

전투실험 분석을 위한 최적화 시뮬레이션 프레임워크

강종구* · 이민규 · 김선범 · 황근철 · 이동훈

Optimized Simulation Framework for the Analysis in Battle systems

Jong-Gu Kang* · Minkyu Lee · Sunbum Kim · Kun-Chul Hwang · Donghoon Lee

ABSTRACT

The tactical employment is a critical factor to win the war in the modern battlefield. To apply optimized tactics, it needs analyses related to a battle system. Normally, M&S (Modeling & Simulation) has been studied to analyze data in general problems. However, this method is not suitable for military simulations because there are many variables which make complex interaction in the system. For this reason, we suggested the optimized simulation framework based on the M&S by using DPSO (Discrete binary version of PSO) algorithm. This optimized simulation framework makes the best tactical employment to reduce the searching time compared with the normal M&S used by Monte Carlo search method. This paper shows an example to find the best combination of anti-torpedo scenario in a short searching time. From the simulation example, the optimized simulation framework presents the effectiveness.

Key words : M&S (Modeling & Simulation), PSO (Particle Swarm Optimization), DPSO (Discrete binary version of PSO), Optimized simulation framework

요약

다양한 변수들이 존재하는 현대의 전투전장에서는 운용전술에 따라 전투의 양상이 결정되기 때문에 최적화된 운용전술을 도출하는 연구가 필요하다. 기존의 M&S(Modeling & Simulation) 연구에서는 몬테 카를로 실험을 통해 변수들을 분석하는 것이 일반적이다. 그러나 이 방법은 상호 복합적으로 작용하는 다수의 변수들의 모든 조합에 대해 시뮬레이션을 수행하기 때문에, 많은 수행시간이 소요되고 최적의 운용전술 도출을 위한 별도의 분석이 필요하다. 본 논문에서는 최적화 요소를 찾는 전산탐색 기법 중 하나인 DPSO(Discrete binary version of PSO) 알고리즘을 기반으로 하는 최적화 시뮬레이션 프레임워크를 제안하였다. 최적화 시뮬레이션 프레임워크는 짧은 시간 내에 최적화된 운용전술을 도출하기 위하여 설계되었다. 본 연구에서는 아군 수상함이 적 어뢰로부터 회피하는 사례를 적용하여 최적화 시뮬레이션 프레임워크의 탐색 성능을 확인하였다. 이를 통해 최적화 시뮬레이션 프레임워크의 효율성을 제시하였다.

주요어 : M&S (Modeling & Simulation), PSO (Particle Swarm Optimization), DPSO (Discrete binary version of PSO), 최적화 시뮬레이션 프레임워크

1. 서론

1.1 연구배경

현대의 전장상황에서는 다양한 전투무기요소들이 존재하여 전투상황에 맞는 최적의 운용전술을 도출하는 것이

중요하다^[1]. 전장에서는 운용전술로 인하여 전투의 양상이 달라지므로 전투상황에 영향을 끼치는 요소들을 분석하여 최적의 운용전술을 사용해야 한다. 과거의 경우 전장에 영향을 끼치는 요소들이 단순하고, 제한적이었기 때문에 운용전술 도출이 간단하였지만, 현대의 복잡한 전장상황에서 기존에 도출된 전투운용전술계획을 그대로 지속하는 것은 적합하지 않다. 따라서 다양한 경우의 수를 비교분석하여 끊임없이 변하는 전장상황에서 최적의 운용전술을 신속하게 도출하는 방법이 필요하다. 국방 전투 운용전술 분석에서는 실제전장을 상황을 모의한 모델기

Received: 21 October 2014, **Revised:** 1 June 2015,
Accepted: 1 June 2015

***Corresponding Author:** Jong-Gu Kang
E-mail: kangjg@add.re.kr
Agency for Defense Development

반의 시뮬레이션이 사용되어지고 있다. 모델기반의 시뮬레이션은 실제와 유사하게 전투객체와 전투 환경을 모사하여 반복적인 수행과정을 통해 신뢰성을 확보할 수 있으며, 위험요소를 최소화 시킬 수 있기 때문에 주목 받고 있다^[2]. 그러나 모델기반의 시뮬레이션은 다양한 전투요소들로 인하여 전술복잡도가 높은 전장상황에서는 최적의 운용전술을 도출하기까지 많은 수행시간이 소모된다. 또한, 전투의 결과가 ‘성공’ 또는 ‘실패’ 두 가지 중 하나의 값을 따르는 베르누이 시행과 결과를 예측 할 수 없는 비결정적인 특징을 가지는 군사시뮬레이션에 적용하기에는 어려움을 가진다^[3].

