

博 士 學 位 論 文

에이전트 기반 지휘통제 모의방법론

2007 年

漢 城 大 學 校 大 學 院

產 業 工 學 科

產 業 工 學 專 攻

李 東 俊

博 士 學 位 論 文
指導教授 洪 允 基

에이전트 기반 지휘통제 모의방법론

Agent Based Modeling & Simulation
for Command and Control

2006년 12월

漢 城 大 學 校 大 學 院

産 業 工 學 科

産 業 工 學 專 攻

李 東 俊

博 士 學 位 論 文
指導教授 洪 允 基

에이전트 기반 지휘통제 모의방법론

Agent Based Modeling & Simulation
for Command and Control

위 論文을 産業工學 博士學位論文으로 提出함

2006년 12월

漢 城 大 學 校 大 學 院

產 業 工 學 科

產 業 工 學 專 攻

李 東 俊

李東俊의 産業工學 博士學位論文을 認定함

2006년 12월

審査委員長

이재득



審査委員

위남숙



審査委員

洪允基



審査委員

은희문



審査委員

고원



目 次

제 1 장 서 론	1
제 2 장 연 구 배 경	4
제 1 절 위게임 모델의 적용분야 및 개발방법 확대	4
제 2 절 위게임 모델의 활용 실태	5
제 3 절 지휘통제 모의의 독자적 방법 개발	6
제 4 절 부대지휘절차의 모델화	8
제 3 장 에이전트 기반 모의모델	11
제 1 절 에이전트의 개념	11
제 2 절 에이전트 기반 모의모델 개념 및 구성	13
1. 에이전트 기반 모의 모델	13
2. 에이전트 기반 모의 모델 아키텍처	15
제 3 절 위게임 모델과 에이전트	18
제 4 장 개념 모델 설계	21
제 1 절 개념모델 상황 이해	22
제 2 절 개념모델 목표 설정	24
제 3 절 입력 및 출력 설계	26
제 4 절 모델 구성 설계	27
1. 모델의 범위와 수준	27
2. 지휘통제 에이전트 아키텍처	28
제 5 장 부대지휘절차 모델화	31
제 1 절 개 요	31
제 2 절 계획수립 단계	35
1. 상황평가	35
2. 작전구상	37
3. 방책발전	38

4. 계획완성	44
5. 계획수립단계의 지휘통제 에이전트	46
제 3 절 작전실시 단계	47
1. 상황판단	48
2. 결 심	48
3. 대 응	50
제 4 절 중대급이하의 부대지휘절차	51
제 6 장 모의 논리	53
제 1 절 지휘통제 에이전트	53
1. 에이전트 분류	53
2. 에이전트의 구성	55
제 2 절 상황평가 에이전트	57
1. 개 요	57
2. 임 무(Mission)	59
3. 적 상황 (Enemy Situation)	60
4. 지형 및 기상(Terrain & Weather)	65
5. 가용 부대 (Troop Available)	66
6. 가용 시간(Time Available)	66
제 3 절 계획수립 에이전트	68
1. 방책수립 에이전트	69
2. 방책선정 에이전트	75
3. 명령작성 에이전트	77
제 4 절 결심 에이전트	79
1. 결심 에이전트	79
2. 대응 에이전트	82
제 5 절 행동 에이전트	83
1. 교전여부 에이전트	84
2. 기동로 에이전트	85
3. 이동여부 에이전트	88

제 7 장 모의 실험	90
제 1 절 실험 개요	90
제 2 절 계획수립 에이전트	91
1. 상황평가 입력 변수 조정	92
2. 기동계획 분석결과	93
3. 분석결과 종합	98
4. 입력 및 출력 결과	99
제 3 절 행동 에이전트	100
1. 모의 실험 계획	100
2. 화면 설계	102
3. 실험 결과	103
4. 출력물	105
제 8 장 결 론	109
참고문헌	111

〈표 목차〉

표 1 훈련용 및 분석용 위게임 모델 비교	7
표 2 방정식 기반모델과 에이전트 기반모델의 비교	13
표 3 계획수립단계와 작전실시단계의 의사결정과정 비교	32
표 4 수준과 기능에 따른 지휘통제 에이전트 분류	55
표 5 적 전투서열 추론 과정	63
표 6 적 배치 밀도 추론을 위한 적 배치면적 산출과정	65
표 7 결정적 목표 선정시 고려사항	70
표 8 에이전트 작전명령 서식	77
표 9 적과 조우시의 행동 절차	84
표 10 교전여부 결정 절차	85
표 11 이동속도 선정시 고려사항	88
표 12 이동여부 결정 절차	89
표 12 실험의 입력 및 출력 요소	90
표 13 기동계획 분석결과	93
표 14 임무분석 및 결정적 목표 선정 방안	97

〈그림 목차〉

그림 1 에이전트 시스템	11
그림 2 멀티 에이전트의 개념적 구조	12
그림 3 INTERRAP 에이전트 아키텍처	15
그림 4 다중 에이전트 시스템 구조	16
그림 5 일반적인 다중 에이전트 시스템 구조	17
그림 6 EINSTein의 화면구성	18
그림 7 WISDOM의 에이전트 구성	19
그림 8 부대지휘절차 모델의 범위	25
그림 9 지휘통제 에이전트 아키텍처	28
그림 10 중간 에이전트 아키텍처	29
그림 11 지휘통제 에이전트 세부 아키텍처	30
그림 12 부대지휘절차 중 계획수립단계	35
그림 13 계획수립단계에서의 지휘통제 에이전트	46
그림 14 작전실시단계의 부대지휘절차	47
그림 15 작전 실시단계에서의 지휘통제 에이전트	50
그림 16 중대, 소대, 분대 동시계획 수립절차	51
그림 17 상황평가 에이전트의 역할	57

그림 18 적 방책 선정 정보 흐름	61
그림 19 적 전투서열 평가	62
그림 20 적 배치 밀도 평가	64
그림 21 계획수립 에이전트의 입,출력 및 구성 에이전트	68
그림 22 주공축선 선정 대상	72
그림 23 작전의 단계화 모의논리	73
그림 24 결심 에이전트 입,출력 및 구성 에이전트	79
그림 25 결심 에이전트의 구성 및 모의논리	80
그림 26 행동 에이전트의 입,출력 및 구성 에이전트	83
그림 27 기동로 선정 개념도	87
그림 28 우회경로 선정그림	87
그림 29 기동계획의 유형별 입출력 정리결과	98
그림 30 입력 화면	99
그림 31 출력 화면	99
그림 32 행동 에이전트 실험 알고리즘	100
그림 33 행동에이전트 시나리오	101
그림 34 행동 에이전트 시뮬레이션 위한 화면설계	102

제 1 장 서 론

2003년 3월 20일 미국은 이라크를 공격했다. 1991년 걸프전 당시 1개월여의 폭격 후 지상군을 투입한 것과 달리 선별적 공습 후 14시간 30분만에 지상군을 투입했다. 후세인을 제거함으로써 지휘부 무력화를 통해 조기 종전을 유도하려는 목적으로 정밀타격을 했으나 후세인을 제거하는 데에는 실패하였다. 그러나 그 이후 이라크의 지휘체제는 완전히 와해되었고, 주요 지휘관이 항복하였으므로 부시는 5월1일 종전을 선언하였다.[합참 2003]

전쟁이론의 대가 클라우제비츠는 전쟁론에서 “전쟁이란 적으로 하여금 이쪽 의지에 굴복하게 할 것을 목적으로 하는 폭력행위”라고 정의하였다.[합참 1993] 전쟁의 승패는 지휘부의 전쟁의지 포기여부에 달려있다고 하는 견해이다.

오늘도 세계 곳곳에서는 분쟁이 끊이지 않고 있으며, 몇몇 지역은 오래전부터 전투가 계속되거나 지금은 전투가 일어나지 않아도 언제 일어날지 모르는 전투에 대비하고 있다. 각국은 전쟁이 일어나지 않도록 억제대책을 외교적 노력까지 포함하여 강구하다가 전쟁이 발발되면 전쟁에 승리하여 국권을 수호하기위한 방법을 다각적으로 모색하고 있다. 전쟁의 종결여부는 전쟁지휘를 할 수 있느냐 못하느냐로 결정되는 것이다. 전쟁수행능력의 가장 핵심에 지휘통제능력이 있는 것이다.

지구상의 많은 국가들이 전투에서 승리하기위해, 전투의 피해를 최소화하기위해 전장(戰場)의 다양한 요소로 생기는 불확실성을 과거 전사(戰史)로부터 여러 가지 관점에서의 과학적 전투 이론을 정립하려는 시도가 오래전부터 계속되어왔다. 게임이론(Game Theory), OR(Operation Research), 체계분석(System Analysis) 등에서 군사분야에 대해 계량적 연구방법을 적용하려는 것이다.

시뮬레이션(Simulation)이 전투양상을 모의하는데 사용된 것은 19세기와 20세기 초로 알려져 있으며 1960년대부터는 컴퓨터의 발달과 함께 워게임(War Game)으로 발전하여왔다.

한국군의 국방분야 시뮬레이션(Combat Simulation)은 1970년대에 주한미군과 협조하여 훈련, 작전계획/전력분석 분야에 부분적으로 활용하기 시작한 이래 '80년

대에는 보다 발전된 위게임 모델을 활용하게 되었다.

'90년대 들어서면서부터 일부 위게임 모델은 한국국방연구원에서 한국적 여건에 부합되도록 수정 보완하기 시작하였고, '96년도에는 한국 합참이 미 전구급 위게임 모델(JTLS)을 활용하여 훈련하기 시작하였다.

2000년대에는 급속한 발전이 지속되어 '90년대의 왕성한 미군의 위게임 모델 분야 발전에 따라 미군의 모델을 도입하여 부대훈련과 작전계획 분석에 사용하고 각군과 합참은 이러한 미군 위게임 모델을 기반으로 한국군 위게임 모델을 개발하기 시작되어 오늘에 이르고 있다.[김충영 2004]

본 연구는 이러한 한국군의 현실태와 미국 및 유럽 선진국과 비교하여 진단하고, 국방분야에 필요한 위게임 모델개발을 위한 지휘통제분야의 모의논리 방법론을 제시하고자 한다. 특히 미군 모델의 영향으로 거의 교전분야 위주로 발전하고 있는 한국군의 현실에서 현대전, 미래전에 필요한 지휘통제분야 중 군의 의사결정과정인 부대지휘절차를 모의하는 지능형 에이전트의 모의논리에 대한 방법론을 제시하고자 한다.

2장에서는 본 연구를 진행하게 된 배경을 설명하고, 3장에서는 관련된 기존연구로서 에이전트 기반의 시뮬레이션(Agent Based Modeling & Simulation)에 대해 알아보고 국방분야 시뮬레이션(Combat Simulation) 구현시의 에이전트의 기능과 역할에 대해 논의한다.

4장에서는 위게임(Combat Simulation)에서 지휘통제분야를 모의하기위한 개념 모델을 설계(Conceptual Modeling)하였다. 이를 통해 지휘통제 에이전트를 정의하고 무엇을 어떻게 해야 할 것인가를 도출하고자 하였다.

5장에서는 모델화의 대상이 되는 군의 의사결정절차(Decision Making Process)인 부대지휘절차 전체를 위게임의 지휘통제 에이전트 운용관점에서 분석하고 도출된 핵심개념위주로 모델화 가능한 부분으로 단순화하여 모의논리를 연구하고, 모의논리를 기초로 이를 구현하는 지휘통제 에이전트로 지휘통제분야 모의에 대한 구체적인 알고리즘(Algorithm)을 연구하였다.

6장에서는 5장의 알고리즘 중에서 대표적인 계획수립 에이전트와 행동 에이전트에 대해 실험용 프로그램을 작성하여 시험운용하고 그 결과를 분석하였다.

7장에서는 향후 발전되어야 할 과제를 제시하고 결론을 맺었다.

본 연구는 육군의 부대지휘절차를 대상으로 하였으므로 해군, 해병대 및 공군의 적용과 합동군 차원의 적용시에는 보완하는 연구가 필요하다. 육군의 부대지휘절차를 적용하는 면에서도 사단급을 대표적으로 모델화하여 적용방법을 단순화하였으므로 모델화 부분에 대해서도 이견이 있을 수 있다. 그리고 에이전트 기법을 기반으로 하는 한국에서의 최초 연구이므로 분야에 따라서는 심층깊은 연구가 필요하다.

또한 6장의 시뮬레이션은 본 연구가 제시한 지휘통제 방법론을 구현하는 수준으로 실제 검증하는 과정을 제시하지 못하였다. 이는 2가지 면에서 현재의 위게임 분야 수준에서 앞으로 많은 연구와 발전이 필요한 부분이다.

첫째, 본 연구는 부대지휘절차를 개선 발전시키는 것을 제시하지 않는다. 육군의 부대지휘절차는 지휘관과 참모가 효과적으로 부대를 지휘하는 합리적이고 체계적인 과정이므로 이 절차를 컴퓨터 프로그램이 대리하는 데에는 구현이 가능한 부분과 제한적인 모의가 가능한 부분을 구분할 필요가 있다. 앞으로 많은 연구가 이루어지면 그만큼 더 군의 부대지휘절차를 정확하게 모의할 수 있다는 점이다.

두 번째는 부대지휘절차를 적용한 내용면에서 지휘관과 참모가 판단하는 전술적 관점을 보면 다른 견해가 있을 수 있다는 점이다. 전투에서 이기는 방법은 일정한 규칙을 갖고 있지 않다. 모든 상황과 여건이 다르기 때문이다. 본 연구는 전투에서 승리하는 전술적 교리를 발전방향을 제시하지 않는다.

따라서 본 모의방법론의 실증은 위게임 개발의 도구로 사용되어 훈련용 분석용 위게임에 포함되어 사용되면서 사용자들의 의견과 보완을 통해 점진적으로 실제 전장을 모의하는데 가까워짐으로써 이루어진다는 것이다. 본 연구의 의의는 재래전의 교전위주의 모의를 더욱 발전시켜 지휘통제분야를 모의하는 기초가 된다는 데 있다고 본다.

