



저작자표시-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.
- 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

석사학위논문

포병 사격 분석 시뮬레이션
개발 및 적용 연구



한성대학교 국방과학대학원

국 방 시 스 템 학 과

국방정보시스템 전공

이 재 언

석사학위논문
지도교수 이동준

포병 사격 분석 시뮬레이션 개발 및 적용 연구

Artillery shooting analysis simulation development
and application research



HANSUNG
UNIVERSITY

2020년 12월 일

한성대학교 국방과학대학원

국방시스템학과

국방정보시스템 전공

이 재 언

석사학위논문
지도교수 이동준

포병 사격 분석 시뮬레이션 개발 및 적용 연구

Artillery shooting analysis simulation development
and application research

위 논문을 국방시스템학 석사학위 논문으로 제출함

2020년 12월 일

한성대학교 국방과학대학원

국 방 시 스 템 학 과

국방정보시스템 전공

이 재 언

이재언의 국방시스템학 석사학위 논문을 인준함

2020년 12월 일



심사위원장 _____(인)

심 사 위 원 _____(인)

심 사 위 원 _____(인)

국 문 초 록

포병 사격 분석 시뮬레이션 개발 및 적용 연구

한 성 대 학 교 국 방 과 학 대 학 원
국 방 시 스 템 학 과
국 방 정 보 시 스 템 전 공
이 재 언

과거부터 포병은 전장에서 대표적인 무기체계로서 발전해 왔다. 과학기술의 발전에 따라 무기체계 역시 발전을 거치게 되었으며 과거에 비해 포병의 역할은 축소되었지만 여전히 화력지원 등 지상전에서 중요한 역할을 담당하고 있다.

포병은 초탄 사격 후에 탄착지점을 확인하여 표적위치를 보다 정밀하게 반영한 사격 제원으로 수정탄 사격을 함으로써 표적에 대한 명중률을 증가시킨다. 이와 같이 초탄 사격은 주어진 사격 제원에만 의지해야하기 하므로 초탄을 통해서는 표적에 대해 요망하는 명중률을 달성할 수 없다. 그러므로 표적에 대한 정확한 타격을 위해서는 수정탄 사격제원에 의한 사격이 필요하다.

본 논문에서는 포병 사격 분석 시뮬레이션을 통해 개별 탄별 낙탄 지점을 예측하고 수정된 사격 제원을 통해 수정탄에 대한 낙탄 지점을 가시화하여 초탄 사격에 대한 포탄 절약을 위한 시뮬레이션 개발 및 이를 적용한 시험을 수행하였다.

【주요어】 포병, 낙탄 지점 예측, 포병 사격 분석 시뮬레이션

목 차

제 1 장 서론	1
제 1 절 연구 배경 및 목적	1
제 2 절 연구 범위 및 방법	2
제 2 장 관련 연구	3
제 1 절 공산 오차의 개념	3
제 2 절 포병 사격	6
1) 포병 사격 지휘	6
2) 포병 사격 절차	7
제 3 절 포병 사격 발생 오차	8
제 3 장 포병 사격 분석 시뮬레이션 개발	10
제 1 절 개요	10
1) 운용 개념	11
2) 운용 방식	11
제 2 절 개념 모델	13
1) 문제의 이해	13
2) 모델의 목적	13
3) 모델의 입력과 출력	13
4) 모델 운용 절차	15
제 3 절 모델 개발	17
1) 포병 사격 분석 시뮬레이션 요구사항	17
2) 공산오차 개념 적용	18
3) 포병 사격 분석 시뮬레이션 설계	19
제 4 장 포병 사격 분석 시뮬레이션 운용 및 결과	28
제 1 절 시뮬레이션 운용	28

1) 부대 정보 입력	28
2) 표적 정보 입력	29
3) 사격 계획 입력	30
4) 사격	31
5) 사격 제원 수정	32
6) 재 사격	33
제 2 절 시뮬레이션 결과	33
1) 시험 방법	33
2) 시험 결과 및 분석	35
제 5 장 결론	40
참 고 문 헌	42
ABSTRACT	44



표 목 차

[표 2-1] K9 공산오차표	5
[표 2-2] 105미리 공산오차표	6
[표 3-1] 모델 입력/출력 객체	13
[표 3-2] 요구사항	17
[표 3-3] 인터페이스	20
[표 3-4] 인터페이스 설명	21
[표 4-1] 1포대 정보	34
[표 4-2] 2포대 정보	34
[표 4-3] 3포대 정보	34
[표 4-4] 표적 정보	34
[표 4-5] 사격 계획	35
[표 4-6] 초탄 명중률	35
[표 4-7] 수정 제원 정보	37
[표 4-8] 수정탄 명중률	37
[표 4-9] 명중률 비교	38
[표 5-1] 시뮬레이션 결과 포탄 절약 수	40

그 립 목 차

[그림 2-1] 사거리 및 편의 공산오차	3
[그림 2-2] 공산오차 개념	4
[그림 2-3] 공산오차에 대한 명증률	5
[그림 2-4] 화력운용 프로세스	8
[그림 2-5] 사탄분포에 영향을 미치는 오차	9
[그림 3-1] 종심지역 관측 제공	10
[그림 3-2] 운용개념	11
[그림 3-3] 시뮬레이션 운용	12
[그림 3-4] 표적 선정	12
[그림 3-5] 모델 운용 절차	16
[그림 3-6] 1 공산오차	19
[그림 3-7] 구조	20
[그림 3-8] 라이브러리 인터페이스 구조	20
[그림 3-9] 기능 구조	21
[그림 3-10] 주 전시화면 구성	22
[그림 3-11] 사표 관리	23
[그림 3-12] 부대 정보 관리	24
[그림 3-13] 표적 정보 관리	25
[그림 3-14] 사격 계획	26
[그림 3-15] 포병 사격 분석 시뮬레이션	27
[그림 4-1] 시뮬레이션 운용	28
[그림 4-2] 부대 정보 관리	29
[그림 4-3] 표적 정보 관리	30
[그림 4-4] 사격 계획	31
[그림 4-5] 낙탄 지점 가시화	32
[그림 4-6] 사격 제원 수정	32
[그림 4-7] 사격 제원 수정 통한 낙탄 지점 가시화	33
[그림 4-8] 초탄 낙탄 지점 가시화 결과	36

[그림 4-9] 사격 제원 수정	36
[그림 4-10] 수정탄 낙탄 지점 가시화 결과	38



제 1 장 서론

제 1 절 연구 배경 및 목적

현대의 전쟁은 다양한 무기체계 확보를 통해 소규모 타격으로 대규모 피해를 주기 위한 효과 중심의 화력전을 목표로 하고 있다. 그중 포병은 전통적인 화력 무기체계의 한 종류로써 아군 기동에 영향을 주는 비교적 근접 지역의 적 전투력을 무력화시켜 아군의 기동을 지원하거나 적의 기동을 저지하는 육군의 전투병과이다.

북한군과 휴전선을 맞대고 포를 겨누고 있는 우리의 현실 속에서 우리 군의 포병 화력은 매우 중요한 전쟁수단 중의 하나이다. 현재의 한반도 작전계획에 따르면 초전에 북한군의 포병 화력에 대한 대응책으로 다른 어떤 대응수단 보다도 우리 군의 대응 포병 화력이 중요한 역할을 해야 한다. 그러나 현재 포병의 훈련장 여건 상 실 사격 훈련은 많은 제한이 있다. 훈련뿐만 아니라 전시에 얼마만큼의 포탄이 필요한지에 대한 포병 탄약의 소요에 대한 부분도 실제적으로 중요한 부분이다.¹⁾

현재 우리 군의 경우 대규모 훈련이나 소요 산정을 위한 해결책으로 위게임 모델을 이용하고 있다. 하지만 위게임 모델에서의 실제 포병 사격 모의 논리에는 공산오차에 대한 기본적인 사항이 반영되어 있지 않다. 이 때문에 사격을 한 후에 정확한 포탄의 낙탄 지점을 판단할 수 없으며 중심 화력 운용 시 사탄 관측의 제한으로 무관측 사격 지역에서는 표적에 대한 정확한 사격을 실시 할 수 없다. 이러한 제한사항으로 인해 포병 탄약 소요의 정확한 수치를 판단하기에도 어려움이 있으며 포탄을 절약할 수 있는 방법이 없다.

이처럼 포병 훈련 간 발생하는 제한사항을 해결하기 위해서는 공산오차가 적용된 시뮬레이션을 통해 포병 사격에 대한 낙탄 지점 예측 방안이 필요하다. 또한, 이를 통해 사격한 포탄에 적용된 사격 제원을 확인할 수 있으며 표

1) 육군본부, 2018. 『지상군자원소요분석모델 모의논리분석서』

적에 대한 정확한 낙탄 지점 사격 제원을 제시하여 실 사격 시 포탄을 절약하기 위한 방안이 필요하다.

본 논문에서는 공산오차를 적용한 포병 사격 분석 시뮬레이션 개발을 통해 사격 제원에 따른 개별 탄별 사격 낙탄 지점을 예측하고 예측 결과를 적용하여 수정된 사격 제원을 제시하여 포탄수(소모량)를 절약하기 위한 연구 결과를 제시하려고 한다.

제 2 절 연구 범위 및 방법

연구 범위는 포병 곡사화기에 한정하여 포병 사격 분석 시뮬레이션 개발을 통한 시뮬레이션 운용 결과 확인으로 운용 결과를 통해 포탄수를 절약하기 위한 방안을 제시하고자 한다.

연구 방법은 포병 사격 분석 시뮬레이션을 통한 실증으로 실 사격 전 시뮬레이션을 통해 포탄의 낙탄 지점을 가시화하고 낙탄 지점 수정을 통해 계산된 사격 제원을 제시할 수 있도록 한다. 이를 통해 실 사격 시 초탄 절약을 위한 사격 제원 결과를 제시하고자 한다. 이를 위해 사격된 포탄 방향의 탄착 지점 전후로 발생하는 사거리 공산오차와 좌우로 발생하는 편의 공산오차를 연구하여 시뮬레이션에 적용할 것이며 실제 포병 사격 탄착 지점의 변화량을 적용하여 탄착 확률 테이블을 구조화하고 낙탄 지점의 분포를 예측할 수 있도록 시뮬레이션을 개발할 것이다.

이를 위하여 본 논문에서는 총 5개의 장으로 목차를 구성하였다.

