

# Stochastic 시뮬레이션 기반 비가시 지역내 효과적인 이동표적 타격을 위한 지상군 무기체계 제안

정윤영\*, 김종환\*\*

\*육군사관학교 경영학과

\*\*육군사관학교 기계·시스템 공학과

e-mail:4348901@gmail.com

## Proposed Ground Forces Weapons System to Effectively Attack Moving Targets in Non Visible Areas based on Stochastic simulation

Yun-Young Jung\*, Jong-Hwan Kim\*\*

\*Dept. of Business Administration, Korea Military Academy

\*\*Dept. of Mechanical & Systems Engineering, Korea Military Academy

### 요 약

본 연구에서는 몬테카를로 방법을 통해 비가시지역(Non Visible Area)내 이동표적(Moving Target) 타격의 어려움을 확인함으로써 이동표적을 효과적으로 타격하기 위해 무기체계가 갖추어야 할 필수 구비조건에 대해서 고찰하고, 효율적이고 효과적인 무기체계가 갖추어야 할 필수조건(기능)을 제안한다. 표적타격 결과에 대한 효과성을 판단하기 위한 척도로 피해확률 개념을 사용하며, 피해확률은 피해함수를 통해 산출된다. 피해함수는 칼튼피해함수(Carlton damage function)와 쿠키커터피해함수(Cookie-cutter Damage function)를 사용하였고, 다수의 발사체에 의한 중첩된 피해확률을 묘사하기 위해 생존함수를 도입하였다. 효과적인 무기체계를 제안하기 위해 현존하는 대표적 무기체계의 제원 및 특·장점을 비교/분석하였으며, 표적타격의 효과성과 효율성을 고려하여, 지상군부대에 구비되어야 할 무기체계에 대한 필수조건(기능)을 제안하고 현용 무기체계의 개량·확대 방향을 제안하였다.

### 1. 서론

전쟁을 포함한 모든 군사작전에는 반드시 달성해야 할 목적이 있다. 그것을 작전목적이라고 하는데, 작전목적달성을 위해 반드시 제거되거나 무력화되어야 할 대상이 표적이다. 표적을 얼마나 효율적이고 효과적으로 제거하느냐가 작전목적달성, 즉, 군사작전의 성패를 판가름한다. 본 연구는 비가시지역 내 이동표적에 대하여 효과적으로 감시·정찰, 탐지·추적, 타격하기 위해 무기체계가 갖추어야 할 구비조건에 대하여 고찰하고, 현존하는 몇 가지 무기체계의 제원 및 특·장점을 비교/분석함으로써 선택가능한 무기체계를 제안하고, 현재 운용중인 우리 군(軍) 무기체계의 개량·확대 방향을 제안하였다.

### 2. 본론

#### 2.1 군사작전에서의 표적의 의미 / 유형

군이 대응하고 있는 실제적인 군사적 위협의 상당 부분은 재래식 전력이다. 재래식 전력은 병력, 화력무기체계, 탄약, 지휘통신체계, 작전지속지원 관련 기능을 모두 포함하고 있는데, 현대전에서는 화력무기체계의 질적수준(치명성, 정밀도, 내구성 등)과 양적수준이 전투의 승패를 결정짓는 핵심요인이다. 군사작전시 아군 지휘관은 적의 화력무기체계를 최

대한 파괴해야 군사작전의 목적을 달성할 수 있으므로 적의 화력무기체계는 타격해야 할 표적이 된다. 가장 위협적인 표적은 포병 및 기갑·기계화 부대이다. 포병은 자주포와 곡사포, 방사포(아군은 다련장 로켓으로 명칭), 박격포를 포함하며, 기갑·기계화 부대는 전차·장갑차를 기동 및 화력수단으로 이용하는 부대를 의미한다. 지상군 지휘관은 화력과 기동력을 동시에 갖춘 포병, 기갑·기계화 부대의 화력무기체계를 효과적으로 파괴해야 전투를 수월하게 진행해 나갈 수 있다.