제 2 장 연 구 배 경

제 1 절 위게임 모델의 적용분야 및 개발방법 확대

군사분야에 대한 계량적 분석요구는 오래전부터 요구되어왔다. Trevor. N. Dupuy는 1962년부터 그의 역사평가연구소(HERO*)에서 현대전에 제반문제를 이해함으로써 모의전투에 사용될수 있는 실제적인 자료를 제공하기위하여 역사적 전투경험을 분석 연구하여왔다.** 그의 저서 “Understanding War”에는 연구개발한 계량적 판단모형(QJM)을 보여주고 있으며 미국은 이 계량적 모형을 모의전분석, BCTP(Battle Command Training Program)에 활용하고 있다.[주은식 1994]

전장정보를 계량화하는 것은 현대전에서 그 중요성이 더욱 증대되고 있다. 정보전(Information Warfare), 네트워크 중심전(Network Centric Warfare)에서 많은 전술정보체계가 도입되지만 이 체계가 전투에 미치는 전반적인 기여도 특히 “C⁴ISR***의 효과는 어느 정도인가?”에 대한 해답을 찾는 데는 적지 않은 어려움이 있는 것이 사실이다.[Kewley 2004]

전쟁의 불확실성에 대비하기위한 계량적인 방법 중에 위게임 모델을 활용하는 분야는 다양하다. 간단한 시뮬레이션을 통해 필요한 계량적 결과를 얻는 것도 있으나, 컴퓨터의 급속한 발전은 위게임의 범위와 처리속도를 증가시켜 많은 분야에서 활용되고 있다.

현재 한국군이 활용하고 있는 위게임 모델은 약 00가지이며 간부들의 전술적 조치 훈련을 위한 훈련용 위게임 모델, 무기체계의 효과를 분석하거나 작전계획의 실효성을 분석하는 분석용 위게임 모델, 각종 무기체계를 생산하기위해 시제품을 설계하고 보강하는 시뮬레이션 모델 등 그 적용분야는 계속 확대되고 있다.[합참 2004]

* Historical Evaluation & Research Organization

** <http://www.herolibrary.org>, <http://www.dupuyinstitute.org>

*** Command Control Communication Computer Intelligence Surveillance & Reconnaissance

위게임 모델 적용분야가 다양하게 확대됨과 같이 모델의 개발방법, 모의방법도 발전되고 있으며, 특히 인공지능분야의 발전과 함께 지능형 에이전트 기법에 의한 모의모델 개발이 미국, 영국, 호주 등에서는 이루어지고 있다.

또한 분산 환경하에서 다양한 위게임 모델의 통합운용의 중요성도 증가해서 이를 통합하는 HLA/RTI* 적용기술도 발전되어왔다.

제 2 절 위게임 모델의 활용 실태

현재 한국군 위게임 모델 개발은 기본적으로 모의논리와 자료(Data Base)를 미군 위게임 모델을 바탕으로 하여 개발하였거나 개발 중인데, 이들 위게임 모델은 훈련용과 분석용으로 활용되고 있다. 그러나, 이들 위게임 모델은 화기교전에 따른 피해살상과 개략적인 수준의 지휘통제/정보감시를 모의하고 있다.

한국군의 작전권 단독행사시 요구되는 중요한 구비조건은 한국군 스스로 독자적인 작전계획을 수립하고 이의 타당성을 분석 및 검증할 수 있어야한다. 또한 주변국의 위협에 대비할만한 정도의 군사력 건설을 위한 적정소요분석 등을 위해서도 심도 깊고 정확한 분석용 모델의 개발이 필수적인 것이다. 최근 한국군이 자체 실정에 부합된 모델개발과 종합적인 통합자료체계 구축에 매진하고 있음은 바람직하다.[윤상윤 2004]

그러나, 미국을 비롯한 선진국은 위게임 모델 개발을 할 수 있는 충분한 연구의 누적, 모델개발 경험과 자료를 확보하고 있는데 비해 한국은 선진국이상으로 정보기술이 발전하였다고 하나 위와 같은 최적의 모델개발에 필요한 기초적인 연구와 저변을 갖고 있지 못하며 특히 군의 실정을 반영하는 연구가 너무나 부족한 것이 사실이다.

또한 한국에 도입되어 활용중인 미군의 위게임 모델은 전통적으로 란체스터 방정식(Lanchester Equation)에 의한 화기별 가중치와 점수를 중심으로 하는 교전위

* High Level Architecture / Run-Time Infrastructure

주의 위게임 모델이므로 현대 및 미래전에서 그 중요성이 계속 증가되고 있는 지휘통제와 정보감시면에서는 전투양상을 구현하는데 부족한 면을 발견할 수 있다.
[김진우 2004]

이러한 관점에서 한국군은 지휘통제를 모의하는 논리에 대한 연구가 필수적이며, 관련 다수 분야에 대한 연구가 이루어져야 한다. 특히 향후 미래전 양상을 고려한 위게임 모델을 자체적으로 개발하기위한 연구가 절실하다 하겠다.

제 3 절 지휘통제 모의의 독자적 방법 개발

훈련용 위게임 모델과 분석용 위게임 모델에는 몇 가지 특징적인 차이가 있다.

독일의 HORUS* 모델은 기본형태는 분석용으로 활용되고 다중 사용자 인터페이스를 지원하여 훈련용으로 활용이 가능하다. 이 두 버전을 비교하면 아래와 같다.[고 원 2004]

○ 분석용

- 연구대상 : 효과도, 전투력, 지휘통제절차
- 임무달성요소 : 피아부대장비, 부대구조, 환경조건, 객체의 임무달성능력
- 확률의 영향을 줄이기 위하여 여러번 반복 운용

○ 훈련용

- 준비단계 : 초기상황 설정
 - * 다중사용자 버전 : 하나의 시뮬레이션 서버당 최대 60개의 스테이션 연결
- 실시단계 : 실시간 모드로 설정하고 평가를 위해 전투내역 검토
- 평가단계 : 사후분석기를 활용하여 시뮬레이션 재생

* 독일 IABG사가 개발한 지상군 교전 모의모델로서 모드 변경에 따라 훈련용 또는 분석용으로 사용할 수 있다.

<표 1> 훈련용 및 분석용 위게임 모델 비교

구 분	훈 련 용	분 석 용
목 적	지휘관 및 참모 훈련	무기체계/작전계획 분석
운용 형태	지휘관 및 참모는 실제 상황에서 사용하는 지휘통제체계를 사용하고, 조치내용을 모의하기위한 컴퓨터 입력요원이 각종 자료 및 명령을 입력	소수의 분석요원이 검토가 필요한 대안을 설정하고 대안별로 비교하는 실험을 하고 그 결과를 처리, 대안의 장 단점을 제시
운용 시간	실시간(Real Time)	수배/수십배의 속도로 처리
운용 중점	다양한 전술 상황 체험	모의 결과의 정확도, 신뢰도

이러한 차이 중에서 특히 위게임 모델의 운용요원이 훈련용에는 훈련 제대별로 많은 인원이 요구되며 실시간으로 훈련하므로 2-3일에 걸쳐 단 한 번의 결과를 얻게 된다. 또한 훈련 목적이므로 전장의 불확실성을 반영하는 훈련목적으로 준비된 훈련 시나리오를 적용하여 위게임 모델을 운용하는 것이다.

분석용 위게임 모델은 짧은 시간 수개의 대안을 계속적인 반복을 통해 그 결과를 다각적으로 분석해야하므로 컴퓨터가 자동적으로 내부적인 운용을 해주지 않으면 많은 인력과 시간이 필요한 것이다.

한국군은 현재 분석용 모델을 개발하고 있고 육군은 『비전21』 모델을 분석용으로 개발한 바 있다. 그러나 이들 모델은 교전위주의 전장상황만 모의하고 있어 지휘통제분야에 대한 모의는 제한되는 현실이다.

분석용 모델이 지휘통제분야도 잘 모의해준다면 학교기관이나 야전부대에서 제시된 방책에 대해 위게임 모델을 활용하여 계획수립단계에서의 방책분석 및 비교, 그리고 입력된 방책으로 위게임모델을 진행하면서 주요국면에서의 상황조치 대안에 대해 토의 등을 통해 방책의 장단점을 보는 전술적 관점도 다양하게 할 수 있다는 점에서 많은 기여를 할 것이다.[이동준 2005]

하지만 선진국으로부터 이 분야에 대한 도입 역시 어려운데, 이제는 무상도입 등이 곤란하고 특히 분석용 모델의 모의논리는 해당국가의 전술적 조치를 포함하고, 모델에 필요한 정밀 자료는 자국의 군사적 기밀에 해당되므로 훈련용 모델과는 운용면에서 보는 시각이 다른 것이다. 2004년 합참은 독일로부터 분석용 위게임모델인 DNS모델을 도입하여 실용화하였다.[고 원 2004] 이를 토대로 C⁴ISR효과를 분석할 수 있는 모델이 개발되기를 기대한다.

이제는 한국군도 독자적인 위게임 모델 체계를 갖추어야 할 시기라고 본다. 가장 기본적인 모의논리부터 스스로 개발하지 않으면 분석용 위게임 모델에서 특히 요구되는 신뢰성 확보 측면이나, 계속 개발되는 다른 모델들과의 연계성 확보 측면에서 근본적인 문제에 직면하게 되는 것이기 때문이다.

교전분야에 대해서는 이제까지의 운용과 개발경험의 축적으로 어느 정도 독자적인 능력을 갖추었다고 평가되나, 분석용에 필수적인 지휘통제 모의분야는 기초적인 연구조차 이루어지지 않은 실정이므로 더욱 그 필요성이 증대된다고 본다.

지휘통제분야에 대한 모의에 있어서 기본적으로 지휘통제절차를 연구해야한다고 보아 육군의 지휘통제절차인 부대지휘절차에 대한 연구가 필요하다고 보았다.

제 4 절 부대지휘절차의 모델화

전투모의를 위한 위게임 설계가들이 집중적으로 관심을 갖는 분야 중의 하나는 모의전투결과가 실제전투결과와 얼마나 근접하느냐 하는 것이다. 공격 중에 전투력의 열세를 인지하여 공격을 중지하고 방어로 전환한다거나, 방어 중에 있다가 진지를 확보하려는 의도를 버리고 철수하려는 상황을 강요된 작전태세로의 변경이라고 하여 실제 전투를 계량적으로 연구한 T. Dupuy는 이를 모델화하는 방법을 제시한바 있다.[주은식 1994] 비교적 많은 전투결과를 분석하였으나 연대급 교전은 1943년 - 1945년 간의 21개 전투, 사단급 교전은 동 기간의 62개 전투를 대상으로 하였다. 그리고 결론으로 전술적 상황, 상대적 전투력, 전투손실을 주요요인으로

하여 검증한 결과, 위게임 모델들이 손실관점에서만 전투역학을 이해했다면 이제는 상대적 전투력과 전술상황을 고려하여 반영해야한다고 하였다.[최중호 1999]

이러한 연구결과는 현재의 많은 위게임 모델에 반영되어 활용되고 있는 것으로 알려져 있다. 하지만 미래는 어떠한 양상으로 전투가 진행될 것인가? 50년전의 병사들의 모습은 진형(陣形)속에 느슨하게 유지되어 움직이던 100년전의 모습보다 진화되어 자동화기로 무장하여 보다 독자적으로 움직이도록 교육받았다.

지금의 병사들은 더욱 발달된 개인화기와 함께 군사과학기술의 발전에 힘입은 지원화력의 도움과 10-30명당 1개 이상의 통신수단으로 가야할 곳을 명령받는다. 앞으로의 병사는 디지털 전사(Digital Warrior)이다. 이들은 개인적으로 현재의 지원화기 수준의 화력으로 무장하고 개인별로 통신수단을 제공받게 될 것이다.[권용수 2000]

그러나 병사들의 모습의 변화에도 불구하고 전투에 대한 기본개념은 변치 않는다. 여전히 적을 찾아야하고, 적의 전투의지를 꺾어야하며, 적의 공격으로부터 보호되어야한다. 그리고 이들 병사들의 조직과 화력을 지원하는 조직을 효과적으로 지휘해야하는 것이다.

군사과학기술의 발전은 이러한 지휘통제체계에도 급속한 발전을 가져왔다. 이는 대부분 지휘통제수단의 발전이며 앞으로도 계속되어 동시에 전장을 가시화(可視化)하고 지휘통제절차의 진행 속도를 획기적으로 단축시킬 것이다.

지상군은 효과적인 지휘통제를 위해서 의사결정지원절차인 부대지휘절차를 적용하고 있다. 따라서 본 연구는 지휘통제분야의 모의논리를 개발하기 위해 부대지휘절차를 먼저 모델화 하고자하는 것이다.

부대지휘절차는 상황을 평가하여 가장 적절한 대안을 찾는 과정으로 지휘관 및 참모가 조직적이고 유기적으로 그 역할을 수행함으로써 신속하게 고려사항의 누락 없이 최선의 대안을 구하는 것이다. 이러한 부대지휘절차의 모델화 이후 이를 시뮬레이션 할 수 있는 모의논리를 개발하는 것은 한국군 독자적인 위게임 모델의 개발의 기초가 될 것이다.

또한 위게임 모델로서 개발된 부대지휘절차 시뮬레이션 모델은 현행 지휘통제체계인 C⁴I체계(ATCIS)*와 연계시에는 지휘통제절차의 속도를 가시적으로 단축시키면서 의사결정의 질을 향상시킬 것이다. C⁴I체계는 크게 2가지의 기능을 할 수 있다. 하나는 지휘관 참모에게 적시적절한 지휘결심을 지원하는 의사결정지원시스템이고, 하나는 현재의 전장을 가시화하고 정보처리속도를 증가시키는 상황종합처리시스템이다.[이동준 1992]

현재 구축된 C⁴I 체계는 두 번째 기능위주로 수행하고 있다. 그 이유는 부대운용 등 지휘결심을 위해서는 구상한 방책을 시뮬레이션해주는 기능이 있어야 하나 현재의 개발된 위게임 모델로서는 이를 구현 할 수가 없기 때문이다. 따라서 현행 부대지휘절차를 모델화하여 에이전트 기반의 모델을 구축함으로써 전장상황에서의 의사결정지원도구로도 활용되어 질수 있을 것이다.

