

## 복잡계이론 기반하 EINSTEIn 모형을 이용한 상륙전 적용에 관한 연구 (A Study on Applying Amphibious Warfare Using EINSTEIn Model Based on Complexity Theory)

이 상 현(Sang-Heon Lee)\*

### 초 록

본 논문은 아인스타인 시뮬레이션모형을 활용하여 상륙전을 묘사하는 복잡계이론을 다룬다. 아인스타인모형은 지상전에서 창발적인 자기조직화를 실험하기 위한 행위자 기반 모델이다. 상륙전의 다양한 형태중 상륙기습, 상륙돌격작전을 아인스타인 모형을 이용 구축하였으며 다양한 입력요소의 변경을 통하여 공간적 요소와 정성적 요소에 따른 전투양상의 변화를 확인할 수 있다. 즉, 통신요소의 변경, 탐지센서의 변경, 병력 재배치, 병력의 분산과 집중, 정성요소의 변경 등을 통해서 기존 란체스터형 전투모형의 단점을 보완함과 동시에 다양한 형태의 전투에 대한 모의 가능성과 발전 가능성을 확인할 수 있다.

### Abstract

This paper deals with complexity theory to describe amphibious warfare situation using EINSTEIn (Enhanced ISAAC Neural Simulation Tool) simulation model. EINSTEIn model is an agent-based artificial "laboratory" for exploring self-organized emergent behavior in land combat. Many studies have shown that existing Lanchester equations used in most war simulation models does not describe changes of combat. Future warfare will be information warfare with various weapon system and complex combat units. We have compared and tested combat results with Lanchester models and EINSTEIn model. Furthermore, the EINSTEIn model has been applied and analyzed to amphibious warfare model such as amphibious assault and amphibious sudden attack. The results show that the EINSTEIn model has a possibility to apply and analyze amphibious warfare more properly than Lanchester models.

**KeyWords:** 복잡계이론(complexity theory), 아인스타인(EINSTEIn), 란체스터(Lanchester), 세포자동자(cellular automata), 유전자 알고리즘(genetic algorithm)

\* 국방대학교 관리대학원

## 1. 서론

대부분의 위게임 모형에서 핵심 논리로 사용되고 있는 란체스터(Lanchester)이론[12]은 부대들의 공간적인 변화나 정성적 요소 등 복잡한 전쟁 상황을 현실적으로 묘사하는데 많은 제한이 따른다.

이러한 제한점을 극복하기 위해 복잡계 이론(complexity theory)을 이용한 전장 환경을 분석하려는 연구가 진행되어 왔다. 복잡계 이론은 복잡계의 전체적인 행동이 하위체계 구성요소들 간의 상호작용으로부터 유도된다는 이론으로 복잡계 이론이 적용된 최근의 연구는 EINSTEIn 모형을 이용하여 전장 환경을 분석하려는 시도 [2] 및 세포자동자 시뮬레이션을 이용한 네트워크 중심전 전투효과도 평가연구[3]를 제외하고 매우 제한된다. 즉 전쟁의 복잡한 요소들을 ISAACA(Irreducible Semi - Autonomous Adaptive Combat Agent)의 특성치 및 보조 특성치 등 다양한 변수로 ISAACA에 부여함으로써 공간적 요소와 정성적인 요소의 변화에 따른 전장양상을 분석할 수 있었으며 기존의 란체스터 원리를 이용한 위게임 모형의 단점을 보완할 수 있는 가능성을 보여 주었다[4].

이러한 연구결과를 토대로 EINSTEIn 모형의 해병대 상륙전 적용 가능여부와 제한점을 분석하고 복잡계 이론을 바탕으로 한 EINSTEIn 모형을 해병대 작전의 다양한 상황에 적용해 봄으로써 상륙전 모의에 대한 적용 가능성과 발전방향을 제시하고자 한다.

## 2. 복잡계 이론

### 2.1. 복잡계 이론의 정의 및 주요 특성

복잡계 이론은 복잡한 행태를 보이는 복합체계를 이해하기 위한 모든 추측, 가정, 수학적 모형 등을 뜻한다. 특히 비선형 역학과 복합체계이론을 모두 포함하며 후자는 다시 인공지능, 세포자동자, 유전 프로그래밍, 신경망 등 여러 세부 분야로 나눌 수 있다. 일반적으로 복잡계 이론은 다음과 같이 설명할 수 있다[5,6].

- 수많은 비선형 상호작용 구성요소들로 구성된 시스템의 전반적인 행동을 이해하기 위한 일반적 접근
- “복잡한 행동”은 비선형적으로 상호작용하는 수많은 ‘단순’ 구성요소들의 집단적인 행동으로 인해 발생

또한, 복잡계 이론의 주요특성은 협동현상, 자기조직화, 비선형성 및 창발성을 들 수 있다.

협동현상(collectivism)은 복잡한 다 체계가 보이는 일반적인 현상이다. 이는 복잡계의 전체적인 특성이 개별 구성요소의 성질이 아니라 구성요소들 간 연결구조에 의해 결정된다는 사실을 말해준다. 즉 구성요소들의 미시적 성질들이 상호관계에 의해 비선형적으로 합하여져 체계전체의 성질을 나타낸다는 것이다[1]. 복잡계에서 질서가 만들어지는 원리가 바로 자기 조직화(self organization)이다. 이것은 어떤 시스템이 외부의 개입 없이도 구성요소간의 복잡한 상호작용을 통해 질서를 연속적으로 만들어내는 현상을 말한다[7].

일반적으로 비선형체계(non-linearity)는 수학

적으로 다루기가 매우 어려우므로 통상 선형 근사치로 대체하여 처리하려는 경향이 있다. 그러나 문제를 선형적으로 단순화함으로써 실제 비선형체계의 주된 관심행동은 처리과정에서 사장되어진다[8].

복잡성과학의 중심적인 이론은 창발개념(concept of emergence)이다. 창발성이란 시스템 하위 수준의 특성으로부터 발견할 수도 추론할 수도 없는 즉, 시스템 구성 요소들의 총체적인 동역학으로부터 비롯되는 상위수준 특성의 출현과 시스템의 행태를 말한다[1].

## 2.2 복잡계 이론의 구현방법

복잡계 이론을 구현할 수 있는 수단으로 인공생명, 유전자 알고리즘, 세포자동자 및 행위자 기반모델을 대표적으로 들 수 있다.

인공생명(artificial life)이란 실제의 생명체가 환경에서 나타내는 행동을 파악해 그 특징을 컴퓨터에 적용시켜 스스로 진화하고 자기복제 증식을 하는 컴퓨터 프로그램을 뜻한다. 인공생명은 지금까지 연구된 인공지능과 차별화를 이룬다. 기존의 인공지능 기술은 이상화된 조건과 정보에서는 훌륭한 효과를 나타냈지만 환경이 달라지면 그 환경에 적응을 하지 못하므로 적용 대상 영역이 한정됐다.

유전자 알고리즘(genetic algorithm)은 자연세계의 진화과정을 컴퓨터상에서 시뮬레이션 함으로써 복잡한 실세계의 문제를 해결하고자 하는 계산모델이다. 유전자 알고리즘은 구조가 간단하고 방법이 일반적이어서 응용범위가 매우 넓

으며, 특히 적응적 탐색과 학습 및 최적화를 통한 공학적인 문제의 해결에 많이 이용되고 있다. 또한, 최근에는 신경망 논리와 결합으로 그 응용범위가 점점 늘어나고 있는 추세이다.

