

# DEVS를 이용한 갯도포병 타격에 관한 연구

정영호<sup>1</sup> · 신기태<sup>2</sup> · 박진우<sup>3\*</sup>

## A Study on Mine Artillery Hit Using DEVS

Youngho Chung · Kitae Shin · 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 a 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. 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 nonobjectiveness and simplicity. Current study attempts to develop theory on hitting mine artillery beginning from mine opening until the target got hit, based on the assumption that one side which has inferior force will attack first. We studied on hitting mine artillery in a quantitative way using DEVS method.

**Key words** : Mine artillery, DEVS, Modeling & Simulation

### 요 약

개전 초, 적군은 다양한 화력지원수단을 이용하여 아군의 핵심시설 파괴를 기도할 것이다. 이러한 화력지원수단 중 포병은 가장 큰 비중을 차지하고 있다. 갯도포병은 생존성 측면에서 아군에 비해 월등한 우세를 점하고 있어 아군에게 큰 위협요소로 판단된다. 갯도포병을 타격하는 연구는 지금까지 군 내부의 연구를 통해서 발전해 왔다. 그러나 이러한 연구의 대부분이 정성적인 분석방법으로 이루어져 객관적이지 못하고 다양하지 못한 방법이라는 한계를 지니고 있다. 이에 본 연구에서는 아군이 생존성의 약점을 극복하기 위하여 갯도포병이 갯도 출구를 개방하고 사격을 개시하기 전에 타격하는데 초점을 맞추고 갯도 포병을 타격하기 위한 정량적인 분석 방법으로 DEVS를 이용한 시물레이션 연구를 수행하고자 한다.

**주요어** : 갯도포병, DEVS, 모델링 & 시물레이션

## 1. 서 론

### 1.1 연구배경

개전 초 적군은 다양한 화력지원수단을 이용하여 아군의 전쟁 지도부, 공군력, 핵심시설의 파괴를 기도할 것이

다. 적군의 화력지원수단 중 포병은 가장 큰 비중을 차지하고 있다. 갯도포병은 생존성 측면에서 아군에 월등한 우세를 점하고 있어 아군 측 지상군에 큰 위협요소로 판단된다<sup>1)</sup>. 적군의 포병을 무력화시키는 전투는 개전 초 가장 중요한 전투수행 분야가 될 것이다. 적군에서 전방 포병의 대다수를 갯도화하여 갯도포병으로 운영하고 있을 경우 이러한 갯도포병은 아군의 수도권까지를 사정거리로 하고 있어 개전 초 갯도포병을 무력화시키는 전투는 아군 포병이 가장 먼저 실시하는 전투가 될 것이며 가장 중요한 전투가 될 것이다<sup>2)</sup>.

갯도포병을 무력화시키는 효율적인 방법이 그동안 군 내부의 연구를 통해서 발전해왔다. 그러나 연구의 대부분이 정성적인 분석방법으로 이루어져 있어 객관적이지 못한 점과 군 내부에서만 연구가 이루어지고 있어 방법적인 한계를 가지고 있다. 이에 본 연구에서는 갯도포병을 타

\* 본 연구는 서울시 산학연 협력사업의 지원에 의해 수행되었음

2008년 6월 27일 접수, 2008년 7월 29일 채택

<sup>1)</sup> 서울대학교 산업공학과

<sup>2)</sup> 대전대학교 산업시스템 공학과

<sup>3)</sup> 서울대학교 산업공학과, 서울디지털단지 유비쿼터스 컴퓨팅 실용기술 개발지원센터, 자동화 시스템 공동 연구소(ASRI)

주 저 자 : 정영호

교신저자 : 박진우

E-mail; autofact@snu.ac.kr

격하기 위한 정량적인 분석방법으로 이산사건 기반의 DEVS(Discrete Event System Specification)형식론 및 이를 이용한 시뮬레이션 엔진인 DEVSim++를 이용한 시뮬레이션 연구를 수행하고자 한다<sup>3,9)</sup>. 특히 생존성 측면에서 취약한 아군 포병이 갠도포병을 타격하기 위해서는 갠도포병이 갠도 밖으로 나온 상태에서 타격할 때 효과적이라는 점에 초점을 맞추고 시뮬레이션 연구를 수행하고자 한다. 갠도포병이 갠도 안에 있으면 사격을 해도 피해가 거의 없고 갠도포병이 사격을 시작하면 아군 포병이 피해를 입어 효과적인 갠도포병 타격이 이루어지기 어렵다.