본 논문에서는 DPSO(Discrete binary version of Particle Swarm Optimization) 기법을 사용하여 모델기반 최적화 시뮬레이션 프레임워크를 개발하였다. 프레임워크의 기반이 되는 통합개발환경(IDE, Integrated Development Environment)은 수상, 수중무기체계의 교전 또는 운용효과도 분석을 목적으로 하며 잠수함, 수상함, 어뢰등 해군 무기체계 분석을 위한 해양 무기체계 통합 시뮬레이션(QUEST, Quick assembly Unified Engineering Simulation Toolkit)을 사용하였다^[4,5]. 해양 무기체계 통합 시뮬레이션(QUEST)으로 모델링된 전장시나리오에서 신속히 최적의 운용전술을 찾기 위한 방법으로 최소한의 시간 안에 복잡하고 대규모의 문제를 해결하는 메타 휴리스틱방법론 중 하나인 DPSO알고리즘을 적용하였다. DPSO알고리즘은 어떠한 문제의 결과가 정확하게 존재하지 않을 경우, 주어진 시간 내에 모든 탐색공간을 확인할 수 없을 경우에 유용하게 사용되어진다^[6]. 이산적인 문제를 해결하기 위한 연구(2013, 임동순)에서 7가지 종류의 평가함수를 사용하여 유전자 알고리즘, PSO, DPSO, MVPSO(Multi-Velocity PSO)을 비교 분석하였고, DPSO알고리즘이 타 알고리즘에 비하여 초기에 신속하게 최적의 해로 찾아가는 것을 확인하였다^[7].

1.2 관련 연구 및 제안한 프레임워크의 기여도

국방 분야에서는 전술에 영향을 끼치는 요소들을 분석하기 위해 몬테 칼로 방법이 사용되어져 왔다. 분석변수들을 설정하고 수치적으로 일련의 난수를 반복적으로 발생시켜 효과도를 분석하였다^[8]. 이와 같은 방법은 분석하고자하는 요소들이 제한적일 경우 용이하나 전술복잡도가 높으며 결과를 예측 할 수 없는 경우에는 분석 소모시간이 증가하여 단 시간 내에 최적의 운용전술을 도출하는 군사시뮬레이션에는 사용하기에 어려움을 가진다.

유전자 알고리즘과 군집 분석을 이용한 확률적 시뮬레이션 최적화기법(1999, 이동훈)과 PSO법을 응용한 확률적 시뮬레이션의 최적화 기법(2013, 김선범)에서는 알고리즘을 사용하여 최적화 문제를 해결하는 연구를 하였다. 다양한 해집합을 형성하는 군집의 적합도를 분석하여 실제 해에 수렴하는 속도를 향상시킨 변형된 유전자 알고리즘과 결과가 확률적으로 나타나는 군사시뮬레이션에 특징을 가지는 응용된 DPSO 알고리즘을 제안하였다^{[3][9]}. 단순 유전자 알고리즘과 PSO 알고리즘에 비하여 탐색오차가 적고 효율적으로 최적의 해를 찾아가는 장점을 가지나 실제 군사시뮬레이션 모델에 적용한 사례가 없어 추가적인 검증이 필요하다.

위게임 시뮬레이션에서 전장상황을 고려한 최적경로 모델링 및 시뮬레이션(2010, 이성용)연구에서는 유전자 알고리즘을 실제 군사시뮬레이션 모델에 적용하여 최적의 경로를 찾는 방법은 제안하였다^[10]. 군사시뮬레이션에 유전자 알고리즘을 적용하여 해를 찾는 구조에 가치를 가지나, 유전자 알고리즘이 전장 환경 모델 중 하나인 지휘 통제 모델 내부에 구현되어있어 일반적인 국방 시뮬레이션 적용에는 한계를 가진다.