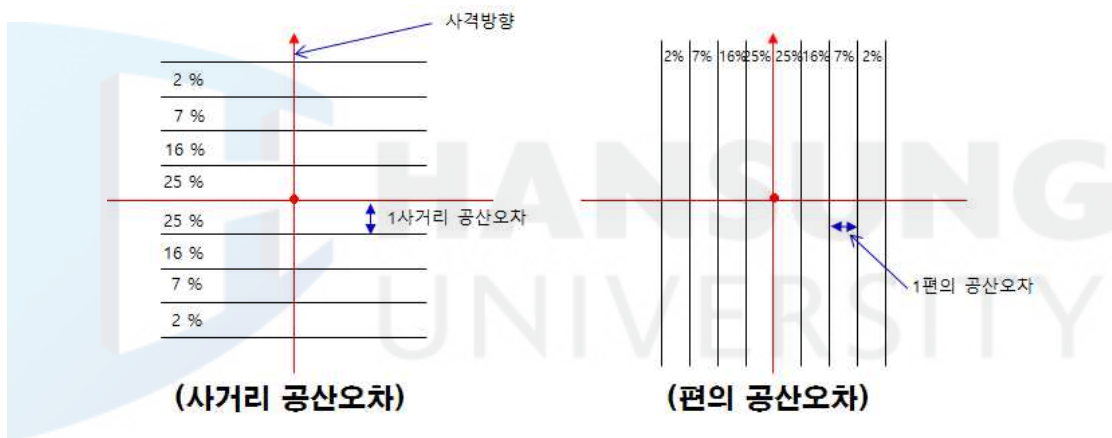
1장에서는 연구 배경 및 목적과 연구 범위 및 방법에 대하여 설명하였다. 2장에서는 시뮬레이션 개발을 위한 관련 연구 개념인 공산오차 개념, 포병 사격, 포병 사격 발생 오차에 대하여 설명하였다. 3장에서는 포병 사격 분석 시뮬레이션 개발에 대한 내용을 설명하였다. 4장에서는 구현된 시뮬레이션을 기반으로 운용 절차를 수립하여 이를 통한 시험을 수행하고 그 결과를 분석하였다.

마지막으로 5장에서는 연구내용의 요약과 향후 발전시켜야 할 사항에 대해 제안하고 결론을 맺었다.

제 2 장 관련 연구

제 1 절 공산 오차의 개념

1문의 포로 동일한 포탄을 동일 사각 및 편각으로 사격하여도 포탄은 한 지점에 떨어지지 않고 분산된 파열 형태로 나타난다.²⁾ 이러한 포탄 탄착의 분산을 산포 또는 사탄산포라고 한다. 포탄의 탄착점은 사거리(중)와 편의(횡)으로 산포되며 [그림 2-1]과 같다.

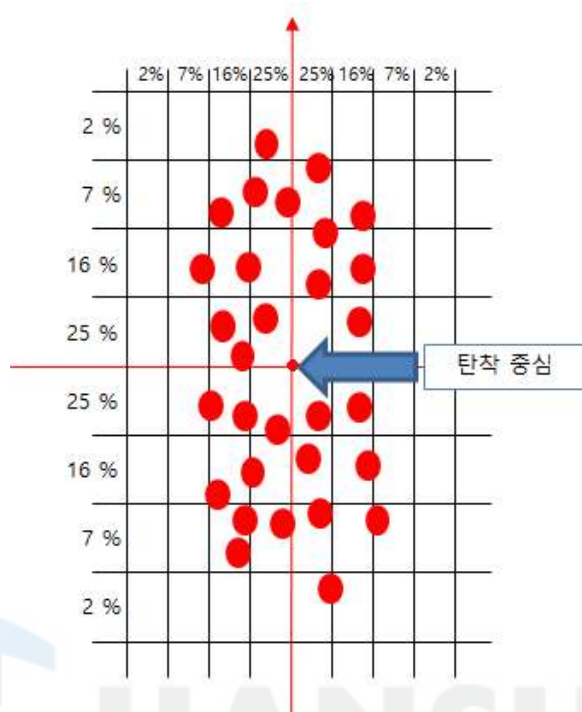


[그림 2-1] 사거리 및 편의 공산오차

사거리 공산오차는 탄착 중심으로부터 원탄과 근탄이 형성되는 산포의 확률을 말하고 편의 공산오차는 탄착 중심으로부터 좌/우탄이 형성되는 산포의 확률을 말한다. 사거리/편의 공산오차는 각각 25%, 16%, 7%, 2% 확률로 4개의 공산오차가 발생한다.

사거리/편의 공산오차를 통합하여 형성된 사탄 산포의 중앙을 탄착 중심이라 하며 탄착 중심을 기준으로 일정 지역에 형성되는 산포 형태의 확률을 공산오차라고 한다. 이를 [그림 2-2]와 같이 나타낼 수 있다.

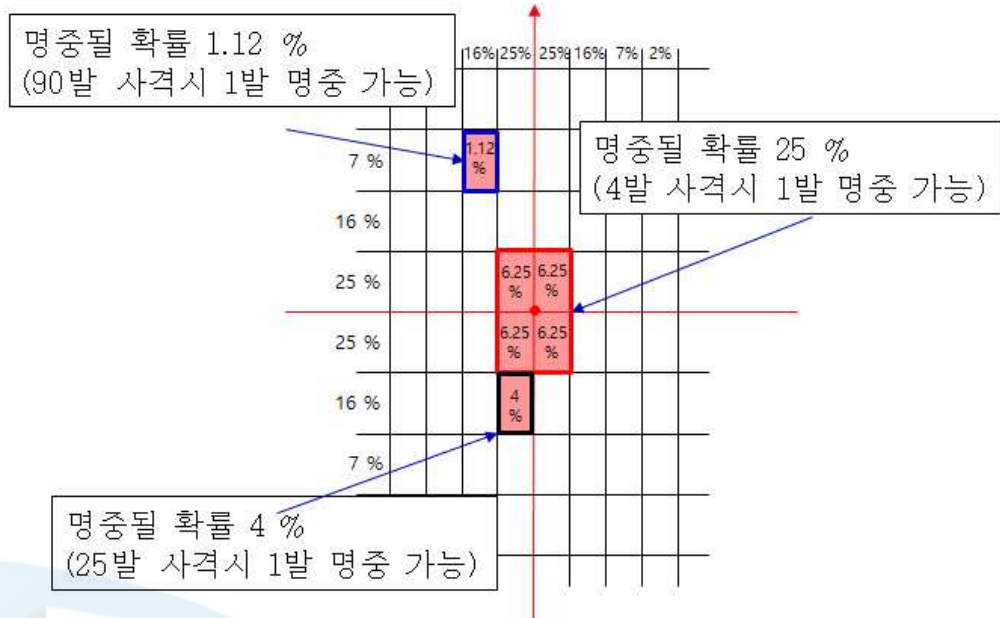
2) 2001. 6., 공산오차를 이용한 간접화기 사격효과 향상방안에 관한 연구, 배재대학교 석사학위논문. 김구한



[그림 2-2] 공산오차 개념

일반적으로 4 사거리/편의(25%, 16%, 7%, 2%) 공산오차 범위 내 탄착군이 100% 형성되는 것이 정상이다. 정상적인 산포형태인 경우에 탄착 중심으로부터 원근 4 공산오차의 거리 내에 실질적인 모든 파일이 형성될 수 있으며, 극소수의 사탄(1000발 중 약 7발)은 4 공산오차 밖으로 떨어지는 경우도 있으나, 실제 운용상 이는 일반적으로 정확하다고 고려한다.³⁾ 이러한 공산오차의 분산비율은 모든 곡사화기에 상관없이 동일하며 공산오차의 분산비율에 따른 명중률을 보면 [그림 2-3]과 같다.

3) 육군본부, 1999. 5. 25., 야전교범 23-40 81밀리 박격포(KM187), p. 4-8



[그림 2-3] 공산오차에 대한 명중률

[그림 2-3]에서와 같이 사거리/편의 사거리 각각 25% 지점에 명중될 확률은 $6.25\%(0.25 \times 0.25)$ 이며 25% 지점 4개의 합인 25% 명중률이 나타난다. 이를 통해 포탄 4발 사격 시 1발이 명중 가능 비율을 확인할 수 있다. 이와 같이 계산하여 사거리 7%, 편의 16% 지점의 경우 $1.12\%(0.07 \times 0.16)$ 비율로 나타나며 90발 사격 시 1발 명중 가능 비율을 확인할 수 있다. 단, 위에서 나타난 공산오차의 비율은 모든 곡사화기에 동일하게 적용되나 공산오차의 크기는 곡사화기의 종류에 따라 차이가 있다.

[표 2-1] K9 공산오차표

장약	사거리(m)	1공산오차	
		사거리(m)	편의(m)
3U	1000	12	0
	2000	11	1
4U	3000	17	1
	4000	18	2
5U	5000	24	2
	6000	27	2

[표 2-2] 105밀리 공산오차표

장약	사거리(m)	1공산오차	
		사거리(m)	편의(m)
3	1000	6	1
	2000	11	1
4	3000	16	2
	4000	22	2
5	5000	26	3
	6000	33	4

[표 2-1]과 [표 2-2]를 보면 곡사화기의 종류별 포탄 사격 사거리에 따라 공산오차의 사거리와 편의가 상이한 것을 확인할 수 있으며 장약과 사격 사거리가 커질수록, 사거리별 공산오차가 증가함을 알 수 있다.

제 2 절 포병 사격

1) 포병 사격 지휘

포병의 사격 지휘는 기술적 사격지휘와 전술적 사격지휘로 나눌 수 있다. 기술적 사격지휘는 탄약, 표적 위치, 포대 위치, 기상 등의 정보를 사격제원으로 설정하는 것을 말한다. 전술적 사격지휘는 포병 임무수행을 위한 종합적인 의사결정 과정이다.

이러한 전술적 사격지휘는 광의의 전술적 사격지휘와 협의의 전술적 사격지휘로 다시 나뉜다. 광의의 전술적 사격지휘는 표적 공격을 위한 계획 및 준비, 실시, 재 사격의 순환과정을 통해 지휘관의 의도를 구현하여 작전 목적을 달성하는 포병부대 지휘통제 절차이며, 포병부대 지휘관과 참모에 의해 부대 지휘절차의 연속과정 속에서 이루어진다. 협의의 전술적 사격지휘는 사격요구에 따라 사격방법, 탄약사용, 사격부대, 사격시간의 결정 등을 통해서 표적에 대한 요망효과를 얻을 수 있는 방법을 결정하는 절차이며, 이는 광의의 전술적 사격지휘의 일부이다. 통상적으로 전술적 사격지휘에 대해서 이야기를 하면, 작전 실시간에 이루어지는 협의의 전술적 사격지휘 개념을 말한다.⁴⁾

포병 사격지휘통제체계인 BTCS(Battalion Tactical Command System)은 포병대대에서 사격 지휘를 위해 사용하는 전투지휘체계이다. 포병 지휘관의 신속한 전술적 판단을 위해 자동화된 적/아 위치, 표적 정보, 전술상황, 화력 지원 사항 등을 도시하고, 결심 후 즉시 사격이 가능하도록 제원 계산 및 사격 통제 기능을 제공한다. 하지만 이 체계의 포병 사격 제원 계산 과정에서 공산오차 개념이 적용되어 있지 않았으며 사격 결과에 대한 가시화된 결과를 제공하지 않아 정확한 사격결과 및 요망효과를 확인할 수는 없다.

