

계층구조적 다중에이전트를 이용한 다대다 함정전투 M&S 시스템

정찬호^{1†} · 유용준¹ · 류한얼¹ · 이장세² · 김재익³ · 지승도¹

Multi-Platform Warship M&S System Using the Hierarchical Multi-Agent System

Chan-ho Jung · Yong-jun You · Han-eul Ryu · Jang-se Lee · Jae-ick Kim · Sung-do Chi

ABSTRACT

Recently the intelligent agent systems have been emerged as one of key issues for developing the defense M&S systems. However, most conventional agent architecture of M&S systems utilize the script-based models and can only deal with the individual behaviors so that they cannot suitably describe the precise tactical/strategic behavior and/or complex warfare environment. To overcome these problems, we have proposed the hierarchical multi-agent system architecture that is able to intelligently cope with the complex missions based on the functional role of each agent on the hierarchy such as an intelligence officer, captain, warship commander. Several simulation tests performed on 2:2 warship warfare models will illustrate our techniques.

Key words : Multi-agent system, Warship M&S, Warship combat

요약

최근 들어 지능 에이전트를 이용한 국방 M&S 시스템에 대한 관심이 높아지고 있다. 대부분의 시스템들은 아군과 대항군을 대신하는 에이전트의 수준이 스크립트 기반에 불과하기 때문에 개별적 행위 등을 묘사할 수는 있으나, 고도의 전술운용이나 다양한 전장 환경과 같은 사실적인 표현을 하기에는 미흡한 실정이다. 본 연구에서는 이러한 문제점을 개선하기 위해 정보장교, 함장 및 함대사령관 등 역할에 따라 지능적 기능을 수행할 수 있는 계층구조적 다중 에이전트 시스템을 성공적으로 제안하였다. 이에 대한, 타당성 검토를 위해 다중에이전트 구조를 갖는 2:2 함정전투 시물레이션을 수행하였고, 이를 통해 지능적이고 실질적인 다양한 전술적 행위를 묘사할 수 있었다.

주요어 : 다중에이전트 시스템, 전투 모델링 및 시물레이션, 함정전투

1. 서론

기존의 국방 M&S 시스템에서는 운용자 즉, 참여군 및 통제관 등 인간의 개입으로 인하여 시물레이션 속도가 실시간 정도의 저속이며, 그 결과도 개입된 운용자의 능력

에 의존적이므로 전술적 운용 등에 있어서 객관적인 평가가 어렵다. 즉, 체계 효과도 분석을 목적으로 하는 시물레이션의 경우 설계 및 운용 변수의 다양하고 많은 조합의 경우의 수에 대한 반복 시물레이션이 소요되기 때문에 고속의 시물레이션 수행이 필요하며 신뢰성 있는 체계 효과도 분석을 위해서는 운용자의 능력의 효과가 배제된 분석이 가능해야 한다. 이를 극복하기 위해 최근 들어 에이전트를 이용한 국방 M&S 시스템에 대한 관심이 높아지고 있다.

2. 관련 연구

에이전트 기술을 국방 M&S에 도입한 시스템들로는

* 본 연구는 방위사업청과 국방과학연구소의 지원으로 수행되었습니다(계약번호 UD070036AD).

2009년 9월 8일 접수, 2009년 10월 20일 채택

¹⁾ 한국항공대학교 컴퓨터공학과

²⁾ 한국해양대학교 컴퓨터제어전자통신공학부

³⁾ 국방과학연구소 함정전투체계개발단

주저자: 정찬호

교신저자: 정찬호

E-mail: chanho66@kau.ac.kr

ISSAC^[1]을 시작으로 이후 MANA^[2], WISDOM-II^[3]가 개발되었고, 다시 인공생명개념이 도입된 EINStein^[1]과 CROCADILE^[4], 최근의 미육군에서 개발된 OneSAF^[5] 등으로 발전되었다. 또한 합정전투 M&S에 관련된 호주의 에이전트 시스템으로는 BattleModel^[6]이 있다. 이러한 에이전트 기반 M&S에 대한 연구는 스크립트 기반 또는 SM(State Machine) 기반의 단순한 에이전트 표현만을 사용함으로써, 창발현상(여기서 창발이란 진화적인 방법에 의한 창조적인 발현 현상을 말함)과 같은 개별적 행위 등을 묘사할 수는 있으나, 고도의 전술적 운용이나 다양한 전장 환경과 같은 복잡도가 높은 문제를 표현을 하기에는 한계를 갖는다. 이를 보완한 WISDOM-II는 표 1에서 보는 바와 같이 목적 지향적 접근을 시도 하였으나, 에이전트의 표현 방법이 SM 기반으로 여전히 단순한 개별 전술만이 가능한 실정이다. 이러한 스크립트 기반이나 SM 기반의 에이전트 표현 방법은 DEVS와 같이 동역학적 상태변환 등의 표현이 불가하여, 에이전트 표현에 한계를 갖는다. 시스템이론의 대가인 G.Klier와 Zeigler는 이러한 모델 표현 수준의 중요성을 강조하여 시스템 표현 레벨을 0~4까지 제안하였는데, 스크립트 기반은 레벨 1에 해당하며, SM 기반은 레벨 2이고 DEVS는 레벨 3의 수준에 해당한다. 이와 관한 상세한 내용은^[7,8]에 있다.