DPSO 알고리즘이 적용된 최적화 시뮬레이션 프레임워크에서는 전장시나리오 모델과 최적화 알고리즘이 분리되어 있다. 전장시나리오를 모의한 분석모델, DPSO 알고리즘이 적용된 실험계획기, 시뮬레이션을 고속으로 수행하는 수행기로 구성되어 있어 해당 전장시나리오에 영향을 미치는 다수의 변수들을 손쉽게 설정하여 신속히 최적의 운용전술을 도출할 수 있다. 또한, 해양무기체계 통합 시뮬레이션(QUEST)에서 제공하는 표준 전투객체 모델라이브러리를 사용하여 재사용성의 장점을 가지고 있다^[11]. 실험변수설정의 용이함, 프레임워크 재사용성은 전술복잡도가 높은 국방시뮬레이션에서 신속하게 최적의 운용전술을 도출하는데 기여한다.

1.3 논문의 구성

논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 구현된 최적화 시뮬레이션 프레임워크의 세부구조인 실험계획기, 분석모델, 수행기를 소개한다. 3장에서는 최적화 프레임워크 실행 과정에 대하여 설명하고 4장에서는 최적화 프레임워크를 사용한 시뮬레이션 응용사례를 기술한다. 5장에서 결론 및 향후 연구방향을 서술한다.

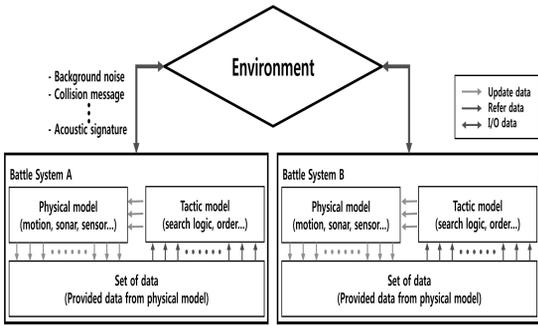


Fig. 3. The schematic between a system and an environment model

록되고, 전술모델은 데이터 집합 장소에 기록된 값들을 참조하는 구조를 가진다^[11].

2.3 수행기(Computation system)

수행기는 실험계획기와 분석 모델에서 계획한 시뮬레이션 과정을 고속으로 처리하기 위하여 대용량 데이터 분산 처리 기능으로 설계되었다. 클러스터 관리 PC를 통하여 각각의 고속 컴퓨팅 기능을 가진 PC에 병렬로 업무(Job)를 할당하고, 결과를 취합하여 반환한다(Fig. 4 참조).

3. 프레임워크 실행 과정

최적화 시뮬레이션 프레임워크는 DPSO 알고리즘이 적용된 실험계획기, 전장시나리오를 모사한 분석 모델, 실험계획기와 분석 모델에서 계획한 내용을 고속으로 계산하는 수행기로 구성되어있다(Fig. 5 참조).