## 1.2 기존 연구동향

지금까지의 연구를 살펴보면 정경수(육군대학, 2001)의 연구에서 표적획득 체계 중점으로, 김훈기(공군대학, 2002)의 연구에서는 갠도포병의 약점 분석 및 대응방안을 중점으로<sup>4)</sup>, 이정환(육군대학, 2002)의 연구에서는 사격방법을 중점으로 갠도포병의 타격을 연구하였다<sup>5)</sup>. 그러나 위의 연구가 공통적으로 군 내부의 공개된 자료만을 이용한 정성적인 분석이라는 한계점을 가지고 있고 군 외부에서는 아직까지 갠도포병 타격에 대한 연구가 활발히 이루어지지 않고 있다.

## 1.3 연구목적

본 연구에서는 갠도포병을 타격하기 위한 교전 시나리오를 구성하고 수학적 이론을 기반으로 모델을 정의하고 계층적이고 모듈화된 형태로 이산사건 시스템을 기술하는 DEVS형식론을 이용하여 시뮬레이션 연구를 수행하고자 한다. DEVS형식론은 각 단위부대를 모듈화하고 갠도포병 타격을 이산사건으로 처리가 가능한 방법론으로 갠도포병 타격연구에 기존 연구의 객관적이지 못하고 정성적인 분석이라는 한계점을 극복할 수 있다. 이를 통해서 그동안 군 내부에서 정성적으로 이루어지고 있던 갠도포병 타격 방안을 군 외부에서 정량적인 방법으로 분석하여 객관적인 자료를 제시함으로써 개선 초 갠도포병을 무력화시키는데 기여하는 것이 본 연구의 목적이다.

## 2. 시뮬레이션 개요

### 2.1 효과도 측정 항목지수

본 연구에서는 적군을 홍군으로 아군을 청군으로 하고 홍군 갠도포병으로 152mm 자주포 1문을 선정하고 청군 포병으로 155mm K-55 자주포 1문을 선정하였다. 효과도 측정 항목지수로는 C2효과측정 모델에서 청군의 생존확

률을 선정하였다<sup>6)</sup>.

$$p_c = \frac{1}{1 + C_1 \rho V_p t_{cs}^2 \sigma^2}$$

$C_1$  = 임의의 상수

(아군의 초기 생존확률을 0.5로 만드는

$C_1=32.258$  사용)

$\rho$  = 적군의 밀도(0.5 사용)

$V_p$  = 청군 이동속도

(K-55의 평균 28km/hour 사용)

$t_{cs}$  = 지휘통제 시간

(표적획득시간 + 사격준비시간)

$\sigma^2$  = 정보의 정확도(0.5 사용)

## 2.2 가정 사항

본 시뮬레이션 연구를 수행하기 위하여 아래와 같은 가정 사항을 고려하였다<sup>7)</sup>.

- (1) 지휘관의 지휘능력은 동일하다.
- (2) 체계를 운용하는 요원의 기술적 조작 능력은 동일하다.
- (3) 수집되는 정보의 정확도는 동일하다.
- (4) 지휘관의 지휘결심 절차는 일정하다.
- (5) 참모조직 구조에 변화는 없다.
- (6) 전장 환경에 변화는 없다.
- (7) 전투수행중 장비의 고장이 없다.
- (8) 청, 홍군은 전투에서 각각 1문의 화포로 전투에 참가한다.
- (9) 청군 포병의 위치는 0에서 6.5분 사이에 평균 1회 발생하는 포아송의 분포를 따른다.
- (10) 본 연구에서 표적획득시간은 상대방의 표적을 발견했을 때부터 사격요청 까지 시간으로 한다.
- (11) 본 연구에서 사격준비시간은 표적획득체계로부터 사격요청을 받아 사격을 시작하기 전까지의 시간으로 한다.

## 2.3 청, 홍군의 자산

### 2.3.1 청군의 자산

청군의 자산은 청군 포병과 청군 표적획득체계로 이루어지고 청군 포병은 K-55 자주포 부대로 하고 청군 표적획득체계는 육안관측으로 한다. 청군 표적획득체계의 표적획득시간이 평균 1.5분 소요되며 본 연구에서는 1.2분

부터 1.9분까지 0.1분 단위로 변화시켜가면서 아군의 생존확률을 계산하였다. K-55자주포의 사격준비시간은 평균 4분이 소요되며 2분부터 4분까지 0.1분 단위로 변화시켜가면서 청군의 생존확률을 계산하였다.