#### 2.2 군사작전에서의 표적 타격시 고려사항

표적 타격 시 고려해야 할 사항이 있다. 먼저 “표적을 언제, 어디에서 파괴해야 하는가?” 에 대한 판단이다. 표적은 그들의 전투력이 행사되기 이전에 파괴되어야 아군의 피해를 방지할 수 있는데, 적 포병의 경우, 원거리에서 화력을 투사할 수 있기 때문에 원거리 타격이 가능한 아군의 무기체계로 타격해야 하며, 정밀타격을 해야하는 표적은 타격의 정밀성까지 고려해야 한다. 적 기갑·기계화 부대도 조기에 표적을 탐지·식별하고, 식별 즉시 타격해야 한다. 다음으로 표적의 상태가 고려되어야 하는데, 표적이 정지한 상태인지? 이동 중인지? 등을 확인해야 하는데, 정지한 상태의 표적을 고정표적, 이동 중인 표적을 이동표적이라고 한다. 고정표적은 실시간 위치가 변하지 않기 때문에 이동표적에 비해 공격 정확도가 높은 반면, 이동표적은

고정표적에 비하여 타격의 정확도가 낮으며, 이동속도가 빠를수록 공격 정확도는 더욱 낮아진다.

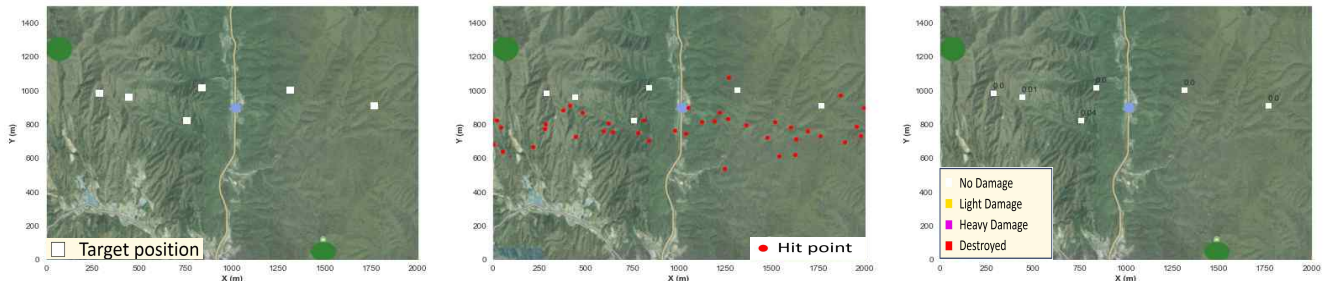
### 2.3 이동표적 타격의 어려움

기갑·기계화 부대는 기동부대이므로 지속적으로 야군을 향해 이동하는 이동표적이다. 이동표적을 타격하는 것은 어려우며, 비가시지역(감시장비나 육안에 의한 직접관측이 불가능한 지역)의 이동표적을 타격하는 것은 더더욱 까다롭다. 아래 [그림 1] 은 포병 곡사화기(무유도 포탄 적용)로 비가시지역내 이동표적과 고정표적을 타격했을 때의 평균 피해확률을 비교한 그래프이다.



[그림 1] Comparison of Probability of killbetween Fixed and Moving Targets, fire range 10Km.

실험결과를 도출하기 위한 시뮬레이션은 몬테카를로 방법을 사용하였다. 몬테카를로 방법(Monte Carlo method)은 반복된 무작위(random) 난수를 추출하여 복잡한 확률적 결과값을 실험적으로 산출된 수치로 근사하는 수치해석 알고리즘이다(Binder 등, 1993 ; Bortz 등, 1975). 본 연구에서는 이동표적에 대한 최초공격 이후, 공격을 회피하기 위한 기동을 실시하는 것을 가정하여 몬테카를로 방법을 사용해 표적의 위치와 표적에 대한 공격지점(발사체의 탄착지점)을 무작위 난수를 발생하여 묘사하였고, 사격발수 증가에 따른 고정표적과 이동표적의 피해확률의 차이를 확인하였다. 피해확률은 피해함수에 기반하여 산출하였고, 피해함수는 (1) 칼튼피해함수(Carlton damage function)와 (2) 쿠키커터피해함수(Cookie-cutter Damage function)를 적용하였다. 다수의 발사체에 의한 중첩된 피해확률을 묘사하기 위해 (3) 생존함수도 사용하였다.