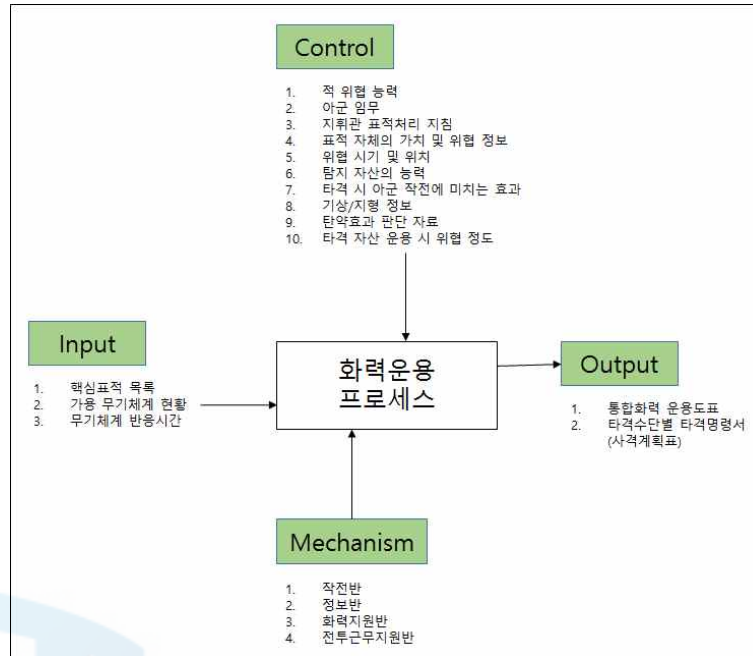
2) 포병 사격 절차

포병 사격 부대는 표적 정보를 기반으로 담당하고 있는 지역에 예상되는 표적에 대한 화력 계획을 작성한다. 사격 절차의 경우 관측 또는 계획을 통한 사격 목표를 설정한 후 탄약, 표적 위치, 포대 위치, 기상 등의 사격 제원을 통해 편각(좌우각도)과 사각(상하각도)을 도출하게 되며 이를 통해 기준포 사격을 실시한다. 기준포 사격 후 관측을 통해 확인된 오차를 통해 편각과 사각을 수정하여 기준포의 재 사격을 통한 재 확인 또는 효력사를 진행한다.

포병 사격은 [그림 2-4]와 같은 프로세스를 거치며 입력 값으로 핵심표적 목록과 가용 무기체계 현황, 무기체계 반응시간 등을 입력하여 실시한다. 포병 사격은 여러 요인들에 의해 통제되지만 표적 성질 변화에 대해 특히 지속적으로 관심을 가져야한다.⁵⁾

4) Army Headquarters, 2017, Artillery Operations, FM-Application 4-1.

5) 이승호, “지상전술 C4I 체계하의 통합화력운용 의사결정지원체계 연구”, 석사학위논문, KAIST, 2005



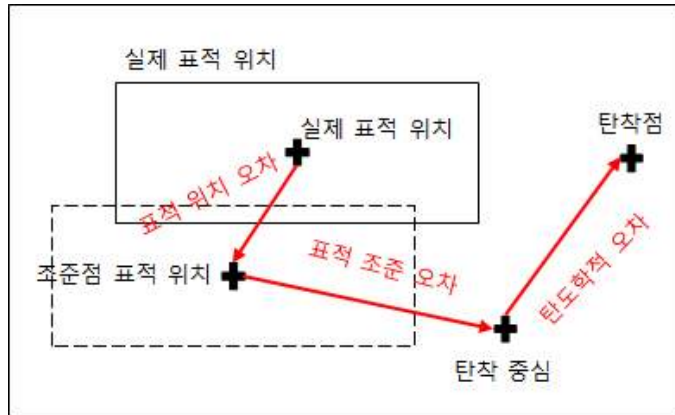
[그림 2-4] 화력운용 프로세스

제 3 절 포병 사격 발생 오차

포병 사격 간 발생 가능한 오차는 표적 위치에 대한 오차, 표적 조준오차, 탄도학적 오차로 구분할 수 있으며 [그림 2-5]와 같다.

표적 위치에 대한 오차는 표적 획득 수단이 표적 획득 시 발생하는 오차로 GPS 기술과 군사기술의 접목을 통해서 오차율이 0에 근접하고 있다. 표적 조준오차는 화포로 사격제원을 산출하여 표적 조준 시에 발생하는 오차이다. 탄도학적 오차에 미치는 요소 중 기상, 화포 자체의 포구초속 등은 현재 가지고 있는 기술로 보완이 가능하지만, 화포의 탄약 자체가 정밀 유도탄이 아니기 때문에 탄착점을 기준으로 일정한 탄착군이 생성되는 오차에 대하여서는 수정이 불가능하다.⁶⁾

6) 김세용, 이재영 (2008). 명중확률 개선 및 효율적인 대화력전 수행방안. 한국시뮬레이션학회논문지, 17(4), 143-152



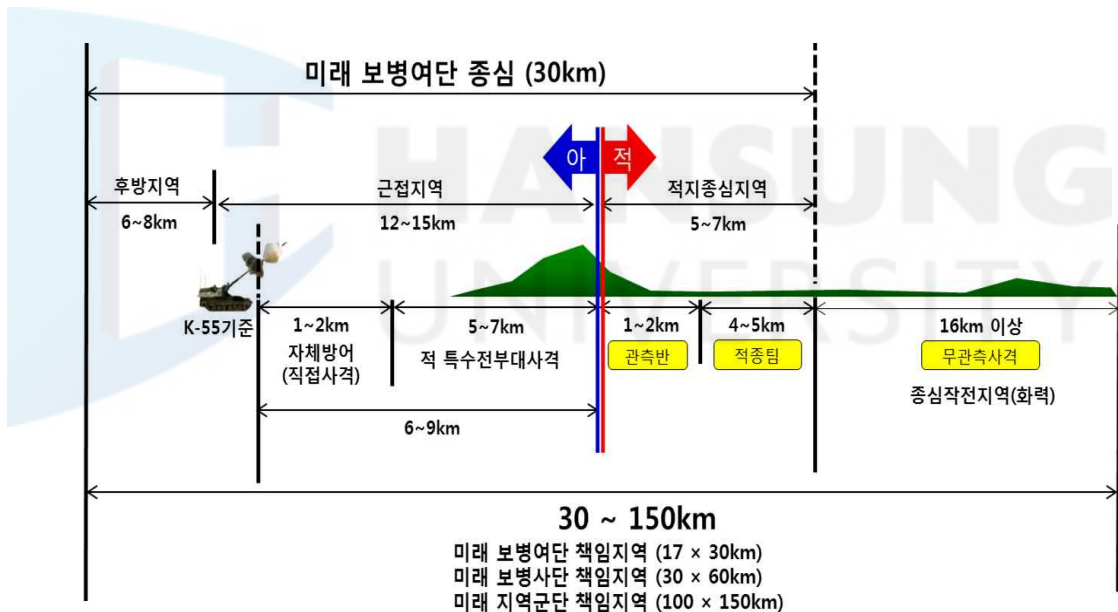
[그림 2-5] 사탄분포에 영향을 미치는 오차

이와 같이 탄착군이 생성되는 오차를 앞에서 설명한 공산오차라고 하며 본 논문에서는 공산오차에 대한 개념만이 아닌 표적 위치 오차, 표적 표준 오차에 대한 개념도 포병 사격 분석 시뮬레이션에 반영하여 개발 진행할 것이다.

제 3 장 포병 사격 분석 시뮬레이션 개발

제 1 절 개요

현재 우리 군에서는 훈련이나 소요 산정을 위해 활용하고 있는 워게임 모델에 적용하고 있는 포병 사격 모의 논리에는 공산오차에 대한 사항이 반영되어 있지 않아 사격 포탄의 정확한 낙탄 지점을 판단할 수 없다. 또한, 중심 화력 운용 시 사탄 관측의 제한으로 [그림 3-1]에서와 같이 무관측 사격 지역에서는 표적에 대한 정확한 사격을 실시 할 수 없다.



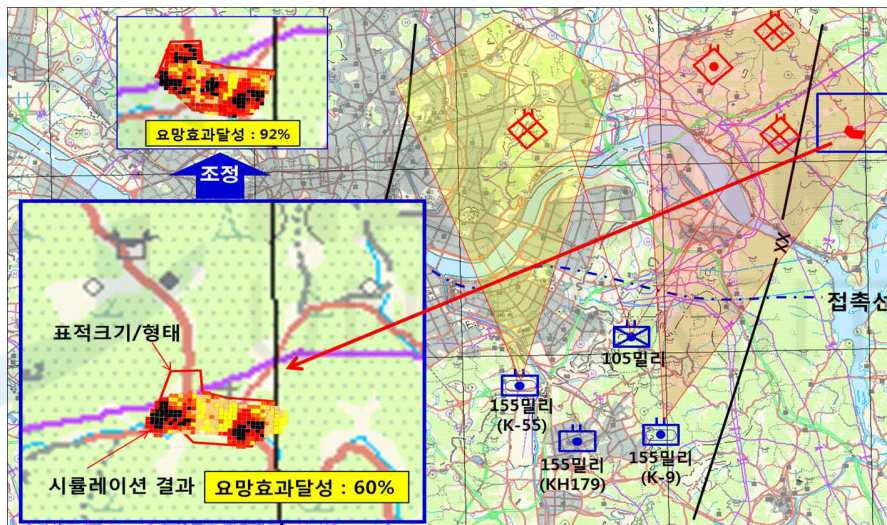
[그림 3-1] 중심지역 관측 제공

이러한 문제를 해결하기 위하여 사격부대의 화포, 탄종과 표적 부대 위치를 기반으로 공산오차 개념이 적용된 포병 사격 분석 시뮬레이션을 설계 및 개발하면 낙탄 지점을 예측할 수 있고 이를 가시화하여 무관측 지역에서의 낙탄 지점을 확인할 수 있을 것이다. 또한, 실사격 전에 시뮬레이션으로 가시화된 사격결과를 반영하여 수정된 사격 제원으로 사격을 실시함으로써 실 사

격 시 소모되는 초탄을 절약하기 위한 대안을 제시할 수 있도록 할 것이다.

1) 운용 개념

포병 사격 분석 시뮬레이션은 [그림 3-2]에서와 같이 표적에 대한 사격 임무 수행 전 사격계획표에 의한 시뮬레이션을 실시하며 표적 영역 밖으로 떨어지는 포탄 식별, 표적 영역 내 사격 효과가 미치지 않는 지역 식별, 요망 효과 달성 여부를 판단한 후 사격 부대별 사격 제원 수정을 통해 최적의 표적 공격 방법을 결정할 수 있도록 한다.

