의수준 0.05보다 크다. 따라서 2표본 t검정의 귀무가설인 '시뮬레이션 결과값과 회귀식의 결과값의 평균의 차이가 존재하지 않는다.'를 기각하지 않는다. 따라서 두 집단의 차이가 존재하지 않다고 판단하며 모델을 설명함에 있어 회귀식은 적절하다고 판단된다.

## IV. 결 론

본 연구에서는 전쟁 초기 대화력전을 가상으로 수행하기 위한 모델링을 실시하여 개념모델을 만들고, 시뮬레이션으로 구현하였다. 시뮬레이션의 결과값을 반응표면분석법으로 분석하여 대화력전 청군의 이기종 무기조합 모델을 도출하였다. 대화력전을 평가하기 위한 평가 척도로 목표달성시간을 선정하였다. 대화력전의 목표달성시간에 미치는 영향을 탐지, 결정, 타격 단계로 나누었다. 탐지에는 난수를 활용하여 확률을 적용하였고, 결정에는 고정된 상수를 활용하여 정보전달 및 표적처리에 관하여 동일한 시간이 걸리는 것으로 가정하였다. 그리고 타격 또한 결정과 마찬가지로 사격준비 및 사격간격, 재장전 시간 등에 대해서 고정된 상수를 활용하여 사용하였다. 위의 방법으로 실행한 실험결과를 바탕으로 반응표면분석법을 이용하여 제한적으로 목표달성

시간의 회귀식을 도출할 수 있었다.

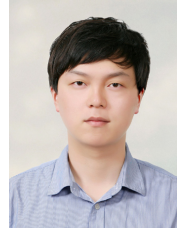
시뮬레이션과 도출된 회귀식의 목표달성시간을 2-표본 t검정으로 검증해본 결과 두 목표달성시간은 차이가 없는 것으로 판단되어 도출된 회귀식이 모델에 적합하다고 판단할 수 있었다.

본 연구 결과는 대화력전을 대비한 이기종 무기체계 구성에 대한 의사결정시 적용될 수 있을 것이며, 유사한 연구 진행시 방법론적인 측면에서도 참고가 될 수 있을 것이다. 향후에는 청군뿐만 아니라 홍군의 무기체계 변화가 목표달성시간에 미치는 영향에 대해서 연구를 수행할 계획이다.

## REFERENCES

- [1] Sang-Tak Lee, "A Study on the Method of Attacking Mine Artillery using Target Acquisition Radar", Master Theses, KAIST, 2011.
- [2] Se-Yong Kim, Jae-Yeong Lee, "An Improvement of Hit-probability and Efficient Counter-fire Execution", Journal of the Korea Society for Simulation, Vol.17, No.4, pp.143-152, 2008.
- [3] Sang-Yeong Choi, Introduction to Defense Modeling and Simulation, Bookorea, 2007.
- [4] C. M. Macal, M. J. North, "Tutorial on Agent Based Modeling and Simulation", in Proceedings of Winter Simulation Conference, 2005.
- [5] Jong-Won Lim, Tae-Eog Lee, Dae-Kyu Kim, "Modeling and Analysis of Counterfire Warfare for Tactical Operation and Acquisition", Journal of the Korea Institute of Military Science and Technology, Vol.16, No.2, pp.175-184, 2013.

## 저 자 소 개



김 한 영(정회원)

2011년 한성대학교 산업공학과 학사 졸업(공학사).

2013년 한성대학교 산업공학과 석사 졸업(공학석사).

2015년 ㈜심네트 대리.

2016년 한국국방연구원 연구원.

<주관심분야 : 국방M&S, 국방정보 및 제어, 시스템 및 제어>



김 승 천(정회원)

1994년 연세대학교 전자공학과 학사 졸업(공학사).

1996년 연세대학교 전자공학과 석사 졸업(공학석사).

1999년 연세대학교 전자공학과 박사 졸업(공학박사).

2000년~2001년 Univ. of Sydney, Post Doc.

2001년~2003년 LG전자 DTV 연구소 선임연구원

2003년~현재 한성대학교 정보통신공학과 교수.

<주관심분야 : 차량통신기술, IoT, 센서네트워크, 네트워크 보안 기술>



노 광 현(정회원)

1995년 고려대학교 산업공학과 학사 졸업(공학사).

1997년 고려대학교 산업공학과 석사 졸업(공학석사).

2001년 고려대학교 산업공학과 박사 졸업(공학박사).

2002년 Ecole des Mines de Paris, Post Doc.

2003년~2006년 한국전자통신연구원 연구원.

2006년~2006년 한국항공우주연구원 선임연구원.

2007년~현재 한성대학교 산업경영공학과 부교수.

<주관심분야 : 국방M&S, IoT, 컴퓨터비전>