(a) First attack on Moving target(60 shots)

$$P_k(x, y) = 1, \text{ if } \sqrt{dist_x^2 + dist_y^2} \leq |R| \quad (1)$$

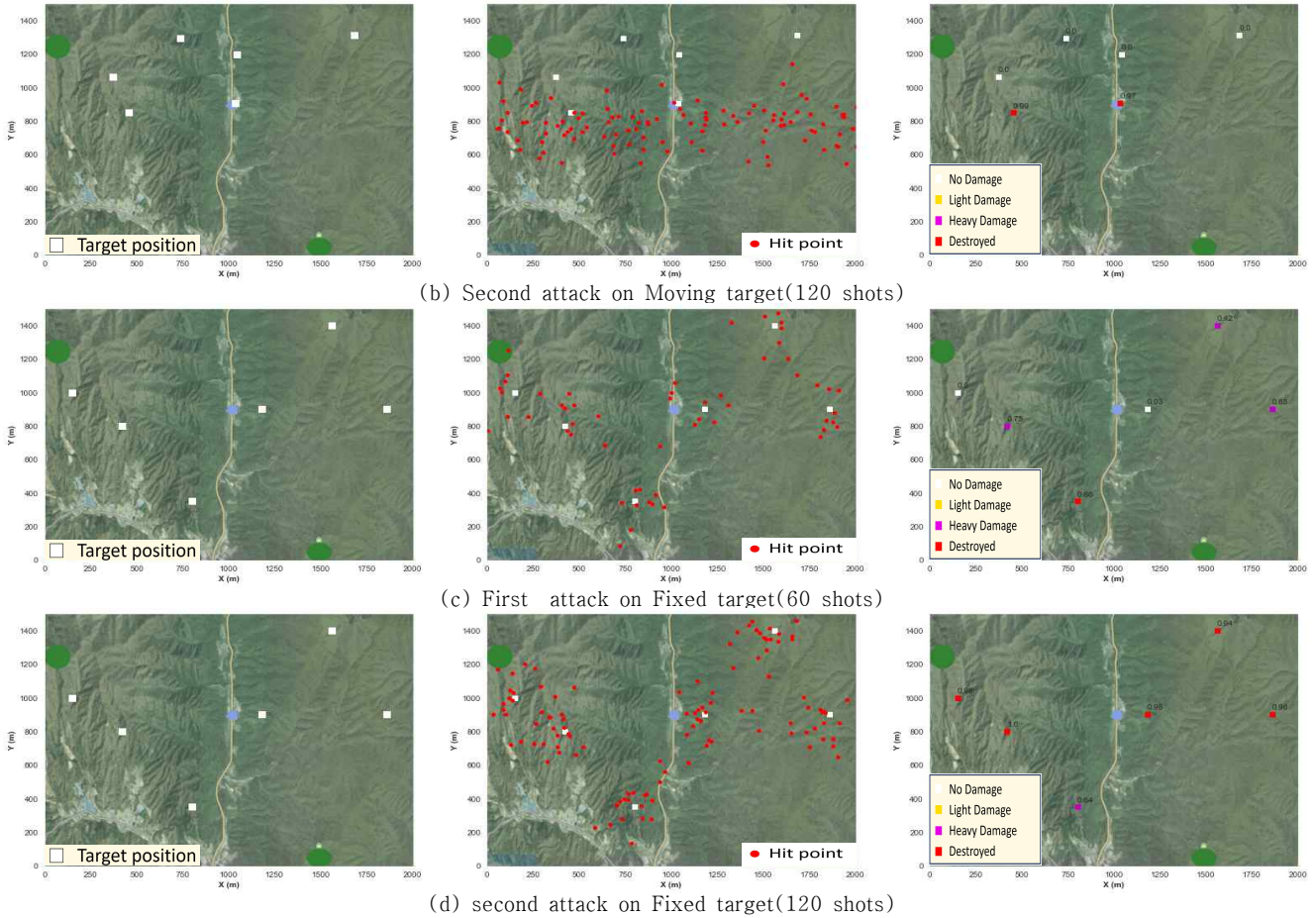
$$P_k(x, y) = \exp(-(\frac{dist_x^2}{LA_1^2} + \frac{dist_y^2}{LA_2^2})) \quad (2)$$

$$P_k(x, y) = 1 - \prod_{i=1}^n (1 - P_{ki}) \quad (3)$$

< Notations >

- $P_k(x, y)$  : 피해확률
- $dist_x^2$  : 발사체 탄착지점과 표적간 수평 이격거리
- $dist_y^2$  : 발사체 탄착지점과 표적간 수직 이격거리
- $LA_1^2$  : 포탄 살상효과의 수평 위험반경
- $LA_2^2$  : 포탄 살상효과의 수직 위험반경