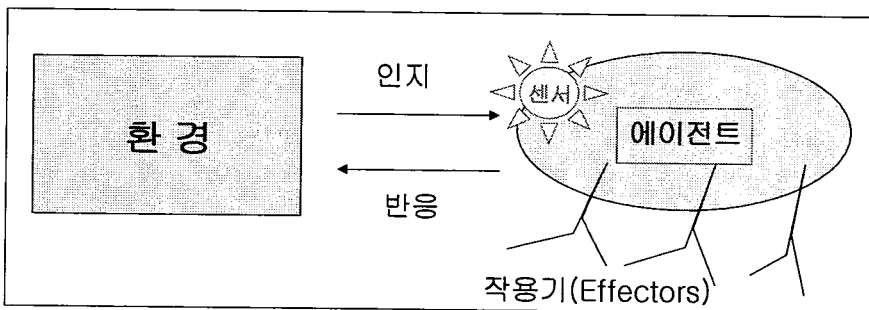
* C⁴I체계는 지휘통제 통신 컴퓨터 정보의 유기적인 통합으로 실시간 분석, 결심, 전파를 가능하게하는 총체적인 절차와 수단으로서 육군은 ATCIS(Army Tactical Command Information System, 육군전술 지휘정보체계)를 구축하고 있다. 해군과 공군도 각각의 전술C⁴I체계를 구축중에 있다.

제 3 장 에이전트 기반 모의모델

인공지능(Artificial Intelligence)은 인공물에서의 지능적 행위(Intelligent Behavior)를 의미한다. 그러나 기계가 생각할 수 있을까라는 의문이 많은 사람들에게 있는 것이고 이에 대답하는 것은 “기계는 생각한다”라는 것을 어떻게 정의하느냐에 달려있다고 하겠다. 이러한 인공지능분야의 하나인 지능적 에이전트(Intelligent Agent)를 시뮬레이션에 적용시키는 방법으로 에이전트 기반 모의모델(Agent Based Modeling & Simulation)이 발전되고 있다.

제 1 절 에이전트의 개념

에이전트는 여러 학자들에 의해 개념이 정리되었으나 대표적으로 Russell과 Norvig의 정의를 정리한 것에 따르면 에이전트는 [그림 1]과 같이 자신의 감각기관(Sensor)를 통해 환경(Environment)을 인지(Perception)하여 작용기(Effector)를 통해 그 환경에 대해 반응(Action)하는 시스템을 말한다.[Russell 1995][조영임 2003]

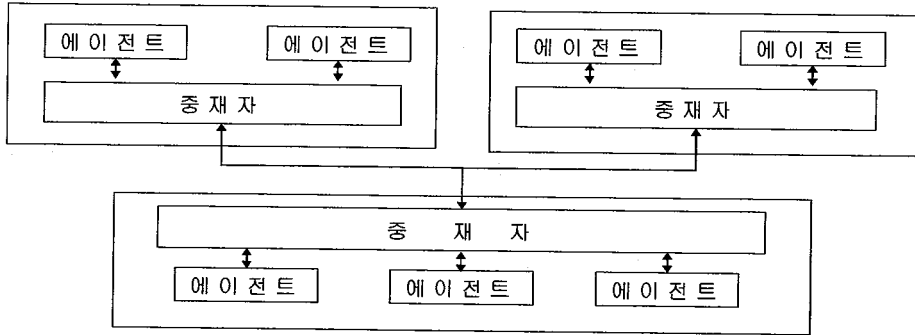


[그림 1]에이전트 시스템

에이전트는 사용자를 대신하여(대리자) 특정임무를 수행하는 자율적이며 지능적인 프로세스이며 자신의 고유한 목표를 가지고 능동적으로 동적인 환경과 상호작용하는 프로세스이다.

이러한 에이전트는 구조에 따라 여러 가지로 나누는데 공동의 목표를 가지고 통신을 통하여 서로 협동하여 자율적으로 일을 처리하는 협동 에이전트(Collaborative Agent)와 주어진 입력에 대해 에이전트가 반응하여 결과를 산출하여 실시간적 반응을 나타내는 반응 에이전트(Reactive Agent) 등이 있다.

또한 단일 에이전트 시스템이 해결하기 어려운 복합적인 문제의 해결을 위해 중재자(Facilitator)를 통해 메시지 전달 및 제어를 수행하는 다중 에이전트가 있다.



[그림 2] 멀티 에이전트의 개념적 구조 (조영임, 『인공지능시스템』, 홍릉과학출판사, 2003 : p.379)

에이전트 시스템에서 개별적으로 상황을 평가하고 일정규칙에 의하여 의사결정을 하는 개체를 에이전트라 한다. 이는 수학적 방법으로는 모의범위를 제한하여 개략적으로 밖에 모의할 수 없었던 분야에 대한 시뮬레이션의 범위를 보다 확장하는 것을 의미한다.

Vally는 에이전트에 대해 특성과 능력을 가지고 있다고 정의하였다.[Vally 1999]

Agent = <Id, Attributes, Faculties>; Agent={Agent}

특성(Attributes)은 정의역의 범위 내에서 주어진 값을 갖는다 하고, 능력(Faculties)에 대해서는 다음과 같이 정의하였다.

Faculties = (Perception, Reasoning, Action)

능력은 인식(Perception), 추론(Reasoning), 행동(Action)의 요인을 변수로 하고 있다.

대체로 에이전트에 관한 이론적 정리에서 가장 기초가 되는 이론은 BDI 관점이다. 믿음(Belief), 소망(Desire), 의도(Intention)을 에이전트의 기본 특징으로 보는 견해이다.

전통적인 지능적 에이전트 관련 학자들의 견해를 종합하면 에이전트는 기존의 지식을 갖고 있으며 지각(Perception)을 통해 환경에서 영향을 받으면 자신의 믿음(Belief)을 갱신하고 이에 대한 반응으로 소망(Desire)를 갖게 된다. 에이전트는 소망을 실현하기 위한 방법을 찾아서 의도(Intention)를 갖게 된다.

이 과정에서 추론을 하게 된다. 학자에 따라서는 소망(Desire)을 대상(On What)의 개념으로, 의도(Intention)를 방법(How to)의 개념으로 설명하기도 한다.[Ferber 1999][Trappl 1986][Wiebe 2001]

제 2 절 에이전트 기반 모의모델 개념 및 구성

1. 에이전트 기반 모의 모델

에이전트 기반 모의 모델의 필요성이 대두된 것은 기존에 널리 사용되는 방정식(Equation) 기반 모의모델이 오래전부터 다양한 분야에 폭넓게 사용되어져 왔지만 이는 시스템을 구성하는 다양한 특성을 분석하여 그들의 관계를 변수들의 관계로 함수화 함으로써 해결방안을 구하는 방법이므로 시스템 전체에 대한 방정식을 구하는 것은 불가능하여 대체로 근사해(Approximation)를 사용할 수밖에 없다는 한계점을 극복하고자 하는 노력 때문이다.

대체로 개체별 행위에 대한 모형화(Modeling)를 시도할 때에 방정식 기반모델은 매우 부적합하다. 이는 각 개체의 기본적인 관계를 모형화해야 하거나 개체의 태도(Attention)에 초점을 맞추어야 할 때에는 복잡하고 동적인 대상일 경우 더욱 모형화가 어려운 것이다. 그것은 방정식 기반의 모델은 관찰되는 사실(Observables)의 특성에 관심을 두고 측정 가능한 도구(Measure)를 이용하여 이를 정의하려고 하기

<표 2> 방정식 기반모델과 에이전트 기반모델의 비교

구 분	방정식 기반	에이전트 기반
컴퓨터 자원	소규모	보다 대규모
개 체	동일(Homogeneous)	이종(Heterogeneous)
정확성	근사해	보다 정확
개체간 상호작용	없음/비가시적	있음/가시적
망 구조	없음	있음
모델 구축	어려움	쉬움
가장 적합한 대상	중앙집권으로 모델링하여 동적인 시스템은 물리적 규정에 의해 지배	분산되어 결정하므로 상세한 위치결과와 분포도를 구현
표 현	방정식	분산시스템, 방정식으로 어렵거나 불가능한 분야
구현 시간	연속시간	이산시간

때문이다. 이에 반해 에이전트 기반 모의모델은 관점을 바꾸어 각 개체 자신의 행동영역(Active regions)에 기초하여 개체가 하는 일(Do things)을 정의하는 것이다.[Parunak 1998]

에이전트 기반 모형화(Modeling)는 새로운 개념이라기보다는 개별 기반의 모형화(Individual Based Modeling)으로 알려져 있던 기법이였다. 그것은 전체 시스템을 구성하는 하부시스템으로 구분하여 그들 간의 상호작용관계를 정의하는 방법이다.

에이전트 기반 모델의 가장 큰 잇점은 개체들과의 관계에서 발생하는 의외의 현상(Emergent Phenomenon)을 명확하고 유연하게 규정할 수 있다는 점이다. 특히 개인적인 행위는 비선형적인 If-Then 법칙이나 비선형조합에 의해 나타낼 수 있다고 볼 때 휴먼시스템에서 매우 효과적인 방법이다.[Bonabeau 2002]

미국에서는 최근에 에이전트 기반 모의 모델을 응용하는 분야들이 증가되고 있다. 업무와 조직, 경제, 기반체계, 시민사회, 사회와 문화, 테러리즘, 생물학 등에 사

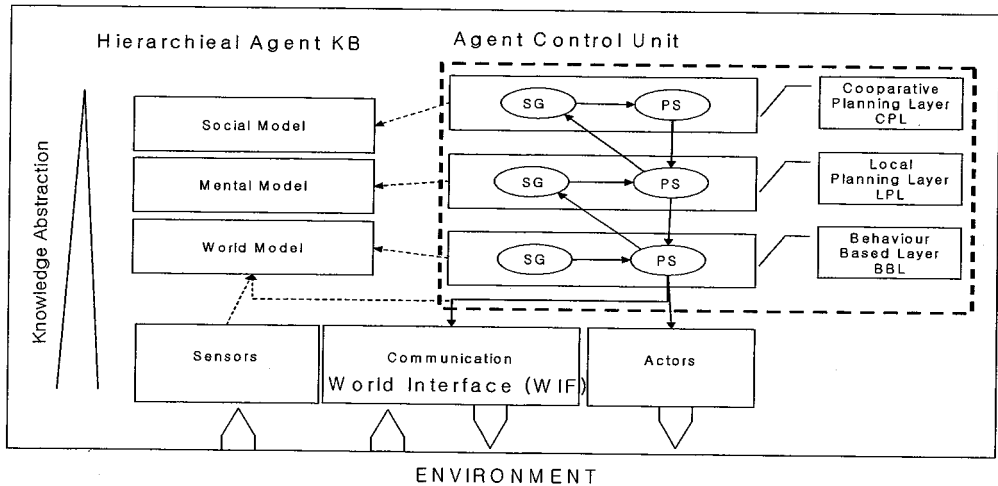
용되고 있고, 특히 국방분야로는 지휘통제(Command & Control), 전력운용(Force-on-Force)분야에서 활용이 증대되고 있는데, 분산지휘통제(DC2, Decentralized Command & Control)의 설계에 대한 새로운 패러다임이 되고 있다.[Macal 2005]

최근 전쟁의 양상을 보면 다양한 전쟁수행기관들을 하나의 통합된 중앙통제하에 두면서도 각각은 자신의 역할을 전체적인 관점에서 이해하고 행동하도록 요구하고 있다. 에이전트는 분산 환경에서 각각의 행위를 통합하는데 큰 장점이 있어 점차 지휘통제체계가 분산되어 네트워크에 의한 통합의 중요성이 증가함에 따라 군사적인 면에서 새로운 패러다임의 분산지휘통제체계에 대한 발전이 요구되기 때문이다.[Bonabeau 2003]

2. 에이전트 기반 모의 모델 아키텍처

에이전트 기반 모의모델은 모의대상이 복잡하고 동적인 특징을 갖고 있으므로 단순한 하나의 단일 에이전트를 활용하기보다는 복합체로서 상호간에 통신을 하는 다중 에이전트의 구조를 갖게 된다. Jörg P. Müller는 지능형 에이전트 중에서 합리적인 계획과 이에 반응하는 행위를 통합시키는 다중 에이전트(INTERRAP)의 개념을 통해 [그림 3]과 같은 계층적 관점에서 계획 에이전트와 반응 에이전트의 교호작용을 통합하는 구조를 제시하였다.[Müller 1996]

이러한 다중 에이전트의 기본적인 구조에 대하여 Jörg P. Müller가 협동 계획 계층(Cooperative Planning Layer), 지역 계획 계층(Local Planning Layer), 행동 기반 계층(Behaviour Based Layer)으로 하는 계층관점에서 구분하고 있는 것과 유사한 개념으로 Ferver는 [그림 4]와 같이 에이전트를 외부에서 운용하는 수준을 포함해서 제시하기도 하고, Vally는 [그림 5]와 같이 다중 에이전트 그 자체에서 상위로부터 하위로 이르러 각 개별 에이전트에 이르는 구조를 정의하고 있다.[Vally 1999]



[그림 3] INTERRAP* 에이전트 아키텍처

(Jörg P. Müller, The Design of Intelligent Agents, 1996 p.53,)

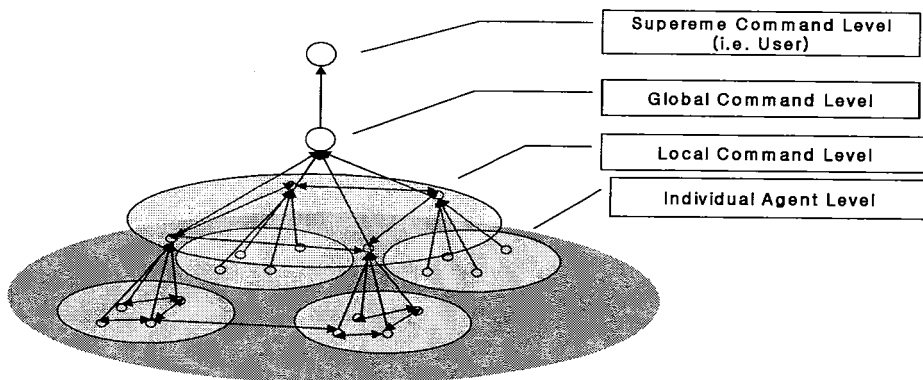
- - - - - : Information access

————— : Control flow

SG : situation recognition / goal activation

PS : planning, scheduling, execution

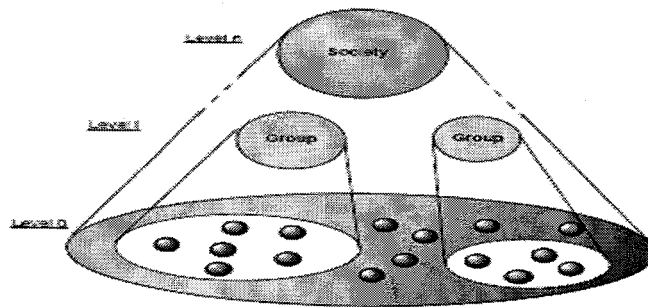
*INTERRAP : INTEgration of Reactive behavior & Rational Planing



[그림 4] 다중 에이전트 시스템 구조

(Jacques Ferber, Multi-Agent Systems, Addison-Wesley, 1999, p.90)

이들의 견해를 종합하면 다중에이전트를 구성하는 에이전트의 분류는 대체로 3개의 수준으로 나누어 짐을 볼 수 있다. 상위 에이전트는 외부 환경으로부터 명령을 입력받는 것을 포함하여 내부 환경으로부터 정보를 전달받아 처리과정을 통해 내부의 하위 에이전트에게 명령을 주는 역할을 한다. 중간 에이전트는 상위 에이전트와 내부의 환경으로부터 정보를 받아 하위 말단의 개별 에이전트에게 명령을 주고 하위 에이전트는 내부 및 외부환경과 중간 에이전트로부터 정보를 전달받아 외부 환경에 영향을 주거나 직접 행동으로 반응하는 역할을 한다는 것이다.