### 2.3.2 홍군의 자산

홍군의 자산은 홍군 갱도포병과 홍군 표적획득체계로 이루어지고 홍군 갱도포병은 152밀리 자주포 부대로 하고 홍군 표적획득체계는 육안관측으로 한다. 홍군 표적획득체계의 표적획득시간은 청군 표적획득시간과 동일하게 평균 1.5분이 소요되고 홍군 갱도포병은 표적획득과 사격요청이 이루어지면 출구가 개방되며 출구 개방 후 5분이 되면 사격이 시작된다. 사격이 시작되면 시뮬레이션은 종료된다. 왜냐하면 본 연구에서는 홍군 갱도포병이 생존성 측면에서 청군에 비해 월등히 우세하기 때문에 홍군 갱도포병이 갱도 개방 후 사격하기 전에 청군 포병이 타격하는 것에 초점을 맞추고 있기 때문이다.

## 2.4 시뮬레이션 시나리오

### 2.4.1 홍군 갱도포병 출구 개방 전

홍군 갱도포병의 출구 개방 전에는 홍군 표적획득체계에서는 청군 포병의 진지를 확인하고 청군 표적탐지 체계에서는 홍군 갱도포병의 위치를 확인한다.

### 2.4.2 홍군 갱도포병 출구 개방

홍군 표적획득체계는 청군 포병에 대한 사격을 하기 위하여 홍군 갱도포병에게 사격을 요청한다. 청군 표적획득체계는 홍군 갱도포병에 대한 사격을 하기 위하여 청군 포병에게 사격을 요청하고 홍군 갱도포병은 갱도의 출구

를 개방하고 갱도 전방의 보조진지를 점령하여 사격을 준비한다.

### 2.4.3 청, 홍군 사격

청군 포병은 보조진지를 점령한 홍군 갱도포병에 대한 사격을 실시하고 홍군 갱도포병은 청군 포병에 대한 사격을 실시한다. 홍군 갱도포병이 사격을 시작하면 시뮬레이션을 종료한다.

## 3. DEVS형식론을 이용한 갱도포병 타격 모델

### 3.1 DEVS형식론

DEVS형식론은 계층적이고 모듈화된 이산사건모델을 위해 정의된 이론이다. 시스템은 시간의 흐름에 따라 입력, 출력, 상태변화 함수들을 가진다. DEVS형식론은 시스템이 일반적으로 갖는 특성을 정의하여 시스템을 모델링 할 수 있는 기반을 제공한다. DEVS형식론에서 정의하는 모델은 원자모델과 결합모델의 두 가지로 분류된다. 원자모델은 시간 명세 상태 천이 레벨에서 시스템의 동작

