

공학석사학위논문

수리모형을 이용한 기습상륙 워게임

Mathematical model for amphibious raid  
wargame

2012년 2월

서울대학교 대학원

산업공학과

임준성

수리모형을 이용한 기습상륙 워게임

Mathematical model for amphibious raid  
wargame

지도교수 정 성 진

위 논문을 공학석사 학위논문으로 제출함.

2012년 2월

서울대학교 대학원

산업공학과

임 준 성

임준성의 공학석사 학위논문을 인준함.

2012년 2월

위원장	(인)
부위원장	(인)
위 원	(인)

# 초 록

서울대학교 대학원

산업공학과

임 준 성

위게임은 미래에 예상되는 전쟁 또는 전투를 분석하여 군사문제를 계획하는데 사용된다. 그러나 가능한 모든 대안들을 분석하여 가장 좋은 결과를 찾는 데는 한계가 있다. 경영과학의 최적화 원리는 가능한 모든 대안들 중에서 의사결정자의 목적을 최대로 달성시키기 위해 한정된 자원과 시스템을 활용하는 방법으로 위게임에 적용시 의사결정에 많은 도움을 줄 것으로 판단된다. 그 중 게임이론은 게임참가자 간의 이해관계가 상반되는 경우, 최적 행태에 대해서 잘 설명해주는 이점이 있다. 본 논문에서는 기습상륙 전투를 위게임의 주요 고려요소를 바탕으로, 제로섬 게임의 수리모델로 제시한다.

주요어 : 최적화, 게임이론, 기습상륙, 위게임

학번 : 2010-22843

# 목 차

국문 초록	3
<b>1 서론</b>	<b>1</b>
1.1 연구 배경과 목적	1
1.2 논문의 구성	2
<b>2 기존 연구</b>	<b>3</b>
2.1 위게임 모델의 구성상 주요 고려요소	3
2.2 란체스터 모형	3
<b>3 기습상륙 수리모형화를 위한 주요 구성요소</b>	<b>5</b>
3.1 공격자와 방어자의 상반되는 목적	5
3.2 위게임 모델의 주요 고려요소	6
3.2.1 작전규모 및 전투묘사정도	6
3.2.2 전투지역크기, 총 전투시간, 전투시간단위	6
3.2.3 무기체계변수	8
<b>4 문제정의 및 수리모형</b>	<b>14</b>
4.1 문제정의	14
4.2 수리모형	14
4.3 수리모형 비교	15
<b>5 기습상륙 위게임 실험</b>	<b>18</b>
5.1 사전 정보	18
5.2 실험 자료	19
5.2.1 작전 규모	19

5.2.2	전투지역크기, 총 전투시간, 전투시간단위 . . . . .	19
5.2.3	무기체계변수 . . . . .	20
5.3	기습상륙 위게임 실험 설계시 관심사항 . . . . .	26
5.4	실험 결과 . . . . .	27
5.4.1	총 전투시간(T)이 20분인 경우 . . . . .	27
5.4.2	총 전투시간(T)이 25분인 경우 . . . . .	29
5.4.3	종합 . . . . .	30
<b>6</b>	<b>결론 및 추후 연구과제</b>	<b>31</b>
6.1	결론 . . . . .	31
6.2	추후 연구 과제 . . . . .	31
	<b>참 고 문 헌</b>	<b>33</b>
	<b>영문 초록</b>	<b>34</b>

# 1. 서론

## 1.1 연구 배경과 목적

전쟁(또는 전투)는 인간의 역사에서 떼어 놓을 수 없다. 이는 인간이 있는 곳에는 항상 전쟁이 있었다는 것이다. 특히나 대한민국은 북한과 군사적으로 대치중인 상황을 고려할 때 항시 전쟁 또는 전투가 발생할 것을 대비하여 준비하고 있어야 한다. 최근 북한의 천안함 폭침사건, 연평도 포격사건 등의 도발행위들을 볼 때 더욱 강조되어야 함은 분명하다.

전쟁, 전투를 준비하고 대비하는 것에는 군사력 강화(신형 무기체계 도입 등), 전쟁계획, 군사훈련 등이 있다. 그중에서 위게임은 미래에 예상되는 전쟁 또는 전투를 분석하여 군사문제를 계획하고 참고하는데 사용된다. 위게임의 주된 특성은 사람이 직접 의사결정자의 역할을 실행함으로써 의사결정 처리절차를 모의하는 것이라 할 수 있다.

그러나 위게임은 광범위한 여러가지 대안을 체계적으로 분석하는데 한계가 있다. 의사결정자의 결정이 전장환경, 여러 무기체계가 가진 특성들을 최대한 반영되는 결정이 아닐 수 있기 때문이다.

최근 C4I체계의 발달로 인해 네트워크 중심전이 가능해짐에 따라 지휘관의 지휘속도(speed of command)는 전장인식 공유와 공통상황도(COP)를 통해 변화된 상황을 인식하고 평가할 수 있어 단축되고, 작전반응 속도 및 템포는 증가되어 시너지 효과를 발휘할 수 있게 되었다.[7] 따라서 현대전에서 지휘관의 의사결정은 실시간으로 전장에 반영하고, 전투결과 또한 실시간으로 확인할 수 있어, 의사결정자는 최종단계에서 최선의 전투결과를 얻기 위해 매순간 최선의 의사결정을 해야 한다.

경영과학의 최적화 원리는 의사결정자의 목적을 최대로 달성시키기 위해 한정된 자원과 시스템을 활용하는 방법을 연구하는 것으로 위게임에 적용시 의사결정자에게 각종 전투상황에서의 의사결정에 많은 도움을 줄 것으

로 판단된다. 특히, 게임이론은 게임참가자 간의 이해관계가 완전히 상반되는 경우, 최적 행태에 대해서 잘 설명할 수 있어, 전투상황에 직면한 공격자와 방어자의 최적전략을 합리적으로 설명해 줄 것이다. [6]

본 논문에서는 기습상륙 전투를 워게임의 주요 고려요소를 바탕으로 제로섬 게임의 수리모델을 제시한다.

## 1.2 논문의 구성

본 논문은 1장에서는 연구배경과 목적을 설명하고, 2장에서는 워게임 모델의 주요 고려요소, 랜체스터 모형에 대해서, 3장에서는 기습상륙 수리모형화를 위한 주요 구성요소, 4장에서는 문제정의 및 수리모형, 5장에서는 기습상륙 실험, 마지막으로 6장에서는 결론과 추후 연구 방향에 대해서 언급하였다.

## 2. 기존 연구

### 2.1 위게임 모델의 구성상 주요 고려요소

본 논문은 기습상륙 위게임을 수리모형으로 묘사하는 것이기 때문에 먼저, 위게임 모델의 구성상 주요 고려요소가 무엇이 있는지 알아보도록 하겠다.

[5]에서 위게임 모델의 구성상 주요 고려요소에 대해 다음과 같이 설명한다.

첫째, 위게임에서 표현할 작전규모 및 전투 묘사정도이다. 위게임에서는 소부대를 위한 모델일 때는 묘사정도가 세밀하고 정교하지만, 대규모 부대를 위한 모델일 경우는 묘사정도가 개략화되고 가능한 각종 기능이 종합되어 묘사된다.

둘째, 전투가 발생할 수 있는 모든 지역이 포함되어야 하고, 전투시간단위가 정해져야 한다. 전투시간단위는 교전이 이루어진 후 교전결과가 반영되는데 걸리는 시간을 나타낸다.

셋째, 전투에 영향을 주는 무기체계변수, 작전변수, 전술적 결심 등의 반영이다. 각각의 무기체계는 탐지수단, 기동성, 방호정도, 명중률 등의 특성을 가지고 있기 때문에 이에 대한 요소를 반영해야 한다. 또한 전장환경, 작전계획, 전술적 결심사항 등에 따라 나타날 수 있는 공격시기, 철수, 노출정도, 취약성 등을 반영할 수 있어야 한다.

넷째, 전투결과를 평가하는 방법이다. 가장 많이 사용되는 방법으로 란체스터 모형이 있다.