자동자(automata)란 일정한 형태의 입력과 출력이 존재할 때 이들을 처리할 수 있는 내부 상태를 완전하게 설명할 수 있는 시스템을 의미한다. 자동자 이론의 특징은 "초기 상태의 세포는 보편적 특성을 가지므로 자기증식이 가능하며, 자기증식이 가능한 패턴이 세포 내에 여러 개 존재한다면 복잡하고 역동적인 새로운 패턴을 만들 수 있다"는 것으로 요약된다. 따라서 자동자 이론의 핵심적인 과제이자 자기증식의 신뢰성을 좌우하는 요소는 '실현하고자 하는 자동자의 복잡성'이라 할 수 있다.

복잡적용시스템의 행위자 기반모델(agent-based model)은 복잡시스템의 전체적인 행동이 시스템의 하위수준을 구성하고 있는 행위자들 간의 상호작용으로부터 나온다는 개념에 근거를 하고 있다. 대부분의 복잡적용시스템의 기본적인 단위는 소위 적용할 수 있는 자율적인 행위자라고 칭한다[9].

행위자의 적응 메커니즘은 유전자 알고리즘을 근거로 하고 있다. 복잡시스템들이 본질적으로 개방적인 문제해결자로서 간주되는 한 새로운 것으로 구성된다. 끊임없이 변하는 환경에서 생존하고 진화하기 위한 복잡시스템의 능력은 총체적인 적합도를 증가시키는 새로운 전략을 지속적으로 발견할 수 있는 능력을 말한다.

전쟁에 있어서도 전쟁의 승패는 변화하는 전장을 올바르게 판단하여 새로운 전술을 개발할

수 있는 지휘관의 능력에 달려있다. 실제로 새로운 전술은 기존의 재래전 모델들의 공통적인 전투요소들 중에서 확률적으로 선정된 요소만으로 구성되어서는 안 되며 실제 전장에서 발생하는 것처럼 모델에서도 예기치 않는 상황들에 대해서 고려되어야 한다. 결국, 각 지휘 행위자들은 일련의 예측된 결과들 중에서 최적의 전술이나 전략을 선정할 수 있는 메모리와 내부에 예측 메커니즘을 가지고 있어야한다.

이러한 국지 규칙을 기반으로 하는 다중행위자 시뮬레이션은 다음과 같은 경우에 적합하다.

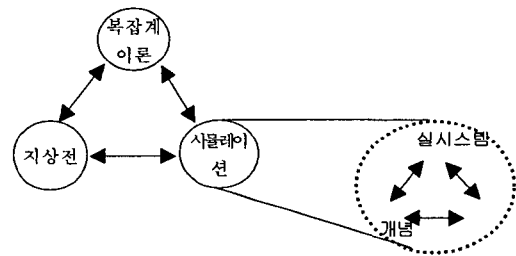
- ① 기본적으로 비선형이면서 상승적인 (synergistic) 총체적 행동을 이해하기 위한 이론적인 틀이 필요한 경우
- ② 전투교리와 전술에 대한 일반적인 효용성 연구
- ③ 창발적 특성들이나 하위수준 규칙들로부터 유발되는 새로운 행동에 대한 연구
- ④ 전투행동의 보편적인 패턴 연구
- ⑤ 최초조건들의 함수로서 가능성 있는 결과에 대한연구
- ⑥ 주어진 전투상황에서 실시간 전술적 결심지원
- ⑦ 전투의 정성적인 요소(부대 응집력, 사기, 리더십 등)들로 인해 발생하는 결과예측
- ⑧ 전장에서 예측하지 못한 사건들이 왜 발생하는가에 대한 직관적인 판단 제공

행위자 기반모델은 실제 전장결과들을 예측하거나 현실적인 전투모의를 제공하는 것이 아니라

각 전투 행위자들로 구성된 전장에서 보편적인 행동의 패턴, 전술, 전략 등을 발견하기 위한 모의 환경을 제공해준다.

### 2.3 복잡계 이론의 적용 가능성

본 절에서는 상륙전을 포함한 지상전을 묘사하기 위해 복잡계 이론의 적용가능성에 대해 고찰 한다. 먼저 지상전을 복잡계로 묘사하기 위해 복잡계이론, 지상전, 시뮬레이션의 상관관계에 대해 살펴보면 <그림 1>과 같다.



<그림 1> 복잡계로서 지상전 묘사의 상관관계

지상전은 변화하는 전장 환경에 지속적으로 적응하는 다수의 상호작용과 반 독립적이며 계층적으로 조직화된 행위자(agent)로 구성된 비선형 동역학체계이다. 따라서 지상전은 다음 세 가지 이유로 해서 복잡계로 볼 수 있다.

첫째, 전투요소는 보병, 전차, 수송차량 등의 단위부대들로 구성되어 있으므로 지상전은 본질적으로 복잡계로 묘사될 수 있다. 둘째, 지상전은 일반적으로 복잡한 상황을 유발한다. 다양한 전투부대의 혼합, 다양한 전술, 우수한 통신망과 탐지기 등으로 구성된 복잡한 환경이다. 셋째, 전장은 본질적으로 전투원들의 다양한 심리적

요소들이 작용하고, 정성적인 요소들을 포함하고 있다는 것이다. 즉, 전장공황, 공포, 사기, 전투원들의 의사결정 등이다.

지상전과 관련된 복잡계의 일반적인 특성은 다음의 몇 가지 특성을 가지고 있어 지상전에 응용이 가능하다.

첫째, 비선형 상호작용(nonlinear interaction) 성이다. 전투부대는 다수의 비선형 상호작용 요소들로 구성된다. 즉, 지휘통제 계층구조의 환류 루프, 적 행동에 따라 적응하는 형태, 의사결정 과정과 우연의 요소 등이 내부적으로 상호작용한다. 둘째, 전투부대들은 실제 지휘통제 계층구조로 조직되어 있으며 셋째, 전투원들은 분권화 통제되어 있어 전투원의 행동을 일일이 통제하는 핵심 주체는 없다. 넷째, 전장에서 국지적으로 발생하는 혼돈(chaos)은 복잡계 이론의 자기조직화 논리와 유사하며, 전장자체가 불균형 질서(non-equilibrium order)이면서 생존을 위해서 전투부대들은 변화하는 전장 환경에 지속적으로 적응해야만 하는 특성을 가지고 있다. 다섯째, 전장은 총체적인 동역학상태인데 이는 하위수준의 전투원들과 상위수준의 지휘구조 간에는 지속적인 환류가 있는 특성을 가지고 있다.

위에서 살펴보았듯이 지상전은 복잡적응시스템의 주요한 특징을 모두 가지고 있다. 이것은 지상전이 주식시장, 생태계, 인간두뇌와 같은 다른 복잡적응체계의 연구와 동일한 방법론적 과정을 따른다는 것을 의미한다. 지상전은 완전한 복잡계라고는 할 수는 없지만 복잡계에서 식별되는 행동들을 이용하기 위한 동일한 기본 원칙들은 실제 적용가능하다고 할 수 있다.