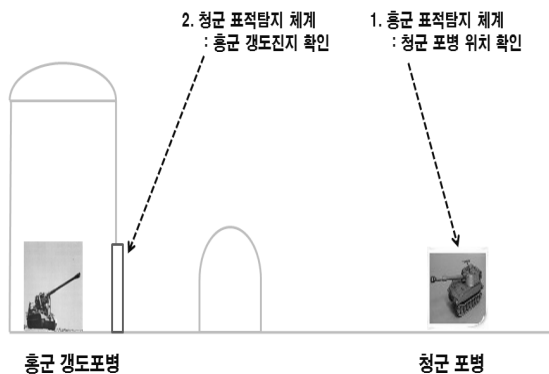


그림 1. 갱도 출구 개방 전

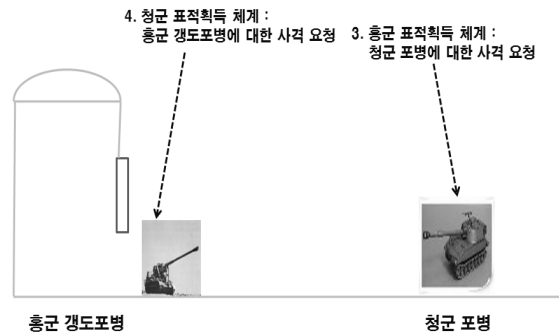


그림 2. 갱도 출구 개방

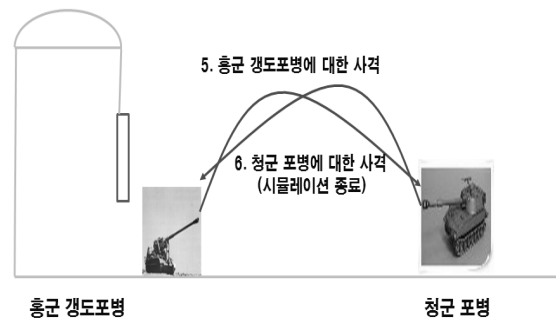


그림 3. 청, 홍군 사격

을 표현한다. 시간 명세 상태 천이란, 시간에 따라 상태가 변화하는 것을 표현하는 것이다. 원자모델은 대상시스템을 상태로 표현한다. 원자모델은 한 시점에서 하나의 상태에 머물 수 있으며, 입력이 들어오거나 혹은 정해진 시간이 흐르면 다음 상태로 변화한다<sup>[10]</sup>. 아래는 원자 모델을 정의하는 항목이다<sup>[8]</sup>.

$$M = \langle X, Y, S, \delta_{ext}, \delta_{int}, \lambda, ta \rangle$$

X : 입력 사건의 집합

Y : 출력 사건의 집합

S : 순차적 상태의 집합

$\delta_{int} : S \rightarrow S$  : 내부 전이 함수

$\delta_{ext} : Q \times X \rightarrow S$  : 외부 전이 함수

$\lambda : S \rightarrow Y$  : 출력함수

ta :  $S \rightarrow Real$  : 시간 진행 함수

단,  $Q = \{(s,e) \mid s \in S, 0 \leq e \leq ta(s)\}$

e : 최근의 상태 전이 이후로 흐른 시간

결합모델은 여러 모델을 내부적으로 연결하여 만든 모델이다. 내부 구성요소가 되는 모델은 원자모델일 수도 있고 다른 결합모델일 수도 있다. 따라서 모델들을 계속 합쳐서 더욱 큰 시스템을 표현할 수 있게 된다<sup>[10]</sup>. 아래는 결합모델을 정의하는 항목이다<sup>[8]</sup>.

$$M = \langle X, Y, M, EIC, EOC, IC, SELECT \rangle$$

여기서

X : 입력 사건의 집합

Y : 출력 사건의 집합

M : 하위 모델 집합

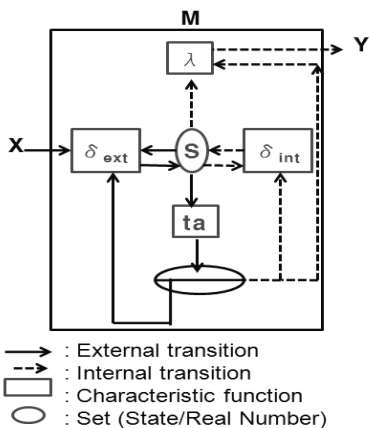


그림 4. DEVS형식론의 원자모델 표현<sup>[11]</sup>

EIC : 외부 입력 사건 결합 관계

EOC : 외부 출력 사건 결합 관계

IC : 내부사건 결합 관계

SELECT : 하위 모델의 우선순위

### 3.2 DEVS형식론을 이용한 갱도포병 타격 모델

DEVS형식론을 이용한 갱도포병 타격 모델은 크게 3개의 결합모델로 이루어져 있으며 첫 번째 결합모델은 청군 포병의 위치를 생성하는 표적생성 원자모델과 청군의 생존확률을 계산하는 Transducer 원자모델로 이루어져 있고 두 번째 결합모델은 홍군 갱도포병 결합모델로서 홍군 갱도포병 원자모델과 홍군 표적획득체계 원자모델로 이루어져 있고 세 번째 결합모델은 청군 포병 결합모델로서 청군 포병 원자모델과 청군 표적획득체계 원자모델로 이루어져 있다<sup>[9]</sup>.

### 3.3 원자모델

본 연구에서 원자모델의 어떤 상태에서 머물 수 있는 최대 시간을 괄호 안에 표시하였다.