한편 DEVS의 창시자인 Zeigler와 Chi^[9-13]에 의해 제안된 HEAP(Hierarchical Encapsulation and Abstraction Principle)원칙은, 이산사건 M&S기반 시스템에서의 지능 에이전트 설계를 위한 이론적 기틀을 제시함으로써, 주목 받은 바 있다.

따라서 본 논문에서는 HEAP개념을 이용한 다대다 합정전투 시뮬레이션을 위한 계층구조적 다중에이전트 시스템을 제안하였다. 또한 서해교전 상에서의 2:2 합정전투 시뮬레이션을 통해 제안된 에이전트 구조의 지능적 기능성에 대해 검증하였다.

본 논문은 다음과 같이 구성된다. 3장에서는 계층구조적 다중에이전트를 이용한 전술 모델링 방법론을 설명하고, 4장에서는 다중 에이전트 기반의 다대다 합정전투 M&S 시스템 모델 구조도에 대해서 논의한다. 그리고 5장에서는 사례연구를 통해서 타당성을 검토 후 6장 결론으로 끝을 맺는다.

3. 계층구조적 다중에이전트를 이용한 전술 모델링 방법론

3.1 HEAP을 이용한 다중에이전트 설계

HEAP 원칙을 이용한 다중 에이전트 설계 개념은 그림 1에서 도식한 바와 같다. 먼저 에이전트가 제어할 대상체인 실세계(Continuous-time Model)로 부터의 추상화(Abstraction)를 통해 기능별 지식베이스가 구축된다. (Discrete Event-based Model) 다음으로 지식베이스별로 추론에진 모델이 결합되어(Encapsulation) 지능 단위체(IU: Intelligent Unit)가 생성되고, 이를 토대로 최종적인 계층구조적 다중에이전트가 완성된다. 즉, 상위에 있는 계층적 실행구조(Hierarchical Execution Structure)상의 leaf 노드들에 있는 지능단위(Intelligent Unit)들은 실세계에 관한 기본적 모델들로부터 자동적으로 추상화된 내부적 모델

표 1. 기존 연구와 본 연구와의 비교

구분	기존연구						본 연구 (한국/한국항공대 학교/2009년)
	ISSAC,EINStein (미국/CNA /1996년)	CROCADILE (호주/국방대학교 /2002년)	BattleModel (호주/KESEM/ 2004년)	MANA (뉴질랜드/국방 기술원/2005년)	WISDOM-II (호주/국방대학교 /2005년)	OneSAF (미국/미육군 /2006년)	
에이전트 특성	창발 중심 (A-Life 접근)	창발 중심 (A-Life 접근)	창발 중심 (A-Life 접근)	창발 중심 (A-Life 접근)	목적 지향적 (AI 접근)	창발 중심 (A-Life 접근)	목적 지향적 (AI 접근)
에이전트 표현방법	SM 기반 (Level 2)	SM 기반 (Level 2)	스크립트 기반 (Level 1)	SM 기반 (Level 1)	SM 기반 (Level 2)	SM 기반 (Level 2)	DEVS 기반 (Level 3)
비고	-개별적인 행위 묘사 가능 (단순한 개별 전술) -창발 행위 가능	-개별적인 행위 묘사 가능 (단순한 개별 전술) -창발 행위 가능	-개별적인 행위 묘사 가능 (단순한 개별 전술) -창발 행위 가능	-개별적인 행위 묘사 가능 (단순한 개별 전술) -창발 행위 가능	-개별적인 행위 묘사 가능 (단순한 개별 전술) -창발 기능의 통합 불가	-개별적인 행위 묘사 가능 (단순한 개별 전술) -창발 행위 가능	-상세한 모델 표현 가능 (고도의 전술 표현) -HEAP원칙 적용 -향후 창발기능의 통합 용이

들(각각 플래닝, 고장진단, 고장복구 등의 기능 등을 가짐)로 구성된다. 즉, 각 기능별 내부적 모델들과 이에 따른 추론엔진을 통해 구축되고, 상위 계층의 지능단위들도 역시 동일한 내부적 모델들을 갖는다. 이것들은 또한 하위 계층의 각 내부모델들로부터 자동적으로 추상화된 모델을 의미한다. 이와 같이 상/하위계층간의 체계적 추상화 관계에 의해서 Bottom-up 방식으로 계층적 실행 구조를 얻을 수가 있으며, 또한 목적에 따른 실행은 Top-down 방식에 의해 연속적으로 분할 수행될 수 있도록 설계 하였다^[9-11].