### 3. EINSTEIN 모형의 논리

#### 3.1 EINSTEIN 모형 개요

##### 3.1.1 기본개념

EINSTEIN(Enhanced ISSAAC Neural Simulation Tool)은 지상전에서 창발적인 자기조직화를 실험하기 위한 행위자 기반모델이다. 초기의 ISAAC(Irreducible Semi Adaptive Combat) 모델에서 보다 다양하고 진보된 연구와 분석을 위한 도구로 확장된 모델로써 지상전에 복잡성의 적용여부를 평가하기 위해 미 해군 분석센터(Center for Naval Analysis)에서 개발된 모델이며 현재도 계속 연구가 진행되고 있다 [4,6,10].

EINSTEIN 모형은 상위수준의 다양한 전투 패턴들이 하위수준에 미치는 영향을 묘사하는 모델이 아니라 하위수준의 국부규칙들과 초기 동역학들이 상위수준의 패턴과 진화 과정들에 미치는 영향을 묘사함으로써 전체 전장에서의 보편적인 전투패턴이나 법칙을 발견하는데 중점을 두고 개발된 모형이다.

#### 3.2 EINSTEIN 모형의 적용 가능분야

##### (1) 전투 효율성 분석

“어떻게 전투의 모든 요소들을 전투단계 공간 내에 함께 적합 시킬 것인가?”에 대한 분석을 제공한다. 예를 들면 적이 좀더 민감하게 반응하여 동요가 일어나는 지역 등을 식별할 수 있다.

##### (2) 정보의 가치 평가

정보를 공유했을 경우와 그렇지 못했을 경우, 정보의 공유 정도에 따른 분석을 다양하게 할 수 있다.

### (3) 지휘/통제(C<sup>4</sup>I)구조의 집중 및 분산 효과 분석

C<sup>4</sup>I구조가 정보흐름과 임무목적 달성에 있어서 다른 요소들보다 더 큰 영향이 있는지 분석할 수 있다. 또한 C<sup>4</sup>I구조의 집중 및 분산시의 효과를 분석할 수 있다.

### (4) 다양한 정성적 요소들의 분석

부대단결, 사기, 훈련수준, 리더십 등 기존 전투 모형에서 모의가 불가능 했던 부분인 정성적인 요소의 묘사가 가능하며 이러한 것들이 전투 결과에 어떠한 영향을 미치는지를 분석할 수 있다.

### (5) 유전자 알고리즘을 이용한 실시간 전투결심

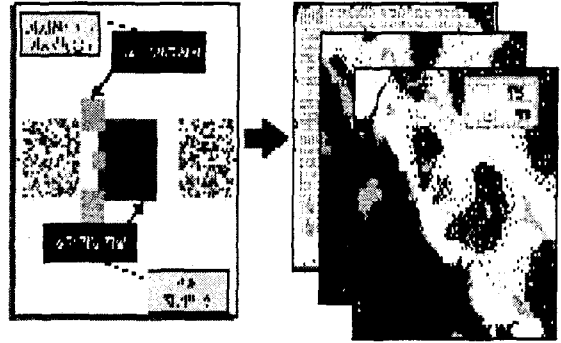
하위수준들로부터 발생하는 창발적인 패턴인식과 새로운 행동들의 탐색, 즉 전투행동의 보편적인 패턴들이 있는지를 탐색할 수 있다.

### (6) 무기체계 효과분석

전장에서 사용되는 무기체계는 다양하다. 이러한 점에 착안해서 각각의 반(squad)에 다른 무기체계를 부여할 수 있고 한 반에 5개 점표적 무기와 1개 지역표적 무기를 추가할 수 있다. 50가지 이상의 무기체계의 묘사에 의한 무기체계별 효과 분석이 가능하다.

### (7) 지형요소를 고려한 전투양상 분석

지형의 형태는 통과 가능 지역과 불가능 지역으로 나뉘며, 통과 가능 지역은 다시 3가지로 분류된다. 그러므로 <그림 2>와 같이 산악지형, 하천, 해안, 평지, 시가지 등의 묘사가 가능하고 날씨에 따른 효과도 일부 적용 가능하다.



<그림 2> EINSTein 모형의 다양한 지형요소

ISAACA(Irreducible Semi-Autonomous Adaptive Combat Agent)는 보병, 전차, 포병, 장갑차 등 전장의 기본요소를 묘사할 수 있는 EINSTein 모형의 기본단위이다. 이러한 행위자들은 다음과 같은 특성을 가지고 있다.

- ① 개별 행위자들은 다양한 국부환경에 반응하게 되며 반응 후에 예기치 못한 행동에 의해 국부환경에 영향을 주거나 반응된 개별성격에 의해서 전투행동을 유발시킨다.
- ② 전투행동을 유발한 후에 개별성격들은 내부 적응 메커니즘을 거쳐서 보다 효율적인 상태로 적응하게 된다.
- ③ ISAACA는 규정된 한정 탐지범위 내에 존재하는 정보를 감지, 반응, 적응하기 때문에 국지적이며, 각 ISAACA의 행동을 지시하는 지배적인 존재가 없기 때문에 분권화 되어있다. 따라서 각 ISAACA는 지침 없이 개별적으로 정보를 탐지하고 이해하고 반응한다.

## 3.3 EINSTein 모형의 특징

### 3.3.1. ISAACA

### 3.3.2 ISAACA의 특징

- ① 특성치 벡터

ISAACA는 6가지 구성요소

$\vec{w} = (w_1, w_2, w_3, w_4, w_5, w_6)$ 로 구성된 특성치 벡터로 정의되며 사용자가 정의한다. 여기서  $0 \leq |w_i| \leq 1$ ,  $\sum_i |w_i| = 1$ 이다. 특성치 벡터의 구성요소들은 어떻게 행위자들이 센서와 임계범위 사이의 국부정보에 개별적으로 반응할 것인지를 구체화하는데 사용되어진다. 음(-)의 값을 가진 특성치 벡터는 반대방향으로 이동하는 경향을 나타낸다. 각 ISAACA의 6가지 구성요소는 다음과 같다.

- $w_1$ : 생존한 청군행위자들에게 근접하려는 상대적 가중치
- $w_2$ : 생존한 홍군행위자들에게 근접하려는 상대적 가중치
- $w_3$ : 부상당한 청군행위자들에게 근접하려는 상대적 가중치
- $w_4$ : 부상당한 홍군행위자들에게 근접하려는 상대적 가중치
- $w_5$ : 청군의 방어목표(flag)로 근접하려는 상대적 가중치
- $w_6$ : 홍군의 방어목표(flag)로 근접하려는 상대적 가중치

## ② 보조 특성치(mata-personality)

보조 특성치는 변화하는 지역 상황에 ISAACA의 행동을 적응시키는 규칙들이다. 전형적인 보조 특성치는 사용자가 정의한 임계범위 내에서 측정되어진 지역 임계 제약들에 의해서 특성치 벡터의 일부 구성요소들을 변경할 수 있다.

## ③ 반(Squad)

반은 동일한 특성치 벡터를 공유하는 ISAACA들의 집단으로 사용자는 10개의 분리된

반에 대해 각각 다른 특성치 벡터를 정의할 수 있다. 각각의 반은 최초 공간상의 배치, 탐지 범위, 화력 및 이동 범위, 생존 및 부상, 특성치 벡터, 방어수준, 이동범위, 명중 확률, 최대 표적 수 등을 포함한다.

## ④ 전장(combat battlefield)

추상적인 전장은 이산 사이트의 2차원 격자로 묘사된다. 격자의 각 사이트는 두 종류의 ISAACA 즉, 홍군과 청군에 의해 점령된다.