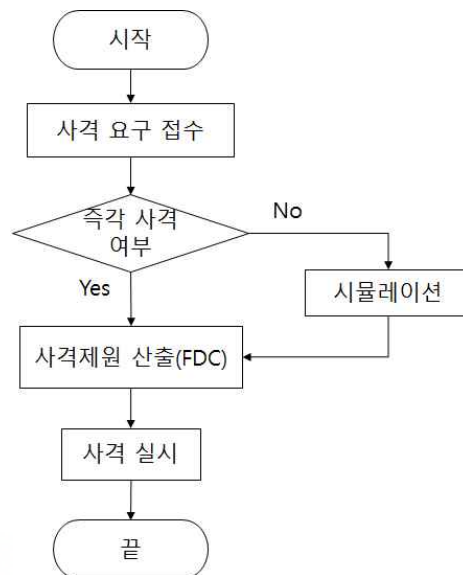


[그림 3-2] 운용개념

2) 운용 방식

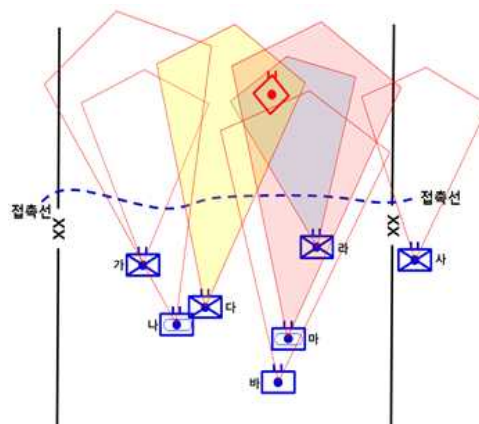
포병 사격 분석 시뮬레이션은 [그림 3-3]에서와 같은 절차에 의해서 운용되며 사격 요구가 접수 된 후 즉각 사격 여부 결정 시 시뮬레이션 운용 확인이 필요할 경우 시뮬레이션을 통한 결과를 확인하여 사격 제원을 도출하게 되며 이 결과를 사격 제원 산출에 참고할 수 있도록 한다. 이러한 절차를 통

해 포병 사격 분석 시뮬레이션 운용이 이루어진다.



[그림 3-3] 시뮬레이션 운용

또한, 시뮬레이션에서 표적 선정은 [그림 3-4]와 같이 접수된 표적에 대한 사격 가능 부대를 판단하게 되며 그 중 최적의 사격 부대를 선정 후 사격 제원에 따른 사격을 실행하게 된다.



[그림 3-4] 표적 선정

제 2 절 개념 모델

1) 문제의 이해

현재 우리 군에서 훈련이나 소요 산정을 위해 위게임 모델을 활용하고 있다. 하지만 이에는 공산오차에 대한 기본적인 사항이 반영되어 있지 않기 때문에 사격된 포탄의 정확한 낙탄 지점을 예측할 수 없으며 중심 화력 운용 시 사탄 관측의 제한으로 무 관측 사격 지역에서의 낙탄 지점을 확인할 수 없다. 이러한 제한 사항은 포병 탄약의 소요를 판단하기에도 어려움이 있으며, 실제 전투 수행 간에 사격의 정확도 향상과 포탄의 절약이 제한된다. 이 문제를 보완하기 위해 포병 사격 분석 시뮬레이션을 활용하고자 한다.

2) 모델의 목적

포병 사격 분석 시뮬레이션은 훈련 및 실제 전투 시 실 사격 결과를 사전에 예측할 수 있도록 낙탄 지점을 가시화하는데 첫 번째 목적이 있다. 두 번째 목적으로는 가시화된 낙탄 지점을 분석하여 사격 제원을 수정하고 시뮬레이션 결과를 다시 한 번 더 확인하여 이를 통해 계산된 사격 제원을 사격 지휘소(Fire Direction Center)에 제공하고 실제 사격에 수정제원을 반영하여 요망효과 달성에 기여하는데 있다.

3) 모델의 입력과 출력

포병 사격 분석 시뮬레이션을 위한 입력/출력 객체의 정의는 다음과 같다.

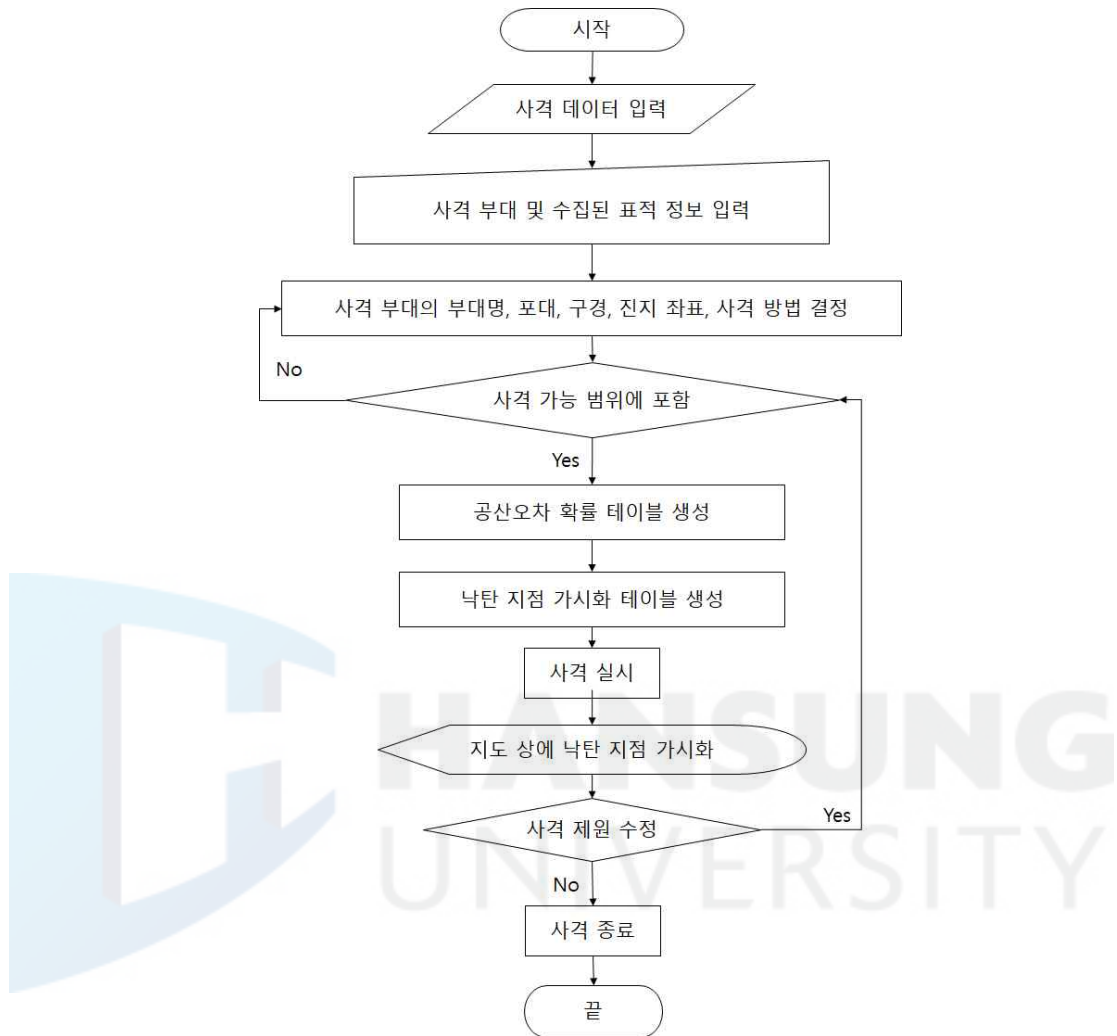
[표 3-1] 모델 입력/출력 객체

객체	상세 분류	타당성	적용 여부
사격 제원	사표 관리	공산 오차 계산을 위해 포별 사표 정보 필요	○
	사격 제원 생성	사격 시뮬레이션을 위해 사격 제원 생성 필요	○
	사격 제원 수정	수정사격 시뮬레이션을 위해 사격 제원 수정 필요	○
아군 부대	아군 부대 정보 관리	사격 시뮬레이션의 주체인 아군 부대 정보 필요	○
	아군 부대 도시	사격 시뮬레이션을 위해 아군 부대 지도상 도시 필요	○
표적	표적 정보 관리	사격 시뮬레이션 대상인 적군 부대 정보 필요	○
	표적 도시	사격 시뮬레이션 대상인 적군 부대 지도상 도시 필요	○
사격 가능 범위	사격 가능 범위 도시	아군 부대의 사격 가능 범위를 가시적으로 표현하여 사격 가능 표적을 식별하기 위해 필요	○
장약 정보	장약 정보 전시	사격 계획 작성 간 사격 아군 부대에 설정된 장약 정보 전시 필요	○
공산 오차	공산 오차 계산	사격 시뮬레이션 낙탄 지점 계산을 위해 공산 오차 계산 필요	○
지도	지도 선택	낙탄 지점 확인에는 지리 정보(기본 지도)만 있으면 되므로 특정 지도를 선택하여 도시할 필요는 없음	X
낙탄 지점	낙탄 지점 가시화	사격 시뮬레이션의 결과를 도시하기 위해 필요	○
	낙탄 지점 색상 설정	사격 결과를 가시화하기 위해 기본 색상을 제공하고 있으며 체계와 같이 특정 사용자의 요구가 없으므로 필요 없음	X
사격 계획	사격 계획 추가	아군 부대의 사격 계획을 작성하기 위해 필요	○
	사격 계획 수정	수정 사격을 위해 작성 필요	○
	사격 계획 저장/불러오기	기존의 저장된 사격 계획을 다시 확인하기 위해 필요	○
포탄 관리	포탄 관리	사격 시뮬레이션 간 실제 포탄을 활용하	X

객체	상세 분류	타당성	적용 여부
		는 것이 아니기 때문에 포탄 관리는 필요 없음	
사격 지휘	포병 사격 지휘	사격 지휘를 위한 시뮬레이션이 아니기 때문에 필요 없음	X
진지 이동	포 진지 이동	포 진지 이동을 통한 작전을 수행하기 위 한 시뮬레이션이 아니기 때문에 필요 없 음	X

4) 모델 운용 절차

본 절에서는 포병 사격 분석 시뮬레이션을 개발하기 위한 개념 모델을 설계하고자 한다. 포병 사격 분석 시뮬레이션은 사격부대로부터 사격된 포탄의 낙탄 지점이 어떤지를 확인하고 사격된 낙탄 지점을 수정하여 사격 제원을 수정한다. 수정된 사격제원에 따라 재 사격을 수행하여 낙탄 지점을 다시 확인한다. 이 과정을 통해 실 사격전 시뮬레이션을 통해 미리 목표 지점에 도달한 사격제원을 확인하고 이를 적용함으로써 실제로 사용되는 초탄을 절약할 수 있을 것이다. 이러한 과정을 수행하기 위해 [그림 3-5]에서와 같이 모델 운용 절차를 표현하였다.