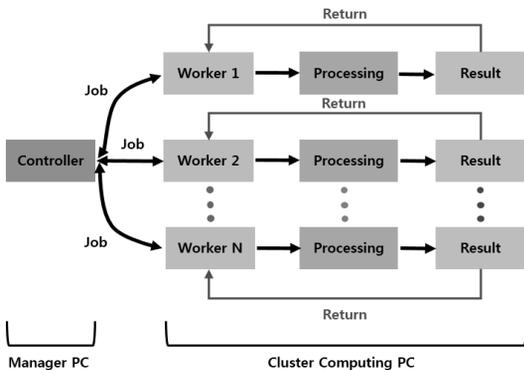


Fig. 4. The process of maintaining computing PC

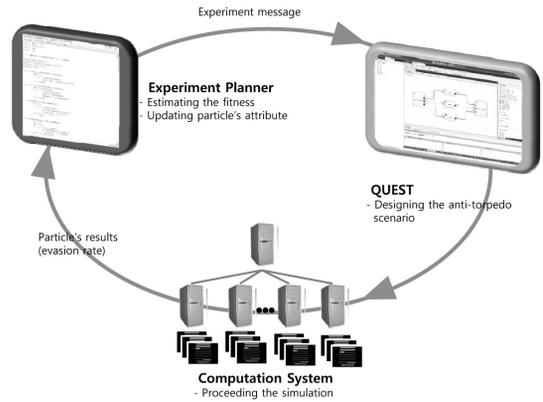


Fig. 5. The framework of the optimized simulation

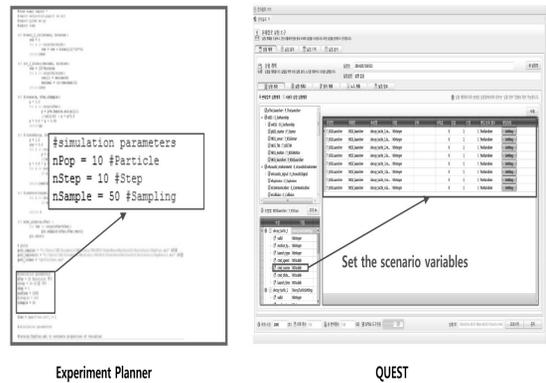


Fig. 6. The initialization of experiment planner and QUEST

3.1 초기설정

최적화 시뮬레이션 프레임워크를 사용하여 시뮬레이션을 진행하기 전 실험계획기 및 분석모델을 초기 설정한다. 우선 실험계획기에서는 사용할 입자, 샘플링, 반복수를 설정한다. 분석모델에서는 기존의 몬테 카를로 도구를 사용하여 분석할 변수를 선택하여 계획 창에 이동시킨다(Fig. 6 참조).

3.2 최적화 시뮬레이션 시작

실험계획기 및 분석모델의 초기설정이 종료되면 몬테 카를로 서버를 클릭하여 서버를 실행시킨다. 서버가 정상적으로 실행이 되면 노드 계획 창을 통해 최적화 시뮬레이션을 고속으로 수행하는 수행기 목록을 확인할 수 있다. 정상적으로 서버가 동작되는 것을 확인한 후, 최적화 도구연동 탭을 'OFF' 상태에서 'ON' 상태로 전환하고, 실

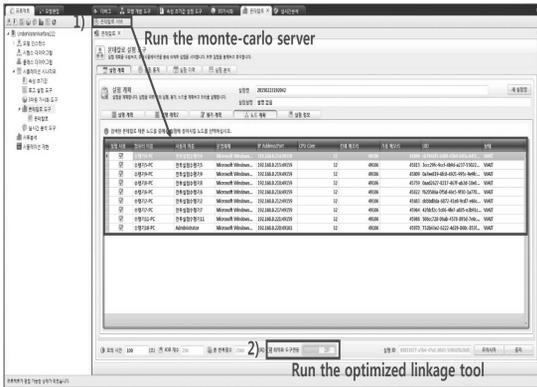


Fig. 7. The setting of QUEST for starting the optimized simulation framework

험계획기를 실행시킨다(Fig. 7 참조).

3.3 최적화 시뮬레이션 동작 및 종료

앞선 시뮬레이션 준비과정이 종료되면 Fig. 5과 같은 순환 고리 형태로 시뮬레이션을 진행한다. 자세한 시뮬레이션 과정은 아래와 같다.

- 1) 분석모델에서 설정한 변수들을 실험계획기로 전달
- 2) 실험계획기에서는 전달 받은 실험변수를 바탕으로 임의의 값을 정하여 실험계획 메시지 작성한 후, 분석모델로 전송
- 3) 분석모델에서는 전송받은 실험계획 메시지를 구현된 시뮬레이션 시나리오에 적용
- 4) 수행기에서는 시뮬레이션 진행 및 결과 값 실험계획기로 전달
- 5) 실험계획기에서 최고의 해를 가지는 입자의 변수 값을 찾고, 최고의 해를 가지는 입자를 참고하여 다음 스텝에서 적용할 입자들의 변수 값 재설정(DPSO 알고리즘 원리)하여 실험계획 메시지 작성한 후 분석모델로 전송
- 6) 3~5 과정 반복(시뮬레이션 종료조건이 만족할 때까지)
- 5) 최종적으로 최적의 변수 값 도출