#### 3.3.1 표적생성(Generator) 원자모델

표적생성 원자모델은 최초 ACTIVE상태에서 Transducer 원자모델로 부터 stop을 받으면 STOP상태로 바뀌고 ACTIVE상태에서는 청군 포병의 위치인 location(청

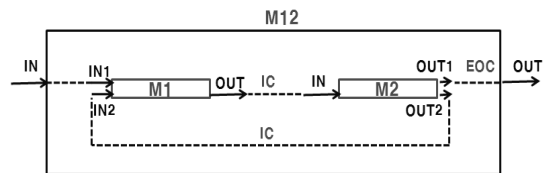
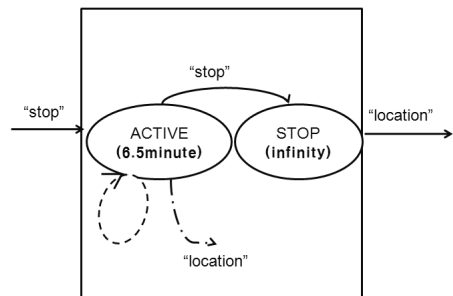


그림 5. DEVS형식론의 결합모델 표현<sup>[11]</sup>



※ External transition :  $\rightarrow$ , Internal transition :  $-\ - \rightarrow$ , Output Event :  $- \cdot \rightarrow$

그림 6. 표적생성 원자모델

군 포병의 진지위치)을 생성한다. location은 0~6.5분 사이에 평균 1회 발생하는 포아송 분포를 따른다.

### 3.3.2 Transducer 원자모델

Transducer 원자모델은 최초 WAIT상태에서 청군의 표적획득체계로부터 request2(청군 표적획득체계가 청군 포병에게 사격요청)를 받으면 SEND상태로 바뀌고 stop을 표적생성 원자모델로 보낸다. SEND상태에서 청군 포병 원자모델로부터 firereadiness(청군 포병의 사격준비완료시간)를 받고 홍군 캥도포병 원자모델로부터 fireblue(홍군 캥도포병의 사격시작)를 받으면 STOP상태로 바뀐다. 그리고 청군의 생존확률을 계산한다.

### 3.3.3 홍군 캥도포병 원자모델

홍군 캥도포병 원자모델은 최초 CLOSE상태에서 홍군 표적획득 체계로부터 청군 포병의 위치 location을 받으면 OPEN상태로 바뀌고 openmine(홍군 캥도포병의 출구 개방)를 출력한다. 홍군 표적획득체계로부터 request(홍군 표적획득체계가 홍군 포병에게 사격요청)를 받으면 OPEN 상태에서 FIRE상태로 바뀌고 fireblue(홍군 캥도포병의 청군 포병에 대한 사격)를 출력한다.

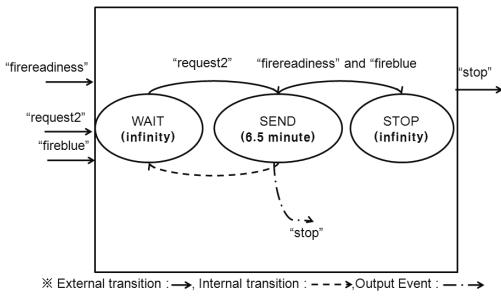


그림 7. Transducer 원자모델

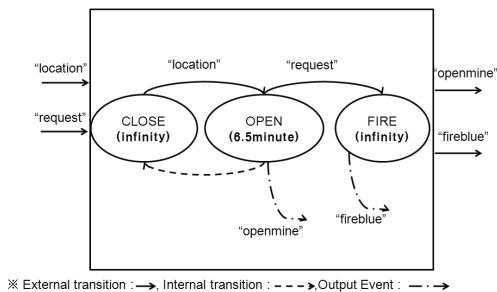


그림 8. 홍군 캥도포병 원자모델

### 3.3.4 홍군 표적획득체계 원자모델

홍군 표적획득체계 원자모델은 최초 WAIT상태에서 표적생성 원자모델로부터 청군 포병 위치 location을 받으면 BUSY상태로 바뀌고 request를 출력한다.

### 3.3.5 청군 포병 원자모델

청군 포병 원자모델은 READY상태에서 청군 포병 표적획득체계 원자모델로부터 request2를 받으면 FIRE상태로 바뀌고 firereadiness를 출력한다.