## ⑤ ISAACA의 범위(range)

ISAACA의 특성을 결정짓는 요소로써 다음 5가지의 범위가 있다.

- 탐지범위(sensor range): 탐지범위( $r_S$ )는 근접해 있는 ISAACA를 감지할 수 있는 최대 범위로 정의 된다.
- 사격범위(fire range): 사격범위( $r_F$ )는 ISAACA가 적 ISAACA와 교전할 수 있는 ISAACA 주위의 지역으로 정의된다.
- 임계범위(threshold range): 임계범위( $r_T$ )는 주어진 시간에 이동할 것을 결정하기 위해 아군 및 적 ISAACA의 수를 계산하는 ISAACA주위의 지역으로 정의된다.
- 이동범위(movement range): 이동범위( $r_M$ )는 ISAACA가 주어진 시간에 이동을 선택할 수 있는 격자지역으로 정의되는 ISAACA주위의 지역이다.
- 통신범위(communication range): 통신범위( $r_C$ )는 중앙에 위치한 ISAACA의 통신범위 내에 있는 아군 ISAACA들과 탐지지역의 정보를 서로 연락하는 ISAACA 주위의 지역이다.

### ⑥ 전투(combat)

전투동안에 각 ISAACA는 사격범위 내에 있는 모든 적 ISAACA에 대해 사격 기회를 가진다. 만약 야군 ISAACA가 적 ISAACA에 의해 사격을 받는다면 그들의 현 상태는 생존에서 부상으로, 부상에서 전사로 한 단계씩 감소된다.

### ⑦ 지휘 및 통제(command and control)

계급조직은 ISAACA 집합체를 구성하고 청군 및 홍군 측에 세 가지 종류의 ISAACA로 구분된다.

- 기본 전투원(ISAACA): 기본적인 단위부대(보병, 전차, 수송차량 등)
- 예하 지휘관(local commanders): ISAACA들을 지휘하고 국지적으로 클러스터된 기본 전투원들 간의 정보흐름을 조정한다.
- 상급 지휘관(global commanders): 전장을 좀 더 포괄적인 시각을 가지고 지휘하며 예 하 지휘관들을 지휘 및 통제한다.

### 3.3.3 진행간 변수 변경 메뉴

EINSTEIn 모형은 진행간 변수변경 메뉴를 이용하여 변수들을 효과적으로 변경할 수 있다. 모의 진행간 시나리오의 재설정 없이 사용자의 의도대로 다양한 시나리오에 대해서 쉽게 실험을 할 수 있다. 즉 모의 진행간 ISAACA의 특성치 및 보조 특성치 등을 변경할 수 있으므로 사용자는 진행간 목표 또는 작전내용의 변경 등을 묘사할 수 있다.

### 3.4 란체스터 법칙과 EINSTEIn 모형의 비교분석

대부분 위게임 모형의 핵심논리에는 란체스터

이론이 적용된다. 그러므로 EINSTEIn 모형이 기존 란체스터 이론과 비교하여 실제 적용 가능한지를 평가한다. 행위자 기반모델인 EINSTEIn 모형과 란체스터 모형과는 개념 및 접근방법에 있어서 큰 차이가 있지만 최종 전투결과에서 피·아 부대 전투력을 측정할 수 있다는 점에 착안하여 전투손실률을 비교하는데 국한한다.

상륙전의 기본형태인 상륙돌격은 전형적인 공격작전으로 란체스터 전투소모논리에서 가장 일반적으로 적용되고 있는 자승법칙(square law)과 비교하고 상륙전의 기타 형태인 상륙기습은 비정규전 형식의 작전이므로 비정규전의 기본논리인 란체스터 혼합법칙(mixed law)과 비교한다.

그 방법으로 란체스터형 전투모형과 EINSTEIn 모형을 동일한 조건으로 비교할 경우 어떠한 유사점과 차이점이 있는지를 분석한다. 즉 란체스터 법칙에서 적용되는 변수 값들과 동일조건으로 EINSTEIn 모형의 변수 값을 입력하고 기타 적용되는 특성치는 제외한다.

### 3.4.1 상륙돌격작전 모형

비교분석을 위한 시나리오는 다음과 같다 [11]. 해안을 방어하는 홍군(R)과 상륙돌격을 실시하는 청군(B)은 서로 동질부대이다. 통상 상륙을 수행하는 부대는 방어부대보다 많은 병력을 편성하고 전투간 손실률은 상륙수행부대가 해안방어부대보다 매우 높은 수준이기 때문에 초기 전투력규모는 홍군( $R_0$ ) 50명, 청군( $B_0$ ) 100명으로, 전투손실률은 각각  $\beta=0.05$ ,  $\rho=0.1$  으로 설정하였다[11]. 시간에 따른 양측 전



투력 규모의 변화는 12시간 단위 까지 (식 1)과 (식 2)를 이용 <표 1>과 같이 산출 된다[1,2].

$$R(t) = R_0 \text{Cosh} \sqrt{\rho\beta} - \sqrt{\rho/\beta} B_0 \text{Sinh} \sqrt{\rho\beta} t \quad (\text{식 1})$$

$$B(t) = B_0 \text{Cosh} \sqrt{\rho\beta} - \sqrt{\beta/\rho} R_0 \text{Sinh} \sqrt{\rho\beta} t \quad (\text{식 2})$$

여기서

$B(t)$ : t시간에서 B군의 전투력 규모수준

$R(t)$ : t시간에서 R군의 전투력 규모수준

$B_0$ : B군의 초기 전투력 규모(=B(0))

$R_0$ : R군의 초기 전투력 규모(=R(0))

$\beta$ : B군의 전투손실률

$\rho$ : R군의 전투손실률

t: 시간

동일한 조건을 부여하기 위해 EINSTEIn 모형에 입력되는 요소는 홍군 및 청군 ISAACA의 특성치와 명중확률, 상륙전 묘사를 위한 지형요소를 제외하고 나머지 요소는 동일하게 입력한다.

홍군(R)의 특성치 벡터  $\vec{w}=(1/22, 10/22, 1/22, 10/22, 0, 0)$ 를 입력하고 기 언급된 근거로 전투력규모는 50명, 명중확률은 0.1로 한다.

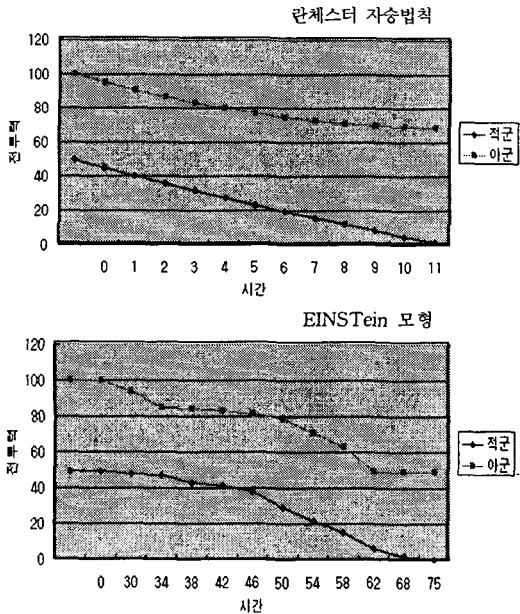
청군(B)의 특성치 벡터는  $\vec{w}=(2/30, 10/30, 2/30, 8/30, 8/30, 0)$ 를 입력하고 전투력규모는 100명, 명중확률은 0.05로 한다. 양 진영의 특성치 벡터중 생존 및 부상 상황하 행위자 이동방향은 거의 유사하고 상륙돌격을 실시하는 청군의 목표지역으로 이동하는 상대적가중치를 8/30으로 높게 부여하였다. 양측부대 ISAACA의 활동범위는 센서범위( $r_S$ )=4, 사격범위( $r_P$ )=3,