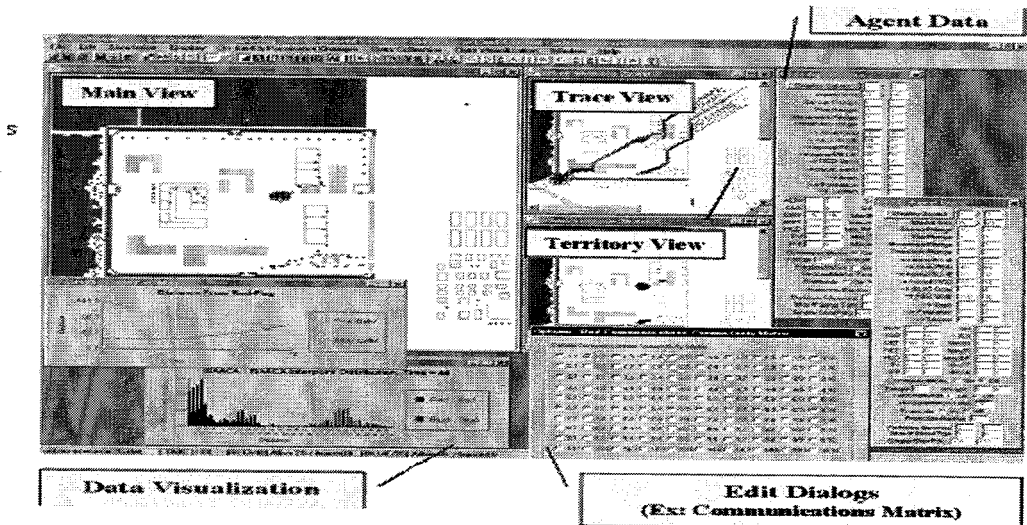


[그림 5] 일반적인 다중 에이전트 시스템 구조
(Jean-Dany Vally, A Conceptual "Role-Centered" Model
for Design of Multi-Agent Systems, Springer-verlag, 1999)

제 3 절 위게임 모델과 에이전트

우리나라를 비롯한 선진 각국은 전술정보의 수집과 처리, 각종 전투수단을 운용하는 지휘통제, 이를 위한 컴퓨터와 통신을 포함하는 C⁴ISR체계 구축으로 현대전에 대비하고 있으나, 경제규모를 초과할 정도의 예산이 소요되는 “C⁴ISR 체계 구축 효과는 어느 정도인가?”라는 질문에 대한 대답이 대단히 어려운 것이다.

기존의 많은 위게임 모델은 부대 전투력이 교전하여 생긴 결과를 제공함으로써 전장상황을 예측 또는 실감하도록 만들어져 사용되고 있다. 그러나 시뮬레이션이 실제 세계를 얼마나 정확하게 모의하느냐하는 것이 모의모델의 신뢰도를 보여주는 척도이므로 현대전으로부터 미래전에 전장에서의 결정적인 요소인 C⁴ISR분야를 모의하지 못한다면 모의모델로서 활용성이 매우 부족하다고 할 것이다.



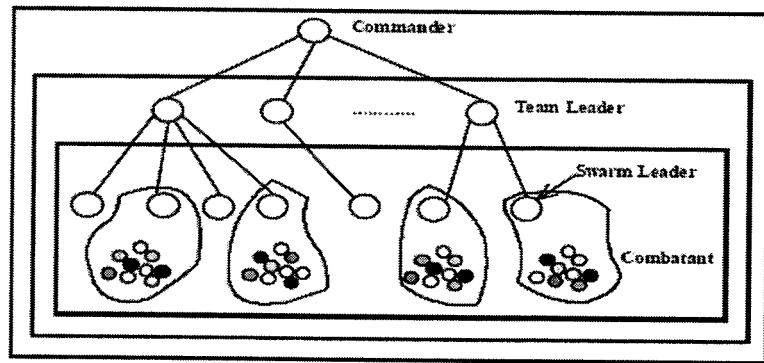
[그림 6] EINSTEIN의 화면구성(http://www.cna.org/isaac/downref_einstein.htm)

이러한 관점에서 미국에서는 에이전트 기반의 모의모델을 개발하는 노력을 해왔다. 미 해군 분석 지원센터(CNA Corporation : Center for Naval Analyses)의 지원을 받아 미 해병 전투발전사령부는 최초 1단계로 ISSAC*이라는 모델이 개념 증명을 위한 소규모 규칙(Micro-Rules)을 포함하는 조그만 모델(Toy-Model)로 출발

하였다.

이후 점차 대규모 행위(Macro-Behavior)를 모의하게 되면서 1997년 EINSTEIN*이라는 모델을 개발하였는데 이는 사용자가 쉽게 복잡한 전투행위를 실험할 수 있는 연구실 수준으로 2001년도에는 지휘통제(C2) 및 의사결정에 주안을 두고 발전시키게 되었다.

한편 뉴질랜드 국방기술원은 1999년부터 MANA,**를 호주 국방대학교에서는 CROCADILE,*** WISDOM,**** 등을 개발하여 활용하고 있다.[Yang 2005]



[그림 7] WISDOM의 에이전트 구성

(Ang Yang, "Network Centric Multi-Agent Systems : A Novel Architecture", 2005)

위게임에서 에이전트는 어떤 역할을 해야 하는가? 전술적인 판단을 에이전트가 어떻게 할 수 있는가? 라고 할 때, 군의 전술가들은 전쟁을 술(術, Art)과 과학(Science)으로 말한다. 현대전이 첨단과학무기로 발전하고 고도의 통신망으로 네트워크가 형성되므로 가장 첨단과학기술이 전쟁의 승패를 결정한다고 하면서도 전술적 운용술에 대해서도 중요하다고 한다. 부대를 적절한 시간과 장소에 배치하고 기동시켜서 결정적인 지역과 시간에서의 전투력 집중으로 전투력 우세를 달성하여 승

* Irreducible Semi-Autonomous Adaptive Combat

* Enhanced ISSAC Neural Simulation Toolkit

** Map Aware Non-uniform Automata

*** Conceptual Research Orient Combat Agent Distillation Implemented in the Littoral Environment

**** Warfare Intelligent System for Dynamic Optimization of Missions

리를 달성하기 때문이다.

에이전트를 통해 가장 합리적인 전투력의 배분과 할당을 하겠지만, 변화하는 전장상황에서 기민하게 빛나는 예지력으로 포착하는 승기(勝機)를 놓치지 않는 전술가의 역할을 에이전트에게 기대할 수는 없다는 것이다. 그것은 에이전트는 소부대의 전투단위로서 행동하는 말단 전투수단일 경우에는 보다 더 연구가 필요하지만 대부대의 전술적 운용은 단순히 주변 환경과의 또는 주변 에이전트와의 관계로 설정된 정보 교환으로 이루어지는 데에는 한계가 있는 것이다.

이런 관점에서 위게임 모델에서 구현되는 지휘통제 에이전트의 역할은 다음과 같이 정의할 수 있다.

첫째, 지휘통제 에이전트는 외부에서 입력하는 변수에 의해 보다 모험적이거나 보다 안정적인 대안을 선택하게 할 수도 있겠지만, 모험하지 않는 안정적인 대안을 선택하는 가장 일반적인 지휘부의 역할을 하게 해야 한다.

둘째, 지휘부의 능력에 따라 전투의 국면이 다르게 전개될 수 있겠지만, 상황에 대처하는 방안은 대체로 전문가들이 공감하는 최적의 대안을 선택하게 해야 할 것이다. 이때 이 대안은 향후 위게임 모델에서의 운용을 통해 더욱 많은 전문가들의 조언에 따라 합리적인 대안을 만들어갈 수 있어야 할 것이다.

셋째, 에이전트는 모의모델의 목적에 부합되도록 분야별로 구체적이거나 또는 개략적인 형태로 구성되어져야 할 것이다. 대체로 분석용 위게임 모델에 가장 많이 활용되어지겠지만 작전계획/방책(CoA)을 분석할 경우와 군구조(Force Structure)를 검토할 경우, 어떤 무기체계를 도입할 것인가, 또는 단위 무기체계의 효과를 분석할 경우 단위전력의 운용효과 등 다양한 형태의 분석이 이루어지므로 일률적인 에이전트를 적용하기는 어려울 것이다.

물론 훈련용 위게임 모델에도 적용할 수 있다. 그동안 대부대의 지휘부가 훈련할 때 예하부대의 역할을 해당지휘부가 아닌 교육시킨 대리인이 대행하도록 하였으나 에이전트가 대부대 모델과 소부대 모델을 연계할 수도 있을 것이다.

제 4 장 개념 모델 설계

전투를 시뮬레이션함에 있어서 전투진행을 고려하여 지휘통제 에이전트는 많은 사항을 결정해야한다. 전투진행간 에이전트가 결정해야할 사항을 구분하여 어떠한 형태의 결정이 이루어져야하는지 고찰하여 모델의 개념적 설계를 한다. 본 고는 대표적으로 공격작전을 중심으로 설계한다.

본 논문은 전술적 교리의 타당성을 연구한 것이 아니라 현재의 한국군 전술교리를 잘 구현하는 에이전트 기반의 지휘통제 모의방안을 연구하는데 있으므로 전술적 타당성여부는 시뮬레이션 모델이 만들어져 운용되면서 보완되는 과정(validation)과 모델을 프로그래밍하면서 보완되는 과정(verification)을 통해 보완되면 된다고 보아 핵심논점은 부대지휘절차를 개념모델로 적절한 관점에서 구현하고자 하는데 두었다.

또 하나 본 개념모델 설계의 대상에서 제외한 것은 명중률 살상률 등 교전피해 결과 산출식이나 산출방법에 관한 것이다. 이 역시 지휘통제의 효과적 방법에 의해 많은 차이가 나겠으나, 본 논문은 지휘통제의 효과적인 방법을 찾는 것이 아니므로 제외하였다.

부대 지휘절차 교리는 전술적인 분야를 고려할 때 주로 METT+TC요소를 고려하는데 본 연구에서 민간요소(Civilian)에 대한 분석은 현재 대부분의 모의모델이 모의하는 범위에서 제한사항으로 간주되고 있으므로 대상에서 제외한다. 민간요소를 위게임에 반영하는 많은 연구가 있으리라고 예상되며 이러한 연구들이 결실을 맺으면 추가적으로 포함될 수 있을 것이다.

다음에서 진행하는 개념 모델의 설계는 시뮬레이션의 기본적인 단계인데, 대체로 Stewart Robinson의 견해에 따랐다. 그는 모델의 개념적 설계는 개념 모델 상황 이해, 개념 모델 목표 설정, 입력 및 출력 설계, 구성 설계로 그 설계 틀을 설명하고 있다.[Robinson 2004]

제 1 절 개념모델 상황 이해

복잡한 전장상황에서 전투의 승패를 결정하는 결정적인 요소는 부대 전투력이다. 부대전투력은 유형의 물리적인 전투력과 무형전투력으로 구분하지만 대체로 유형전투력의 크기가 전투의 승패를 결정짓는다고 알려져 있다.[하대덕 1986] 극단적으로 말해서 지휘관은 보유한 전투력이 방어를 할 수 밖에 없는 전투력이라면 무모한 공격으로 패배를 자초하지는 않는다. 따라서 일반적인 전투는 상호간에 승산이 있다고 생각할 때 이루어진다.

그래서 한쪽은 공격을 다른 한쪽은 방어를 하게 된다면 이때부터 전투의 승패를 결정짓는 핵심요소는 부대를 운용하는 지휘관과 참모의 운용술이라고 할 수 있다. 이를 이른바 전술(Tactics)이라고 하며 과학(Science)과 술(Art)이라고 하고 있다. 세계의 모든 나라는 전술을 발전시키기 위해 과학적이고 체계적인 연구를 해왔으며 각자 나름대로의 방법을 적용하고 있다.[합참 1993]

전쟁론의 클라우제비츠는 전쟁에 이기기 위해서는 나폴레옹 알렉산더 징기스칸 등 군사적 대가(大家)가 필요하다고 하며 이들에게는 전장을 꿰뚫어보는 통찰력을 갖고 있다고 했다. 전투간 부대운용을 판단하는 지휘관 및 참모에게 요구되는 첫 번째는 바로 그 통찰력이라고 할 수 있다[합참 1993]

통찰력은 타고나기도 하고 많은 경험과 연구 속에 능력이 향상될 것이다. 그것은 다른 말로 바꾸어 말하면 현재의 상황을 보면서 미래의 상황을 예측하는 능력이다. 또한 이런 예측의 정확도는 현재 상황에 대한 정확하고도 신속한 상황파악에 기초하며, 잘 숙달된 관련조직들의 정보처리와 판단 및 조언, 그들 스스로의 조치능력에 의존한다.