### 2.2 란체스터 모형

1914년 Lanchester는 전쟁에서의 동질 군사력간의 전투에서 집중의 원칙을 계량적으로 보이는 수리적 모형을 제시하였다. 전투의 복잡한 상황을



결정적 미분방정식 모형으로 나타내어 전투분석에 많이 사용되며, 이를 수학적식으로 표현하면 다음과 같다. [5]

$$\begin{aligned}\frac{dB}{dt} &= -\beta R, \\ \frac{dR}{dt} &= -\rho B, \\ \beta, \rho, t &> 0, \quad B \leq B_0, \quad R \leq R_0\end{aligned}$$

$B$  :  $t$ 시간에  $B$ 군의 전투력 규모

$R$  :  $t$ 시간에  $R$ 군의 전투력 규모

$B_0$  :  $B$ 군의 초기 전투력 규모

$R_0$  :  $R$ 군의 초기 전투력 규모

$\beta$  :  $B$ 군의 전투 손실률

$\rho$  :  $R$ 군의 전투 손실률

$t$  : 시간

Lanchester 모형에서의 전투 손실률은 위의 수식에서 보는바와 같이 각군의 전투력 규모에만 비례하는 것을 가정한다. 이는 전투시간단위( $dt$ )동안 양군 전투시 모든 병력이 일정한 화력과 방호력을 갖고 전투하며, 모든 병력이 일정한 손실률로 감소함을 의미한다.

Lanchester 모형은 단일 무기체계 손실의 정량적인 측면은 잘 묘사하나, 다양한 무기체계 상호간의 전투손실, 전술 등의 정성적인 측면을 묘사하는데 한계가 있다.

따라서 본 논문에서는 다양한 무기체계 상호간의 전투와 전술 평가를 통해 Lanchester 모형의 한계를 보완한 수리모형을 제안하고, 이를 통해 기습상륙과 관련된 위게임에 적용하고자 한다.

### 3. 기습상륙 수리모형화를 위한 주요 구성요소

기습상륙 전투상황을 수리모형을 이용하여 제로섬 게임으로 모델링하기 위해서는 첫째, 공격자와 방어자의 상반되는 목적이 있어야 하고, 둘째, 위게임 모델의 구성상 주요 고려요소가 반영되어야 한다.

#### 3.1 공격자와 방어자의 상반되는 목적

경영과학의 최적화 원리는 의사결정자의 목적을 최대로 달성시키는 방법론이다. 특히 제로섬 게임은 게임참가자가 상반되는 목적을 가지고 있어야 수리 모형화가 가능하다.

전투는 공격자와 방어자가 있고, 승리하기 위해 상반되는 목적을 가지고 있다. 기습상륙의 전투상황을 생각해보면, 작전 승패의 요소가 여러가지 있겠지만, 전투범위를 상륙군이 출발하는 시점부터 상륙목표지까지 도달하는 시간으로 한정하여 생각해보면, 공격자는 상륙지역 점령을 위해서 다수의 상륙군이 목표지역에 도달해야 하고 방어자는 최대한 많은 상륙군을 해상에서 격멸하는 것이다. 언뜻 보기에, 방어자는 상륙군만 공격하게 되면 가장 좋은 결과를 얻는 것처럼 보이지만, 오히려 상륙기동부대(수상함정, 항공기 등)로부터 방어자의 무기체계가 일방적으로 공격받아 큰 피해를 얻어, 상륙군만 공격한 것이 더 많은 상륙군을 상륙시키게 되는 결과를 초래할 수 있게 된다. 따라서 방어자는 상륙기동부대와 상륙군 중 어떤 표적을 어떻게 공격해야 자신의 목적을 최대로 달성할 수 있는지를 알아야 한다.

기습상륙 전투상황에서 공격자와 방어자의 상반되는 목적을 정의하면 표 3.1과 같다.

하지만 모든 전투상황이 정확하게 공격자와 방어자의 상반되는 목적을 가지고 있다고 할 수 없기 때문에 다른 전투상황을 제로섬 게임으로 모델링

표 3.1: 기습상륙 전투상황 시 공격자와 방어자의 목적

---

공격자 목적 :	최단시간 내 상륙지점에 최대규모의 병력을 상륙
방어자 목적 :	제한된 시간 안에 최대한 많은 상륙군을 격멸

---

하게 위해서는 정확한 전투상황 분석이 요구된다.

### 3.2 위게임 모델의 주요 고려요소

#### 3.2.1 작전규모 및 전투묘사정도

위게임에 참가하는 작전규모는 초기에 투입되는 각 무기체계의 규모로 주어진다.

표 3.2: 초기 투입되는 작전규모 예시

---

공격자 :	상륙군 함정 ◦척, 상륙기동부대 함정 ◦척 등
방어자 :	전투함정 ◦척, 해안포 ◦문 등

---

그림 3.1은 노르망디 상륙작전의 전투상황을 나타낸 것으로, 상륙작전은 상륙군 및 상륙기동부대(수상함정, 항공기 등)와 대상륙방어부대(수상함정, 해안포, 항공기 등)의 다양한 무기체계로 이루어지는 대규모 전투상황이다. 따라서 본 연구에서는 전투모의 시 각종 기능을 종합하고 개략화하여 묘사한다.

#### 3.2.2 전투지역크기, 총 전투시간, 전투시간단위

전투지역크기는 2차원 평면이고, 총 전투시간은 상륙군이 출발위치로부터 상륙목표지까지 도착하는데 걸리는 시간으로 정의한다.



그림 3.1: 노르망디 상륙작전[8]

전투지역크기가 2차원 평면인 이유는 기습상륙은 해상으로 이동하며 이루어지는 전투이고, 해상은 지형적 제한 조건이 없기 때문이다.

전투시간단위는 이산시간으로 묘사한다. 이는 의사결정자에게 공격과 방어 전투결과에 대한 정보를 인식하고, 이후 공격과 방어의 전투방법에 대한 새로운 결심을 반영할 수 있는 모형을 구축하기 위해서이다. 또한 전투시간 단위에서 공격자와 방어자의 의사결정은 동시에 이루어지는 것으로 묘사한다. 이는 전투시간단위에서 이루어진 상대방의 의사결정에 대해서는 모르고, 다음 전투시간단위에서 알 수 있기 때문이다. 이산시간 모형의 전투손실 반영을 위해 표 3.3에 나와 있는 2가지 가정이 필요하다.

가정을 통해 확인할 수 있는 내용은 실제 전투를 정확하게 묘사하기 위해 단위시간을 짧게 하는 것은 전투모의를 정교하게 반영하는 장점이 있지만, 의사결정자의 결정시간이 짧고 정보전달 및 수행 소요시간을 반영하지 못하는 단점이 존재한다. 따라서 전투모의를 정밀하게 반영하면서 의사결

표 3.3: 이산시간 모형의 전투손실 반영을 위한 가정

- 
1. 각 무기체계의 전투력은 해당 단위시간내에서 일정하다.
  2. 해당 단위시간 안에 이루어진 전투결과는 다음 단위시간에 반영된다.
- 

정자의 결정시간을 보장하고 정보 전달과정이 반영되는, 적절한 단위시간을 정하는 것이 필요하다.

하지만, 실제 전투에서 무기체계의 전투손실은 일정시간이 지난 후에 나타날 수 있다. 왜냐하면, 공격이 시작된 후 적의 포탄이 명중되는데까지 걸리는 시간이 존재하고, 명중되었다고 하더라도 전투능력에 영향을 주지 않을수도 있기 때문이다. 또한 어떤 무기체계는 피해를 입더라도 파괴되기 전까지 전투능력이 감소하지 않을 수도 있다. 하지만 이는 불확실성이 많이 내포된 내용으로 본 논문에서는 다루지 않는다.

### 3.2.3 무기체계변수

먼저, 각 병력의 위치, 이동을 묘사해야 한다. 이를 위해서, 최초 각 무기체계의 위치를 정하고, 전투상황(기습상륙)에 맞게 전술적 결심을 포함하여 공격자와 방어자의 이동방향 및 속력을 정하여야 한다. 이를 바탕으로 전투시간단위별 공격자와 방어자 무기체계 상호간의 거리를 구한다. 이는 각 무기체계의 최대사거리(공격가능거리) 내에서 적 무기체계를 공격할 수 있도록 수리 모형화에 반영해야 하기 때문이다.