3.2 계층구조적 전술 모델링 방법론

앞서 설명한 다중에이전트 설계 방법을 계층구조적 전술 모델링에 적용하여 설명한 것이 그림 2에 나타나 있다. 그림에서 하위의 운용계층에서는 실제계로부터 입력(Sense)된 데이터에 반응(Action)하거나, 보다 추상화된 정보로 바꾸어 상위 계층으로 전달하고 또한 상위계층으로부터의 계획명령을 토대로 제어행위를 실행한다. 중간 단계의 개별 계획 계층에서는 하위의 운용계층으로부터 수집된 데이터를 기초로 상위 계층에 보고함과 동시에, 상위 계층으로부터의 전체 전략/전술을 고려하여 개별계획을 수립한다. 최상위 전략/전술계층에서는 다중 플랫폼들이 유기적으로 연동되어 효과적으로 최종 목표를 이룰 수 있도록 최상위급 전략/전술을 수립한다. 이와 같이 각 에이전트 모델들은 역할에 따라 추상화 정보를 교환하면서, 상호간에 계층구조적으로 연동되어 일관성 있게 실제계를 다루어 나간다. 여기서 운용계층은 기관장교, 포술장교, 정보장교 에이전트가 담당하며, 개별계획계층은 함장 에이전트가 그리고 전략/전술계층은 함대사령관 에이전트가 각각 담당한다^[14].

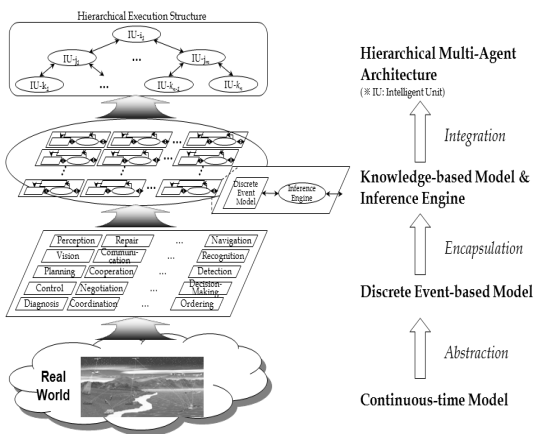


그림 1. HEAP을 이용한 다중에이전트 설계 개념

4. 다중 에이전트 기반의 다대다 함정전투 M&S 시스템 모델 구조도

앞서 제시한 방법론을 통하여 계층구조적 전술 모델링을 위한 함정전투에 필요한 함정요소, 에이전트요소, 환경요소에 대한 다대다 함정전투 M&S 시스템 모델 구조도는 그림 3과 같다. 전체 모델은 먼저 아군과 적군의 함정 모델 및 인간을 대신하는 에이전트 모델과 전투 공간모델들로 각각 구성되었다^[14].

4.1 함정 모델

SENSOR 모델: 전장의 환경 및 자함의 상태를 인식하고 적의 위협 여부를 판단하여 CFCS 모델로 전달을 하는 모델이다.

CFCS 모델: 센서 모델로부터 받은 데이터를 환경의 변화나 적군의 침입 등의 데이터 정보를 취합하고 분석하여 정보장교에게 전달하고, 기관장교에게 받은 기동에 관련된 명령 데이터는 기동 모델로 전달을 한다. 그리고 포술장교에게 받은 명령 데이터는 상세화 되어 함포모델로 전달하는 역할을 한다. 따라서 실제 CFCS (Command-Force-Control System) 기능을 묘사하는 모델이다.

MOVEMENT 모델: 항해장교의 명령이 들어오면 함정의 목표 방향과 목표 위치 및 함정의 속도를 결정하여 함정의 움직임(발진, 선회, 변속, 정지 등)을 제어하는 모델이다.

NAVAL GUN 모델: 포술장교로부터 명령에 따라 실행되는 함포 모델이다.