4. 프레임워크 응용 사례

4.1 시나리오 계획

본 시뮬레이션에서는 아군 수상함이 적 잠수함으로부터 발사된 어뢰를 회피하는 시나리오를 설계하였다. 일반

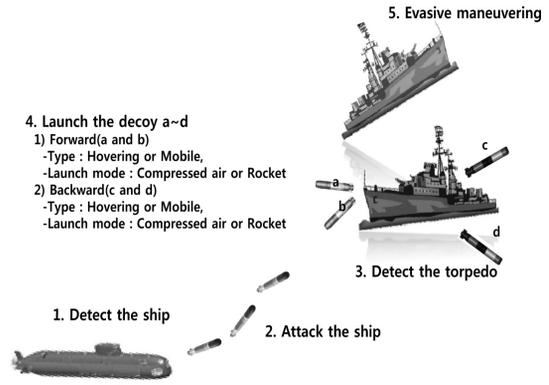


Fig. 8. The simulation scenario of the anti-torpedo

적으로 수상함은 어뢰를 회피하기 위하여 아함과 유사한 방사소음을 발생시키는 기만기를 사용하여 어뢰를 기만한다^[14]. 기만기를 어떻게 운용하는지에 따라 아군 수상함의 생존 확률이 결정되므로 최적화된 기만기 운용전술 분석이 요구된다.

전장시나리오는 아군 수상함 한 척과, 적 잠수함 한 척이 참여하는 수중전장을 구성하였다. 적 잠수함이 아군 수상함을 탐지하여 어뢰를 발사하고, 적 어뢰를 탐지한 아군 수상함은 기만기운용 및 회피기동을 실시하여 적 어뢰를 회피하는 단계로 시뮬레이션이 진행된다(Fig. 8 참조).

정해진 시뮬레이션 시간동안 적 어뢰는 아군 수상함을 탐색하여 공격하는 과정을 거친다. 시뮬레이션 시간이 종료된 후 아군 수상함이 적 어뢰로부터 회피에 성공하면 생존에 성공하였다고 평가한다. 적 어뢰 회피율에 영향을 끼치는 일반적인 기만기 속성 값은 아래의 Table 1과 같다.

기만기 유형과 발사 모드를 변수로 설정하여 아군 수상함이 적 어뢰를 탐지하였을 때 적 어뢰 전방좌우측으로 각각 기만기 1발, 수상함 후방 좌우측으로 각각 기만기 1발씩을 발사하도록 설정하여 아군 수상함의 회피율을 분석하였다. 기만기의 수는 총 4발, 기만기의 유형은 2가지

Table 1. The general tactical values of a decoy

	Decoy
Direction	Forward, Left, Right and Backward
Type	Hovering and Mobile
Launch mode	Compressed air and Rocket
Speed (m/s)	Any value

Table 2. The experiment plan of anti-torpedo simulation (D1~D4 = decoy numbers)

	D1	D2	D3	D4
Direction (Fixed)	Forward	Forward	Backward	Backward
Type	Hovering or Mobile			
Launcher mode	Compressed air or Rocket			
Speed (Fixed)	Hovering : 0 m/s Mobile : 10 m/s			

(부유식, 자항식), 기만기의 발사 모드는 2가지(압축공기식, 로켓식)로 설정하였다. 기만기 1발이 사용할 수 있는 경우의 수는 4가지이며, 기만기 4발의 경우에는 총 256가지의 경우의 수를 가진다.

고정식 기만기의 속력은 0 m/s, 자항식 기만기의 속력은 10 m/s 로 고정하였고, 기만기 1번부터 4번까지 유형과 발사 모드를 변화시켜가면서 최적의 기만기 운용전술 조합을 찾는 시뮬레이션을 수행하였다(Table 2 참조).