그림 3.2는 공격자와 방어자 무기체계의 최초위치와 이동속력, 사거리를 나타낸 것으로 00:00시에 방어자는 공격자를 공격할 수 있지만, 공격자는 5분 뒤에 방어자를 공격할 수 있게 된다. 이처럼, 전투시간단위별 각 무기체계의 위치 및 이동을 설정하여 전투시간단위별 최대사거리 내에서 무기체계 상호간 공격 가능여부를 수리모형화에 반영한다.



그림 3.2: 작전규모, 병력위치 및 이동 예시

이를 위해서 공격자, 방어자의 이동방향, 속력에 대한 가정을 표 3.4에 나타내었다.

표 3.4: 공격자, 방어자의 이동방향, 속력에 대한 가정

- 
1. 공격자는 기습효과를 극대화하기 위해 최단경로를 이용 최대속력으로 상륙목표지로 이동할 것이다.
  2. 방어자는 현 무기체계의 최대 전투력을 사용하여 상륙군을 격멸할 것이다
    - (1) 전투함정은 탑재무기 중 최대사거리가 가장 작은 함포의 사격 가능거리에 상륙군이 위치했을 때 상륙군과 동조기동한다.
- 

표 3.4의 가정은 기습상륙이라는 특수한 전투상황 안에서 공격자와 방어자의 행동패턴을 정한 것으로 모든 전투상황에서 공격자와 방어자의 행동패턴을 정할 수는 없다.

무기체계 종류, 무기체계 제원(최대사거리, 발사속도, 명중률, 방호정도 등), 전투시간단위별 무기체계 상호간 거리를 고려하여 손실률 파라미터 값을 구하여야 한다. 특히 상륙작전의 경우 다양한 무기체계들 상호간의 손실률 파라미터를 구하여야 한다. 이는 각 무기체계 상호간의 명중률, 방호정도

등의 요소들이 반영되어야 한다. 예를 들어 그림 3-3에서 함포의 경우 수상함을 공격할 때는 명중률을 50% 가지지만, 항공기의 경우 20% 가지기 때문에 표적 종류별로 다른 명중률을 고려해야 한다. 또한 거리별 명중률도 다르

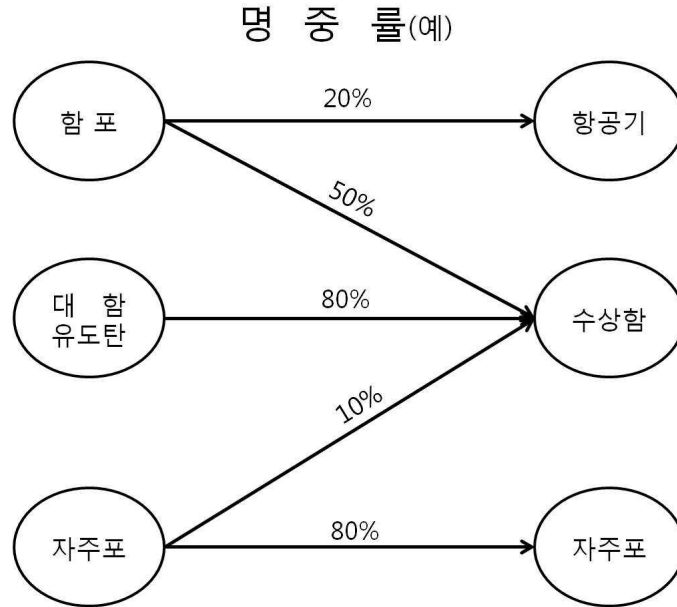


그림 3.3: 무기체계의 표적별 명중률 예시

게 주어져야 한다. [3]에서 함포사격시 상륙해안에 배치한 무기체계의 크기 별 거리별 명중에 필요한 발사탄수를 나타내었다. 표 3.5에서 함포사격시 거리가 감소함에 따라 명중률이 높아지는 것을 알 수 있다. 따라서 함포의 경우 거리 감소에 따른 명중률의 변화요인도 반영해야 한다. 다음으로 각 무기체계가 가진 방호정도를 반영하여야 한다. 예를 들어 100톤급 함정과 1,000톤급 함정 또는 중형 및 대형 자주포가 동일 무기체계에 의해서 동일한 양의 공격을 받을 경우, 손실률은 다르게 주어져야 한다.

[1]은 함정 손실률에 대해서 1, 2차 세계대전의 해전을 사례연구하였는데, “함정이 전투공헌도가 없는 성능에 이르게 되는데 필요한 TNT 중량(SP)”을 함정톤수의 관계식으로 나타내었다.

표 3.5: 함포사격시 크기별 거리별 명중에 필요한 발사탄수(명중률)[3]

거리 (yards)	너비(m) × 높이(m)				
	3 × 3	6 × 3	3 × 6	6 × 4	10 × 4
3,000	14(0.07)	7(0.14)	9(0.11)	6(0.17)	4(0.25)
4,000	25(0.04)	12(0.08)	14(0.07)	9(0.11)	6(0.17)
5,000	34(0.029)	17(0.06)	19(0.05)	14(0.07)	9(0.11)
6,000	48(0.021)	25(0.04)	25(0.04)	19(0.05)	12(0.08)
7,000	68(0.015)	37(0.027)	36(0.028)	29(0.034)	17(0.06)
8,000	100+(0.01)	56(0.018)	54(0.018)	44(0.022)	25(0.04)
9,000		92(0.011)	83(0.012)	67(0.015)	45(0.022)
10,000		100+(0.01)	100+(0.01)	100(0.01)	64(0.016)

$$SP = 0.07 \times (\text{함정톤수})^{1/3} \times 660(\text{pound})$$

예를 들면, 100톤급 및 1,000톤급 함정이 전투불능에 이르는데 필요한 TNT 중량은 214, 462pound이다. 즉, TNT 1pound의 공격을 받았을 때 100톤급, 1,000톤급 함정이 받는 손실률은 0.46%, 0.22%가 발생한다는 것이다.

[2]는 155mm 자주포 포탄의 각 표적별 기대 파괴값을 제시하였다. 표 3.4를 보게 되면 중형 자주포, 대형 자주포 등이 155mm 자주포에 의해 6km, 12km, 18km에서 공격받았을 때 기대 손실률을 나타낸다. 여기서도 마찬가지로, 동일한 무기체계가 다양한 표적을 공격할 때 기대 피해값이 각각 다르다는 것을 확인할 수 있다.

이외에도 각 무기체계가 가진 전투력에 반영되어야 할 요소들이 많이 있지만, 본 논문에서는 각 무기체계의 명중률, 분당 발사율, 분당 발사되는 탄두중량, 함정 톤수, 육상포의 크기를 바탕으로 각 무기체계의 손실률을 정의하고자 한다.

함정 손실률은 각 무기체계의 구경별 탄두중량, 명중률, 분당 발사율을



표 3.6: 155mm 곡사포의 표적별 기대 파괴값[2]

Target 종류	포탄 수	High Explosive			ICM		
		6km	12km	18km	6km	12km	18km
Medium Artillery	4	0.04	0.03	0.03	0.13	0.12	0.09
	8	0.07	0.06	0.05	0.19	0.17	0.14
	12	0.10	0.09	0.07	0.24	0.22	0.19
	16	0.12	0.11	0.09	0.28	0.24	0.22
Heavy Artillery	4	0.03	0.03	0.02	0.11	0.10	0.09
	8	0.05	0.04	0.03	0.17	0.16	0.14
	12	0.07	0.05	0.04	0.20	0.19	0.18
	16	0.08	0.05	0.05	0.22	0.21	0.20
Rocket Artillery	4	0.06	0.04	0.03	0.15	0.14	0.12
	8	0.10	0.08	0.08	0.20	0.19	0.17
	12	0.12	0.10	0.09	0.25	0.24	0.22
	16	0.14	0.12	0.10	0.29	0.26	0.24
Radar Site	4	0.21	0.19	0.12	0.29	0.30	0.28
	8	0.40	0.37	0.32	0.32	0.46	0.43
	12	0.51	0.47	0.41	0.50	0.58	0.52
	16	0.62	0.55	0.51	0.61	0.64	0.58
Air Defense System Site	4	0.09	0.08	0.05	0.13	0.12	0.12
	8	0.21	0.18	0.13	0.25	0.23	0.21
	12	0.28	0.26	0.21	0.32	0.28	0.25
	16	0.33	0.30	0.20	0.37	0.34	0.32

바탕으로 전투시간단위동안 명중되는 TNT중량을 계산하고, 이를 [1]에서 정의한 “톤수별 함정이 전투공헌도가 없는 성능에 이르게 되는데 필요한 TNT

중량(SP)”으로 나눈 값을 함정의 손실률 파라미터 값으로 정의한다.