임계범위( $r_T$ )=2 로 홍군과 청군에 동일하게 부여하고 홍군(R)의 방어를 묘사하기위해 홍군(R)은 이동범위( $r_M$ )=0, 청군(B)은 상륙전 수행을 위한 이동범위( $r_M$ )=2를 부여하였다. 또한 재편성, 오인사격 등은 적용하지 않고 홍군(R)의 방어를 묘사하기 위해 보조규칙 중 위치고수 임계치만 입력한다. <표 1>은 란체스터 자승법칙과 EINSTEIn모형의 모의결과이며 [그림 3]은 란체스터 자승법칙과 EINSTEIn모형의 전투력 변화상태를 나타낸 것이다.

<표 1>과 같이 최종적인 모의결과는 자승법칙의 잔존병력이  $B_e=68.65$ ,  $R_e=1.52$  이고 EINSTEIn모형의 잔존병력은  $B_e=49$ (생존23, 부상 26),  $R_e=0$ 으로써 수치상에 차이가 있긴 하지만 거의 유사한 결과가 산출 되었다고 볼 수 있다. 여기서 양개모형간의 시간차이는 아군(B)이 해상이동을 실시하여 30시간이후부터 교전이 이루어졌기 때문이다. <그림 3>의 전투력 변화에 대한 시계열 그래프에서 보듯이 전투력 변화의 형태가 거의 유사함을 알 수 있다. 결론적으로 동일조건에서 란체스터 자승법칙과 유사한 결과를 도출함으로써 EINSTEIn모형의 상륙전 적용 가능성을 평가할 수 있다.

<표 1> 란체스터자승법칙과 EINSTEIn모형의 모의결과

자 승 법 칩			EINSTEIn 모 형						
시 간	홍군 (R)	청군 (B)	시 간	홍 군(R)			청 군(B)		
				계	생존	부상	계	생존	부상
0	50.00	100.00	0	50	0	0	100	100	0
2	40.25	90.50	34	48	45	3	94	88	6
4	31.41	82.91	42	43	39	4	84	76	8
6	23.27	77.04	50	38	33	5	81	66	15
8	15.68	72.77	58	22	16	6	71	43	28
10	8.48	70.00	68	6	2	4	49	25	24
12	1.52	68.65	80	0	0	0	49	23	26



<그림 3> 란체스터 자승법칙과 EINSTEIN모형의 전투력 변화상태

### 3.4.2 상륙기습작전 모형

비교분석을 위한 시나리오는 다음과 같다 [11]. 해안을 방어하는 홍군(R)과 상륙기습을 실시하는 청군(B)은 서로 동질부대이다. 피·아 초기 전투력규모는 청군 수색대 1개 소대 ( $B_0$ ) 30명, 해안 일대에 매복한 홍군( $R_0$ )은 1개 분대 10명으로 설정하였다. 홍군은 1,000ft<sup>2</sup>의 해안 일대의 숲 속에 매복하고 있으며 홍군 1명당 취약 면적은 1.5ft<sup>2</sup>, 단발명중확률( $P_{KR}$ )은 0.2이다. 양측의 소총 사격율( $r_B=r_R$ )은 12발로 동일하게 부여하였다. 즉, 양측의 전투 손실률은 각각  $\rho = 0.18$ ,  $\beta = 2.4$ 이 된다. 양측의 전투력 규모 변화는 (식 3)과 (식 4)에 의해 0.2시간 단위씩 계산하며 <표 2>와 같이 산출된다[8,12].

$$R(t) = C_1 \{1 + [(B_0 - K_1 \tan \alpha_1 t) / (K_1 + B_0 \tan \alpha_1 t)]^2\} \quad (\text{식 3})$$

$$B(t) = K_1 [(B_0 - K_1 \tan \alpha_1 t) / (K_1 + B_0 \tan \alpha_1 t)] \quad (\text{식 4})$$

여기서

$$K_1 = \sqrt{2\beta C_1 / \rho}$$

$$C_1 = R_0 - [\rho / 2\beta] B_0^2$$

$$\alpha_1 = \rho K_1 / 2$$

$$\tan \alpha_1 < \pi / 2$$

EINSTEIN 모형의 입력요소는 홍군 및 청군 ISAACA의 특성가중치와, 상륙 후 적진에 침투하는 상황을 묘사하기 위한 지형요소를 제외하고 나머지 요소는 모두 동일하게 입력한다.

양진영의 특성치 벡터는 상륙돌격작전시와 동일하게 입력하고 명중확률은 동일하게 0.2로 부여하였다. 양측부대 ISAACA의 활동범위는 센서범위( $r_S$ )=5, 사격범위( $r_F$ )=5, 임계범위( $r_T$ )=5는 동일하게 부여하고 홍군(R)은 매복 형태를 부여하기 위하여 이동범위( $r_M$ )=0, 청군(B)은 이동범위( $r_M$ )=2를 부여하였다. 또한 홍군 10명의 취약면적을 효과적으로 구현하기 위해 청군 지형변수 중에서 단발명중확률 승수(\*)를 0.023로 부여하였다.

<표 2>는 란체스터 혼합법칙과 EINSTEIN모형의 최종적인 모의결과로써 혼합법칙의 잔존병력이  $R_e=1.56$ ,  $B_e=0$ 이고 EINSTEIN모형의 잔존병력은  $R_e=5$ (생존 4, 부상 1),  $B_e=4$ (생존4, 부상0)로써 거의 유사한 결과가 산출됨을 알 수 있다. 여기서 양개모형간의 시간차이는 아군(B)이 해상이동을 실시하여 30시간이후부터 교전이 이루어졌기 때문이다. <그림 4>는 란체스터 혼

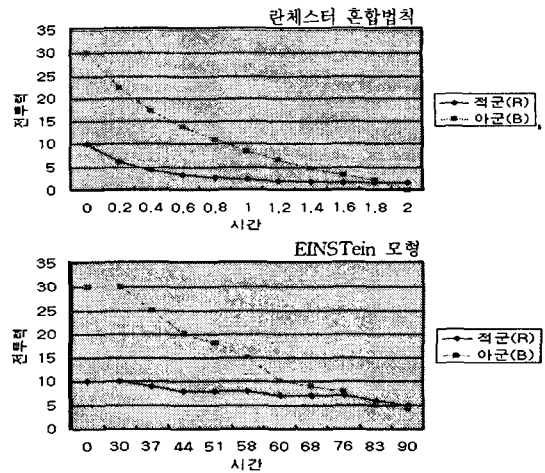
합법칙과 EINSTEIn모형의 전투력 변화상태를 나타낸 시계열 그래프로써 전투력 변화의 형태가 유사함을 알 수 있다.

EINSTEIn 모형의 특성치를 완전히 무시하였을 때는 란체스터모형의 결과와 매우 유사한 결과를 도출할 수 있었다. 즉, EINSTEIn 모형에서 복잡계의 특징을 최소화하였을 때 전투원과 전투원간의 전투결과는 부대와 부대간의 전투결과와 유사하다는 사실을 알 수 있다.