### 3.3.6 청군 표적획득체계 원자모델

청군 표적획득체계 원자모델은 최초 WAIT상태에서

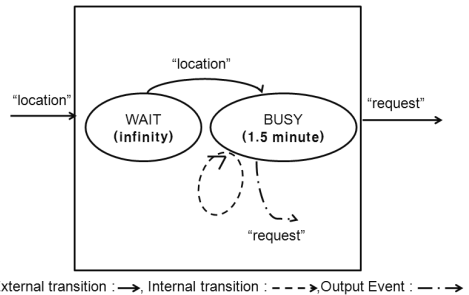


그림 9. 홍군 표적획득체계 원자모델

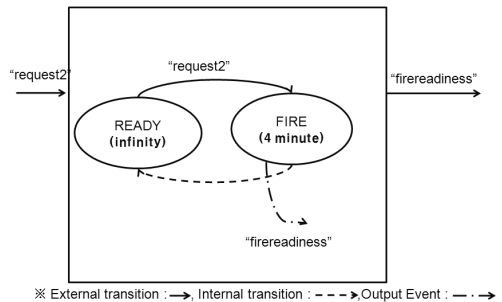


그림 10. 청군 포병 원자모델

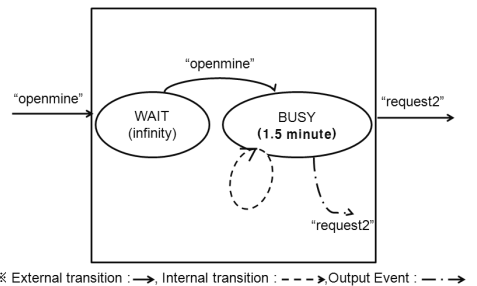


그림 11. 청군 표적획득체계 원자모델

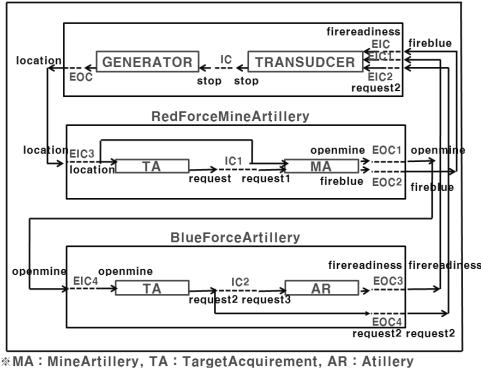


그림 12. 갯도포병 타격 전체 결합모델

홍군 갯도포병 원자모델로부터 openmine를 받으면 BUSY 상태로 바뀌고 request2를 출력한다.

### 3.4 전체 결합모델

표적생성 원자모델에서 청군 포병의 위치인 location을 생성하면 홍군 표적획득체계 원자모델에서 홍군 갯도포병에게 request를 보내고 홍군 갯도포병은 request를 받아서 openmine을 청군 표적획득체계에 우선 보내고 사격을 준비한다. 홍군 갯도포병의 사격준비시간이 지나면 청군 포병에 대한 사격인 fireblue를 Transducer 원자모델로 보낸다. openmine를 받은 청군 표적획득체계 원자모델은 request2를 청군 포병 원자모델과 Transducer 원자모델에 보낸다. 청군 표적획득체계 원자모델로부터 request2를 받은 청군 포병 원자모델은 사격준비시간이 지난 뒤 Transducer 원자모델로 firereadiness를 보낸다. Transducer 원자모델은 firereadiness 와 fireblue를 받으면 청군의 생존확률을 계산하고 시뮬레이션을 종료한다<sup>[10]</sup>.

## 4. 시뮬레이션 결과

### 4.1 청군 사격준비 시간 변경

청군 포병의 표적획득시간을 평균값 1.5분으로 고정하고 청군 포병의 사격준비시간을 0.1분 단위로 변경시켜 가면서 시뮬레이션을 수행하였다. 사격준비시간이 증가됨에 따라 청군의 생존확률이 직선적으로 감소됨을 알 수 있었다. 이러한 수치의 의미는 청군 포병 부대 내에서 사격을 준비하는데 필요한 사격제원계산, 포탄준비, 부대원의 단결로 인한 사격준비시간 감소 등이 홍군 갯도포병 타격 시 청군 포병 부대의 생존확률을 정량적으로 어느 정도 높일 수 있는지를 확인할 수 있다.