육상포 손실률은 [2]에서 정의한 기대 파괴값으로, 중형 육상포는 중형 자주포 4발의 6km 기준 기대 파괴값을, 대형 육상포는 대형 자주포 4발의 6km 기준 기대 파괴값을 손실률 파라미터 값으로 정의한다.

예를 들어 1,000톤급 함정이 적 50mm 함포에 의해 1분동안 받게 되는 손실률 파라미터는 50mm 함포의 1발당 탄두중량 0.5kg, 분당 발사율 20발, 명중률 50% 일 때 1분동안 명중되는 TNT 중량은 5kg이고, 1,000톤급 함정의 SP는 209.6kg이므로, 0.0239이다. 육상포의 경우 중형 자주포는 포 1발당 손실률은 0.01, 대형 자주포는 0.0075이다.

본 연구의 모형은 전투시간단위를 이산시간으로 모형화함으로 손실률 파라미터를 구하는데 있어 다음의 몇가지를 가정한다.

표 3.7: 이산시간 모형의 손실률 파라미터 계산을 위한 가정

- 
1. 명중률은 무기체계의 손실 정도와 독립이다.
  2. 명중률의 범위는 거리에 선형으로 반비례한다.
    - (1) 최대사거리에서 최소 명중률을, 1km 이내에서 최대 명중률을 가진다.
  3. 명중률은 전투시간단위내에서 최초의 명중률이 유지된다.
  4. 손실률은 각 무기체계의 손실 정도와 독립이다.
  5. 무기체계의 전투력은 손실률에 선형으로 비례한다.
-

## 4. 문제정의 및 수리모형

### 4.1 문제정의

공격자와 방어자는 해상 경계선을 중심으로 군사적으로 대치중이며, 공격자는 방어자의 ‘도서’를  $m$ 개의 무기체계를 이용 기습적으로 상륙하여 점령하고자 하고, 방어자는 이를 저지하기 위해 현재 배치되어 있는  $n$ 개의 무기체계를 가지고 공격자의 기습상륙 공격을 방어해야 하는 상황이다.

공격자는 최단시간내에 최대규모의 상륙군을 목표지점에 도달시키는 것이 목적이고, 방어자는 제한된 시간안에 최대한의 상륙군을 격멸시키는 것이 목적이다.

### 4.2 수리모형

본 논문에서 제시하는 모형은 [4]에서 정의한 수리모형을 참고하여 모형을 구축하였다.

공격자는 상륙위치에 도달하는 상륙군의 전투력을 최대화하고 방어자는 최소화하는 문제의 수리모형은 다음과 같다.

$$\begin{aligned}
 & \min_x \max_y z_1^T \\
 \text{sub. to } & \sum_{j=1}^m x_{ij}^t \leq w_i^t && \text{for } \forall i, t, \\
 & w_i^{t+1} = w_i^t - \sum_{j=1}^m q_{ji}^t y_{ji}^t && \text{for } \forall i, t, \\
 & \sum_{i=1}^n y_{ji}^t \leq z_j^t && \text{for } \forall j, t, \\
 & z_j^{t+1} = z_j^t - \sum_{i=1}^n p_{ij}^t x_{ij}^t && \text{for } \forall j, t, \\
 & x_{ij}^t \geq 0, y_{ji}^t \geq 0 && \text{for } \forall i, j, t
 \end{aligned}$$

표 4.1: Notation

---

$i$	$\in \{1, \dots, n\}$ : 방어자 무기체계
	- 1 : 육상포
	- 2 : 대형 경비함정
	- 3 : 소형 경비함정
	- $\vdots$
	- $n$
$j$	$\in \{1, \dots, m\}$ : 공격자 무기체계
	- 1 : 상륙군
	- 2 : 상륙기동부대 함정
	- 3 : 육상포
	- $\vdots$
	- $m$
$t$	$\in \{1, \dots, T\}$ : 전투시간단위
$w_i^t$	: $t$ 시점에 남아있는 방어자 $i$ 번째 무기체계 전투력
$z_j^t$	: $t$ 시점에 남아있는 공격자 $j$ 번째 무기체계 전투력
$x_{ij}^t$	: $t$ 시점에 $i$ 번째 방어자 무기체계가 $j$ 번째 공격자 무기체계를 공격하는 전투력
$y_{ji}^t$	: $t$ 시점에 $j$ 번째 공격자 무기체계가 $i$ 번째 방어자 무기체계를 공격하는 전투력
$p_{ij}^t$	: $t$ 시점에 방어자 $i$ 번째 무기체계가 공격자 $j$ 번째 무기체계를 공격할 때 줄 수 있는 손실률
$q_{ji}^t$	: $t$ 시점에 공격자 $j$ 번째 무기체계가 방어자 $i$ 번째 무기체계를 공격할 때 줄 수 있는 손실률

---

### 4.3 수리모형 비교

전투결과를 평가하는 방법으로 전쟁모의 논리에 가장 많이 사용되는 란체스

터 모형과 비교해보면 다음과 같다.

표 4.2: 란체스터 모형과 기습상륙 수리모형 비교

란체스터 모형	기습상륙 수리모형
$\frac{dB}{dt} = -\beta R$	$\min_x \max_y z_1^T$
$\frac{dR}{dt} = -\rho B$	
sub. to $\beta > 0$	$\sum_{j=1}^n x_{ij}^t \leq w_i^t \quad \text{for } \forall i, t,$
$\rho > 0$	$w_i^{t+1} = w_i^t - \sum_{j=1}^n q_{ji}^t y_{ji}^t \quad \text{for } \forall i, t,$
$t > 0$	$\sum_{i=1}^m y_{ji}^t \leq z_j^t \quad \text{for } \forall j, t,$
$B \leq B_0$	$z_j^{t+1} = z_j^t - \sum_{i=1}^m p_{ij}^t x_{ij}^t \quad \text{for } \forall j, t,$
$R \leq R_0$	$x_{ij}^t \geq 0, y_{ji}^t \geq 0 \quad \text{for } \forall i, j, t$

첫째, 다양한 무기체계의 전투모의 평가다. 란체스터 모형은 동질의 단일 무기체계의 전투력 규모가 하나의 파라미터 값에 의해 감소하는 모형이다. 반면, 기습상륙 수리모형은 다양한 무기체계가 무기체계 종류, 제원(최대사거리, 분당 발사속도, 거리별 명중률, 방호정도 등)에 따라 매 전투시간 단위별 손실을 파라미터 값이 다르게 적용되어 감소하는 모형이다. 따라서 기습상륙 모형에서는 다양한 무기체계 상호간의 전투모의를 평가할 수 있다.

둘째, 전술 모의 묘사이다. 란체스터 모형은 전투 손실평가에서 상대편 전투력 규모에 의해 감소하는 모형으로 전술 모의 묘사가 제한되나, 기습상륙 수리모형에서는 공격자와 방어자의 상반되는 목적에 따른 전술(전투방법)의 모의가 가능하다.

따라서, 본 연구의 기습상륙 수리모형은 Lanchester 모형에서 묘사가 제

한되는 다양한 무기체계 상호간의 전투와 전술 평가가 가능한 장점을 지닌  
다 할 수 있다.

## 5. 기습상륙 위계임 실험

단순한 상황 설정을 위해 참가전력의 범위를 제한하여 설계하였다.

### 5.1 사전 정보

표 5.1은 공격자와 방어자 참가전력의 무기체계 제원 현황을 나타낸다.