[그림 3-5] 모델 운용 절차

사격을 위해 부대 정보, 표적 정보, 사격 방법에 대해서 결정한 후 이에 대한 정보를 기반으로 시뮬레이션 사격을 위한 설정을 진행한다. 부대 정보의 경우 사격을 위한 부대 정보를 입력하는 것으로 부대의 위치 정보에 따른 포 분포를 설정한다. 표적 정보의 경우 표적의 위치 정보를 점표적 또는 지역 표적으로 분류하여 설정한다. 사격 계획의 경우 사격할 아군 부대와 사격 표적 또는 임의의 위치 좌표를 설정하여 사격 계획을 생성할 수 있도록 한다.

공산 오차 확률 테이블은 사용자 정의 입력된 사표 정보를 기반으로 아군

부대의 위치와 표적 위치를 기반으로 사거리를 계산하고 이에 따른 사거리/편의 공산 오차를 계산한다. 이를 기반으로 확률 테이블을 구축하게 되며 이를 통해 낙탄 지점 가시화 테이블을 생성한다.

생성된 낙탄 지점 가시화 테이블을 통해 표적 위치 영역을 계산하게 되며 각각의 영역에 대한 낙탄 지점이 계산된다. 계산된 결과를 이미지화 하여 상황도 지도상에 가시화된다. 가시화된 낙탄 지점이 표적 위치를 벗어나 있는 경우 낙탄 예상 지점을 변경할 수 있도록 사격 제원을 수정하여 재 사격을 수행하며 이 과정을 통해 효력사가 가능하도록 한다.

제 3 절 모델 개발

1) 포병 사격 분석 시뮬레이션 요구사항

포병 사격 분석 시뮬레이션을 운용하기 위해서는 사표/부대 정보/표적 정보를 통해 공산 오차 테이블을 생성한 후 사격 정보가 자동 계산되어야 한다. 이를 통해 개별 탄별 낙탄 지점을 예측할 수 있는 시뮬레이션이 가능하다. 이러한 기능을 구현하기 위한 요구사항은 [표 3-2]와 같다.

[표 3-2] 요구사항

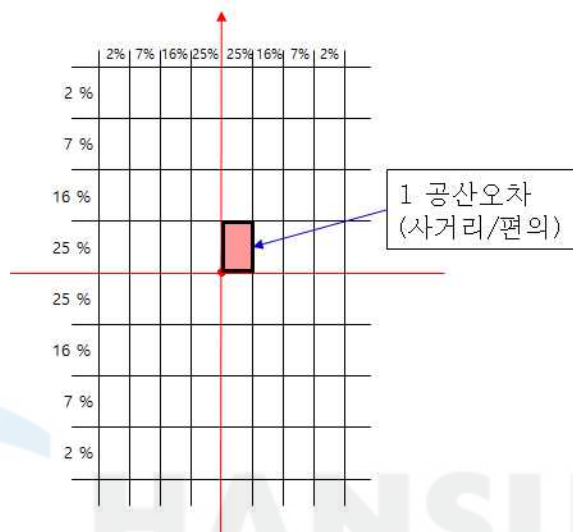
번호	요구사항	설명
1	사표 관리	공산오차 계산을 위한 사표를 관리하는 기능을 제공해야 한다.
2	사격 제원 생성	아군 부대 사격 시뮬레이션을 위해 사격 제원을 계산하여 생성하는 기능을 제공해야 한다.
3	사격 제원 수정	아군 부대의 수정 사격 시뮬레이션을 위해 사격 제원을 계산하는 기능을 제공해야 한다.
4	아군 부대 정보 관리	아군 부대의 정보를 관리하는 기능을 제공해야 한다.
5	표적 정보 관리	적 부대의 정보를 관리하는 기능을 제공해야 한다.
6	아군 부대 도시	아군 부대의 위치 정보를 기반으로 상황도에 아

번호	요구사항	설명
		군 부대를 도시해야 한다.
7	표적 도시	적군 부대의 위치 정보를 기반으로 상황도에 적 부대를 도시해야 한다.
8	사격 가능 범위 도시	아군 부대의 사격 가능 사거리를 기반으로 사격 가능 범위를 상황도에 도시해야 한다.
9	장약 정보 전시	사격 시 장약을 제시하는 기능을 제공해야 한다.
10	공산오차 계산	사표를 통해 사격에 요청되는 공산오차를 계산하는 기능을 제공해야 한다.
11	낙탄 지점 가시화	사격 제원을 통한 사격 후 낙탄 지점을 가시화하는 기능을 제공해야 한다.
12	사격계획 추가	사격 계획을 추가하는 기능을 제공해야 한다.
13	사격계획 수정	작성된 사격 계획을 수정하는 기능을 제공해야 한다.
14	사격계획 저장/불러오기	작성된 사격 계획의 저장 및 불러오기 기능을 제공해야 한다.

2) 공산오차 개념 적용

공산오차는 일정 지역에 형성되는 산포 형태 확률로 사거리/편의 공산오차로 이루어진다. 공산오차의 사거리/편의는 곡사화기의 종류에 따라 고유의 값을 가지며 이 값을 기반으로 관련 연구에서 살펴 본 포병 사격 간 발생 가능한 오차 중 사격 제원 산출 후 발생하는 표적 조준 오차를 설정하였다. [표 2-1]에서와 같이 K9의 공산오차표에서 사거리 3500미터 사격에 4U 장약 사용 시 3000미터와 4000미터 사이 값을 산술적인 계산을 통해 도출하면 1 공산오차 사거리 17.5미터, 편의 1.5미터의 결과를 확인할 수 있다. 이 값을 통해 표적 조준 오차는 조준점 표적 위치에서 랜덤하게 사거리 17.5미터 이내 편의 1.5미터 이내로 설정하였다. 또한, 낙탄 지점 가시화를 위해 공산오차를 이용한 확률 테이블을 생성하였다. [그림 3-6]에서와 같이 한 칸의 공산오차로 구성되며 각각의 1 공산오차의 길이는 사거리 17.5미터, 편의 1.5미터로 구성되며 이를 4 사분면의 형태로 구성하면 공산오차 테이블이 생성된다. 이

렇게 생성된 공산오차 확률 테이블을 통해 낙탄 지점 가시화 테이블을 생성 하도록 하며 표적 조준 오차를 적용하여 실제 탄착 중심 기준의 낙탄 지점 가시화가 이루어진다.



[그림 3-6] 1 공산오차

3) 포병 사격 분석 시뮬레이션 설계

가) 설계

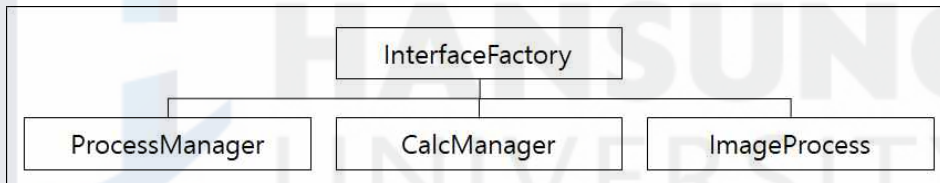
(1) 모델 구조

포병 사격 분석 시뮬레이션의 구조는 공산 오차를 계산하여 확률테이블을 만들고 낙탄 지점 가시화를 위한 산술적 계산을 위한 라이브러리와 사용자 인터페이스를 구현하는 응용프로그램으로 구성된다. 라이브러리와 응용프로그램은 제공자를 통해 [그림 3-7]과 같이 서로 연결된다.



[그림 3-7] 구조

라이브러리는 공산 오차 계산, 낙탄 지점 사격 처리, 낙탄 지점 이미지 처리 기능으로 분리하여 구현하며 다음과 같은 구조로 구성되며 이를 통합 관리하는 인터페이스가 존재하며 [그림 3-8]과 같다.



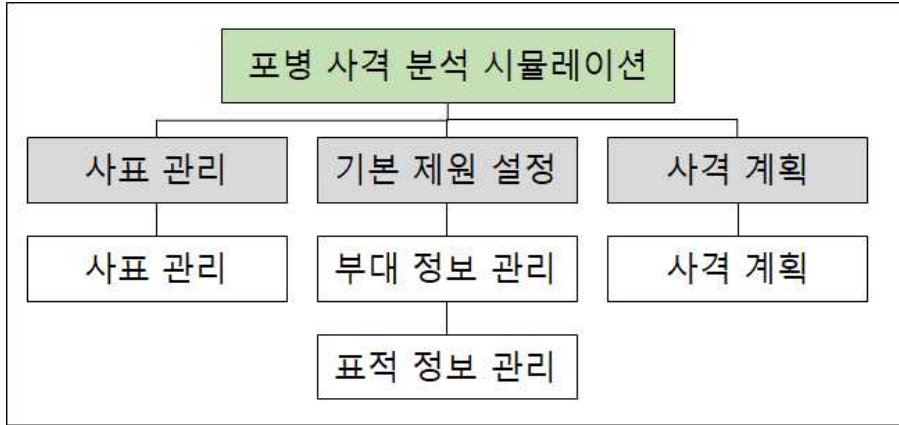
[그림 3-8] 라이브러리 인터페이스 구조

각각의 인터페이스의 기능은 다음과 같다.

[표 3-3] 인터페이스

인터페이스명	설명
InterfaceFactory	Manager 모듈 통합 관리
ProcessManager	사격 제원 정보 산출 및 출력 관리
CalcManager	사격 제원 산출 관리
ImageProcess	낙탄 지점 이미지 처리

응용프로그램은 라이브러리에서 제공되는 기능을 구현하기 위해 사용자 요구사항을 기준으로 기능이 설계되었으며 기능 구조는 [그림 3-9]와 같다.



[그림 3-9] 기능 구조

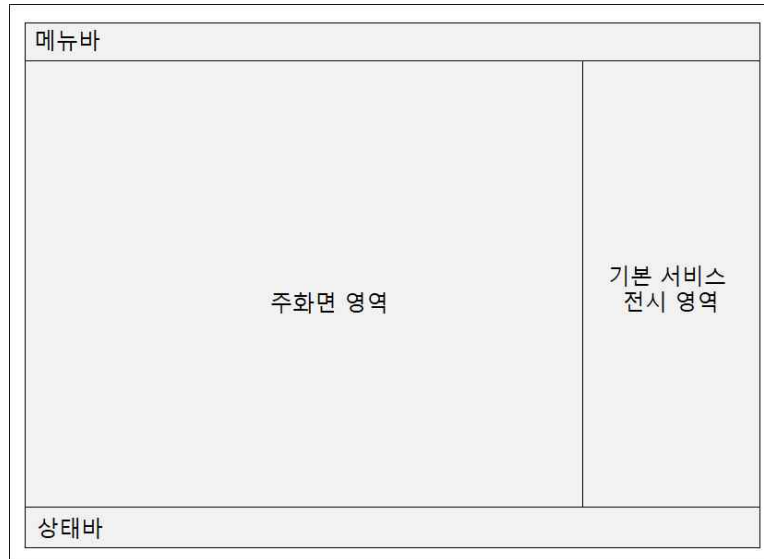
기능 구조에 대해 세부적인 내용을 확인을 하면 다음과 같다.