그러나 전투형태별 전투결과를 알아보기 위해 EINSTEIn모형의 특성치를 입력하였을 때는 전혀 다른 결과가 나타났다. 단순한 란체스터모형에 비해 충실도(fidelity)가 높은 공간적요소와 정성적요소의 변화는 전투력손실에 지대한 영향을 미치며 전투형태에 따라서도 전투결과의 차이가 심한 결과를 도출함으로써 공간적요소와 정성적 요소에 대한 묘사가 어려운 기존 란체스터 전투 모형의 단점을 보완함과 동시에 다양한 형태의 전투에 대한 모의가능성을 제시할 수 있다. 결론적으로 EINSTEIn모형의 결과도 동일조건에서의 란체스터 혼합법칙과 유사한 결과가 산출되며 상륙기습작전의 적용 가능성을 확인할 수 있다.

<표 2> 란체스터 혼합법칙과 EINSTEIn모형의 모의결과

자 승 법 칩			EINSTEIn 모형						
시간	홍군 (R)	청군 (B)	시간	홍 군(R)			청 군(B)		
				계	생존	부상	계	생존	부상
0	10	30	0	10	0	0	30	30	0
0.4	4.39	17.40	37	9	9	0	25	23	2
0.8	2.66	10.88	51	8	6	2	18	16	2
1.2	1.96	6.53	60	7	5	2	10	9	1
1.6	1.65	3.11	76	7	5	2	8	5	3
2.0	1.56	0	90	5	4	1	4	4	0



<그림 4> 란체스터 혼합법칙과 EINSTEIn모형의 전투력 변화상태

#### 4. EINSTEIn모형을 이용한 상륙전 모형구축

상륙작전은 함정이나 주정 또는 항공기에 탑승한 해군 및 상륙군이 해상 또는 육상 발진기지에서 적 해안에 대하여 실시하는 공격작전이다. 이러한 상륙작전은 한반도의 지리·전략적 특성상 효율성이 매우 높으며 장차전에서도 아군의 전쟁 주도권 탈취 및 공세이전 여건 조성에 크게 기여할 것으로 기대되는 가장 경제적이고 신속성 있는 군사적 수단으로 인식되어지고 있다[11]. 상륙작전 중 가장 기본이 되는 상륙돌격작전과, 상륙기습작전을 EINSTEIn모형을 이용하여 구축하고 복잡계 이론과 접목하고자 한다.

##### 4.1 EINSTEIn 모형구축 및 모의

###### 4.1.1 상륙기습작전

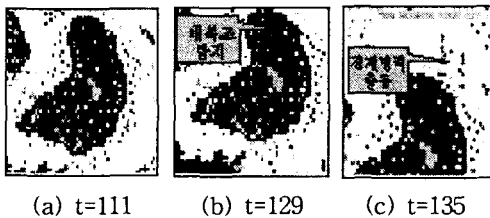
상륙기습은 해상으로부터 또는 육상 발진기지에서로부터 적 해안에 상륙하여 목표 지역의 신속한

습격, 또는 일시적인 점령 후 해상 또는 지상으로 계획된 철수를 실시하는 작전이다[11]. 이러한 상륙기습의 목적은 적의 심리적 균형을 파괴하고 아군의 상대적 전투력 우위를 확보하며 전장의 주도권을 획득하는데 있다. 초기 작전 상황은 다음과 같다.

대대급 규모의 상륙을 앞둔 상륙군이 적 레이더 기지의 위협을 제거하기 위해 해병수색대 1개 소대가 적 해안에 기습 상륙하여 적의 레이더 기지를 타격하고 철수 하는 상황을 세부적으로 모의한다. 아군 기습부대는 야음을 이용 은밀 침투로 최대한 적군과의 교전을 회피하면서 이동을 실시, 목표 공격 후 신속히 철수한다. 적 레이더 기지의 방어부대로는 해안 초소 7개소, 탐지등 3개소, 매복 2개 소대가 해안 일대에 위치하고 있으며 기지 내에 경계병력 2개 중대(-)가 위치하고 있다. 모의 목적상 1개의 ISAACA는 2명, 시간 단위는 1분으로 가정하여 모의를 실시한다.

### ① 초기조건

초기조건으로 양측의 특성치를 제외한 기타 요소를 동일하게 입력한 가운데 모의한 결과 아군의 신속한 침투로 목표 타격이 가능하나 동일 조건에서 적 매복조의 체배치와 통신요소를 증가할 경우에는 <그림 5>와 같이 아군 침투부대가 침투 초기 탐지되어 병력의 50%를 손실하게 된다.



<그림 5> 적군 입력요소 변경에 대한 모의 과정

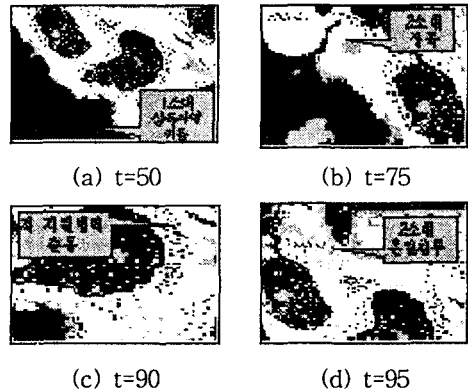
### ② 입력요소 변경

적이 비교적 높은 수준의 방어태세를 갖추고 있을 때 아군이 임무를 성공적으로 수행할 수 있도록 아군의 탐지범위를 7에서 12로 증가하고 적에게 최대한 탐지되지 않도록 생존 및 부상한 적에 대한 가중치에 음의 값을 더해 적과 최대한 조우하지 않도록 조정한다. 모의결과 아군은 교차 배치된 매복조의 탐지를 피해 우회 기동하여 적에게 탐지 되지 않고 목표 진입 및 파괴가 가능하다.

### ③ 양동작전에 의한 목표 타격

앞서 모의한 것과 같이 전형적인 침투 방법에 의한 작전 이외에 적 방어세력을 교란하여 허점을 이용한 양동작전을 모의한다.

<그림 6>의 (a)와 같이 1소대는 교란을 목적으로 적 초소 주위로 상륙을 실시, 적에게 탐지되어 적 경계 병력의 지원을 유도하는 사이 2소대는 (b)와 같이 해안 상부에 상륙을 실시, 은밀 침투 하여 경계 병력이 출동한 틈을 이용 신속한 목표 타격 및 철수가 가능하다. 아군은 적 경계 병력의 기만을 통하여 적은 피해로 침투 및 파괴 작전을 효과적으로 수행할 수 있다.



<그림 6> 양동작전 모의 과정

#### 4.1.2 상륙돌격작전

본 절에서는 상륙작전의 최하계대인 해병대대가 상륙작전의 기본형태인 상륙돌격을 실시 적 해안을 점령하는 상황을 묘사하여 실제 적용 가능한 결과를 도출하고자 한다. 모형수립에 따른 시나리오는 다음과 같다.

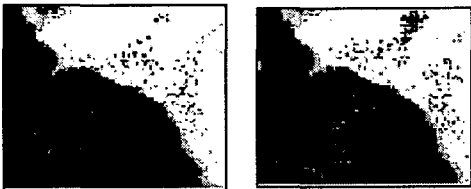
상륙 세력은 해병 1개 대대이며 해상 돌격 간 5인치 함포를 장착한 함정 6척의 함포지원이 이루어진다. 적군은 해안일대 해안포 4문과 지역 내 122mm 곡사포 4문이 가용하다.