여기서 우리는 미래예측을 잘 만들어진 군사용 시뮬레이션 모델이 대체해준다면 사람의 한정된 분석/판단능력을 훨씬 초과하는 정보분석 결과와 부대운용 판단결과를 얻을 수 있다고 말할 수 있다.

군사용 시뮬레이션 모델의 활용목적에 따라서 그 모델의 Man-in-Loop 정도가 구별된다. 한국에 대체로 많이 활용되는 훈련용 모델은 지휘관 및 참모로 하여금 전투상황에서의 상황판단 및 조치능력, 그리고 관련조직들이 그러한 상황을 신속하고도 정확하게 처리하는 절차를 훈련시키는데 매우 잘 활용되고 있다.

앞에서 언급한 전장에서의 전술적 운용을 도와줄 시뮬레이션 모델은 적어도 현 상황을 분석하고 처리할 컴퓨터의 능력이 요구되어 많은 부분을 컴퓨터가 대신해야 미래의 상황을 예측할 수 있다.

또한 전쟁에 대비하기 위해서 군은 두 가지를 준비해야하는데 하나는 부대의 절대 전투력을 향상시키기 위한 새로운 무기체계의 준비이고 또 하나는 이들 전투력을 효과적으로 운용할 전시 작전계획의 준비이다. 이런 미래준비를 위해 국방시뮬레이션 모델이 필요하다.

새로운 무기체계를 국내생산하거나 해외 도입하기 위해서는 어떤 무기가 얼마나 효과가 있는지를 검증해서 필요한 무기체계의 요구성능을 판단해야하는 것이며, 작전계획을 수립하기 위해서는 어떻게 부대를 운용해야 효과적인지를 검증 해보아야하는 것이다. 최근 전투실험을 통해 획득분야의 업무향상을 기하고는 있지만 첨단기술을 조기에 전력화시키기 위해서는 더욱 필요한 부분이다[이동준 2005].

이러한 무기체계의 효과분석이나 작전계획의 효과분석을 위해서는 앞에서의 훈련용 모델처럼 많은 인원을 분석에 참여시킬수 없으며 분석제대의 예하부대 지휘관 및 참모는 컴퓨터에 의해 자동적으로 모의되어야 할 것이다. 따라서 분석용 시뮬레이션 모델에서 지휘관 및 참모가 판단하고 결심하는 것을 대신할 수 있는 것이 필요하다.

분석용 시뮬레이션 모델의 핵심이 지휘관 및 참모가 판단하고 결심하는 것을 대신하는 것이라 할 때, 에이전트는 전장 환경(Environment)으로부터 부대지휘절차 적용시 고려요소들을 받아들여(Perception) 전술 상황을 평가하고, 계획을 수립하며 위게임 진행간 전술조치(Reasoning)를 결심한다. 작성된 명령을 예하부대(Effector)에 전달하면 환경에 대한 대응(Action)이 이루어진다.[Mason 2000]

제 2 절 개념모델 목표 설정

분석용 시뮬레이션 모델에서 모델링을 해야 할 대상으로 지휘관 및 참모가 하는 일을 대신할 에이전트이다. 전장에서 지휘관 및 참모*가 만들어내는 지휘결심사항을 에이전트의 특성에 부합되도록 크게 대별한다면 다음과 같이 분류할 수 있다.

첫째는 현재의 상황에서 여러 가지 상황을 고려할 때 예하부대를 어디로 배치할 것인가?, 이동 시킬 것인가?하는 부대기동에 관한 사항이다. 즉 현재의 상황과 미래의 상황을 고려할 때 현재 및 차후에 부대의 어느 위치가 적절한가에 대한 끊임 없는 판단이 요구되는 것이다.

둘째는 교전할 것인가? 회피할 것인가? 정지할 것인가? 이동할 것인가? 하는 부대 행동에 대한 끊임없는 결심이 요구된다. 즉, 부대행동에 대한 결심은 어떠한 상황에서의 실행여부에 대한 결정을 말한다. 위의 부대기동에 대한 판단이 적절한 방책(CoA)**를 구하는 것이라면 두 번째는 이의 실행여부를 결정하는 것과는 통한다고 할 수 있다.

이러한 결심을 도출하기위해 한국 육군은 계획수립단계에서 부대지휘절차를 적용한다. 지휘관 및 참모들의 역할과 판단방법을 포함하고 있는 부대지휘절차는 부대가 상급부대로부터 임무를 받으면 부여된 임무를 효과적으로 수행하기위하여 계획수립, 명령하달, 작전준비 및 실시에 적용하는 일련의 논리적이고 체계적인 과정이다.

계획수립의 산물로 계획이 완성되어 명령이 작성되는데 이 명령은 자신이 상급부대로부터 받은 임무수행을 하기위하여 예하부대에 상급부대로서 임무를 부여하는 것이다. 이때 관련된 많은 내용의 서식부분을 작성해서 하달하지만 가장 중요한 문서는 투명도라고 불리는 부대기동을 명시하는 그림이다. 이 그림에서 예하부대는 자신이 어떻게 기동해야 할지 또는 어디에 배치되어야 할지를 알게 되는 것

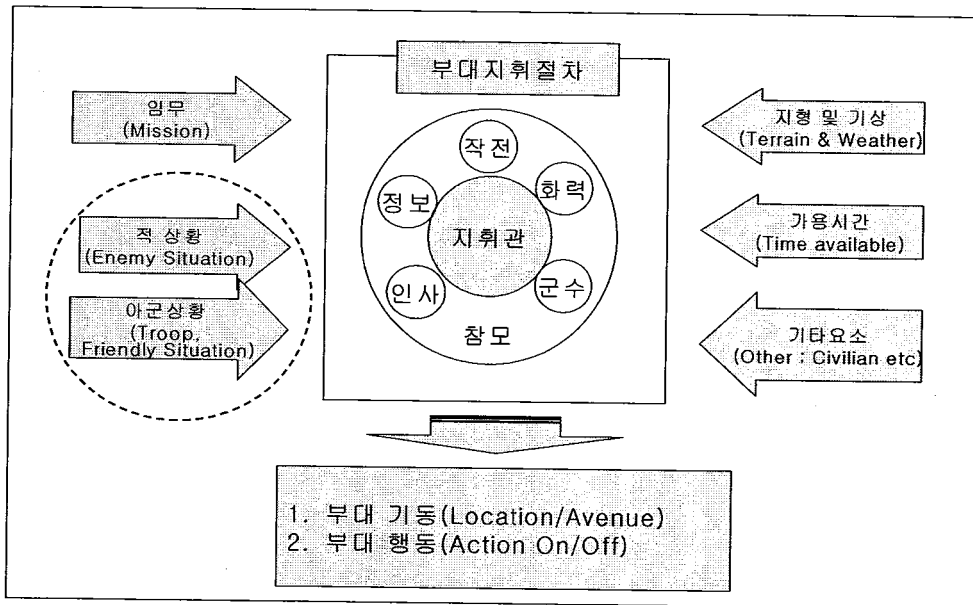
* 지휘관 및 참모는 부대운용 등 결심을 하는 데 동일체로서의 역할을 하므로 이하 지휘부라 한다

** Course of Action

이며, 명령의 많은 부분에서 어떤 상황에서 어떻게 행동하라는 교전이나 이동에 대한 상급부대의 기준을 지시받는 것이다.

명령하달과 작전준비의 과정을 거쳐 작전이 개시되면 상황판단과 결심, 대응을 통해 이제는 실시간(Real time)으로 상급부대로부터 부대기동과 부대행동을 지시 받고 자신의 재량범위에서 이에 대한 판단과 결심, 대응을 해야 한다. 이상과 같이 지휘부가 해야 하는 역할을 모델링해야 할 것이다. 이를 그림으로 정리하여 나타내면 아래와 같다.

대체로 임무는 기본명령을 수령 후 변화되는 상황에 따라 상급 지휘관으로부터 단편명령을 수시로 받게 된다. 적 상황과 아군 상황은 전투준비기간부터 지속적으로 갱신이 요구되며 전투간 실시간으로 파악이 요구되는 분야이다. 따라서 전투간 가장 많은 정보의 교환이 이루어질 것이다. 지형이나 기상은 대체로 가변요소는 아니지만 시간과 장소의 변동에 따라 계속 변화되는 요소로서 작전에 미치는 영향을 평가해야 한다. 가용시간, 기타요소는 지휘통제 에이전트의 발전에 따라 추가적인 연구가 필요한 분야이다.



[그림 8] 부대지휘절차 모델의 범위

제 3 절 입력 및 출력 설계

개념 모델을 설계하기 위해서는 입력물과 산출물을 정의할 필요가 있다. 앞서 두 가지에 대하여 지휘관 및 참모가 결심을 실시간으로 한다고 했는데 그것은 부대지휘절차라는 틀 속에서 계획수립 단계와 작전실시 단계에서 이루어진다. 두 가지 단계에서 시간의 가용성면에서, 피아 부대의 상황과 여건 면에서 각각의 절차가 이루어지는 여건은 다르지만 유사한 판단절차를 거친다.

또한 출력을 만들어 내는 면에서도 두 가지가 구분된다. 하나는 계획수립 기능으로 상급부대나 외부로부터 명령 등 상황을 인식하여 전체적인 계획을 작성하고, 이를 내부로 명령이나 정보로 전달하는 것이다. 다른 하나는 외부/내부로 받은 정보로 직접 행동을 구현하는 것이라 하겠다. 앞서 개념 모델 상황을 이해하면서 정리한 [그림 8]에서와 같이 모델의 입력요소는 상황과 관련된 5가지 요소이며, 출력은 부대기동과 행동 2가지로 구분하였다.

계획수립단계나 작전실시 단계에서 모두 입력물은 5가지로 임무(Mission), 적상황(Enemy Situation), 아군상황(Troop Available, Friendly Situation), 지형 및 기상(Terrain & Weather), 시간(Time Available)이며 그 외에도 민간요소 등 작전에 영향을 미치는 요소일 경우 입력대상물이 될 것이다.

한편 출력물은 부대 기동계획, 실제 행동화하는 명령이 되어야 하는데, 최선의 방책으로 부대 기동에 대한 최적대안이 만들어 진다. 이러한 부대기동에 대한 최적방안은 작전실시간에도 계속 만들어지며 이때에도 위의 고려사항들이 평가되면서 대안을 만들어 간다.

계획을 수립하면서 구체화하는 단계에서 각종 세부적인 부록을 통해 교전여부/이동여부 등 부대행동에 대한 기준과 지침을 제시한다. 또한 작전실시간 부대행동에 대한 결정도 위의 5가지 입력물의 실시간 변화되는 것에 대한 판단을 하게 되는 것이다.

부대지휘절차도 구체적으로 분석하면 일련의 상관관계속에서 한 과정의 결과

가 다음 과정의 입력이 되기도 하고, 같은 입력 요소도 다음 단계에서 다시 입력요소로 필요하기도 하다. 이와같이 부대지휘절차는 각각의 과정이 연계되기도하고 각각은 독립적으로 행해지기도 한다.

제 4 절 모델 구성 설계

모델의 입력과 산물이 이루어지는 과정은 다음 몇 가지 측면에서 우선 한정지어질 필요가 있다. 첫째로는 모델이 포함하고자하는 범위로서 관련요인(Experimental Factors, Required Responses)들 간의 관계를 시뮬레이션 처리하고자 하는 내용을 한정하는 것이다. 또 하나는 모델이 나타내는 해상도의 수준이다. 범위와 수준을 한정함으로써 모델이 구현하고자하는 내용이 명확해진다.

1. 모델의 범위와 수준

본 연구에서 구현하고자하는 모델의 범위는 전투준비와 실시간의 지휘통제에 관한 부분이다. 실제 전쟁양상을 가장 근접하게 모의하는 것이 전투 시뮬레이션이라면 본 연구에서 구현하고자 하는 부분은 전투간 지휘부에서 이루어지는 지휘통제 절차 즉, 부대지휘절차를 통해 이루어지는 의사결정과정을 말한다.

지휘통제절차 중에서도 평시작전이나 전시에 다양하게 이루어지는 상황별 조치는 제외하고 전시에 작전준비와 작전실시간에 이루어지는 지휘관 및 참모의 활동을 기반으로 하는 부대지휘절차는 일반적인 분야를 검토할 수 있으므로 이를 주 대상으로 한다.

부대지휘절차 역시 그 내용이 매우 광범위한데 현재 교전위주의 위게임 모델에서 모델 외부에서 사람에 의해 수행되는 분야를 대체할 수 있는 내용으로 한정한다. 특히 가장 중요한 분야인 부대기동, 부대 행동에 관한사항을 결정하는 과정으로 한정한다. 이는 부대지휘절차의 핵심부분이기 때문이다.

모델의 범위는 본 연구가 구체적으로 구현될 때 대상모델에 따라 구성요소별로 명세를 검토하고 포함여부를 검토해야 할 것이다.

부대기동에 대한 사항은 구체적으로 방책발전과정이다. 방책발전과정이란 작전 지역/위협분석, 상대적 전투력 분석, 방책수립, 방책분석/구체화, 방책비교, 최선의 방책 선정에 이르는 과정이다. 이 과정에서 컴퓨터에 의한 모의가 가능한 부분을 단순화하여 모델링하는 것이다.

부대 행동에 관한사항은 교전/회피에 대한 의사결정기법, 이동/정지에 대한 의사결정기법을 발전시켜 모델링하여 적용한다. 이는 스스로 의사결정을 하면서 실제 전투를 하는 단위 무기체계 수준도 되는 것이다.

또한 한정하는 모델의 해상도는 전술제대급이 적절하다고 본다. 부대지휘절차는 모든 제대(중대이하 전투제대로부터 사단급이상 전술제대)에 적용하지만 사단급 적용을 표준으로 하고 이에 대한 상 하급 부대의 제대별 적용은 관련 요소들을 충분히 고려하여 가감하거나 분야에 따라서는 구체화, 간략화가 가능할 것이다.

대체로 사단급은 부대기동과 부대행동을 판단하는 전술단위로서 비교적 다양한 전술상황을 모두 고려할 수 있다는 장점이 있다. 미국이나 유럽은 여단급 부대 편성이 일반적인데 우리나라의 사단과 운용이 유사하며 한국군도 향후 여단규모의 부대를 운용하게 될 것이나 부대지휘절차를 구성하는 편성은 큰 차이가 없을 것이다.