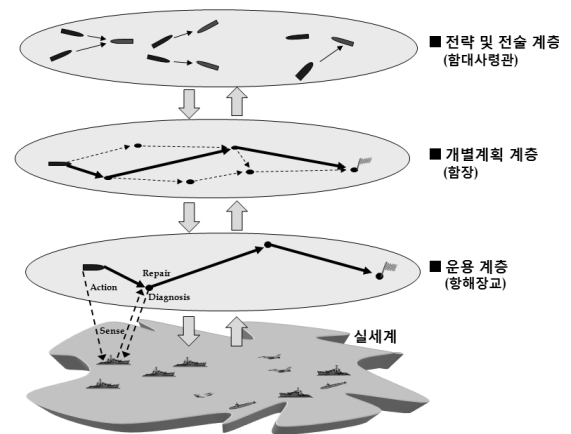


그림 2. 계층구조적 전술 모델링 개념도

4.2 에이전트 모델

INTELLIGENCE OFFICER 에이전트: CFCS모델로부터 받은 전장 정보 데이터를 분석하여 적군의 선공 여부, 적군의 파손 여부와 충돌 등의 데이터를 분석을 통해 함장 모델로 보고하는 모델이다.

GUNSHIP OFFICER 에이전트: CAPTAIN모델로부터 받은 명령에 따라 적군의 거리를 계산하여 공격명령을 내리는 모델이다.

NAVIGATE OFFICER 에이전트: CAPTAIN 모델로부터 받은 명령에 따라 함정의 위치, 방향, 속도를 결정하여 명령을 내리는 모델이다.

CAPTAIN 에이전트: INTELLIGENCE OFFICER 모델로 받은 보고 데이터를 통해서 상황을 분석한 뒤에 COMMANDER모델로 보고를 하거나, 상황을 판단하여 명령을 내리는 모델이다.

COMMANDER 에이전트: CAPTAIN모델로부터 보고를 받게 되면 전장 상황을 지켜본 뒤에 아군함정을 보호하거나 공격을 수월하게 할 수 있도록 지휘하는 모델이다.

4.3 전투공간(SPACE) 모델

SELECTOR 모델: 각 함정에게 들어오는 위치 이동, 함포사격, 전장 환경의 날씨 등의 정보를 각각의 필요한 모델에 맞게 전달해주는 역할을 하는 모델이다.

SPATIAL ENCOUNTER PREDICTOR 모델: 각 함정 모델들의 위치정보 및 궤도 변경 계산과 폭발 등으로 인한 영향 범위를 계산하는 모델이다.

PROPAGATOR 모델: 각 함정 모델의 공격 및 발산한 소리에 대해 그 영향범위 내에 있는 다른 함정들에게 전달하는 모델이다.

LOGGER 모델: 각 함정들의 이동 후의 새로운 좌표를 갱신하는 모델이다.

ENVIRONMENT 모델: 전장 환경의 날씨의 변화 및 시간적 변화를 설정하는 모델이다.

GIS 모델: 전장 환경 정보를 저장하는 모델이다.

5. 사례연구 : 2:2 함정전투 시뮬레이션

5.1 시뮬레이션 결과 분석

제안된 모델 구조에 대한 타당성 검토를 위해 다중 에이전트 기반의 2:2 함정전투 시나리오를 설정하여 시뮬레이션을 진행하였다. 이를 위해 서해안 NLL근방에서의 참수리급 고속정 2척과 적군측 SO-1급 경비정 2척(표 2 참조)간의 전투 상황을 가상하여, 시뮬레이션 모델을 구성하였다.