해양 무기체계 통합 시뮬레이션(QUEST)에서 제공하는 몬테 칼로 방법과 본 연구에서 제안한 최적화 시뮬레이션 프레임워크 방법을 사용하여 아군 수상함의 회피율에 영향을 끼치는 기만기 운용전술을 찾아내는 탐색 횟수를 비교분석 하였다.

4.2 시뮬레이션 결과 비교분석

해양 무기체계 통합 시뮬레이션(QUEST)에서 제공하는 몬테 칼로 방법에서는 최적의 기만기 운용전술 조합을 찾기 위해서는 모든 경우의 수를 분석해야 한다. 총 256가지의 경우의 수를 설정하고 신뢰도를 확보하기 위하여 각각의 경우에 대하여 100번씩 반복수행(총 25,600번)하여 평균값(아군 수상함의 적 어뢰 회피율)을 계산하였다(Fig. 9 참조).

최적화 프레임워크를 이용한 시뮬레이션에서는 입자 수, 샘플링 수, 스텝 수에 따라 계산 량이 달라지며, 아래와 같은 관계식을 가진다.

$$Total\ computation = (P + 1) \times M \times T$$

여기서 P 는 입자 수(한 스텝에서 사용 할 기만기 운용전술의 경우의 수), M 은 샘플링 수(경우의 수에 대한 반복시뮬레이션 횟수), T 는 스텝 수(시뮬레이션 순환 횟수)를 의미하며 입자 수에 +1을 해주는 것은 앞서 2.1장에서

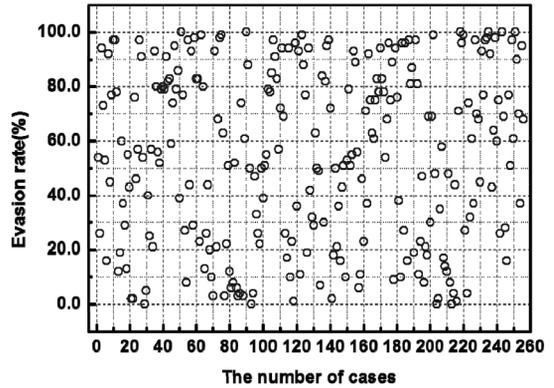


Fig. 9. The evasion rate of the surface ship using monte-carlo simulation

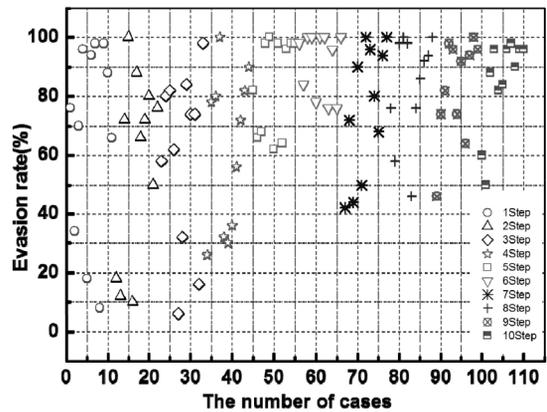


Fig. 10. The evasion rate of the surface ship using the optimized simulation framework

언급했던 최적치 주변의 과대평가치에 빠지는 오류를 방지하기 위한 재평가 부분이다. 본 최적화 프레임워크를 사용한 시뮬레이션에서는 $P=10, M=50, T=10$ 으로 설정하였고, 총 5,500번의 계산과정을 수행하였다.

초기스텝에서는 각각의 경우의 수들의 결과 값(아군 수상함의 적 어뢰 회피율)들이 무질서하게 분포되어 있지만, 스텝 수가 증가함에 따라 100%에 근접하게 분포된다(Fig. 10참조). 마지막 10번째 스텝에서 회피율이 95%이상인 결과 값들에 대한 정보(기만기 운용전술 조합)와 몬테 칼로 방법을 사용하여 얻은 결과 값을 비교하면 서로 유사하다(Table 3 참조).