표 5.1: 공격자, 방어자 무기체계 제원 현황

참가전력 종류	답재 무기체계	공격 가능대상	분당 발사율	최대 사거리	명중률	탄두 중량
상륙군 (50tons)	- -	- -	- -	- -	- -	- -
상륙기동 부대 (100tons)	50mm 1문	함정,	20발	5km	20-50%	0.5kg
	25mm 2문		50발	2.5km	20-50%	0.1kg
육상포	155mm 1문	함정, 육상포	6발	25km	10% 1%	7kg
대형 경비함정 (1,000tons)	70mm 2문	함정,	10발	7km	40-70%	2kg
	30mm 2문		45발	3km	40-70%	0.2kg
소형 경비함정 (150tons)	30mm 1문	함정,	45발	3km	40-70%	0.2kg
	20mm 1문		60발	2km	40-70%	0.05kg

## 5.2 실험 자료

### 5.2.1 작전 규모

표 5.2는 공격자와 방어자 참가전력의 작전규모를 나타낸다.

표 5.2: 공격자, 방어자 참가전력 작전규모

---

$i \in \{1, 2\}$ : 방어자 무기체계
- 1 : 대형 경비함정 1척
- 2 : 소형 경비함정 2척
$j \in \{1, \dots, m\}$ : 공격자 무기체계
- 1 : 상륙군 10척
- 2 : 상륙기동부대 전투함정 5척
- 3 : 육상포 1문

---

### 5.2.2 전투지역크기, 총 전투시간, 전투시간단위

표 5.3은 전투지역크기, 총 전투시간, 전투시간단위를 나타낸다.

표 5.3: 전투지역크기, 총 전투시간, 전투시간단위

---

전투지역크기	가로(30km)×세로(30km) 2차원 평면
총 전투시간	상황 1 : 20분
	상황 2 : 25분
전투시간단위	1분

---



### 5.2.3 무기체계변수

표 5.4과 그림 5.1은 각 무기체계의 최초위치를 나타낸다.

표 5.4: 무기체계 최초위치 좌표

대형 경비함정 좌표	: {9, 19.61}
소형 경비함정 좌표	: {11, 17.17}
상륙군, 상륙기동부대 좌표	: {10, 25}
육상포 좌표	: {10, 29.17}
도서	: 상황 1 {10, 5}, 상황 2 {10, 0}

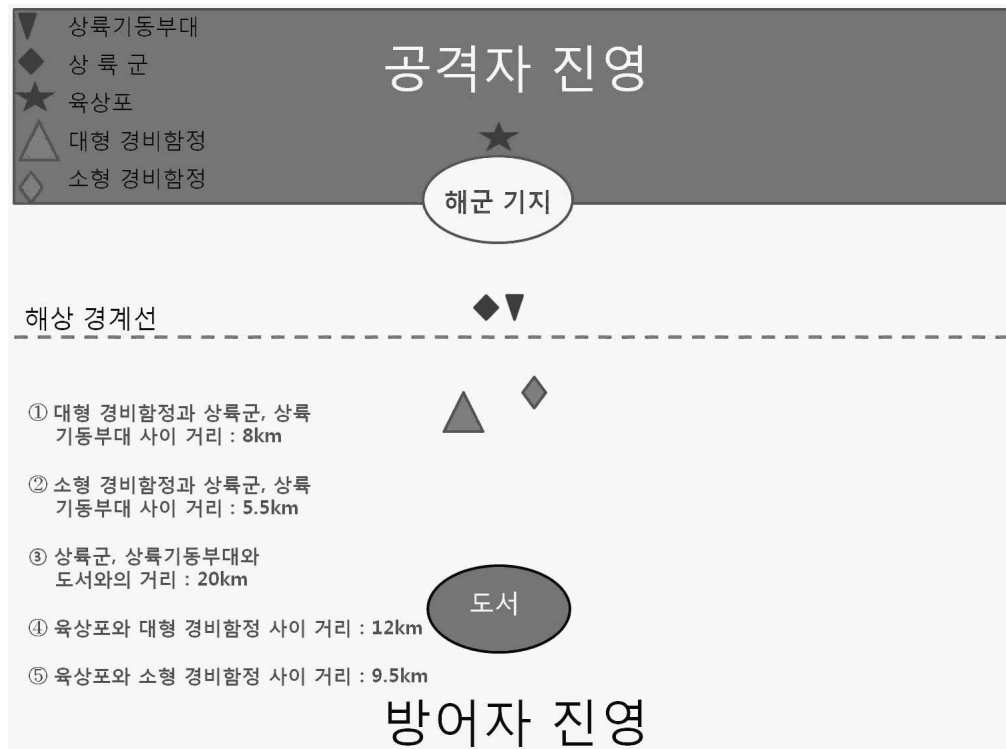


그림 5.1: 각 무기체계 최초위치 및 상호 간 거리

표 5.5는 각 무기체계의 이동방향 및 속력을 나타낸다.

표 5.5: 무기체계의 이동방향 및 속력

---

상륙군, 상륙기동부대 이동속력 및 방향	: 60km/h, 6시 방향
상륙기동부대	: 상륙목표지 1km 앞에서 정지
대형 경비함정 이동속력 및 방향	: 40km/h, 12시 방향 3분간 이동 후 6시 방향으로 선회
소형 경비함정 이동속력 및 방향	: 50km/h, 12시 방향 2분간 이동 후 6시 방향으로 선회

---

표 5.6은 대형 경비함정이 상륙군, 상륙기동부대를 공격할 때 줄 수 있는 전투시간단위별 손실률 파라미터, 표 5.7은 소형 경비함정이 상륙군, 상륙기동부대를 공격할 때 줄 수 있는 전투시간단위별 손실률 파라미터, 표 5.8은 상륙기동부대 전투함정이 대형 경비함정, 소형 경비함정을 공격할 때 줄 수 있는 전투시간단위별 손실률 파라미터, 표 5.9는 육상포가 대형 경비함정, 소형 경비함정을 공격할 때 줄 수 있는 전투시간단위별 손실률 파라미터를 나타낸다.

표 5.6: 대형 경비함정의 전투단위시간별 표적별 손실률 파라미터

시간	거리 (km)	70mm 명중률	30mm 명중률	상륙군 손실률 파라미터	상륙기동부대 손실률 파라미터
00:00-00:01	7.89	0.00	0.00	0.000	0.000
00:01-00:02	6.2	0.44	0.00	0.227	0.180
00:02-00:03	4.6	0.52	0.00	0.269	0.214
00:03-00:04	3.0	0.60	0.40	0.404	0.321
00:04-00:05	2.7	0.62	0.45	0.423	0.336
00:05-00:06	2.4	0.63	0.49	0.442	0.351
00:06-00:07	2.1	0.65	0.54	0.460	0.365
00:07-00:08	1.8	0.66	0.58	0.477	0.379
00:08-00:09	1.5	0.67	0.62	0.493	0.391
00:09-00:10	1.3	0.68	0.65	0.507	0.403
00:10-00:11	1.1	0.69	0.68	0.518	0.411
00:11-00:12	1.0	0.70	0.70	0.525	0.417
00:12-00:13	1.0	0.70	0.70	0.525	0.417
00:13-00:14	1.1	0.69	0.68	0.519	0.412
00:14-00:15	1.3	0.69	0.66	0.508	0.404
00:15-00:16	1.5	0.67	0.62	0.494	0.392
00:16-00:17	1.8	0.66	0.58	0.479	0.380
00:17-00:18	2.1	0.65	0.54	0.461	0.366
00:18-00:19	2.4	0.63	0.50	0.444	0.352
00:19-00:20	2.5	0.63	0.48	0.425	0.347
00:20-00:21	3.0	0.60	0.41	0.406	0.323
00:21-00:22	3.3	0.59	0.00	0.304	0.241
00:22-00:23	3.6	0.57	0.00	0.296	0.235
00:23-00:24	3.9	0.55	0.00	0.287	0.228
00:24-00:25	4.1	0.54	0.00	0.279	0.224