시뮬레이션 초기조건으로는 적군 a, b함정이 남하여서 NLL지역을 침범하고 이에 대항하여 아군 A, B함정이 출

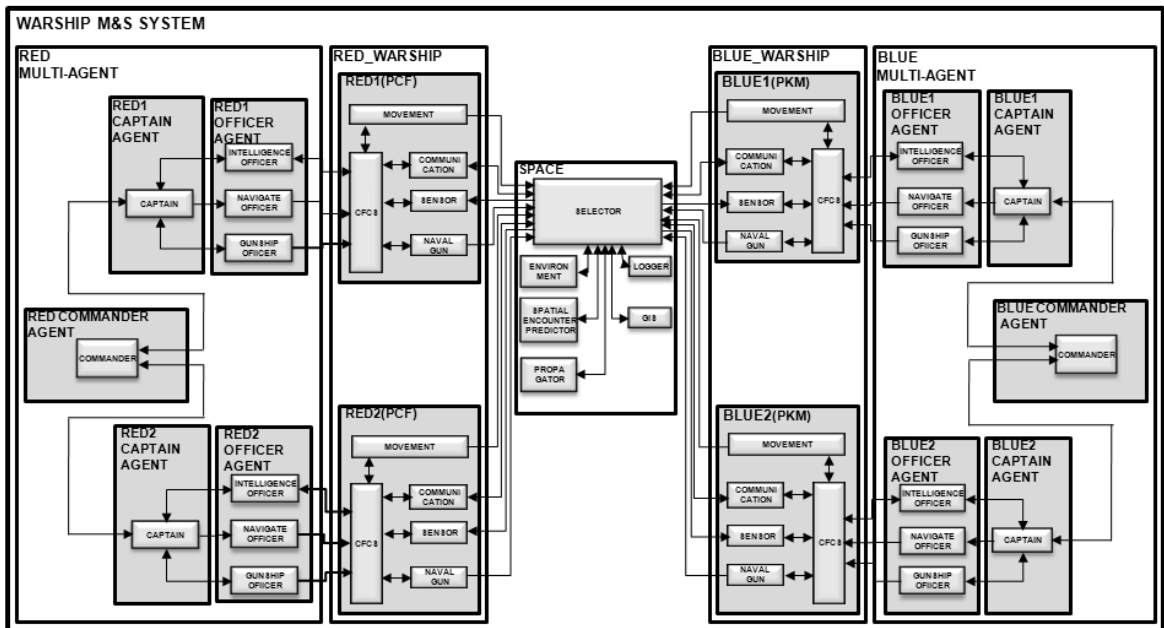


그림 3. 다중에이전트 기반의 다대다 함정전투 M&S 시스템 모델 구조도

동하여 교전을 하도록 구성하였다. 무기로는 아군이 40mm 함포(유효사거리 200m), 적군이 37mm함포(유효사거리 180m)를 사용하며, 교전시 함정간의 충돌거리는 150m로 설정하였다. 시뮬레이션 종료조건으로는 적군 함정 또는 아군 함정이 모두 섬멸되는 것으로 설정하였다. 시뮬레이션은 전술운용 등에 있어서 앞에서 제시한 휴리스틱 지식 베이스(에이전트) 이외에 확률변수를 일부 사용함으로써, 다양한 전술적 결과를 기대할 수 있도록 모델링하였고, 이를 위해, 100회 이상의 시뮬레이션을 수행하고 분석하

였다. 실제 시간에 1초를 $t=0.1$ 초로 하면 시뮬레이션 수행 시간 $t=6988$ 초는 11분38.8초가 된다. 시뮬레이션 결과에 대한 일부 예가 표 3에 나타나 있다. 표에서 1단계는 시뮬레이션 시간 $t=6988$ 이 경과된 후의 상황으로 적군 a, b함정은 ‘NLL침범’을 위해 함장이 ‘침투’ 명령을 내리고 이를 전달받은 항해장교는 방향 ‘남동쪽’으로 ‘NLL침범’ 명령을 실행한다. 한편 아군 A, B함정은 임무 수행 중 센서를 통해 얻은 데이터를 분석하여 함장에게 적군의 ‘NLL침범’에 대한 보고를 하게 되고, 함장은 이를 분석하여 함대사령관에게 ‘적함도발’이라는 보고를 한다. 이를 보고 받은 함대사령관은 전술/전략수립을 위해 적군 및 환경에 대한 정보를 분석한 뒤 ‘출동’ 명령을 내리게 된다.

표 2. 함정 자원 비교표

구 분	BLUE(아군)	RED(적군)	
장 소	서해안 NLL (Northern limit line)근방		
함정 자원	함정종류	참수리급 고속정(2척)	SO-1급 경비정(2척)
	만 재 배수량	148톤	215톤
	길 이	37m	42m
	너 비	7m	6.1m
	출 력	10800 마력	6600 마력
	최대속력	37노트	28노트
가용무기	40mm함포	37mm함포	

2단계는 $t=9822$ (16분22.2초)가 경과된 후의 상황으로, 교전 중에 함대 사령관이 적군 a함정이 피해가 큰 것으로 판단하여 ‘집중사격’ 명령을 내리고, 이에 따라 아군 A, B함정이 집중 공격을 하는 상황을 나타내고 있다.

3단계는 $t=10857$ (18분5.7초)이 경과된 후의 상황으로, 적군 함정과 아군 함정이 공격과 응사를 하고 있는데, 적군 a가 ‘회피기동’을 할 때, 함대사령관이 ‘적함 a 공격’ 명령을 내려서 아군 B함정이 추적하여 격침하는 상황이다.