몬테 칼로 방법에서 최적의 기만기 운용전술을 찾아내기 위해서는 모든 경우의 수(256가지)를 분석해야 하며 25,600번의 계산과정이 필요하다. 하지만 최적화 시뮬레

Table 3. The cases of the evasion rate (OSF=Optimized Simulation Framework, T=Type, L=Launch mode ; T(0)=Hovering, T(1)=Mobile, L(0)=Rocket and L(1)=Compressed air)

	Decoy condition								Evasion rate(%)	
	D1		D2		D3		D4		Monte-carlo	OSF
	T	L	T	L	T	L	T	L		
A	1	0	0	0	1	0	1	0	97	96
B	1	0	1	1	0	0	1	0	94	96
C	1	1	1	0	1	0	1	1	92	98

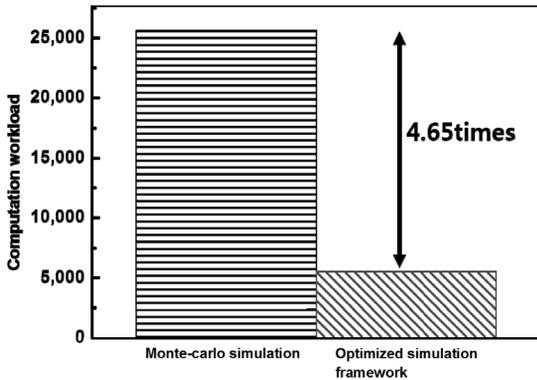


Fig. 11. The computation workload of the monte-carlo and optimized framework simulation

이션 프레임워크를 사용한 방법에서는 몬테 칼로 방법에 비하여 적은 5,500번의 계산과정과 110번의 경우의 수를 통해 최적의 기만기 운용전술을 찾아낸다(Fig. 11 참조).

5. 결 론

본 연구에서는 다양한 변수가 상호 복합적으로 존재하며, 예측이 불가능한 국방시뮬레이션에서 효율적으로 최적의 운용전술을 신속하게 도출하기 위하여 알고리즘이 적용된 실험계획기, 전장시나리오를 모사한 분석 모델, 시뮬레이션을 고속으로 계산하는 수행기로 구성된 최적화 시뮬레이션 프레임워크를 제안하였다. 실험계획기에 적용된 알고리즘은 재평가 방법이 적용된 DPSO기법으로 일반적인 알고리즘에서 나타나는 국부적 최적치, 전역적 최적치 주변의 과대평가치 오류를 개선한다. 전장시나리오를 모사한 분석모델은 기존의 해양 무기체계 통합 시뮬레이션(QUEST)을 사용하였다.

제안된 최적화 시뮬레이션 프레임워크를 사용하여 아

군 수상함이 적 어뢰로부터 회피하기 위한 최적화된 기만기 운용전술을 찾는 시뮬레이션을 수행하였다. 최적화 시뮬레이션 프레임워크는 기존 해양 무기체계 통합 시뮬레이션(QUEST)에서 제공하는 몬테 칼로 방법에 비하여 적은 계산 횟수(약 4.65배), 경우의 수(약 2.32배)를 사용하여 신속하게 최적화 기만기 운용전술을 찾아냈다.

앞으로 기만기 운용전술에 국한되지 않고 수상전, 대공전, 지상전과 같은 다양한 전장 환경들이 적용되어지는 국방시뮬레이션에서 최적화 시뮬레이션 프레임워크를 사용하여 신속하게 최적화된 운용전술을 도출하는 연구를 하고자 한다.

References

1. Koh, W., "War paradigm shift and its implications for korea military operation", The Quarterly Journal of Defense Policy studies, Vol. 26, No. 4, pp. 9-46, 2010.12.
2. Hwang, K.C., "The anti air warfare analysis & design of the patrol killer experiment combat system by the model-based-simulation", Journal of the Korea Society for Simulation, Vol. 16, No. 4, pp. 23-31, 2007.12.
3. Lee, D.H. and Huh, S.P., "Genetic algorithm and clustering technique for optimization of stochastic simulation", Journal of the Korea Institute of Military Science and Technology, Vol. 2, No. 1, pp. 90-100, 1999.6.
4. Lee, Y.H., Cho, K.T., Lee, S.Y., Hwang, K.C. and Kim S.H. "Framework and tools for rapid M&S component development and reusability", Journal of the Korea Society for Simulation, Vol. 22, No. 4, pp. 29-38, 2013.12.
5. Hwang, K.C., Lee, M.K., Han S.J., Yoon J.M., You Y.J., Kim, S.B., Nah, Y.I., Kim J.H. and Lee, D.H., "The DEVS integrated development environment for simulation-based battle experimentation", Journal of the Korea Society for Simulation, Vol. 22, No. 4, pp. 39-47, 2013.12.
6. J. Kennedy and R. Eberhart, "Particle swarm optimization", IEEE International Conference, pp. 1942-1948, 1997.
7. Yim, D.S., "Particle swarm optimizations to solve multi-valued discrete problems", Society of Korea Industrial and Systems Engineering, Vol. 36, No. 3,