표 5.7: 소형 경비함정의 전투단위시간별 표적별 손실률 파라미터

시간	거리 (km)	30mm 명중률	20mm 명중률	상륙군 손실률 파라미터	상륙기동부대 손실률 파라미터
00:00-00:01	5.5	0.00	0.00	0.000	0.000
00:01-00:02	3.7	0.00	0.00	0.000	0.000
00:02-00:03	2.0	0.55	0.40	0.080	0.063
00:03-00:04	1.9	0.57	0.44	0.084	0.067
00:04-00:05	1.7	0.59	0.49	0.088	0.070
00:05-00:06	1.6	0.61	0.53	0.092	0.073
00:06-00:07	1.5	0.63	0.57	0.096	0.076
00:07-00:08	1.3	0.65	0.60	0.099	0.079
00:08-00:09	1.2	0.67	0.63	0.102	0.081
00:09-00:10	1.1	0.68	0.66	0.105	0.083
00:10-00:11	1.1	0.69	0.68	0.107	0.085
00:11-00:12	1.0	0.70	0.69	0.108	0.086
00:12-00:13	1.0	0.70	0.70	0.109	0.086
00:13-00:14	1.0	0.70	0.70	0.109	0.086
00:14-00:15	1.0	0.69	0.69	0.107	0.085
00:15-00:16	1.1	0.68	0.67	0.106	0.084
00:16-00:17	1.2	0.67	0.64	0.103	0.082
00:17-00:18	1.3	0.66	0.61	0.100	0.080
00:18-00:19	1.4	0.64	0.58	0.097	0.077
00:19-00:20	1.5	0.62	0.54	0.093	0.083
00:20-00:21	1.7	0.60	0.50	0.089	0.071
00:21-00:22	1.8	0.58	0.46	0.085	0.068
00:22-00:23	1.9	0.56	0.42	0.081	0.064
00:23-00:24	2.1	0.54	0.00	0.062	0.050
00:24-00:25	2.2	0.51	0.00	0.060	0.051

표 5.8: 상륙기동부대의 전투시간단위별 표적별 손실률 파라미터

시간	거리 (km)	50mm 명중률	25mm 명중률	대형 경비함정 손실률 파라미터	거리 (km)	50mm 명중률	25mm 명중률	소형 경비함정 손실률 파라미터
00:00-00:01	7.9	0.00	0.00	0.000	5.5	0.00	0.00	0.000
00:01-00:02	6.2	0.00	0.00	0.000	3.7	0.30	0.00	0.027
00:02-00:03	4.6	0.22	0.00	0.011	2.0	0.42	0.30	0.065
00:03-00:04	3.0	0.35	0.00	0.017	1.9	0.44	0.33	0.069
00:04-00:05	2.7	0.37	0.00	0.018	1.7	0.45	0.36	0.072
00:05-00:06	2.4	0.39	0.21	0.030	1.6	0.46	0.38	0.076
00:06-00:07	2.1	0.41	0.27	0.033	1.5	0.47	0.41	0.079
00:07-00:08	1.8	0.44	0.33	0.037	1.3	0.47	0.43	0.082
00:08-00:09	1.5	0.46	0.38	0.041	1.2	0.48	0.45	0.084
00:09-00:10	1.3	0.47	0.43	0.044	1.1	0.49	0.47	0.086
00:10-00:11	1.1	0.49	0.47	0.046	1.1	0.49	0.49	0.088
00:11-00:12	1.0	0.50	0.49	0.048	1.0	0.50	0.50	0.089
00:12-00:13	1.0	0.50	0.50	0.048	1.0	0.50	0.50	0.090
00:13-00:14	1.1	0.49	0.48	0.046	1.0	0.50	0.50	0.090
00:14-00:15	1.3	0.48	0.45	0.044	1.0	0.50	0.49	0.089
00:15-00:16	1.5	0.47	0.41	0.041	1.1	0.49	0.48	0.087
00:16-00:17	1.8	0.45	0.36	0.038	1.2	0.49	0.46	0.085
00:17-00:18	2.1	0.43	0.30	0.034	1.3	0.48	0.44	0.083
00:18-00:19	2.4	0.40	0.24	0.030	1.4	0.47	0.42	0.080
00:19-00:20	2.5	0.40	0.22	0.029	1.5	0.49	0.47	0.086
00:20-00:21	3.0	0.35	0.00	0.017	1.7	0.45	0.37	0.073
00:21-00:22	3.3	0.33	0.00	0.016	1.8	0.44	0.34	0.070
00:22-00:23	3.6	0.31	0.00	0.015	1.9	0.43	0.31	0.066
00:23-00:24	3.9	0.28	0.00	0.013	2.1	0.42	0.28	0.063
00:24-00:25	4.1	0.27	0.00	0.013	2.2	0.42	0.30	0.065

표 5.9: 육상포의 전투시간단위별 표적별 손실률 파라미터

시간	거리 (km)	155mm 명중률	대형 경비함정 손실률 파라미터	거리 (km)	155mm 명중률	소형 경비함정 손실률 파라미터
00:00-00:01	12.0	0.10	0.020	9.5	0.10	0.038
00:01-00:02	11.3	0.10	0.020	8.7	0.10	0.038
00:02-00:03	10.7	0.10	0.020	7.8	0.10	0.038
00:03-00:04	10.0	0.10	0.020	8.7	0.10	0.038
00:04-00:05	10.7	0.10	0.020	9.5	0.10	0.038
00:05-00:06	11.3	0.10	0.020	10.3	0.10	0.038
00:06-00:07	12.0	0.10	0.020	11.2	0.10	0.038
00:07-00:08	12.7	0.10	0.020	12.0	0.10	0.038
00:08-00:09	13.3	0.10	0.020	12.8	0.10	0.038
00:09-00:10	14.0	0.10	0.020	13.7	0.10	0.038
00:10-00:11	14.7	0.10	0.020	14.5	0.10	0.038
00:11-00:12	15.4	0.10	0.020	15.3	0.10	0.038
00:12-00:13	16.0	0.10	0.020	16.1	0.10	0.038
00:13-00:14	16.7	0.10	0.020	17.0	0.10	0.038
00:14-00:15	17.4	0.10	0.020	17.8	0.10	0.038
00:15-00:16	18.0	0.10	0.020	18.6	0.10	0.038
00:16-00:17	18.7	0.10	0.020	19.5	0.10	0.038
00:17-00:18	19.4	0.10	0.020	20.3	0.10	0.038
00:18-00:19	20.0	0.10	0.020	21.1	0.10	0.038
00:19-00:20	20.7	0.10	0.020	22.0	0.10	0.038
00:20-00:21	21.4	0.10	0.020	22.8	0.10	0.038
00:21-00:22	22.1	0.10	0.020	23.6	0.10	0.038
00:22-00:23	22.7	0.10	0.020	24.4	0.10	0.038
00:23-00:24	23.4	0.10	0.020	25.3	0.10	0.038
00:24-00:25	24.1	0.10	0.020	26.1	0.10	0.038

### 5.3 기습상륙 위게임 실험 설계시 관심사항

기습상륙 위게임 실험 설계시 관심사항은 표 5.10, 5.11과 같고, 이를 바탕으로 방어자, 공격자의 전략목록을 표 5.12, 5.13에 나타내었다.

표 5.10: 방어자 입장의 관심사항

- 
1. 상륙목표지에 도착하는 상륙군을 최소화하기 위해 상륙군만 공격하는 것이 가장 좋은 전투결과를 주는가?
  2. 상륙군만 공격하는 전략이 가장 좋은 전투결과를 주지 않는다면, 언제까지 상륙기동부대를 공격해야 가장 좋은 전투결과를 얻는가?
- 

표 5.11: 공격자 입장의 관심사항

- 
1. 상대적으로 높은 전투능력과 높은 방호력을 가진 대형 경비함정을 격침시킨 후 소형 경비함정을 공격하는 전략이 가장 좋은 전투결과를 주는가?
  2. 상대적으로 낮은 전투능력과 낮은 방호력을 가진 소형 경비함정을 먼저 격멸시킨 후 대형 경비함정을 공격하는 전략이 가장 좋은 전투결과를 주는가?
  3. 각 무기체계별로 공격대상을 구분해서 공격하는 것이 가장 좋은 전투결과를 주는가?
-