표 3. 시뮬레이션 주요 시간대별 상황(일부분)

교전단계	시간관계	상황도	상세 설명(아군(흰색) A, B, 적군(회색) a, b)	
1단계	$t=6988$ (11분38.8초) ~ $t=9822$		적군	적군(회색) a번과 b번 함정은 함장의 침투 명령을 받아 남동쪽으로 NLL 침범을 한 뒤 교전을 함
			아군	아군(흰색) A번과 B번 함정은 적군의 침범을 알게 되어 출동을 하고, 교전 중 적군 a의 피해가 큰 것으로 판단하여 집중사격을 함
2단계	$t=9822$ (16분22.2초) ~ $t=10857$		적군	교전 중 피해가 큰 a함정에 회피 기동을 하고, b함정은 아군 A함정을 공격하기 위해 기동함
			아군	집중 사격 후 A함정은 회피 및 B함정은 적군 a함정을 공격하기 위해 기동함
3단계	$t=10857$ (18분5.7초) ~ $t=13002$		적군	회피하기 위해 기동한 a함정은 아군 B함정에게 격침되고, b함정은 아군 A함정을 공격함
			아군	아군 B함정은 적군 a함정을 추적하여 격침, 아군 A함정은 회피하기 위해 기동을 하였지만, 적군 b함정에게 공격당함
4단계	$t=13002$ (21분42초) ~ $t=13100$		적군	b함정은 A함정을 격침시켰지만, 아군 B함정에 의해 격침 당함
			아군	적군 b함정을 공격하기 위해 아군 B함정이 선회 후 적군 b함정을 격침

4단계의 상황은 앞선 3단계 상황과 유사하게 교전이 진행되어 적군 B함정이 격침되었다.

이러한 교전 상황들에 있어서의 다중 에이전트간의 세부적인 명령 전달 과정에 대한 설명은 그림 4와 같은데, 이는 표 3에 나타난 2단계 상황에 대한 각 계층별 명령 전달 과정을 단계별로 설명한 것이다.

2단계 상황에서, A함정의 정보장교 에이전트는 교전 중에 센서로부터 얻은 정보인 수치 데이터(파고:0.08m, 조수간만:300cm, 적함 a위치:-191,-331, 손상정도:50% 등)를 분석하여 추상적인 데이터로 변환(파고:저, 조수간만:저, 적함 a위치:중앙NLL구역, 공격 범위:내, 손상정도:중 등)한다. 다음으로 이러한 상황정보를 ‘적함의 피해’라는 분석보고와 함께 함장 에이전트에게 전달한다.

개별계획을 담당하는 함장 에이전트는 추상화된 데이터 중 다음 행동을 수립하기 위한 데이터(적군 a위치:중앙 NLL구역, 손상정도:중 등)만을 수집하여 ‘공격’이라는 개별전술적 의사결정을 긴급히 내린 후 함대사령관에게 보고와 함께 전달한다.

함대 전술/전략을 담당하는 함대사령관은 최종 목적 달성(적군섬멸)을 위해 보고받은 추상적 데이터(날짜:좋은, 적함 a 손상정도:중 등)를 이용하여 적함 a의 손상이 큰 것으로 판단 함장에게 ‘적함 a 집중사격’ 명령을 내린다. 명령을 받은 함장은 ‘적함 a 공격’이라는 명령을 하달하고, 이를 받은 포술장교는 적함 a의 위치를 공격 위치로 정한 뒤 ‘함포발사’라는 명령을 통해 실세계에 실행되어 진다. 또한, 기관 장교는 함정을 적함 a의 위치로 기동하기 위하여 함정의 움직임 정보(이군 A번: 목표위치:-227,-8, 목표속도: 15knot 등)를 설정한 뒤 수치데이터로 실세계에 실행시킨다. 실세계 함정의 움직임은 (MOVEMENT 모델) 표 4과 같은 연속시간 모델링을 통해 작동된다.

이상에서 설명한 바와 같이, 제한된 계층구조적 지능 에이전트 간의 효율적인 협력관계를 통해, 다양한 전술적 행위가 묘사될 수 있음을 시뮬레이션 실험을 통해 확인할 수 있었다.