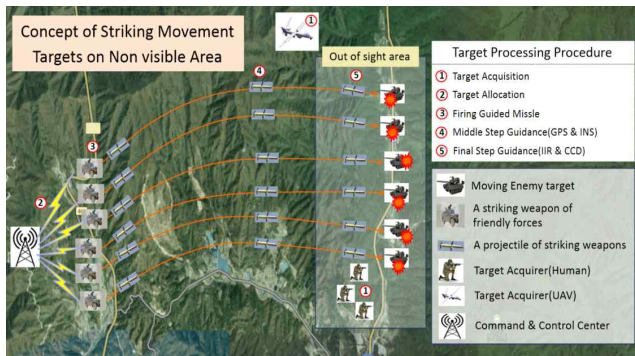
피해확률의 비교는 [그림 1]의 피해확률을 비교한 그래프에서 볼 수 있듯이, 이동표적에 대한 피해확률은 고정표적에 비하여 현저하게 낮다. 이동표적의 경우 무유도 포탄 100발을 사격했을 때, 피해확률은 40%를 넘지 못했지만, 고정표적은 20발을 사격했을 때 피해확률이 64% 수준이었다. 이러한 결과를 더욱 시각적으로 보여주는 결과가 [그림 2]이다. [그림 2]는 이동표적과 고정표적에 대한 사격결과 나타난 피해유형이다. 각 행마다 3개의 그림이 있는데, 왼쪽 그림은 표적의 위치를 나타내고, 가운데 그림은 발사체(포탄)의 탄착결과를 나타낸다. 오른쪽은 발사체의 탄착결과에 따라 발사체의 살상반경을 적용한 피해결과(피해유형 : 무피해(No Damage), 경피해(Light Damage), 중피해(Heavy Damage), 완전파괴(Complete Destroy))를 나타냈다. 이동표적에 대한 타격결과인 (a)와 (b)를 보면, 최초공격에 이어 재차 공격했음에도 표적 6개 중 중피해 이상(중피해, 완전파괴) 피해효과를 달성한 표적은 2개 뿐이다. 반면에, 고정표적의 경우, 1차 공격결과 표적 6개 중 4개가 중피해 이상, 2차 공격결과 모든 표적이 중피해 이상의 결과를 얻었다. 시뮬레이션 결과를 통해 포병의 무유도 화력무기체계로는 이동표적에 대한 정밀타격은 매우 제한된다는 것을 알 수 있다. 포병의 발사체(포탄)가 최초 입력된 표적위치로 정확히 발사되어도 발사체가 비행하는 동안 표적은 지속적으로 이동하기 때문에 정밀하게 타격할 수 없는 것이다. 이러한 기술적 한계를 극복하기 위해서는 발사체가 발사된 이후 표적의 위치변화에 따라 발사체의 비행궤적이 수정될 수 있어야 하며, 표적의 움직임을 실시간 관측하여, 표적의 변경사항이 신속하게 타격수단에 전송할 수 있는 정찰·감시 기능이 있어야 한다.



[그림 2] Fixed target and moving target shooting results, (left) the enemy artillery units, (center) the impact points of fires, (right) damage type results on each target

[그림 3] 은 앞서 기술한 비가시 지역(Non visible Area)의 이동 중인 표적에 대한 효과적인 공격방법에 대한 개념을 도식화한 그림이다. 비가시 지역내 이동 중인 표적은 정보자산(인간, 무인기 등)에 의해 식별되고, 정보자산에 의해 타격수단의 발사체가 표적까지 정밀유도되어 표적을 타격하는 개념이다.