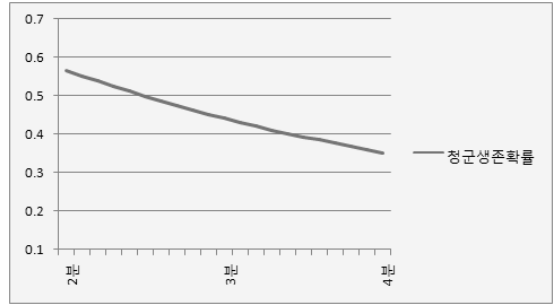


그림 13. 사격준비시간에 따른 생존확률

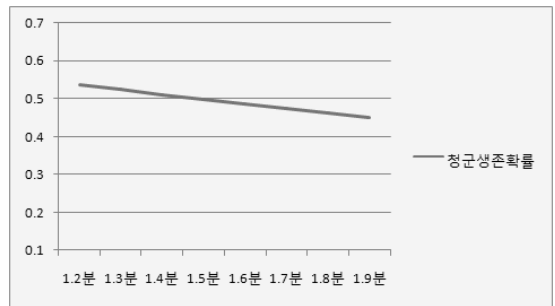


그림 14. 표적획득시간에 따른 생존확률

### 4.2 청군 표적획득 시간 변경

청군 포병의 사격준비시간을 평균값 4분으로 고정하고 표적획득시간을 0.1분 단위로 변경시켜 가면서 시뮬레이션을 수행하였다. 표적획득시간이 증가됨에 따라 아군의 생존확률이 직선적으로 감소됨을 알 수 있었다. 이러한 수치의 의미는 홍군 갯도포병과 교전 시 청군 포병 부대 내에서 무인항공기 운영 등으로 표적획득시간을 줄임으로써 생존확률을 정량적으로 어느 정도 높일 수 있을지를 확인할 수 있다.

## 5. 결론 및 향후 연구방향

본 연구를 통하여 군 내부에서 정성적인 방법으로 이루어지고 있던 갯도포병 타격에 관한 연구를 정량적인 방법으로 시도하였다. 표적획득시간과 사격준비시간의 감소가 정량적으로 청군의 생존확률에 어느 정도 영향을 미칠 수 있는지를 확인하였다. 앞으로 본 연구를 기초로 실제 청군 포병부대에서 홍군 갯도포병을 타격하기 위한 정량적인 자료로 활용될 수 있도록 포병부대 특성, 화포의 종류, 기상, 지형, 탄종 등 다양한 고려사항을 고려한 시뮬레이션 연구를 수행하고자 한다.

## 참 고 문 헌

1. 국방부, 『국방저널 324호』, 2000.
2. 정경수, “대화력전 수행체계 발전방안”, 육군대학, 2001, pp. 2-6.
3. Zeigler, 『Theory of Modeling and Simulation』 WILEY INTERSCIENCE, 1976.
4. 김훈기, “북한군 포병위협에 대한 효과적인 대화력전 수행방안”, 공군대학, 2002, pp. 25.
5. 이정환, “효과적인 대화력전 수행방안”, 육군대학, 2002, pp. 2-6.
6. 윤명훈, “시뮬레이션을 이용한 정찰용 무인 항공기 운용효과 분석”, 국방대학교 석사학위 논문, 2006, pp. 32-34.
7. 박송기, “지상전술 C4I체계의 통합화력운용간 전투력 상승효과 평가에 관한 연구”, 『한국 국방경영분석학회지 제 29권 제1호』, 2003, pp. 18.
8. 강정호, “DEVS기반 모델링을 적용한 잠수함 어뢰 회피 성능 분석 시뮬레이션”, 『한국 시뮬레이션학회 논문지 제 14권 제2호』 2005, pp. 66-68.
9. 김탁곤, 『DEVSsim++<sup>©</sup> User's Manual』, KAIST 1998, pp. 13-20.
10. 김탁곤, 『합동 분석 모델 개발을 위한 DEVS 기술 적용』, KAIST, 2006, pp.16-33.
- 11 “<http://smslab.kaist.ac.kr/Course/EE612/>, KAIST, 전자 전 산학과, EE612 이산사건 시스템 모델링 시뮬레이션, 강의 노트, 2007, pp. 7-10.



정 영 호 (marine529@snu.ac.kr)

1999 숭실대학교 전자공학과 학사  
2007~현재 서울대학교 산업공학과 석사과정

관심분야 : 모델링&시뮬레이션, 캥도포병



신 기 태 (ktshin@road.daejin.ac.kr)

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

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



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, 서울디지털단지 유비쿼터스 컴퓨팅 실용기술 개발지원센터장

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