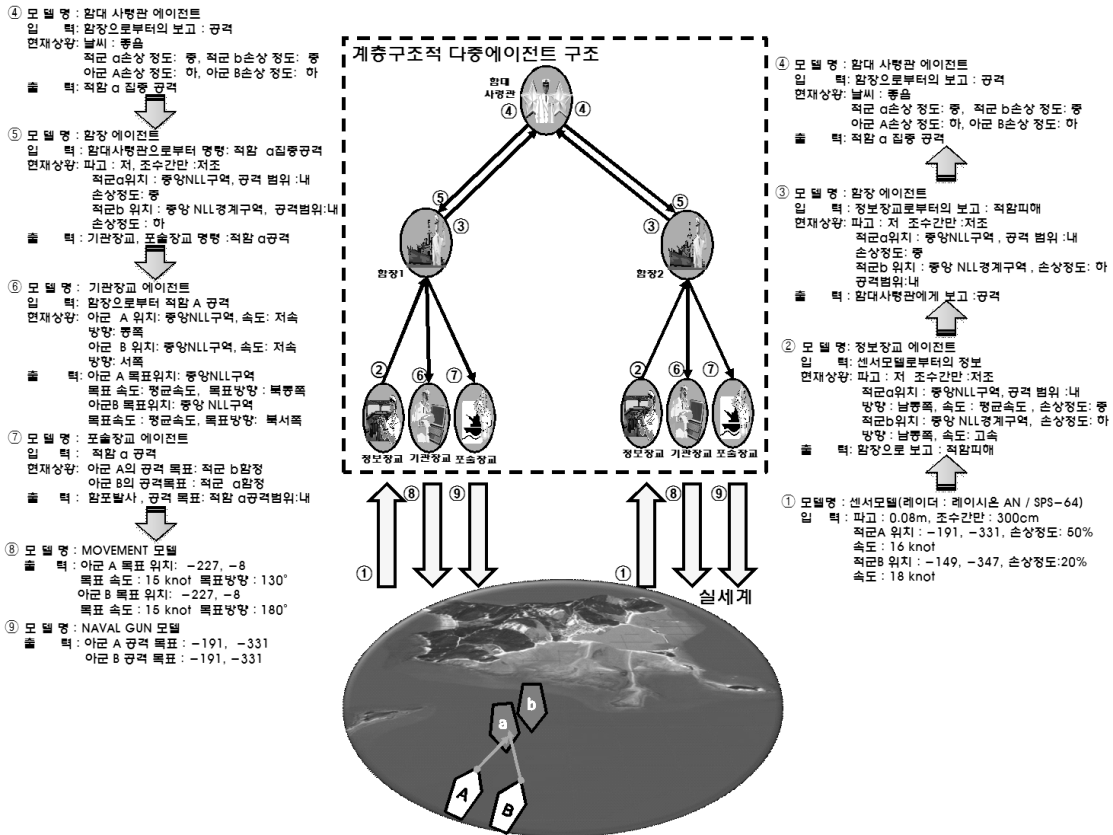


그림 4. 2단계 상황에 대한 계층별 명령체계 흐름도

표 4. 함정의 동역학 예^[15]

발진	$S=(V_0+V)/2 \times t \Rightarrow V_0 = 0, a = (R/W) \times g$
변속	$a=(nT-pT)/W \times 9.8, S=(V^2-V_0^2)/2a$
선회	$R=(L \times \sqrt{(D \times L)/(2 \times S \times \sin 2\theta)})/2$
정지	$S = (V^2-V_0^2) / 2a \quad t=(2 \times S) / (V_0+V)$
범례	V_0 (m/s)V : 초속 (m/s) : 속력 S(m) : 전진거리 R(m) : 정상 선회원의 반지름 a : 가속도 W(t) : 배수량 g(m/s ²) : 중력의 가속도 nT : 목표속도의 추력 pT : 현재속도의 추력 L(m) : 함정의 길이 D(m) : 함정의 깊이

6. 결 론

기존의 에이전트 기반 국방M&S 시스템에서는 아군 또는 적군을 대신하는 에이전트 수준이 단일 또는 다중 에이전트 간의 스크립트 기반 또는 SM(State Machine) 기반에 불과하여, 개별적 행위 묘사는 가능하나 고도의 지능적 전술 운용이나 다양한 전장 환경과 같은 복잡도가 높은 시뮬레이션 문제를 해결하기에는 미흡한 실정이다. 이에 본 연구에서는 정보장교, 함장 및 함대사령관 등 역할에 따라 지능적 기능을 수행할 수 있는 계층구조적 다중 에이전트 시스템을 성공적으로 제안하였다. 이에 대한 타당성 검토를 위해 다중에이전트 구조를 갖는 2:2 함정 전투 시뮬레이션을 수행하였고, 이를 통해 지능적이고 실질적인 다양한 전술적 행위를 묘사할 수 있었다. 비록 국방보안문제에 따른 제한적인 시뮬레이션 결과이긴 하나, 이를 통해 향후 다중 플랫폼 간의 복잡다양한 양상을 갖는 현대전에 대한 M&S에도 실질적인 적용이 가능할 것으로 기대된다.

향후에는 유전알고리즘 등을 이용한 창발적 전술 생성 기법 연구 및 휴리스틱 지식베이스와의 유기적인 통합방안 등에 관한 연구가 진행되어야 할 것이다.