- pp. 63-70, 2013.9.
8. Nah, Y.I., Lee, S.Y., Yoon, H.S., “The development of torpedo defense experimental technique based on M&S”, Journal of the Korea Institute of Military Science and Technology, Vol. 13, No. 5, pp. 818-823, 2010.10.
 9. Kim, S.B., Kim, J.H., and Lee, D.H., “A study of modified PSO for the optimization of stochastic simulations”, Journal of the Korea Society for Simulation, Vol. 22, No. 4, pp. 21-28, 2013.12.
 10. Lee, S.Y., Jang, S.H., Lee, J.S., “Modeling and simulation of optimal path considering battlefield-situation in the war-game simulation”, Journal of the Korea Society for Simulation, Vol. 19, No. 3, pp. 27-35, 2010.9.
 11. Han, S.J., Lee, M.K., “ Development of underwater warfare models on the naval weapon systems”, Journal of the Korea Society for Simulation, Vol. 22, No. 4, pp. 1-9, 2013.12.
 12. J. Kennedy, “The behavior of particles”, Evolutionary Programming VII, Lecture Notes in Computer Science, Vol. 1447, pp. 579-589, 1998.
 13. J. Kennedy and R. Eberhart, “A discrete binary version of the particle swarm algorithm”, IEEE International Conference on Systems, pp. 4104-4108, 1997.
 14. Kang, J.H., Lee, S.J., Cha, J.H., Yoo, S.J., Lee, H.K., Lee, K.Y., Kim, T.W., Ko, Y.S., “A simulation for the analysis of the evasive capability of submarine against a torpedo using DEVS modeling”, Journal of the Korea Society for Simulation, Vol. 14, No. 2, pp. 57-71, 2005.6.



강 종 구 (kangjg@add.re.kr)

2012 계명대학교 전자공학과 학사
2014 대구경북과학기술원 정보통신융합공학과 석사
2014~현재 국방과학연구소 제6기술연구본부 연구원

관심분야 : 모델링&시뮬레이션, 시뮬레이션 프레임워크



이 민 규 (messin@add.re.kr)

2006 경북대학교 전자전기공학부 학사
2008 한국과학기술원 전기및전자공학과 석사
2008~현재 국방과학연구소 제6기술연구본부 연구원

관심분야 : 국방 모델링&시뮬레이션



김 선 범 (kimsunbum@add.re.kr)

2011 Osaka university 지구중합공학과 선박해양공학 학사
2013 Osaka university 지구중합공학과 선박해양공학 석사
2013~현재 국방과학연구소 제6기술연구본부 연구원

관심분야 : 수치해석, 모델링&시뮬레이션, 유체역학, 전산유체역학(CFD)



황 근 철 (hkchul@add.re.kr)

2001 경북대학교 전자전기공학부 학사
2003 서울대학교 전기컴퓨터공학부 석사
2003~현재 국방과학연구소 제6기술연구본부 연구원

관심분야 : 무기체계 모델링&시뮬레이션, 체계시뮬레이션 및 체계성능분석(System Simulation & System Operational Performance Analysis), 모델기반 시뮬레이션, 시뮬레이션 프레임워크



이 동 훈 (dhlee@add.re.kr)

1986 고려대학교 통계학과 학사
1988 고려대학교 응용통계학 석사
1990~현재 국방과학연구소 제6기술연구본부 연구원

관심분야 : 국방 모델링&시뮬레이션, 최적화