이러한 무기체계들 중 보병용 단거리 대전차 로켓은 사거리가 부족하고, 비가시 지역 탐지도 불가능하기 때문에 비가시 지역에서 이동하고 있는 표적을 타격하는 무기체계에 부적합하다. 고려해 볼 수 있는 또 다른 타격수단으로 포병의 곡사포와 정밀 유도로켓시스템이 있다. 이들 무기체계는 사거리는 충분하나 정밀유도기능(GPS·INS로 유도)을 사용하지 않는 한 고정표적에 대한 정밀타격이 제한되며, 정밀유도기능을 사용하더라도 종말유도기능이 없을 경우, 이동표적에 대한 정밀타격이 제한된다. 따라서, 비가시 지역내 이동표적을 정밀하게 타격할 수 있는 화력무기체계 또는 무기체계에 탑재된 기능이 있다면, 일반적으로 무기체계의 효용성은 더욱 증대될 수 있다고 판단된다. [표 1]은 기갑·기계화 이동표적을 타격할 수 있는 몇 가지 대표적인 무기체계의 제원 및 능력, 특징을 비교한 것이다. 제시된 무기체계들의 제원 및 특징을 고려했을 때, 비가시 지역내 이동표적을 정밀타격할 수 있는 무기체계는 A무기체계와 B무기체계 정도이다. 두 무기체계는 발사체의 종말 유도단계에서 발사체에 장착된 IIR(Imaging Infrared : 적외선 이미지 영상) 및 CCD(charge coupled device : 전하결합소자 영상 = 광학영상) 탐색기에 의해 수신된 영상을 보고, 시수가 실시간 발사체의 비행궤적을 조종할 수 있기 때문에 Pin Point 식 초정밀 타격이 가능하다.



[그림 3] Concept of Striking Moving Targets on Non visible Area

## 2.4 효과적인 이동표적 타격을 위한 필요조건

### 2.4.1 타격수단의 구비

우방국을 포함한 세계의 군대에서 운용 중인 기갑·기계화 표적을 타격하기 위한 무기체계로 대전차 미사일, 보병용 단거리 대전차 로켓, 포병 곡사포, 포병 정밀유도로켓시스템 등이 있다.

[표 1] Specification and Characteristics of Ground Forces Weapons System

구분	우방국 및 국군 운용 무기체계					
	NLAW	FGM-148(Javelin)	A무기체계(NLOS)	B무기체계(NLOS)	C무기체계	D무기체계
관통(RHA기준)	500mm	760mm	000mm	0000mm 이상	000mm	000mm
사거리	800m	4,750m	00Km 이상	0Km	000m(고정)	00Km
탐색	전용 조준경	CCD, IIR 영상	CCD, IIR 영상	CCD, IIR 영상	전용 조준경	CCD, IIR 영상
유도방식	PLOS	IIR homing	<ul style="list-style-type: none"> <li>중기 : GPS · INS 유도</li> <li>종말 : CCD · IIR homing 유도, 사수개입 정밀유도</li> </ul>		무유도	IIR homing
이동표적 정밀타격	×	×	가능	가능	×	×
폭발 메커니즘	근접 신관폭발 (자기/광학 센서)	목표물 충격식 폭발				
탄약	HEAT	HEAT	HEAT	HEAT	HEAT	HEAT
비고	러시아-우크라이나 전쟁에서 활약 중		-	-	보병용 중 · 단거리 대전차 화기	

\* NLOS(Non-Line-of-Sight : 비가시선), RHA(Rolled homogeneous armour) : 연질압연강판으로 전차 및 장갑차의 일반적인 장갑재질.  
 \* PLOS (Predicted Line of Sight) : 발사수가 수 초간 목표 추적/발사하면 발사관 내부의 프로그램에 의해 조준내용이 분석되어 발사체 비행경로가 설계됨.  
 \* HEAT(High-explosive anti-tank) : 전차 및 장갑차를 파괴하기 위해 사용되는 고성능 화학에너지 폭약.