EINStein 모형의 특성상 항공기의 묘사가 제한되며 포병은 고정된 진지에서만 사격이 가능하다. 모의 목적상 1개의 ISAACA는 2명, 시간 단위는 1분으로 가정하여 모의한다.

##### ① 초기조건

초기조건으로 적 예비대의 증원이 이루어지지 않은 상황과 예비대의 증원이 이루어진 상황을 비교분석한다.

먼저 예비대의 증원이 없을 경우 <그림 7>의 (a)와 같이 상륙군은 총 병력 354명의 병력으로 해상 돌격을 실시한다. 모의 결과 최종 전투력 규모는 아군이  $B_e=242$ (생존 186, 부상 56)로 전체 병력중 32%의 피해로 해안목표 확보가 가능하며 적군은  $R_e=34$ (생존 22, 부상 12)로 전체 병력중 86%가 손실된다.



(a) 예비대 미 증원 (b) 예비대 증원  
<그림 7> 초기조건에 대한 모의 과정

##### ② 병력 규모 변경

다음은 동일 조건에서 <그림 7> (b)와 같이 적 예비대의 증원이 이루어질 경우에 아군은 전체 병력 중 약 70%가 피해를 입게 되며 차 후 작전이 불가능 상태로 전력이 손실 된다. 이러한 실수는 초기 정보 판단시 적정의 세밀한 분석이 이루어지지 않아 적 예비대의 존재를 파악하지 못할 경우 발생할 수 있다. 또한, 적 예비대의 증원이 있을 것으로 가정하여 아군 상륙군에 1개 중대 병력을 증원 할 경우 아군은  $B_e=310$ (생존 270, 부상 40)으로 병력의 31%로 피해로 해안목표 확보가 가능하며 적군은  $R_e=68$ (생존42, 부상26)로 전체 병력중 80%가 손실된다. 이상과 같이 적 부대 규모에 부합되게 병력을 운용시 막대한 아군의 피해를 줄일 수 있으며 효과적으로 목표 확보가 가능 하다.

### 5. 상륙전 적용 가능성 평가 및 개선방향

#### 5.1 복잡계 이론을 통한 상륙전 고찰

상륙전을 복잡계로 모델링하기 위한 두 가지 추가적인 수학적 모형기법은 다음과 같다.

- 세포자동자(cellular automata) 모형: 국부적 규칙에 따른 역학(local rule-based dynamics)
- 유전자 알고리즘 (genetic algorithms): 국부적 결심공간과 전략/전술의 표현

##### 5.1.1 세포자동자 모형을 이용한 전투모의

전장에서 일어나는 상황들을 보면, 많은 행동들이 세포자동자의 주요특성인 가까운 이웃과의 단순한 상호작용으로 나타나는 것을 볼 수 있다.

이러한 규칙에 따라 행동하는 전투원은 다음의 4가지 규칙의 기본 형태로 되어 있다.

- 상황판단: 주위의 피·아 관계 등
- 이동: 개별 automata의 이동 조건(언제, 어떻게)
- 전투: 전투규칙(예: 사격거리 내에서의 조준사격)
- 계층적 통제: 지휘 구조

기본규칙에 다음과 같은 여러 가지 부수적인 규칙을 추가 할 수 있다.

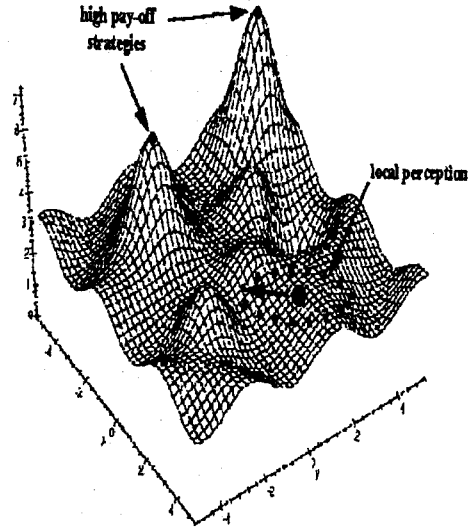
- 이동에 있어서 지형의 효과
- 전투 환경변화에 대한 대처 능력(예: 조준사격, 지역사격, 정밀사격 무기 등의 할당)
- 전투손실에 대한 보충

이러한 셀 방식 자율장치를 이용한 전투 모형의 목적은 전투원이 따라야 할 실제 행동 지침을 마련하기 위한 규칙을 만들자는 것이 아니라, 일반적인 특이한 유사전투 현상을 발생시키는 가장 단순한 규칙을 찾아내려는 것이다. 즉, 유사한 다른 상황에서도 전투원들이 상황에 부합되게 행동할 수 있도록 하는 것이다. 그리고 이 최소한의 복잡성을 가진 규칙들로부터 최대한의 행태적 복잡성을 추출해서 전투 과정을 새롭게 이해하여 다양한 상황에 적용 할 수 있도록 하는 것이다.

### 5.1.2 유전자 알고리즘을 이용한 전술/전략의 진화

유전자 알고리즘은 일반적인 조합적 최적화 탐색문제에 유용한 도구이다. 군사전략가나 전장 지휘관의 관심을 끌 수 있는 적용 분야는 “직접적 전략/전술 발전”이다. 예를 들면, 유전자 알고리즘을 이용한 자동결심지원시스템(ADSS: Automated Decision Support System), 유전자

알고리즘에 의한 스마트 전차 전략, 군사적 지휘통제 구조의 최적화에 대한 재고 등이 있다.



<그림 8> 전략 조망도(Landscape)

<그림 8>은 모든 가능한 전략공간을 보여주는 “전략 조망도”의 예를 나타낸다. 유전자 알고리즘을 이용한 전술/전략 “최적화”는 전투원에게 가용한 지역적 정보를 활용하여 큰 급부를 제공하는 전략을 찾아 나가는 과정으로 이루어진다. 조망도의 모양은 다양한 전술/전략에 해당하는 적합도 척도로 결정된다. 이는 시간이 경과하면서 통과하는 탐색경로에 따라 동적으로 변화한다.

EINSTEIN 모형의 상륙전 모형적용시 이러한 유전자 알고리즘의 전술/전략 진화로 피·아 공동 진화 및 단일진화가 가능하며 최적의 임무 적합도를 나타내는 특성치를 지속적으로 최신화(update)하여 공격방향 및 부대운용 등 최적의 전략을 택할 수 있게 된다.

## 5.2 적용 가능성 평가

지금까지 복잡계 이론이 적용된 EINSTEIN 모형을 이용, 상륙전의 두 가지 형태를 구축함으로써 실제 적용 가능한 결과를 도출할 수 있었다. 다소의 제약이 따르기는 하나 기존 란체스터 모형에서는 묘사가 제한되는 세부적인 지형과 병력의 배치, 무기체계, 전투원들의 정성요소 등 다양한 요소에 대한 모의가 가능하다. 즉 부대와 부대간의 전투묘사가 아닌 전투원과 전투원간의 전투를 통해 좀 더 현실적인 전투결과를 얻을 수 있으며 모의 진행 간 전장 요소의 변화가 가능하다. 또한 정성적인 요소들의 조정으로 다양한 결과를 산출할 수 있으며 복잡한 상황에 대한 적용 가능성을 확인할 수 있다. 실제 적용 가능한 분야를 앞서 시뮬레이션을 수행한 두 가지 모형에 대한 결과를 기준으로 종합해 보면 다음과 같다.