참 고 문 헌

1. A. Iachinski, "Towards a Science of Experimental Complexity: An Artificial Life. Approach to Modeling Warfare", Proceedings of 5th Experimental Chaos Conference. Orlando, FL. 2000.
2. M. Babilot, "COMPARISON OF A DISTRIBUTED OPERATIONS FORCE TO A TRADITIONAL FORCE IN URBAN COMBAT", The Master's Thesis of Naval Postgraduate School, September, 2005.
3. A. Yang and A. H.A. Abbass and R. Sarker, "WISDOM-II: A Network Centric Model for Warfare", LNAI 3683 pp. 813-819, 2005.
4. A. Easton and M. Barlow, "CROCADILE: An Agent Based Distillation System Incorporating Aspects of Constructive Simulation", Proceedings of SimTect 2002, Melbourne Australia, 13-16 May, 2002.
5. <http://www.onesaf.net/community>
6. KESEM International, "BattleModel: Supporting capability lifecycle decisions", Richmond, Australia: KESEM International, 2004.
7. G. Klier, "An Approach General System Theory", Van Nostrand Reinhold Co, 1969.
8. B.P. Zeigler, "Multifaceted Modeling and Discrete Event Simulation", Academic Press, 1984.
9. S.D. Chi, "Modeling and Simulation for High Autonomy Systems", Ph.D. Dissertation, Univ. of Arizona, 1991.
10. B.P. Zeigler, "High Autonomy System: Concept and Models", AI, Simulation and Planning in High Autonomy Systems, IEEE, 1990.
11. B.P. Zeigler, S.D. Chi et al, "Model-based Architecture Concepts for Autonomous System Design and Simulation", In: Introduction to Intelligent and Autonomous Control, Kluwer, 1992.
12. B.P. Zeigler and S.D. Chi, "Hierarchical Architecture for Artificial Intelligence", Proc. on 34th Int. Soc. System Sciences Conf., 1990.
13. S.D. Chi and B.P. Zeigler, "Hierarchical Model-based Designs for High Autonomy Systems", J. Intelligent and Robotic Systems, Vol. 9, pp. 193-203, 1994.
14. 정찬호, 유용준 외, "함정 전투의 다중에이전트 시스템을 위한 계층구조적 전술 지식 베이스에 대한 연구", 한국시뮬레이션학회 추계학술대회논문집, 2008.
15. 구중도, 「함정공학개론」, 동명사, 2000.



정 찬 호 (chanho66@hau.ac.kr)

2006 청운대학교 컴퓨터공학과 학사
2008 한국항공대학교 컴퓨터공학과 석사
2008 ~ 현재 한국항공대학교 컴퓨터공학과 박사 과정

관심분야 : 모델링 및 시뮬레이션, 워게임



유 용 준 (ilog21c@hau.ac.kr)

2003 한국항공대학교 컴퓨터공학과 학사
2005 한국항공대학교 컴퓨터공학과 석사
2005 ~ 현재 한국항공대학교 컴퓨터공학과 박사 과정

관심분야 : 모델링 및 시뮬레이션, 워게임, 네트워크 보안



류 한 얼 (greatgeist@kau.ac.kr)

2009 한국항공대학교 컴퓨터공학과 학사
2009 한국항공대학교 컴퓨터공학과 석사 과정

관심분야 : 모델링 및 시뮬레이션, 워게임, 유전알고리즘



이 장 세 (jslee@hhu.ac.kr)

1997 한국항공대학교 전자계산학과 학사
1999 한국항공대학교 컴퓨터공학과 석사
2003 한국항공대학교 컴퓨터공학과 박사
2004 ~ 현재 한국해양대학교 IT 공학부 전임강사

관심분야 : 모델링 및 시뮬레이션, 네트워크 보안, 지능시스템 설계, 인공생명



김 재 익 (jaeick@add.re.kr)

1990 경북대학교 전자공학과 학사
1992 경북대학교 전자공학과 석사
1992 ~ 현재 국방과학연구소 선임연구원

관심분야 : 함정 전투체계 무장통제장치 개발, 전투체계 모델링 및 시뮬레이션, 전투체계 교전 효과도 분석



지 승 도 (sdchi@hau.ac.kr)

1982 연세대학교 전기공학과 학사

1984 연세대학교 전기공학과 석사

1985~1986 두산 컴퓨터(현 한국 디지털) 근무

1991 미국 아리조나대학교 전기전산공학과 박사

1991~1992 미국 SIMEX Systems and S/W 회사 S/W 담당자로 근무

1992~현재 한국항공대학교 항공전자 및 정보통신공학부 교수

관심분야 : 이산사건 시스템 모델링 및 시뮬레이션, 컴퓨터 보안, 지능시스템 디자인 방법론, 시뮬레이션 기반 인공생명, 교통 모델링