또한 부대지휘절차의 주체인 지휘관 및 참모의 활동내용은 어디까지 포함할 것인가 하는 부분은 다음 장인 부대지휘절차를 구체적으로 분석하면서 모델에 포함시키는 여부를 검토하고자 한다.

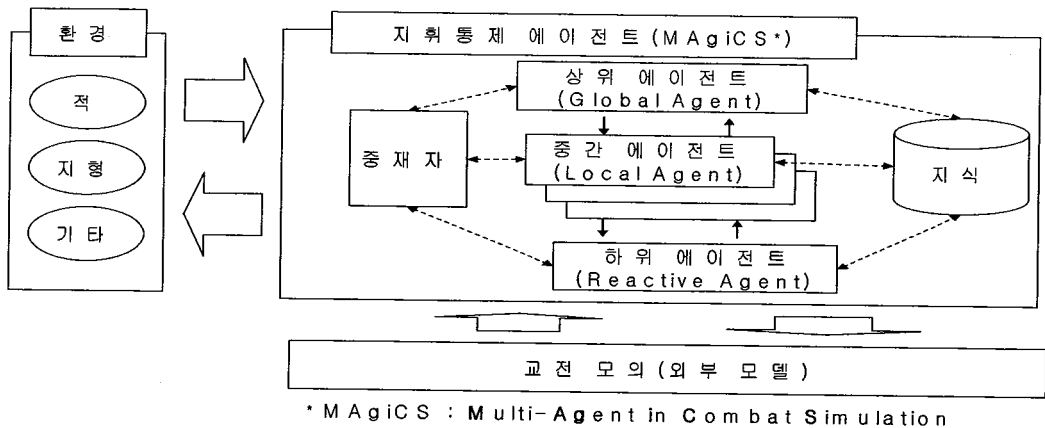
그 내용은 세부적으로 본 모델이 구현하고자 하는 해상도를 설명하게 되며 구성 요소별로 세부 모의정도를 구분하게 될 것이다.

2. 지휘통제 에이전트 아키텍처

지휘통제 에이전트의 아키텍처를 다음과 같이 정의한다. 지휘통제 에이전트는 전체를 통합하는 통칭이기도하고, 각각을 부르는 명칭으로 한다.

지휘통제 에이전트는 아래 [그림 9]에서와 같이 다중 에이전트로서 환경으로부터 상황요인을 받아들여 내부의 다양한 에이전트에 의해 추론과정을 거쳐 다시 환경으로 반응을 내보낸다. 이때 지휘통제 에이전트는 내부적으로 중재자를 가지면서 각 에이전트들의 주고 받는 정보의 전달을 조정하고 통제하게 된다. 또한 공통의 지식베이스를 가지면서 에이전트가 공통적으로 인식해야하는 지식이나 개별적으로 인식해야하는 지식을 보유하고 있다.

또한 지휘통제 에이전트는 여타의 다른 위게임 모델이나 지휘통제체계와도 연결될 수 있어야 하고 이러한 연결이 될 때 지휘통제 에이전트의 역할이 증대된다. 그 연결의 방법은 다양한 방법이 가능하며 특히 HLA/RTI 기술로 가능하다고 본다.



[그림 9] 지휘통제 에이전트 아키텍처

앞에서 에이전트의 정의에서(pp.11-12) 본 연구와 관련된 대표적인 에이전트인 협동 에이전트와 행동 에이전트를 언급하였는데 지휘통제 에이전트는 두가지의 에이전트가 통합되는 다중 에이전트이다.

지휘통제 에이전트는 다른 다중에이전트와 같이 여러 가지 에이전트로 구성된다. 외부로부터 정보를 받아들일수 있는 상위 에이전트, 상위/하위 에이전트와 정보를 교환하는 중간 에이전트, 환경으로 정보를 내보내는 하위 에이전트이며, 에이전트간 교류를 위한 중재자, 공유하는 지식을 저장하는 지식베이스가 주요 구성 요소이다.

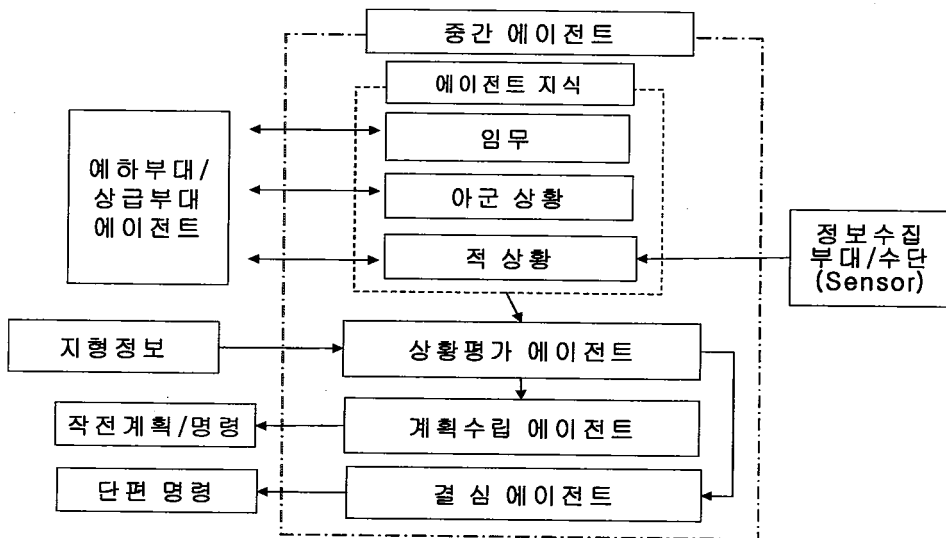
각 에이전트는 공통적으로 상황평가, 계획수립 에이전트와 결심 에이전트를 내부로 구성한다. 이들의 지식베이스는 공유하게 되며, 자신의 능력에 따라 외부에서 유입된 정보에 따라 갱신되어 유지된다.

먼저 상위 에이전트(Global Agent)는 외부(예: 사용자)와도 연결되고 내부로부터도 정보를 받는 에이전트이며, 내부 에이전트에게 명령을 보낸다. 분석용 모델에서 분석가와의 인터페이스를 통해 분석가가 원하는 분야의 실험을 위한 최 상위제대의 역할을 한다. 사단급 분석을 한다면 사단 에이전트가 상위에이전트가 된다.

상위 에이전트는 외부로부터 입력된 정보를 가공해서 중간 또는 하위 에이전트에게 명령으로 하달한다.

중간 에이전트(Local Agent)는 가장 일반적이고 다수의 에이전트가 될 것으로 예상되는데 상위 에이전트로부터 명령을 받아 하위 에이전트에게 명령을 내리며 상위 에이전트와 같이 계획수립(Planning)기능을 갖는다.

다음 [그림 10]은 가장 일반적인 중간에이전트이다. 지휘통제 에이전트의 하나인 중간에이전트는 위/아래의 에이전트와 정보를 주고 받으며 환경의 지형정보, 센서의 수집정보 등이 입력된다. 출력은 작전계획이나 명령, 단편명령을 작성한다.



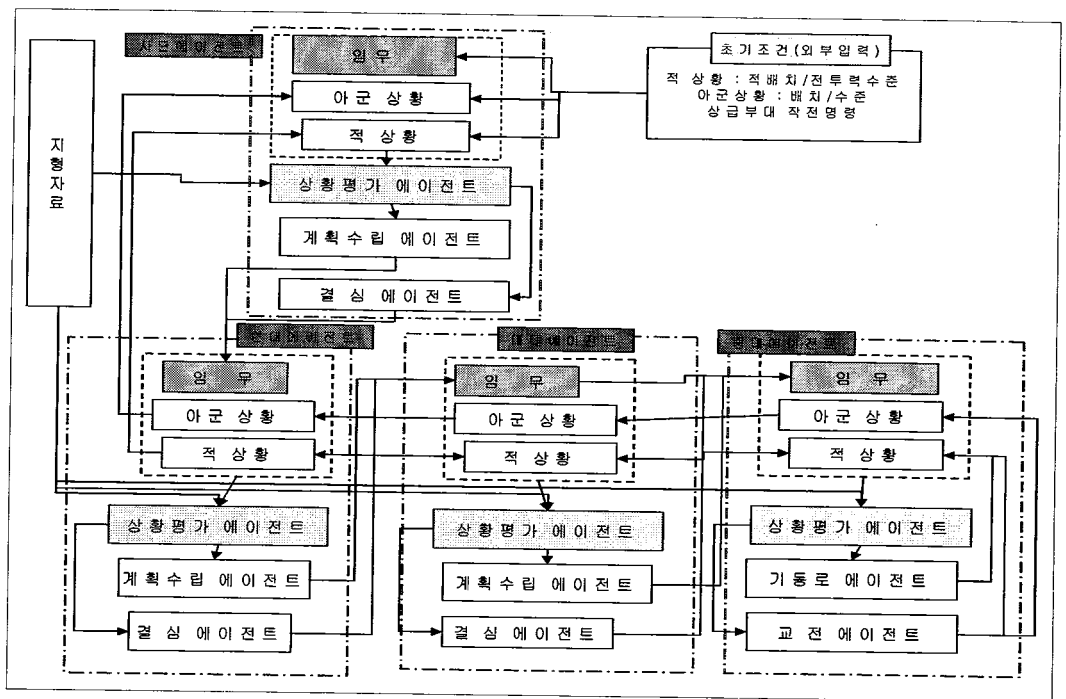
[그림 10] 중간 에이전트 아키텍처

하위 에이전트(Reactive Agent)는 내부 에이전트로부터 명령을 받아 환경으로 또는 외부로 반응된 결과정보를 전달하는 에이전트로 실제 행동하는 에이전트이다. 하위 에이전트는 중대, 지원배속부대 등이 보유하는 화기나 장비 그자체가 될 수도 있다.

하위 에이전트는 상위/중간 에이전트와 달리 직접 환경에 적응하는 에이전트로서 에이전트 기본개념에 제시한 에이전트의 전형이라고 할 수 있다. 따라서 입력은 중간/상위 에이전트의 명령이 되지만, 명령내용과 환경요인들을 검토하여 부대기동과 행동 여부를 결정하고 실제 환경 데이터를 변경시키거나, 자신의 데이터를 갱신한다. 이때 기동하게 되면 차후 움직임 목표 등을 계속 판단하게 되는 것이다.

위의 개념들을 종합하여 구체적인 지휘통제 에이전트의 아키텍처는 아래 [그림 11]과 같다. 이를 앞으로 MAgICS*라 하기로 한다.

* Multi Agent in Combat Simulation



[그림 11] 지휘통제 에이전트 세부 아키텍처

제 5 장 부대지휘절차 모델화

제 1 절 개 요

부대지휘절차란 지휘관과 참모가 부여된 임무를 효과적으로 수행하기위하여 계획수립, 명령하달, 작전준비 및 실시에 적용하는 일련의 논리적이고 체계적인 과정이다. 이는 군 전술분야의 대표적인 의사결정과정으로 전술적 결심 수립절차, 지휘 및 참모활동 절차 등의 용어 변천과정을 통해 현재 공식적인 용어로 부대지휘절차를 사용하고 있다.[육군본부 2005]

즉, 부대지휘절차는 지휘관과 참모(지휘부)가 부대를 어떻게 운용하여야 이번 전투에서 승리할 수 있는지를 그동안의 경험과 현재까지의 수집된 정보를 바탕으로 하는 의사결정과정인 것이다. 그러나 지휘부가 결정해야 할 수많은 의사결정내용에 대해 모든 것을 적용하는 것은 아니며, 상급부대로부터 명령을 받아서 이를 면밀히 분석하여 해야 할 일을 알아보고 이를 달성하기위해 가장 좋은 부대 운용방법을 찾아내는 것이다.

그 결과로 나타나는 결정내용들은 지휘부의 구성요원들의 능력에 따라 많은 차이가 나타나곤 하여 전투의 승패가 전투력의 우열에서 대부분 판가름 나지만 동서고금의 전투에서 전투력이 우세함에도 패배했거나, 열세함에도 승리한 전투가 생기는 것은 지휘부의 운용술에 기인한 것이라고 볼 수 있을 것이다. 따라서 부대지휘절차는 그간의 전쟁경험과 합리적인 판단을 통해 가장 적절한 절차를 명시하는 것이지, 승리하는 방법을 설명하는 것은 아니다.

2장에서 언급한 지휘통제 에이전트는 이런 역할을 수행하는 지휘부를 대신할 컴퓨터상의 모의/가상 지휘부를 구축하는 것이다. 여기에는 많은 제한사항이 있을 수 있다. 특히 우리나라는 아직까지 워게임에서 이를 적용하여 발전시키지 않았기 때문에 이에 대한 정립이 시급히 요구되는 것은 이렇게 구축된 지휘 통제 에이전트는 대부대의 작전운용과 관련된 분석시 워게임 모델에서 하부제대의 역할을 자동

적으로 묘사하기 위해 반드시 필요하기 때문이다.

부대지휘절차는 계획수립, 명령하달, 작전준비 및 실시간 모두 적용되나, 부대운용과 관련된 지휘부의 역할은 계획수립단계에서 정밀하게 검토하여 부대 운용안을 만들어가는 경우와 작전실시간 현장에서 신속하게 상황판단을 하는 경우는 특히 가용정보의 질(質)과 의사결정과정에 필요한 시간의 가용성에서 뚜렷한 차이가 있어 구분하여 접근할 필요가 있다.

따라서 본 연구에서는 위의 두 가지 방법을 계획수립단계의 의사결정과정, 작전실시단계에서의 의사결정과정으로 나누어 연구한다.

계획수립단계와 작전실시단계의 의사결정과정을 비교하면 다음 <표 3>와 같다.