2.4.2 탐지수단의 구비

타격수단이 확보되어도, 표적의 위치와 활동상태를 실시간 정확하게 탐지 및 식별하는 탐지수단도 있어야 한다. 물론, 가시선내의 표적은 전방 관측자의 육안이나 쌍안경, 열상관측 장비 등 관측장비로 관측할 수 있다. 하지만, 이들 관측장비로 비가시선 밖의 표적은 탐지할 수 없다. 그래서 인간정보수단이나 항공기(무인기 포함) 등을 활용하여 표적에 대한 첩보 및 정보를 수집한다. 인간정보수단이 제공하는 표적정보는 매우 정확하지만, 적지에서 임무수행하기 때문에 생존성이 취약하고, 기동장비가 없기 때문에 빠르게 기동하는 표적에 대한 지속 추적관리가 제한된다. 이러한 표적정보수집의 어려움을 보완하기 무인기의 성능을 향상시키고 확대운용하기 위해 차세대 무인기 사업(군단급, 사단급에서 운용예정)이 진행되고 있다. 차세대 무인기 중 군단급 부대에서 운용하게 될 무인기는 미 육군에서 운용 중인 MQ-1C (Gray Eagle)의 성능에 버금가도록 설계하여 배치할 예정인데, MQ-1C 은 8Km 상공까지 작전수행 고도를 높일 수 있고, CCD 및 IIR 영상을 기반으로 주 · 야간, 악천후 시에도 표적을 식별할 수 있다.

2.5. 비가시지역내 효과적인 이동표적 타격을 위한 지상군 무기체계 제안

비가시 지역에서 움직이는 이동표적을 효과적으로 타격하기 위해서는 탐지 및 식별 즉시 타격수단의 발사체가 이동표적까지 정확히 유도되고 타격 되어야 한다. 비가시 지역의 이동표적은 원거리에 위치하고 있기 때문에 탐지 및 식별부터 표적이 타격될 때까지 상당한 시간이 소요된다. 이 시간 동안 표적은 지속적으로 이동하기 때문에 발사체는 발사된 이후에도 변경된 표적위치로 정확하게 유도 및 타격되지 않는다면, 요망하는 피해효과를 얻을 수 없다. 현재 개발하여 운영되는 무기체계 중 앞서 설명한 바와 같이, 움직이는 표적을 타격하는 순간까지 정밀하게 발사체를 유도할 수 있는 무기체계는 A무기체계와 B무기체계 정도로 판

단할 수 있다. B무기체계는 본래 소형무장헬기의 대전차 공격 무기로 활용하기 위해 개발되었기 때문에 지상군 군사작전의 핵심제대인 00급 이하 지상군 부대에서 운용되도록 운용체계를 확대 · 개편한다면 작전 효용성을 더욱 증대시킬 수 있다. 또한, B무기체계의 사거리를 충분히 확대한다면, 비가시 지역까지 이동표적을 타격할 수 있기 때문에 활용성이 더욱 확대될 수 있다. 다른 방안으로 무인기에 지상 표적에 대한 공격기능(능동 또는 반능동 표적탐지 기능이 탑재된 지대공 미사일)을 추가한다면, A무기체계나 B무기체계와 같은 대전차 무기체계를 개량하여 운용하는 것보다 더 신속하게 이동표적을 타격할 수 있다.

3. 결론

본 연구는 비가시 지역에서 이동하는 표적을 효과적으로 탐지 · 추적, 타격하기 위해 무기체계가 갖춰야 할 조건에 대하여 고찰하고, 현존하는 무기체계들의 특징을 비교/분석함으로써 무기체계의 작전 효용성 향상을 위한 고려될 수 있는 방안을 제안하였다. 시뮬레이션 기법을 활용해 이동표적에 대한 요망 피해효과를 얻기가 매우 어렵다는 것을 확인할 수 있었고, 표적의 성질 및 상태에 따라 요망하는 피해효과를 획득하기 위해서 고려될 수 있는 가상의 무기체계(감시 · 타격수단)를 제안하였다. 본 연구를 통해, 비가시 지역에서 활동하는 이동표적을 타격하는 무기체계의 성능향상을 위한 연구 및 개발에 도움이 되기를 바란다.

참고문헌

[1] Binder, K. et al., "Monte Carlo simulation in statistical physics." Computers in Physics, 7(2): pp. 156-157.1993.  
 [2] Driels, M. R., Weaponering: conventional weapon system effectiveness, American Institute of Aeronautics and Astronautics Reston, VA., 2004