[표 3-4] 인터페이스 설명

기능		설명
사표 관리	사표관리	사표 정보 생성/수정/삭제
기본 제원 설정	부대 정보 관리	아군 포병 부대의 부대명, 구경, 방열 방위각, 좌표, 포 분포도, 포별 진지 목록 등의 정보를 관리
	표적 정보 관리	표적 정보(점, 지역)에 대한 정보를 관리
사격 계획	사격 계획	사격 부대, 사격 표적, 사격 좌표, 사격 방법 등 아군 부대에서 표적에 사격을 위한 계획을 작성하고 관리

(2) 사용자 인터페이스 설계

사용자 요구사항과 구조 설계를 통해 정의된 기능을 통해 사용자 인터페이스를 설계하였다. 기본 주 전시화면 영역을 [그림 3-10]과 같이 메뉴바, 주 화면 영역, 기본 서비스 전시 영역, 상태바로 구성하였다.



[그림 3-10] 주 전시화면 구성

(가) 사표 관리

사표 관리는 사거리/편의 공산오차를 계산하기 위해 사표 제원 정보를 생성/수정할 수 있도록 한다. 본 논문에서는 테스트용으로 사표를 정의하였으며 K9, 105미리에 대한 사표를 정의하였다. 정의된 사표는 내부 데이터베이스에 저장되어 관리된다.

[그림 3-11] 사표 관리

(나) 부대 정보 관리

부대 정보 관리는 아군 포병 부대의 정보를 생성/수정/삭제하기 위한 기능을 수행한다. 부대명/포대, 구경, 방열 방위각, 포대 좌표, 생성날짜, 포 분포도를 입력하여 사격 계획을 위한 아군 부대 정보를 관리하도록 하였다. 포병 진지 목록을 통해 기존 부대 정보를 수정/삭제할 수 있도록 하였다.

부대 정보 관리

부대명/포대: 대대

구경:

방열방위각: 방

좌표: m 표고: 날짜: 2020-09-16

포분포도

	1포	2포	3포	4포	5포	6포
좌	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
우	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
상	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
하	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

분포전환

초기화

추가 수정

포병 진지 목록

색

- 노랑
- 빨강
- 녹색
- 자홍
- 파랑

부대 정보 초기화 삭제 적용

[그림 3-12] 부대 정보 관리

(다) 표적 정보 관리

표적 정보 관리란 적 부대의 정보를 생성/수정/삭제하기 위한 기능을 수행한다. 표적을 구분하기 위한 표적 번호, 생성날짜, 표적에 대한 성질, 표적 좌표(점 표적, 지역 표적)를 입력하여 사격 계획을 위한 표적 정보를 관리하도록 하였다. 표적 목록을 통해 생성된 표적 정보를 수정/삭제할 수 있도록 하였다.

[그림 3-13] 표적 정보 관리

(라) 사격 계획

사격 계획은 아군 부대 정보와 표적 정보를 기반으로 사격을 위한 계획을 작성한다. 사격 부대는 표적 정보 관리에서 생성한 아군 부대 정보를 입력하고 사격 표적은 표적 정보 관리에서 생성한 표적 정보를 선택하도록 한다. 사격 좌표의 경우 사격 표적을 선택하는 경우 입력된 사격 표적의 좌표를 기준으로 설정되며 사격 표적을 선택하지 않는 경우 사용자가 임의의 좌표를 지도상에서 선택하여 설정할 수 있다. 또한, 설정한 사격 좌표를 수정하기 위해 상/하/좌/우 버튼을 통해 수정할 수 있도록 한다. 이 후 계산을 통해 사격 부대에서 사격 좌표까지에 대한 사거리와 사격 좌표에 대한 표고 정보 및 장약 정보가 자동 계산되어 제공된다. 사격 발수의 경우 사용자가 변경할 수 있으며 저사계/고사계를 설정하여 사격 계획을 추가할 수 있도록 한다. 사격 계획 목록을 통해서 생성된 사격 계획의 목록을 확인할 수 있으며 생성된 사격

계획에 대한 정보 수정이 가능하다. 계획 된 사격 계획에 대해서 실행을 통해 시뮬레이션을 구동할 수 있으며 이에 대한 결과가 지도상에 도시된다.

[그림 3-14] 사격 계획

나) 개발 결과

포병 사격 분석 시뮬레이션은 윈도우 기반의 응용프로그램으로 개발되었으며 최종 결과는 [그림 3-15]와 같다.



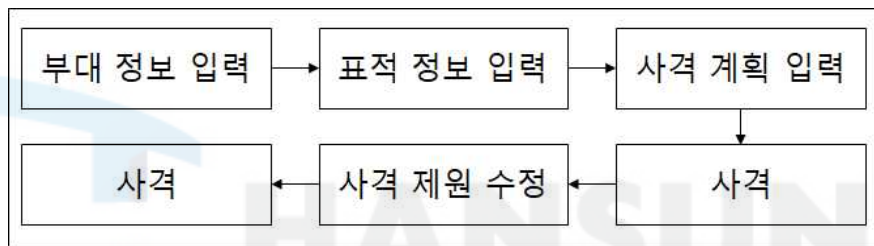
[그림 3-15] 포병 사격 분석 시뮬레이션

운용 관점에서 사용자는 일반 사용자와 관리자로 분류하였으며 일반 사용자는 사격 운용에 필요한 부대 정보, 표적 정보, 사격 계획 등의 기능을 사용 가능하며 관리자는 일반 사용자의 운용 기능에 포병 사격을 위한 사표 관리 기능까지 사용 가능하도록 하였다. 이는 모든 사용자가 사표를 수정하여 사격 결과에 혼란을 주는 것을 방지하기 위함이다. 기능은 크게 기본 제원 관리, 사격 계획, 환경 설정으로 분류하였고 기본 제원 관리는 사격을 위한 부대 정보, 표적 정보를 사격 계획은 부대 정보와 사격 정보를 기반으로 사격 실행을 위한 계획 작성을 관리한다. 환경 설정은 사격 운용 이외 기능을 운용할 수 있도록 구현하였다. 우측의 정보 창에서는 생성된 부대 정보와 표적 정보를 전시하여 확인할 수 있도록 하였으며 부대 정보와 표적 정보의 개략적인 내용과 상세 내용 전시로 구분하였다. 마지막으로 미니 지도를 전시하여 상황 전체를 확인할 수 있도록 하였다.

제 4 장 포병 사격 분석 시뮬레이션 운용 및 결과

제 1 절 시뮬레이션 운용

시뮬레이션 결과를 도출하기 위한 시나리오는 부대 정보 입력, 표적 정보 입력, 사격 계획 입력, 사격, 사격 제원 수정, 사격 등의 순서로 [그림 4-1]과 같이 구성 진행된다.



[그림 4-1] 시뮬레이션 운용

1) 부대 정보 입력

사격을 수행할 부대 정보를 입력한다. 부대 기본 정보에서부터 사표 정보를 가져오기 위한 구경 정보와 방열 방위각을 설정하고 부대의 위치 및 포 분포도 정보를 설정하여 부대 정보를 생성한다.

부대 정보 관리

부대명/포대: 1군단 예하 군단포병 대대

구경: K9

방열 발위각:

좌표: 52S CH55753667 표고: 200 m 날짜: 2019.11.15 21

포분포도

	1포	2포	3포	4포	5포	6포
좌				50	100	150
우	150	100	50			
상	30		20		15	
하		10		20		10

분포전환

초기화 추가 수정

포병 진지 목록

대대	포대	구경	위치	방열각
1군단 예하 군단포병	1포대	K9	52S CH55753667	-
1군단 예하 군단포병	2포대	K9	52S CH58213679	-
1군단 예하 군단포병	3포대	K9	52S CH53313704	-

부대 정보 초기화 삭제 적용

[그림 4-2] 부대 정보 관리

2) 표적 정보 입력

목표인 표적 정보를 입력한다. 표적 번호, 생성날짜, 성질과 같은 일반 정보와 표적의 위치 좌표를 입력하여 표적 정보를 설정한다.

표적 정보 관리

표적번호 AB001 생성날짜 2019.11.15 23:05

표적성질 적 군단지회소

표적 좌표

☒ 점표적

좌표 52S CH55266707 표고 300 m

가로 350 m 세로 300 m 방향

☐ 지역표적

위치

좌표

삽입 추가

수정 삭제

초기화 추가/수정

표적 목록

표적 번호	위치	표고	활태	표적성질
AB001	52S CH55266707	300	점	적 군단지...

표적 정보 초기화 삭제 적용

[그림 4-3] 표적 정보 관리

3) 사격 계획 입력

표적에 대한 사격 계획을 작성한다. 사격 할 부대와 사격 표적을 선택한 후 낙탄 지점 확률 테이블 계산을 위한 절차를 거쳐 사격할 준비를 수행하며 특정 사격 표적 설정 또는 임의의 좌표를 선택하여 목표 좌표로 설정할 수 있다.

사격 계획

사격부대: 1군단 예하 군단포병대대_1포대

사격표적: AB001

사격좌표: 52S CH55266707

표고: 300 m

사거리: 30408.41 m

사격 방법

발수: 10 장약: 5U

초기화

사격 계획 목록

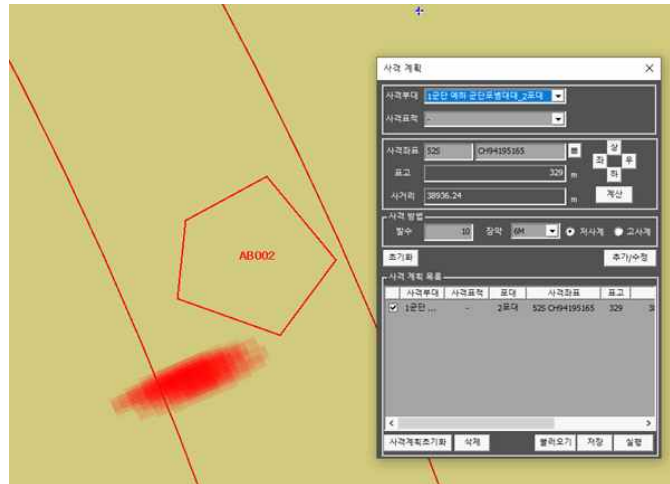
사격부대	사격표적	포대	사격좌표	표고
1군단 ...	AB001	1포대	52S CH55266707	300

사격계획초기화 삭제 불러오기 저장 실행

[그림 4-4] 사격 계획

4) 사격

사격 계획에 따른 탄착 지점을 가시화 한 결과를 확인할 수 있다. 지역 표적을 기준으로 좌측 하단에 사격이 수행되었음을 확인할 수 있다.



[그림 4-5] 낙탄 지점 가시화

5) 사격 제원 수정

가시화된 낙탄 지점의 위치를 수정하여 사격 제원을 수정한 후 각 포에 적용할 수 있도록 한다.