첫째, 상륙기습 작전 대비 침투지역에 대한 실 지형 및 적 배치에 관한 정보를 입력, 다양한 경로를 이용하여 침투상황을 반복 모의함으로써 최선의 침투로를 선택할 수 있으며 각종 우발상황에 대한 가장 효과적인 대처방안을 모색할 수 있다.

둘째, 상륙돌격 작전시 목표확보가 가능한 최적의 상륙해안 선정 및 적 방어 규모와 배치 등을 변경해 가며 모의해 봄으로써 다양한 상황에 대한 결과를 예측할 수 있다.

셋째, 공격 작전간 가용범위 내 아군의 최적 투입 병력규모 판단 및 효과적인 공격방법에 대한 최선의 대안을 선정하는데 적용 가능 하며

방어작전 간에는 병력운용과 부대배치의 변경에 따른 전투결과를 예측할 수 있다.

넷째, 부대원의 정성적인 요소가 전투결과에 미치는 영향 및 지형 형태에 따른 전투양상 변화와 다양한 무기체계에 대한 효과분석이 가능하다.

다섯째, 상륙작전 외에 기타 적용가능 분야로 포병부대의 자체방어나 집결중인 부대의 자체방어시 효과적인 방어를 위한 최선의 방어편성을 하는데 적용 할 수 있으며 비행장 또는 주요 시설물의 외각 경계에 대한 경계병력 운용 및 적 병력 침투시 다양한 상황에 대한 상황조치 훈련을 하는데 유용하다.

이상과 같이 EINSTEIN 모형은 기존 란체스터 모형에서 탈피한 새로운 전투논리이며 복잡계 이론이 접목된 행위자 기반모델으로써 현실과 좀 더 근접된 전투모형이며 제한된 범위 내에서 상륙전의 다양한 상황에 적용 가능할 뿐 아니라 상륙전에 대한 새로운 시각의 전환 및 지속적인 발전 가능성을 제시했다고 할 수 있다.

## 6. 결론

지상전을 복잡계로 간주함으로써, 지상전의 기본과정을 새로운 시각으로 볼 수 있다. 즉 군사적 충돌을 반 자율적이고 계층구조를 가진 다수의 행위자들이 변화하는 환경에 계속적으로 적응해 가는 비선형 동적체계로 간주하여 실용적 도구인 EINSTEIN 모형에 적용함으로써 지상전을 보는 새로운 시각을 얻을 수 있다.

지상전과 더불어 상륙전은 수많은 각개 구성

요소들, 복잡한 전장 환경, 전투원들의 정성적 요소 등으로 구성된 복잡적응시스템이라 할 수 있다. 그러므로 복잡계 이론을 기반으로 한 EINSTEIN 모형을 해병대 상륙전 및 지상 작전에 적용한 결과를 통해서 기존 모형들의 제한점을 효과적으로 극복하고 새로운 시각에서 상륙전을 모의 할 수 있는 적용가능성과 발전가능성을 확인하였다. 본 연구에서 EINSTEIN 모형을 이용한 결과를 종합해 보면 다음과 같다.

첫째, 동일 조건에서 상륙전의 형태별로 랜체스터 자승법칙과 혼합법칙을 적용한 결과 EINSTEIN 모형의 입력요소 중 일부만 적용했을 경우와 유사한 결과가 산출되었으며 적용 가능성을 판단할 수 있다.

둘째, 상륙전의 다양한 형태중 상륙기습, 상륙돌격작전을 EINSTEIN 모형을 이용 구축하였으며 다양한 입력요소의 변경을 통하여 공간적 및 정성적 요소에 따른 전투양상의 변화를 확인할 수 있다. 즉, 통신요소와 탐지센서의 변경, 병력 재배치, 병력의 분산과 집중, 정성요소의 변경 등을 통해서 기존 랜체스터형 전투모형의 단점을 보완함과 동시에 다양한 형태의 전투에 대한 모의 및 발전 가능성을 확인할 수 있다.

현재까지는 복잡계 이론을 완전한 위게임 모형에 적용하기는 곤란하지만 전투기본단위로 묘사되는 행위자에 대한 명확한 정의와 정성적인 특성들, 지형 및 기상요소 등이 보장된다면 모형의 현실감이 더해 질 것이다.

신과학 적용의 첫 시도로 개발중인 EINSTEIN 모형에 대한 심도깊은 분석과 EINSTEIN모형에 적용된 복잡계 이론에 대한 이해를 통해서 최신

위게임 기법을 습득함으로써 장차 한국의 여건에 적합한 지상전 위게임 모형개발시 기초 이론으로 적용이 가능할 것이며 미래전 양상에 부합되는 전투모형의 개발로 이어질 것이다.

## 참 고 문 헌

- [1] Ilachinski, A., (Land Warfare and Complexity, Part II : An assessment of the Applicability of Nonlinear Dynamics and Complex Systems Ilachinski, A, Land Warfare and Complexity, Center for Naval Analyses Information Manual CIM-461, pp.56-118, 1996. 7.
- [2] 이태원, 강성진, "EINSTEIN 모형을 이용한 복잡계 이론의 지상전 적용에 관한 연구", 한국시뮬레이션학회논문지, 제9권, 제1호, 2000. 3.
- [3] 정성진, 조성진, 홍성필, "세포자동자 시뮬레이션을 이용한 네트워크 중심전 전투효과도 평가연구", 경영과학, 제22권, 제2호, 2005. 11.
- [4] Ilachinski, A., (Land Warfare and Complexity, Part I: Mathematical Background and Technical Source-book), Center for Naval Analyses Information Manual CIM-461, pp.7-140, 1996. 7.
- [5] 윤승수, 채승병, 「복잡계개론」, 삼성경제연구소, 2005



- [6] 한국국방연구원, "ISAAC 모형도입 연구", 1998. Alexandria, pp.1-50, 1997. 8.
- [7] Ilachinski, A., (Enhanced ISAAC Neural Simulation Toolkit : An Artificial-Life Laboratory for Exploring self-Organized Emergence in Land combat Alexandria), Center for Naval Analyses, Alexandria, pp.7-118, 1999. 5.
- [8] 장은성, 「복잡성의 과학」, 전파과학사, 1999.
- [9] Ilachinski, A., Irreducible Semiautonomous Adaptive Combat (ISSAC) An: Artificial-Life Approach to Land Combat, Center for Naval Analyses, Alexandria, pp.1-50, 1997. 8.
- [10] 한국국방연구원, "위게임 모형관리", 1998.
- [11] 해병대 사령부, "상륙작전교리", 1993, pp.5-15.
- [12] Taylor, J. G., Lanchester Models of Warfare, Vol.1, Naval Postgraduate School, Monterey, pp. 52-102, 1983.

## 저 자 소 개

**이 상 현** (E-mail: leesangh@kndu.ac.kr)

1977 육군사관학교 전기공학과 졸업(이학사)

1985미 해군대학원 운영분석학과 졸업(석사)

1991미 조지아공대 산업공학과 졸업(박사)

현재국방대학교 관리대학원 운영분석학과 교수

관심분야네트워크 최적화, 시뮬레이션