<표 3> 계획수립단계와 작전실시단계의 의사결정과정 비교

구 분	계획수립	작전실시
진행단계	상황평가-작전구상-방책발전-계획완성	상황판단-결심-대응
적용시기	전투개시 전	전투개시 후
가용정보 활용	수집된 정보의 처리시간 충분하여 잘못된 정보를 구분하거나, 심층 분석이 가능	계속적으로 변화되는 현장 정보를 짧은 시간내에 평가해야하므로 조치해야할 상황과 직접 관련된 정보위주 활용
가용시간	비교적 충분하여 여러 가지 관점에서 대안을 비교가능	적절한 결심시기를 놓치면 상황의 전개 양상이 급변하므로 적시성이 요구됨

미군은 미 야교 100-5 참모편성 및 운용(Staff Organization & Operation)에서 군사 지휘결심절차(Military Decision-Making Process)에 대해 기술하고 있는데 명령수령으로부터 임무분석-방책발전-방책분석-방책비교-방책선정-명령작성까지 대체로 비슷한 과정을 진행하고 있음을 보여주고 있다. 또한 시간제한시 지휘결심절차(Decision Making in a Time-Constrained Environment)에 대해서도 설명하고 있는데 전투가 개시되면 예상하지 못한 다양한 상황들이 전개가 되므로 신속한 의사결정이 필요하다고 하면서 위의 과정을 진행하면서 가용시간에 부합되도록

조정하여 적용하라고 하고 있다.[HQ U.S Army]

지휘통제 에이전트의 역할을 정의하기 위해 부대지휘절차를 요약하고 그중에서 지휘통제 에이전트가 수행해야 할 부분에 집중하여 도출하고자 한다. 기본적으로 지휘통제 에이전트는 지휘관과 참모들의 모든 역할을 소화하는 만능의 에이전트가 되지 못한다. 향후 이러한 시작으로 많은 연구와 실험, 실전에서의 적용으로 보완 되고 발전된다면 가능하겠지만 따라서 부대지휘절차의 요약과 정의는 부대지휘절차 중 그 범위를 다음과 같이 정의하였다.

1. 사단급을 분석 제대로 하여 사단명령을 최초 시나리오로 입력한다. 사단명령에서 도출되는 것들은 연대급 부대의 운용을 위해 필요한 입력자료의 관점에서 도출한다. 금번 연구의 목적과도 일치되지만 절차적용을 정형화하고 모델링하여 체계를 구축하면 다루는 내용은 앞으로 많은 연구와 토의로 발전할 수 있을 것이다.

2. 부대지휘절차를 적용하는 제대를 연대/대대로 한다. 향후 확장을 위해서 2단계 하급제대까지 영향을 미치는 요소들을 도출하는 것이며, 현재 한국군의 전술교리가 사단급은 육군대학에서 연대/대대급은 보병학교에서 충분히 발전되고 있어 이를 활용하기 좋으며, 중대급 이하에도 부대지휘절차를 적용하지만 중대는 참모부가 없이 중대장의 판단에 의존하므로 에이전트의 특성도 다르다고 할수 있기 때문이다.

3. 전반적인 절차위주로 접근하지만 절차를 적용하면서 내용은 전술교리를 대상으로 구분해야하므로 전술교리의 적용이 불가피하다. 따라서 전술교리를 적용하여 방책을 만들어 내는 것은 지휘관과 참모의 다양한 창조성에 발판을 두고 있지만 이러한 능력은 사람마다 다른 특성이 많으므로 지휘통제 에이전트는 가장 일반적인 대안을 선정하는 규칙을 채택하여 구체화한다. 이 분야는 이후 활용이 확장되면 충분한 발전이 기대된다.

4. 분석용 위게임 모델에서 지휘통제 에이전트의 운용이 몇 가지로 정형화되는 것이 다양한 상황을 검토하는 전시상황에서 문제가 있다고 보는 견해가 있을 수 있다. 그러나 현재의 그 어떤 위게임 모델이 지휘부의 상황조치를 다양하게 바꾸면

서 실험하기는 곤란하다. 그것은 분석의 목적에 따라서 지휘부의 다양한 조치가 필요없기 때문이다.

지휘통제 에이전트는 이런 면에서 예하부대 지휘부의 역할을 충분히 수행할 수 있을 정도로만 다양한 상황을 연출하면 된다고 보는 것이다. 어차피 그 부분을 훌륭한 군사전문가가 대신한다하더라도 결국 운용은 그 한 사람의 견해에 불과한 것이기 때문에 충분히 연구되고 논의된 에이전트에 의해 예하부대를 전술적 타당성 있게 자동적으로 움직인다면 가장 적절한 해법이 될 것이다.

본 장에서는 현재 또는 과거에 육군이 전술적 차원에서 교리로 발전시키거나 시켜온 내용을 비교적 객관적인 관점에서 종합 정리하려고 하였다. 즉, 지능형 에이전트를 운용하는 관점에서 이를 새롭게 지능형 다중 에이전트 아키텍처의 개념적 틀에 의거 재구성하는 과정이다. 따라서 현재의 육군 교리를 그대로 적용하는 것도 아니며 전술적 견지에서 가장 대표적인 내용을 일반화함으로써 지휘통제 에이전트의 역할과 구성을 구체화하는데 있다.

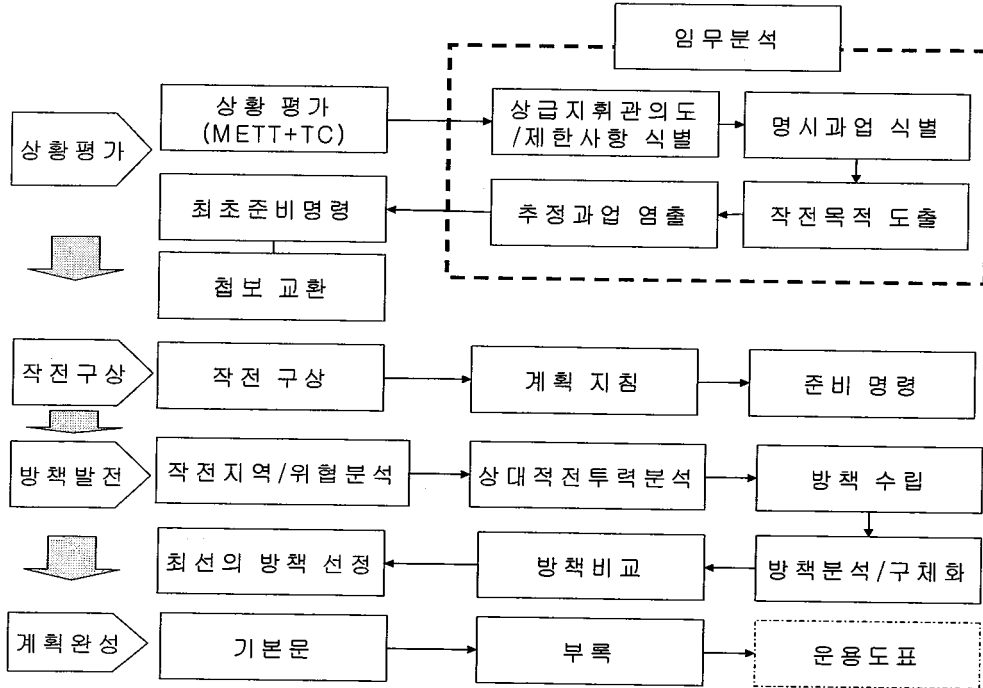
그동안 부대지휘절차는 전술적 결심수립절차, 지휘 및 참모활동 절차 등으로 용어 뿐 만 아니라 전개과정도 일부는 발전되어왔다. 이는 앞으로도 발전이 되어질 것이라고 볼 때, 가능한 한 현재의 용어와 형식을 대상으로 분석하였으나 앞으로 군의 교리가 바뀌더라도 전반적인 흐름에서 큰 차이가 없도록 한다는 데에도 의미가 있는 것이다.

또한 군 관련 교범을 인용함에 있어서도 그대로 옮기기보다는 내용을 포괄적으로 이해하고 개념적으로 접근하여 군사교범의 내용을 복사하여 사용하지 않았다. 다만 교육서적이거나 연구서적의 견해는 인용하였다. 따라서 인용의 근거를 명시하지 않은 부분에 대한 학문적 양해와 그리고 이 내용은 모두 군의 과학적 발전에 기여하고자 분석 연구된 것이므로 군사적 관점에서의 양해가 필요하다.*

* 교육서적으로는 육군대학, 보병학교, 포병학교, 기계화학교의 기본교재, 보충교재, 예습교재, 실습/토의교재 등이며, 연구서적으로는 야전부대를 포함하여 각종 세미나, 연구자료, 발표자료 등이 있다.

제 2 절 계획수립 단계

계획수립은 임무를 수행하기 위하여 전반적인 상황을 평가한 후 작전을 구상하여 전장을 가시화하고 방책을 발전시켜 계획(명령)을 완성하는 과정이다.



[그림 12] 부대지휘절차 중 계획수립단계

1. 상황평가

상황평가는 전장의 전반적인 상황을 인식하는 것으로 전체 국면을 통찰하는 과정으로 임무를 수행하기 전부터 작전의 전 기간 동안 지속적으로 실시하며 모든 작전수행의 기본이 된다. 상황요소를 평가하고 임무를 분석하여, 상급지휘관 의도 및 제한사항과 명시과업을 식별하고 작전목적을 도출하며 이를 달성하기 위하여 추정과업을 염출한 후 최초 준비명령을 하달하고 지휘관과 참모간 작전구상에 필요한 정보를 제공하는 과정이다. 상황평가요소는 임무(Mission), 적 상황(Enemy

Situation), 지형 및 기상(Terrain & Weather), 가용부대(Troop Available), 가용시간(Time Available), 민간요소(Civilian)로서 상황평가란 위 각각 요소들의 측면에서 현재의 상황을 평가하는 것이다.

여기에서의 상황평가는 전체적인 국면을 개괄하는 것으로 지휘관과 참모가 임무수행을 위한 전반적인 흐름을 파악하는 수준이다. 이때 평가된 내용들은 향후 부대운용을 구상할 때 기초가 되므로 지휘통제 에이전트를 구축하는데 있어서는 계획수립단계에서의 작전구상과 방책발전과정에서도 포함되지만 작전실시단계에서도 포함되어야하고 중대급이하의 부대지휘절차에도 포함되는 과정이다.

다만 여기서 전반적인 상황평가와 중대급이하의 지휘관이 평가하는 상황평가는 그 고려요소의 수준과 평가결과로 제시하는 내용의 초점이 다르다. 하지만 그 과정은 동일하므로 입력과 출력물이 다를 뿐 그 처리과정은 동일하다고 보는 것이다.

임무분석(Mission Analysis)은 상급지휘관의 **의도(Intention)**와 **제한사항**을 확인하고 부여받은 임무로부터 **명시과업**을 식별 후 **작전목적**을 도출하여 **추정과업**을 염출하는 과정이다. 이때 자신의 임무 및 2단계 상급지휘관의 의도까지 완전히 파악하고, 임무완수를 위해 반드시 수행해야할 과업을 결정하는 것이다.

상급지휘관의 **의도**는 상급부대 작전명령에 포함되는데 차상급 지휘관의 의도는 3항(실시)의 “가”분항(지휘관 의도)에 있고, 2차 상급지휘관의 의도는 1항(상황)의 “나”분항(아군)에 포함되어있다. **제한사항**은 명령 전체에서 식별해야하는데 반드시 해야 할 사항과 하지 않아야 할 사항을 주로 상급 지휘관 의도 수준에서 식별하고 파악해야한다.

명시 과업(Task)은 주요과업이 작전명령 2항(임무)와 3항(실시)의 “다”분항(예하부대 과업)에 있으며, 기타 과업들은 기본문과 부록에서 식별된다.

작전목적은 상급지휘관 의도, 제한사항을 포함하여 식별된 명시과업을 수행하기 위한 해당부대의 역할이 무엇인가를 도출하는 것이다. 그러나 하급부대일수록 상급부대 작전명령의 지휘관 의도(3항“가”분항)에 상급지휘관이 우리 부대에게 기대

하는 역할이 무엇인지 포함되어있다.

추정 과업은 위의 모든 사항들을 기초로 전술제대에서는 특정지역 확보(애로/전부, 고지군), 적 부대 격멸/차단 등 명확하게 해당부대가 해야 할 과업이다. 추정과업은 방책발전과정을 통해 구체화되어 예하부대 임무로 발전되는 것이다.

지휘통제 에이전트는 부대운용을 산출물(Output)로 나타내게 되므로 임무분석을 통해 예하부대의 임무를 선정해야 한다. 현 임무분석 단계는 상급부대 명령으로부터 내가 해야 할 역할을 식별하는데 주안을 두고 있으므로 여기서 식별, 도출, 염출한 내용을 기초로 방책발전과정에 적용하게 되므로 명시과업/추정과업이 목표가 되고 작전목적/제한사항은 부대 기동과 부대 행동을 결정하는 기준이 될 것이다..

2. 작전구상

작전구상은 임무수행에 대한 제반요소를 평가한 후 부대운용복안을 수립하는 것으로 지휘관이 전장을 가시화하고 자신의 의도를 구상하여 지휘관 계획지침으로 하달하면 참모는 이를 발전시켜 계획 및 명령으로 구체화하여 군사작전화 하는 것이다. 작전구상과정에서 지휘관은 최종상태, 결정적 전투(목표), 주요부대운용, 기만관련사항, 우발 및 장차작전을 발표하는데 지휘관의 구체화 정도는 참모들의 사고와 창의력을 제한시키지 않도록 해야한다고 하고 있다.

지휘통제 에이전트에서는 이 분야의 적용을 단순화한다. 이 절차는 적용하지만 지휘관의 계획지침은 방책발전과정에 바탕이 되어 방책발전과정에서 동시에 포함하게 되는 것이다. 지휘관의 작전구상은 다양할 수 있으나, 방책발전시에 몇가지 방책이 수립되는 유형에서 **지휘관의 계획지침** 내용이 포함된다는 것이다.

또한 계획지침을 구체화하지 않고 몇 가지 핵심적인 사항은 식별하여 참모들에게 계획을 수립하는 데 필수적인 요소를 제시하는 것이어야 한다.

임무계진술은 임무분석시 도출한 내용이다. 이 내용은 해당제대의 작전명령에

서 2항 임무란에 기술되는 것이다. 상급부대 명령에서 해당제대의 임무를 도출한 것과 추가적으로 추정된 과업을 염출하는 것을 말한다.

최초 지휘관의도는 작전목적, 결정적 목표, 부대운용지침, 최종상태 등이 포함되는데 이 내용은 방책발전과정에 포함되어 검토되어야 하므로 방책발전에 포함하여 논의한다.

시간사용계획은 참모부, 예하부대의 준비시간 등을 고려하는 것이나 시물레이션 대상에서 제외한다.