The '특별사항속' (Special Conditions) window contains the following sections:

- 기본제원:
 - 사격부대 선택: 1군단 예하 군단포병대대 2포대
 - 사거리: 39143, 장막: 6M
 - 기본발각: -, 최초발각: -
- 수정할 적용:

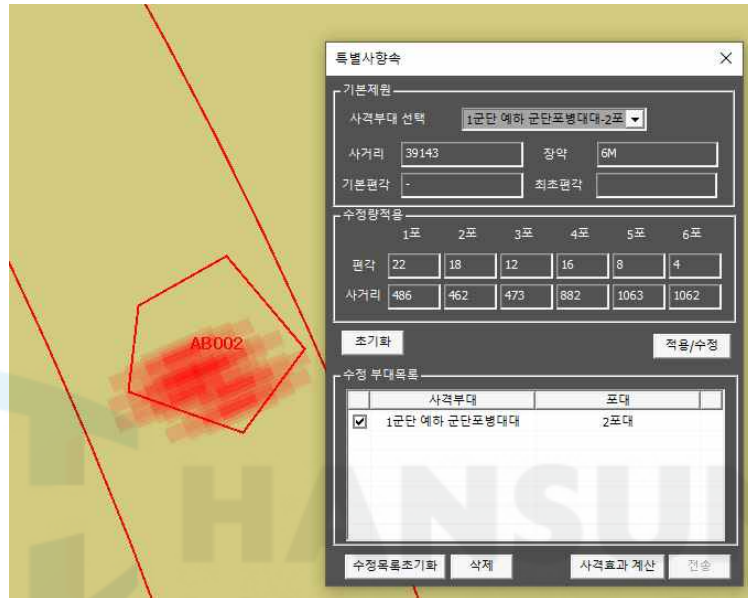
	1포	2포	3포	4포	5포	6포
편각	23	18	12	16	8	4
사거리	550	462	473	882	1063	1062
- 초기화, 적용/수정
- 수정 부대목록 (Table):

	사격부대	포대
<input checked="" type="checkbox"/>	1군단 예하 군단포병대대	2포대
- 수정목록초기화, 삭제, 사격효과 계산, 전송

[그림 4-6] 사격 제원 수정

6) 재 사격

수정된 사격 제원 정보 기반으로 재 사격을 수행한다.



[그림 4-7] 사격 제원 수정 통한 낙탄 지점 가시화

제 2 절 시뮬레이션 결과

1) 시험 방법

본 연구의 시험은 시뮬레이션 시나리오를 기반으로 진행된다. 부대 정보는 1개 대대의 3개 포대 각각 6문을 생성([표 4-1]~[표 4-3])하여 시험을 수행하였으며 표적 정보는 임의의 위치에 점표적([표 4-4])을 생성하였다. 사격 계획([표 4-5])은 생성된 부대가 생성된 표적을 사격하는 것으로 최초 초탄 100발을 사격하여 명중률을 확인하였으며 가시화된 낙탄 지점을 수정하여 변경된 사격 제원 데이터 적용을 통해 수정탄 100발을 사격하여 명중률을 다시 확인하였다.

[표 4-1] 1포대 정보

명칭	1군단 포병대대 1포대			중심 좌표	52S CH55753667	
구경	K9			방열 방위각	0	
포 분포도(단위 미터)						
문 분류	1	2	3	4	5	6
좌	0	0	0	50	100	150
우	150	100	50	0	0	0
상	30	0	20	0	15	0
하	0	10	0	20	0	10

[표 4-2] 2포대 정보

명칭	1군단 포병대대 2포대			중심 좌표	52S CH58213679	
구경	K9			방열 방위각	0	
포 분포도(단위 미터)						
문 분류	1	2	3	4	5	6
좌	0	0	0	50	100	150
우	150	100	50	0	0	0
상	30	0	20	0	15	0
하	0	10	0	20	0	10

[표 4-3] 3포대 정보

명칭	1군단 포병대대 2포대			중심 좌표	52S CH53313704	
구경	K9			방열 방위각	0	
포 분포도(단위 미터)						
문 분류	1	2	3	4	5	6
좌	0	0	0	50	100	150
우	150	100	50	0	0	0
상	30	0	20	0	15	0
하	0	10	0	20	0	10

[표 4-4] 표적 정보

중심 좌표	52S CH35894139
-------	----------------

가로 영역 길이(미터)	1000
세로 영역 길이(미터)	1000

[표 4-5] 사격 계획

사격 포대	1군단 포병대대 1포대		
표적 위치	52S CH35894139	사거리(미터)	10763
장약	7	방위	6125
사격 포대	1군단 포병대대 2포대		
표적 위치	52S CH35894139	사거리(미터)	12321
장약	7	방위	500
사격 포대	1군단 포병대대 3포대		
표적 위치	52S CH35894139	사거리(미터)	14546
장약	7	방위	100

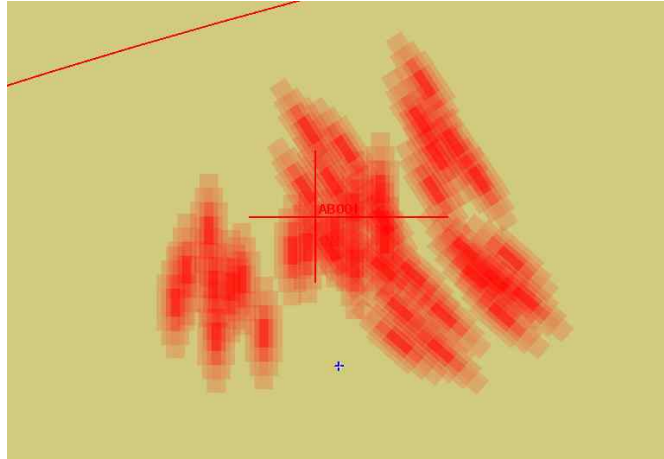
2) 시험 결과 및 분석

최초 수집된 표적 정보를 기반으로 작성된 사격 제원으로 초탄 사격을 수행한다는 가정 하에 시뮬레이션 사격의 결과는 다음 [표 4-6]과 같다.

[표 4-6] 초탄 명중률

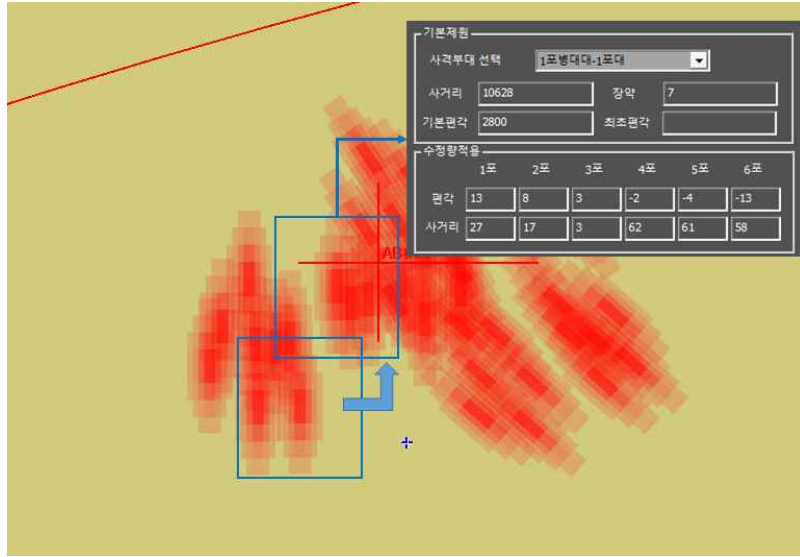
부대	포대	1차 명중률	2차 명중률	3차 명중률	4차 명중률	5차 명중률	6차 명중률
1포병대대	1	54.33	61.66	55.58	50.17	58.23	63.82
	2	69.5	69.53	64.45	62.32	53.2	64.71
	3	45.88	44.59	43.7	45.73	48.17	48.8
부대	포대	7차 명중률	8차 명중률	9차 명중률	10차 명중률	명중률 평균	
1포병대대	1	60.9	59.37	62.11	62.34	58.85	
	2	58.37	67.28	60.52	59.27	62.91	
	3	46.47	47.08	43.57	48.62	46.26	

[표 4-6]에서와 같이 1, 2, 3포대 별 초탄 명중률의 평균은 각각 58.85%, 62.91%, 46.26%로 확인되었다. 낙탄 지점에 대한 가시화 결과는 [그림 4-8]과 같다.



[그림 4-8] 초탄 낙탄 지점 가시화 결과

사격 제원을 수정하기 위해 가시화된 낙탄 영역을 효력사 영역으로 변경하여 제원 정보를 변경한다. [그림 4-9]와 같이 초탄 낙탄 지점에 대한 결과를 이동하여 변경된 사격 제원을 확인한다. 각 포대의 낙탄 지점 정보를 수정함으로써 1포~6포의 편각, 사거리 정보를 확인할 수 있으며 이 정보를 사격 지휘소에서 참조할 수 있도록 한다.



[그림 4-9] 사격 제원 수정

[표 4-7] 수정 제원 정보

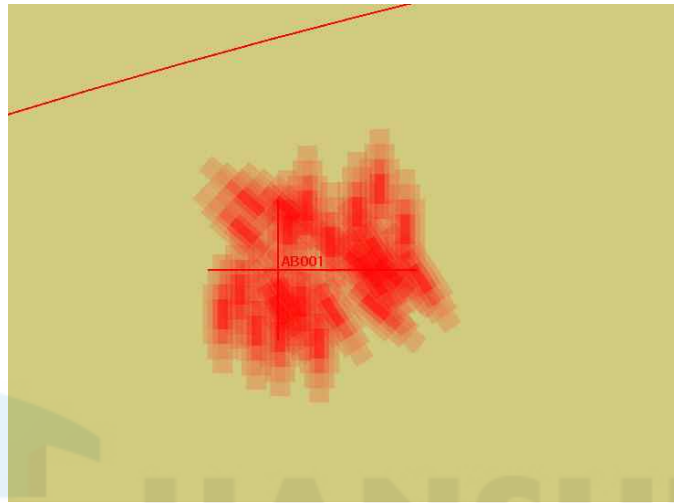
구분	1포	2포	3포	4포	5포	6포
편각	13m	8m	3m	-2m	-4m	-13m
사거리	27m	17m	3m	62m	61m	58m

1포병대대 1포대의 1~6포의 낙탄 지점 변경을 통해 편각과 사거리 정보를 확인하였으며 수정된 데이터를 기반으로 재 사격을 수행한 후의 명중률을 확인하면 [표 4-8]과 같다.