표 5.12: 공격자 전략목록

- 
1. 대형 경비함정 격침 후 소형 경비함정 공격
  2. 소형 경비함정 격침 후 대형 경비함정 공격
  3. 상륙기동부대는 소형 경비함정, 육상포는 대형 경비함정 공격
  4. 상륙기동부대는 대형 경비함정, 육상포는 소형 경비함정 공격
  5. 00:00-00:03까지 소형 경비함정 공격 후 00:03 이후 대형 경비함정 공격
  6. 00:00-00:04까지 소형 경비함정 공격 후 00:04 이후 대형 경비함정 공격
  7. 00:00-00:05까지 소형 경비함정 공격 후 00:05 이후 대형 경비함정 공격
  8. 00:00-00:06까지 소형 경비함정 공격 후 00:06 이후 대형 경비함정 공격
- 

표 5.13: 방어자 전략목록

- 
1. 상륙군만 공격
  2. 00:00-00:02까지 상륙기동부대 공격 후 00:02 이후 상륙군 공격
  3. 00:00-00:03까지 상륙기동부대 공격 후 00:03 이후 상륙군 공격
  4. 00:00-00:04까지 상륙기동부대 공격 후 00:04 이후 상륙군 공격
  5. 00:00-00:05까지 상륙기동부대 공격 후 00:05 이후 상륙군 공격
  6. 00:00-00:06까지 상륙기동부대 공격 후 00:06 이후 상륙군 공격
  7. 00:00-00:07까지 상륙기동부대 공격 후 00:07 이후 상륙군 공격
  8. 00:00-00:08까지 상륙기동부대 공격 후 00:08 이후 상륙군 공격
  9. 00:00-00:09까지 상륙기동부대 공격 후 00:09 이후 상륙군 공격
  10. 00:00-00:10까지 상륙기동부대 공격 후 00:10 이후 상륙군 공격
  11. 00:00-00:11까지 상륙기동부대 공격 후 00:11 이후 상륙군 공격
- 

## 5.4 실험 결과

### 5.4.1 총 전투시간(T)이 20분인 경우

그림 5.2를 보면 방어자와 공격자가 순수전략을 사용할 때 균형을 이루는 전



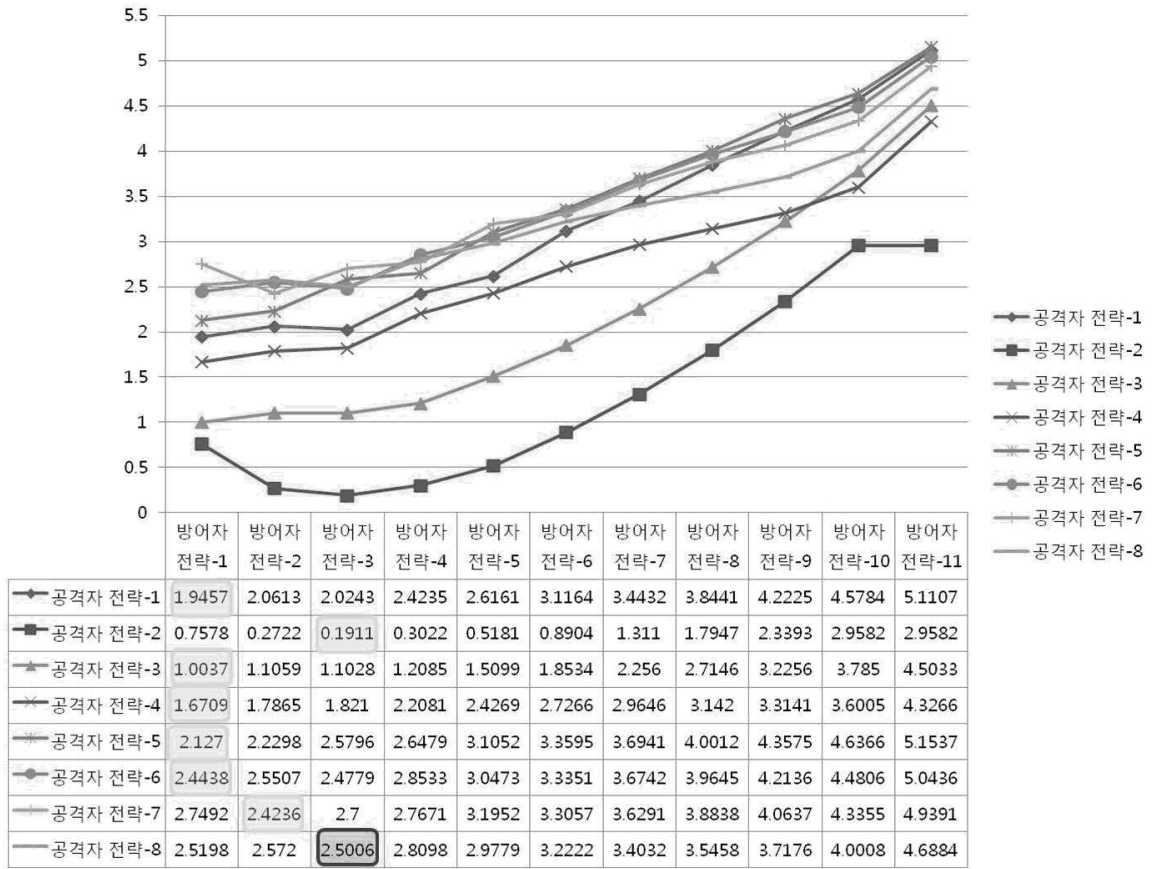


그림 5.2: T=20 일때 생존한 상륙군 전투력

략쌍이 존재하지 않음을 알 수 있다. 예를 들어 방어자가 전략-1을 사용하고 공격자 역시 전략-1을 사용할 때 payoff는 1.9457이다. 하지만 이때 공격자가 전략-7을 사용하면 payoff는 2.7492가 되어 공격자에게 더 좋은 전투결과를 주기 때문에 공격자는 방어자가 전략-1을 사용할 때 전략-7을 사용할 것이다. 하지만 방어자는 이때 전략-2를 사용하면 payoff가 2.4236이 되어 방어자에게 더 좋은 전투결과를 주기 때문에 전략-2를 사용할 것이다. 마찬가지로 공격자는 이때 전략-8을 사용하면 payoff가 2.572가 되어 공격자에게 더 좋은 전투결과를 주기 때문에 전략-8을 사용할 것이다. 이처럼 방어자와 공

격자는 계속 payoff가 자신에게 유리한 전략을 선택하게 되는데 이와 같은 방식으로는 균형에 이르는 전략이 없다는 것이다. 따라서 혼합전략 사용 시 균형을 이루는 전략쌍을 찾으려면, 방어자는 전략-2을 0.573, 전략-3을 0.427의 확률로, 공격자는 전략-7을 0.205, 전략-8을 0.795의 확률로 사용할 때 균형을 확인하였고, 이때 남아있는 상륙군의 전투력은 2.542이다.

#### 5.4.2 총 전투시간(T)이 25분인 경우

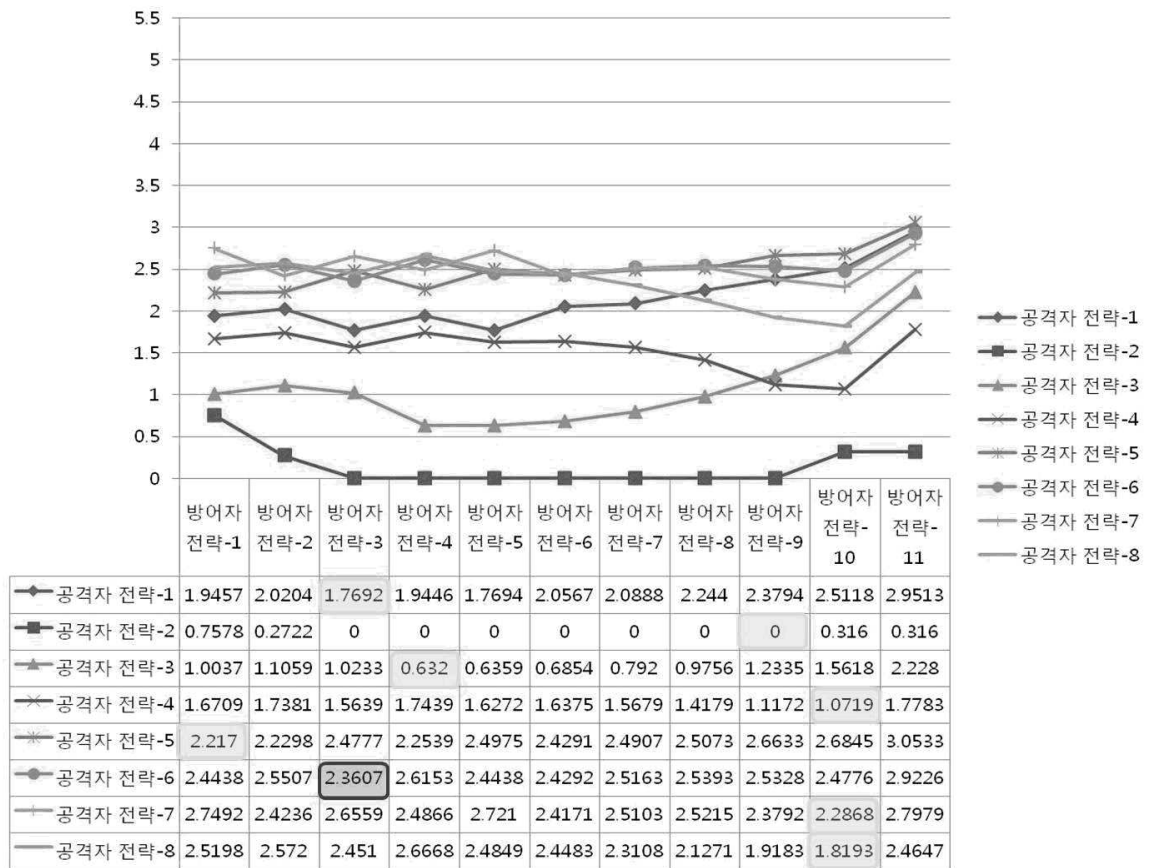


그림 5.3: T=25 일때 생존한 상륙군 전투력

그림 5.3를 보면 총 전투시간이 20분인 경우와 마찬가지로 순수전략을 사용할 때 균형을 이루는 전략쌍이 존재하지 않음을 알 수 있다. 따라서, 혼

합전략 사용 시 균형을 이루는 전략쌍을 찾으면, 방어자는 전략-1을 0.04, 전략-3을 0.02, 전략-6을 0.91, 전략-10을 0.03의 확률로, 공격자는 전략-5을 0.24, 전략-6을 0.54, 전략-7을 0.1, 전략-8을 0.12의 확률로 사용할 때 균형임을 확인하였고, 이때 남아있는 상륙군의 전투력은 2.43이다.

#### 5.4.3 종합

본 실험에서는 공격자와 방어자의 일부분의 전략에 대해서 실험을 실시하였다. 이를 통해 확인한 내용은 먼저 방어자는 상륙군의 전투력을 최소화하기 위해서 상륙군만 공격하는 전략을 사용하는 것이 최적 전략이 아님을 확인하였다. 둘째, 공격자는 전투능력이 월등히 뛰어난 대형 경비함정을 먼저 격침시키는 전략이 최적 전략이 아님을 확인하였다.

이는 방어자는 상륙군을 최소화하는 것이 목적이더라도 상륙군만을 공격해서는 안되며 적절한 시간 범위내에서 상륙기동부대의 전투력을 약화시킨 후 상륙군을 공격하는 전략이 더 좋은 전투결과를 준다는 의미이고, 공격자는 전투력과 방호정도가 높아 자신에게 큰 피해를 입힐 수 있는 대형 경비함정을 먼저 공격해서는 안되며 적절한 시간 범위내에서 전투력과 방호정도가 낮은 소형 경비함정의 전투력을 일부분 약화시킨 후 대형 경비함정을 공격하는 전략이 더 좋은 전투결과를 준다는 것이다. 이를 통해 기습상륙 전투상황에서 방어자와 공격자는 총 전투시간이 얼마인지에 따라 적절한 시간 범위내에 포함된 수많은 전략 중에서 최선의 전투결과를 주는 전략을 찾는 것이 필요하다.

## 6. 결론 및 추후 연구과제

### 6.1 결론

현대전은 C4I체계의 발달로 네트워크 중심전을 수행함에 따라 전장정보가 실시간 수집, 분석, 평가되는 시스템으로, 지휘관은 매순간의 의사결정상황에 직면하는 시대이다. 따라서 지휘관은 최종단계에서 최선의 전투결과를 얻도록 매순간 최적의 의사결정을 할 수 있는 판단력과 통찰력을 갖추어야 한다.

현재 활용되는 위게임 모델은 전투상황과 비슷한 환경을 컴퓨터 기술을 이용하여 묘사하고, 운용자가 지휘관의 의사결정을 대신 실행하여 전투결과를 얻는 것이다. 이를 통해 의사결정이 미치는 영향을 분석하여 군사 작전계획을 수립한다. 하지만, 어떤 의사결정으로 최선의 전투결과를 얻을 수 있는지 알 수 없는 한계가 있다.

본 논문에서는 기습상륙 전투상황을 제로섬 게임으로 수리모형화하였다. 전투시간단위를 이산시간으로 나누어 매 전투시간단위마다 공격, 방어 전략 수립을 통해 최종단계에서 공격자와 방어자 모두에게 최선의 결과를 도출하는 모형이다. 따라서 지휘관에게 전투진행 상황에 따라 교전결과 정보를 바탕으로 새로운 의사결정을 하는데 많은 도움을 줄 것으로 판단된다.

또한 본 논문에서 제시한 기습상륙 위게임 모형은 최근 제기된 북한의 서해 5도 기습상륙 위협에 적용될 수 있을 것으로 판단된다.[9]

### 6.2 추후 연구 과제

본 연구에 이은 추후 연구 과제는 다음과 같다.

첫째, 내쉬 균형을 구하는 해법을 제시하는 것이다. 본 연구에서는 기습상륙 위게임 수리모형화를 위한 주요 구성요소를 바탕으로 제로섬 게임으로 모델링하여 실험을 실시하였지만 이에 대한 해법을 제시하지는 못하였다.

둘째, 내쉬 균형을 구하는 해법을 통해 나온 최적해를 가지고 워게임 모델로 실제 구현하여 기존 워게임에서 실시하였던 결과와 비교하는 것이다. 이는 향후 군사·작전문제를 계획하는데 있어 많은 도움을 줄 수 있을 것으로 기대된다.

## 참 고 문 헌

- [1] Thomas Reagan Beall, “The Development of a Naval Battle Model and its Validation using Historical Data”, *Naval Postgraduate School* pp. 1-144, 1990.
- [2] John A. Marin, “A Model for Optimizing Field Artillery Fire”, *Naval Postgraduate School* pp. 1-63, 1989.
- [3] Donald M. Welr, “Naval Gunfire Support of Amphibious Operations: Past, Present, and Future”, *Naval Surface Weapons Center* pp. 1-169, 1977.
- [4] 홍성필, 백승원, “Approximation algorithms for a linear bi-level problem”, *서울대학교 working paper*, 2011.
- [5] 김충영, “군사 OR 이론과 응용”, 두남, 2004.
- [6] 홍성필, “경영과학”, 을곡, 2010.
- [7] 노기근, “네트워크 중심전(NCW)의 본질과 발전방향”, *한남대학교*, 2009.
- [8] 전승엽, “1944. 6.6 노르망디 상륙작전 '오버로드'”, *연합뉴스*, 2004. 6. 3
- [9] 김귀근, “해군, 北 서북도서 기습상륙방어 첫 위게임”, *연합뉴스*, 2011. 1. 4

# ABSTRACT

Junsung Im

Department of Industrial Engineering

The Graduate School

Seoul National University

Wargame is used to analyze expected future war or battle to plan military problem. However, it is difficult to find optimal result in every possible alternatives. Optimization methodology of management science is a discipline to achieve decision-maker's objective optimally with limited resource and system in every alternatives. It is useful for decision-maker to find optimal strategy when this model is applied to wargame. Among management science methodology, Game theory has explanatory advantage about optimal behavior of players when they have contrary objective. This paper deals with amphibious raid, presents mathematical model of zero-sum game based on major component of wargame.

**Keywords** : optimization, game theory, amphibious raid, wargame

**Student number** : 2010-22843