[표 4-8] 수정탄 명중률

부대	포대	1차 명중률	2차 명중률	3차 명중률	4차 명중률	5차 명중률	6차 명중률
1포병대대	1	78.76	80.62	77.21	79.94	79.64	76
	2	81.06	81.87	80.97	78.41	80.55	79.51
	3	78.23	80.21	78.91	76.71	74.43	78.2
부대	포대	7차 명중률	8차 명중률	9차 명중률	10차 명중률	명중률 평균	
1포병대대	1	76.7	77.61	78.75	79.64	78.48	
	2	79.55	80.56	79.5	79.53	80.15	
	3	78.21	72.45	79.07	80.25	77.66	

[표 4-8]에서와 같이 1, 2, 3포대 별 수정탄 명중률의 평균은 각각 78.48%, 80.15%, 77.66%로 확인되었다. 낙탄 지점에 대한 가시화 결과는 [그림 4-10]과 같다.



[그림 4-10] 수정탄 낙탄 지점 가시화 결과

위 시뮬레이션 시험 결과를 통해 최초 식별된 표적 정보에 대한 사격 제원을 기반으로 초탄 사격을 수행하였으며 그에 따른 낙탄 지점 가시화를 통해 포탄 사격 결과가 어떤지 확인할 수 있었으며 그에 따른 사격 발수 대비 표적 명중률을 확인하였다. 또한, 사격 제원 수정을 통해 재 사격을 실시하였으며 변경된 제원 데이터(편각, 사거리)에 따른 사격 결과 및 개선된 사격 발수 대비 표적 명중률을 확인할 수 있었다. 초탄과 수정탄 명중률 비교를 통해 수정탄의 표적 명중률이 개선되었음을 [표 4-9]를 통해 확인할 수 있다.

[표 4-9] 명중률 비교

종류	포대 평균 명중률(%)		
	1	2	3
초탄	58.85	62.91	46.26
수정탄	78.48	80.15	77.66

1포대 초탄 사격 제원으로 100발 사격 시 명중률이 58.85%임을 확인하였다. 즉, 초탄 사격 제원으로 수정탄 사격 제원의 명중률인 78.48%를 달성하기 위해서는 133발의 사격이 필요하다. 이를 통해 시뮬레이션을 통해 수정 사격 제원을 활용한다면 33발의 포탄을 절약할 수 있다는 결론을 얻을 수 있다. 이와 같은 결론을 통해 2포대의 경우 초탄 사격 제원으로 100발 사격 시 62.91%였으므로 수정탄 사격 제원 명중률인 80.15%를 달성하기 위해서는 127발의 사격이 필요하며 이를 통해 27발의 포탄을 절약할 수 있음을 알 수 있다. 마지막으로 3포대의 경우 초탄 사격 제원으로 77.66%의 명중률을 달성하기 위해서는 167발의 포탄이 필요하며 이를 통해 67발의 포탄을 절약할 수 있음을 확인할 수 있다.

포병 사격을 모의하기 위한 현재 위게임 모델은 공산오차에 대한 기본적인 사항이 반영되어 있지 않아 사격 후 정확한 포탄의 낙탄 지점을 판단할 수 없다. 또한, 중심 화력 운용 시 사탄 관측 제한으로 무관측 사격 지역에서는 표적에 대한 정확한 사격을 실시 할 수 없다. 이러한 제한으로 인해 포병 탄약 소요의 정확한 수치를 판단하기에도 어려움이 있다. 이러한 제한을 해결하기 위해 포병 사격 분석 시뮬레이션은 공산 오차 개념 적용을 통해 실 사격 결과와 유사한 결과를 도출할 수 있도록 구현하였다. 이를 통해 실 사격 전 시뮬레이션을 통해 낙탄 지점에 대한 결과를 사전에 확인할 수 있었으며 수정 사격에 대한 사격 제원 데이터(편각, 사거리)를 확인할 수 있었다. 이 데이터를 활용하여 사격지휘소에 전달한 후 적용하여 시뮬레이션과 유사한 결과를 확인할 수 있다면 초탄을 절약할 수 있을 것으로 생각된다. 즉, 초탄 사격을 포병 사격 분석 시뮬레이션을 통해 수행하여 포탄 절약을 위한 사격 제원을 제공해 줄 수 있으며 실 사격과 동일한 효과를 가지는 최적의 포탄 소요를 산출하는데 많은 도움이 될 것이다.

제 5 장 결 론

포병 사격의 경우 사격 사거리가 길어질수록 사거리/편의 공산오차가 커지기 때문에 명중률이 떨어진다. 하지만 훈련을 위한 다양한 워게임 모델들에는 공산오차의 개념이 반영되지 않았기 때문에 실 사격 훈련과는 거리가 있다. 그렇기 때문에 워게임 모델을 통해서 포탄수를 절약할 수 있는 방법이 없다.

본 논문에서는 공산오차를 적용한 포병 사격 분석 시뮬레이션 개발을 통해 개별 탄별 낙탄 지점을 가시화하였으며 수정된 사격 제원 통한 수정탄 사격 낙탄 지점을 가시화하여 실 사격 활용 시 수정된 사격 제원을 제공하여 초탄을 절약하기 위한 방안을 연구하였다.

본 연구에서 공산오차와 포병 사격 발생 오차 개념을 적용한 포병 사격 분석 시뮬레이션을 통해 실 사격과 유사한 결과를 도출하고자 하였으며 초탄 명중률을 계산하기 위한 사격 제원 수정 방안을 제시하였다. 시뮬레이션 시험을 통해 초탄 명중률과 수정탄 명중률을 비교할 수 있었으며 사격 제원 수정을 통해 수정탄의 명중률이 향상되었음을 확인하였다. 또한, 명중률 대비 포탄수를 확인한 결과 시뮬레이션을 통해 수정탄 사격 제원으로 사격 시 포탄을 절약할 수 있음을 확인하였다. 이를 통해 수정된 사격 제원을 실 사격에 활용하게 된다면 초탄에 사용되는 포탄을 절약할 수 있을 것이다.

[표 5-1] 시뮬레이션 결과 포탄 절약 수

	1포대	2포대	3포대
포탄 절약 수	33	27	67

끝으로 본 연구는 입력된 사격 제원을 통한 명중률을 파악하여 포탄 수를

절약하는데 국한하여 분석 하였지만 향후 표적 사격 효과에 대한 영향성을 분석하여 적용한다면 실 사격과 유사한 표적 파괴 요망효과를 판단하는데 더 도움이 될 것으로 생각된다.

본 연구의 결과가 포병의 포탄 소요량 판단의 정확도 향상과 지휘관의 포병사격 요망효과 달성에 기여하고 포병 사격 간 발생하는 포탄 소모량을 최소화하여 군 전투력 향상과 국방비 절감에 도움이 되기를 기대한다.



참 고 문 헌

1. 국내문헌

- 육군본부. (2018). 『지상군자원소요분석모델 모의논리분석서』. 육군본부.
- 김구한. (2001). 『공산오차를 이용한 간접화기 사격효과 향상방안에 관한 연구』. 배재대학교.
- 육군본부. (1999) 야전교범 23-40 81밀리 박격포(KM187). 육군본부.
- 이승호. (2005). 『지상전술 C4I 체계하의 통합화력운용 의사결정지원체계 연구』. KAIST.
- 김세용, 이재영. (2008). 명중확률 개선 및 효율적인 대화력전 수행방안』. 한국시뮬레이션학회논문지.
- 김종환, 안남수. (2020). 『몬테칼로 시뮬레이션 기반의 다수 지상 연성표적에 대한 최적 조준점 산출』. 한국시뮬레이션학회논문지.
- 박진호, 최상영, 김영호. (2015). 『무기체계 3차원 건물표적에 대한 간이 파괴효과분석 방법론 연구』. 한국시뮬레이션학회논문지.
- 임종원, 이태억. (2012). 『시뮬레이션을 활용한 대화력전 분석에 관한 연구』. 대한산업공학회 춘계공동학술대회 논문집.
- 문호석. (2020). 『위게임 모델의 포병 피해평가 모의논리 개선을 위한 공산 오차 모델링 연구』. 한국군사학논집.
- 이장형, 최병규. (2008). 『효율적인 포병 사격을 위한 표적처리에 대한 연구』. 대한산업공학회 추계학술대회 논문집.
- 김현식, 홍석준, 권동호, 김주현, 마정목. (2018). 『UML을 활용한 미래전 대비 포병 사격지휘 자동화 발전방향 연구』. 한국CDE학회 논문집.

2. 국외문헌

Army Headquarters. 2010, *Artillery(Fire Direction)*, FM 32-3. Army Headquarters.

Army Headquarters. 2012, *Fire*, FM-Standard 4-1. Army Headquarters.

Army Headquarters. 2017, *Artillery Operations*, FM-Application 4-1. Army Headquarters.



ABSTRACT

Artillery shooting analysis simulation development and application research

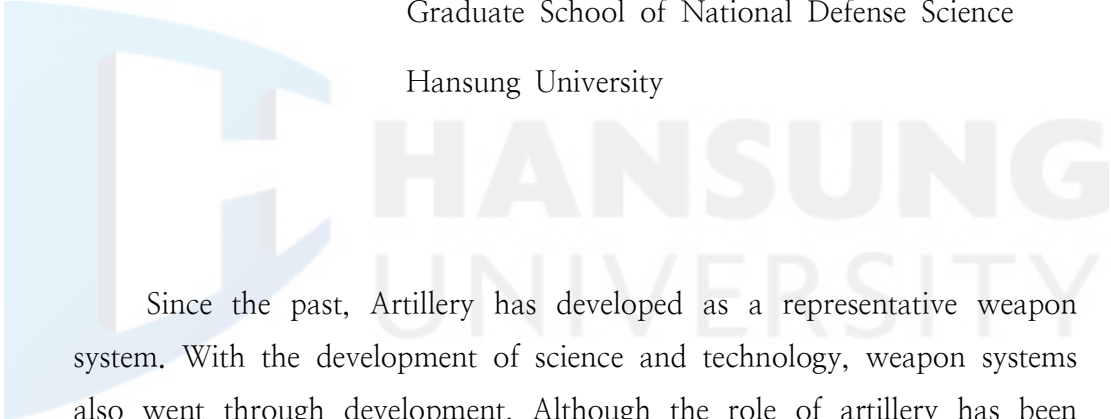
Lee, Jae-Eon

Major in National Defense Information Science

Dept. of National Defense System

Graduate School of National Defense Science

Hansung University



Since the past, Artillery has developed as a representative weapon system. With the development of science and technology, weapon systems also went through development. Although the role of artillery has been reduced compared to the past, it is still playing an indispensable role in ground warfare.

After firing the first shot, the artillery fires with a modified shot through the modification of the shooting specifications to more accurately determine the target location and fire. In this case, since the first shot has to rely only on the given shooting specifications, it is not possible to determine the exact drop point for the target through the first shot. Therefore, it is necessary to fire crystal bullets to accurately hit the target.

In this paper, a simulation was developed and applied to prevent

wasting of ammunition for the first shot by predicting the drop point for each ammunition through artillery shooting analysis simulation and visualizing the dropping point for the modified ammunition through the modified shooting specifications.

【Keyword】 Artillery, Shelling point prediction, Artillery shooting analysis simulation