지휘관 중요첩보요구(CCIR)는 지휘관이 결심을 위해 필요로 하는 첩보이며 방책을 결정하거나 유효화하는데 중요하게 사용되는 것으로 PIR(Priority Intelligence Requirement), EEFI(Essential Elements of Friendly Information), FFIR(Friendly Forces Information Requirement)로 구체화되어 작전명령 3항 의 협조지시란에 포함되어 하달되어야 한다. 이 내용은 시물레이션 모의에서 구체화하여 적용하려면 추가적으로 발전이 요망되는 정보에이전트가 해야 할 부분이다. 지휘통제 에이전트에게는 현재 확인된 적부대 관련사항으로 제한하여 모의하므로 논의에서 제외한다.

작전지역, 위협분석 및 방책발전방향, 기만관련사항, 부대이동 및 정찰, 기타 중요한 사항 등은 지휘관이 구상하는 방책을 발전시키기위해 또는 참모 및 예하부대의 앞으로의 준비를 위해 필요한 사항을 지시하는 것이다. 방책과 관련한 사항은 앞으로 방책발전과 비교에서 논의할 것이며 준비명령을 하달하는 것은 모의에서 제외하므로 이 분야에 대한 논의도 생략하기로 한다.

따라서 작전구상과정은 임무분석과 방책수립과정에 포함하여 연구한다.

3. 방책발전

방책발전은 지휘관의 계획지침을 기초로 **작전지역 및 위협을 분석** 후 아 임무수행을 위한 **방책**을 수립하고 피아방책을 **분석**한후 아 방책을 **비교**하여 최선의 방책을 **선정/구체화**하는 과정이다.

작전지역은 본 연구의 대상인 지휘통제 에이전트의 공간적 범위를 한정하는 지역이다. 지상군에게 있어서 작전지역분석은 지휘관의 지침을 기초로 전장정보 분석기법을 적용하여 전장지역을 평가하고 지형 및 기상, 주민성향 등 기타 특징 등이 피아 작전에 미치는 영향을 분석하는 것이다. 따라서 작전지역은 현행작전을 수행하기위해 지휘관에게 권한과 책임이 부여된 지역으로 통상 상급부대에서 해당제대의 감시 및 타격능력을 고려하여 부여한다.

본 연구에서는 관심지역 분석의 적용을 제외한다. 이는 예하부대가 판단하여 작전지역 밖에서 정보수집수단을 자체적으로 필요에 따라 운용하는 것을 말하는데 워게임 모델은 예하부대 지휘절차를 모의하는 것이므로 이 과정은 필요시 모델 외부에서 입력하는 것으로 하고 차후 “정보 에이전트” 발전시 포함되어야 할 것이다.

예를 들어 사단 방어작전시의 사단 정면은 군단에서 부여한 책임지역 좌측에서 우측까지로 전단지역을 기준으로 하는데 이는 군단 작전투명도의 통제선에서 볼 수 있으며, 전투지역전단(FEBA)의 명확한 좌표로 좌우측을 표시하고 있다.

사단 방어작전시 중심의 전방은 세 가지(일반전초(GOP)부대 최전방 부대의 LOA 거리, GOP 작전을 위해 추진배치된 직접지원 포병대대의 최대 사거리, 수색부대중 최전방 부대의 LOA 거리) 중에서 가장 먼거리를 전방 끝으로 한다. 근접지역은 전방연대지역이며, 후방지역은 전방연대 책임지역의 후방전투지경선으로부터 사단 중심후방(Loab)은 군단에서 부여한 책임지역 가장 후방을 연하는 선이다.

사단 공격작전시에 사단 정면은 군단에서 부여한 전투지경선과 통제선에 의해 결정되고 적지중심지역은 적 사단의 2제대가 배치된 지역까지로 한다. 근접지역은 적 1제대 배치지역까지이다. 후방지역은 전방연대 후방배치지역으로부터 사단의 후방지경선까지 인데 공격작전의 진행에 따라 지역의 크기는 변화된다.[정덕성 2005]

지휘통제 에이전트는 상급부대 작전명령에서 위와 같이 자신의 작전지역을 계산하고 예하부대 운용을 위한 연대의 작전지역을 나누게 되는데 이는 방책선정과 관계되므로 구체적인 방책수립시 논의한다.

기상 및 지형분석은 방책수립을 위한 기초를 제공한다. 이는 기상과 지형이 피아간에 화력, 기동, 통신, 전투근무지원 등 제 전장기능의 전투력운용에 미치는 영향을 분석하고, 전투력 운용 및 할당에 반영하는 것이다. 다만, 기상은 대부분 피아대동하며, 위게임 모델에서 기상요소는 보다 연구가 필요하며 향후 반영하는 것으로 하고 금번 연구에서는 제외한다.

다만, 지형분석은 공격간 기동로가 되는 접근로를 판단하고, 지형의 경사도가 공격의 전진속도를 제한하므로 이에 대한 면밀한 분석이 요구되나, 전 작전지역을 지형 특성별로 계산하여 작전에 영향을 미치는 요소를 판단하는 것보다, 향후 전투간 실기동부대에서의 영향요소 고려시 포함하는 것이 타당하다고 보아 전반적인 도로망정도만 평가하는 것으로 한다.

위협분석은 적 상황을 평가하고 적 방책을 분석하여 적의 강약점을 도출하는 과정이다. 평가된 적의 배치와 구성을 기초로 적의 방책을 예상하여 분석하고 채택 우선순위가 높은 적 기도를 선정하여 적의 강점 과 약점을 도출하는 것이다. 적 상황에 관한 구체적인 판단과 분석은 그 자체만으로도 하나의 에이전트를 구성해야 하므로 깊은 연구는 제외하고 다만, 아 방책에 영향을 미치는 적 배치와 구성을 위주로 적 기도 추정을 중심으로 논의한다. 지휘통제 에이전트는 여기서 추정되는 적 배치 및 구성으로 인한 적 기도를 고려하여 아 기동계획을 수립하게 된다.

상대적 전투력 분석은 방책발전과정에서 아 방책수립의 기초를 제공하는데 기동부대와 화력지원부대의 능력을 비교하는 것이다. 부대수를 비교하거나 전투력지수를 산출하여 비교하고 또는 정성적(定性的)으로 전투력 우열평가로 하기도 한다. 상대적 전투력은 전투의 승패를 결정짓는 중요한 요소이다.

피아(彼我)전력(戰力)평가(評價)가 객관적이고 정확하게 이루어질 때 전황(戰況)에 맞는 방책을 발전시켜 전승(戰勝)을 보장받을 수 있는 것이다. 하지만 현재 학교기관에서의 전술교육이나 작전계획 수립시의 전투력 비교는 상당히 중요한 분야

로 하기가 곤란하다. 일반적으로 대등하거나 공격이나 방어 작전에 적절한 피아전력을 상황으로 제시하고 있고, 국지적으로 상대적 전투력의 극심한 변화는 현재의 대치국면에서 변화되어 전투가 진행중일때 발생하리라 예상되는 것이다.

따라서 상대적 전투력에 의해 공격작전의 형태를 검토하거나 기동형태를 검토하는 상황이 비교적 조성되지 않은 것이다. 정량적인 방법은 에이전트에게 오히려 쉽게 접근할 수 있으나 정성적인 방법은 곤란하다고 하지만 상대적 전투력 분석결과를 에이전트의 기능에 반영하는 것은 좀 더 지휘통제 에이전트 운용이 된 후에 연구할 분야일 것이다. 일반적으로 제시되는 부대수에 의한 방법과 전투력 지수에 의한 방법이 있다.

피아부대 전투력 비교는 단순히 부대 병력과 장비를 비교하는 것이 아니라 부대의 상호 배치, 지형, 태세도 중요요소이므로 이를 복합적으로 추론하는 과정이 필요하다. 이번 연구에서 상대적 전투력 분석 방법은 방책발전에 포함되어 별도 항목으로 지휘통제 에이전트의 구성에서는 제외한다.

방책수립은 지휘관의 계획지침과 상대적 전투력 분석결과를 기초로 방책의 기본조건 및 방책포함요소를 충족하는 수개의 방책을 수립하며 수립된 방책은 시간의 제한과 상대적 우열을 고려 수정 보완한다.

방책(Course of Action)은 다섯 가지 **왜(Why, 작전목적)**, **언제(When, 공격개시시간)**, **무엇을(What, 작전형태)**, **어디서(Where, 결정적 목표, 주공방향)**, **어떻게(How, 작전단계화, 공격작전형태, 기동형태, 공격대형/전투력 운용)**이다.

여기서 왜, 언제, 무엇을 세 가지 요소는 대체로 한정되어진다. **작전목적**은 임무분석시 도출되었 상급부대 명령에 의해 부여받은 목표는 통제선 또는 지형목표로 주어지므로 그 일대의 주요지점 감제고지, 교차로일대를 목표로 선정하여 부대가 기동하는 최종 지점으로 한다. 이는 부대의 기동로 선정시 지향하는 목표가 되며 부대기동의 최종지점으로 한다. **고, 공격개시시간**은 상급부대 명령에 포함되어 있으며, **작전형태**란 공격, 방어 지연전 등이므로 이 또한 상급부대로부터 지시받았

기 때문이다. 지휘통제 에이전트가 결정해야하는 것 역시 지휘부가 분석과정을 거치는 다음 두 가지(어디서, 어떻게)에 초점을 맞추게 된다.

어디서 요소중 **결정적 목표**는 지휘관의 계획지침에 포함되는데 지휘통제 에이전트에서는 상급부대의 지시된 통제선 또는 목표 일대가 될 것이므로 상급부대에서 부여한 목표를 결정적 목표로 고려하여 주공연대에 부여한다.

주공방향은 수개의 방책수립이 가능한데 2개연대 병진이 대부분이고 3개연대 병진이 되더라도 1개축선이 주축선이 될 것이므로 2개 또는 3개 축선 중에서 결정적 목표에 이르는 단거리 축선(거리상, 지형상)이고 적배치가 약한 지역을 주공축선으로 하게 될 것이다. 여기에서 방책을 구분하는 것으로 한다. 즉, 한 개의 방책은 적 배치가 약한 곳을 주공축선으로 하는 것이고, 다른 한 개의 방책은 다른 한 방향을 주공으로 하는 것이다.

어떻게 요소는 방책선정의 추론이 반드시 필요한 부분이다. 따라서 아래에서 지휘통제 에이전트의 역할을 모델링하고 이에 대한 구체적인 모의논리에 대한 논의는 다음 장에서 이루어 질 것이다.

공격간 작전의 단계화는 일반적으로 적의 강력한 최초진지를 주공축선에서 돌파후 최대한 신속하게 최종목표지역으로 투입하기위하여 주공축선지역에서 예비대를 초월하는 선에서 이루어진다. 이때 협조된 공격에서 전과확대로 또는 돌파에서 포위로, 주공부대의 재편성을 위해서 작전의 단계화가 이루어진다. 작전을 단계화하는 데에는 지휘관 의도, 적 능력, 작전지역 특징, 작전한계점, 부대배치, 거리 및 시간 등을 고려한다. 지휘통제 에이전트에서는 단계화여부는 지휘관 의도를 결정적 요소로 보고, 몇 단계로 할 것인가는 적의 배치와 지형 상 특징을 고려하는 것으로 한다.

공격작전의 형태는 적 상황에 따라 결정되어 질 수 있다. 적의 준비된 방어진지는 협조된 공격으로 적의 방어진대 격파후 중심지역으로는 전과확대를 실시한다. 하지만 적의 배치가 중심지역으로 계속 배치되어있다면 협조된 공격을 계속해야 할 것이다.

기동형태는 작전목적이 중요한 고려사항이다. 중요지형을 확보하고 상급부대의 초월을 지원한다면 적 방어의 지속성을 파괴할 수 있도록 적 진지를 돌파한다. 또한 지역내 적 부대를 격멸한다면 이를 목적으로 하는 기동형태인 포위를 할 수 있을 것이다. 기동형태는 돌파 포위, 우회기동, 정면공격, 침투기동으로 구분된다. 이는 전술교리의 개념구분상 나누어진 형태이므로 부대가 수행하는 임무에 따라 취해진다. 기동형태가 무엇이나에 따라 기동계획이 수립되는 것으로 일부부대는 돌파를, 일부는 포위를 하는 등 다양한 복합으로 이루어질 수도 있다.

공격대형 및 전투력운용은 사단급 이하 제대에서는 몇 가지 방법밖에 그 운용의 융통성이 많지 못하다. 협조된 공격으로 2개 연대 병진으로 공격하는 형태가 대부분이라면 정면의 폭에 따라 3개연대로 하는 방법을 고려할 수 있고, 전차대대를 최초진지에서 돌파 제대로 운용할 것인가, 중심지역에서 전과확대 제대로 운용할 것인가에 따라 전차대대운용이 정해지며, 상황에 따라 예비연대의 1개대대 정도를 주공에 줄 것인가 또는 조공에 줄 것인가 등이라 하겠다.

방책분석은 임무완수를 위한 최선의 방책을 선정하기위해 수개의 아방책을 적의 우선 방책과 대비시켜 분석하는 과정이다. 여기서 중요한 관점은 적 상황 지형 및 기상 시간 측면에서 주로 분석하여 각 방책의 장단점을 도출하는데 있다. **방책 비교**는 방책별 도출된 장단점을 비교하던지, 중요고려요소를 비교하는 방법이 있다.

- ① 적의 최초진지를 효과적으로 돌파할 수 있을 것인가?
- ② 적의 반돌격 및 증원을 효과적으로 차단 할 수 있는가?
- ③ 적 중심진지 공격간 공격기세를 유지하여 효과적으로 공격할 수 있는가?
- ④ 적 진지 공격간 지형 및 기상은 기동 및 제병협동 작전에 유리한가?
- ⑤ 임무를 최대한 신속히 달성할 수 있는가?

위의 분석 방향은 에이전트에게 분석할 수 있는 기준을 줄 수는 있지만 분석결

과를 비교하는데 있어서 두개 또는 세개의 방책을 비교하는 것이므로 단순화하면 주공이 공격축선에서 다른 방책보다 적은 규모의 적을 공격하는가 하는 점과 도로망과 주변 지형은 공격부대의 전개와 협조에 어느 쪽이 유리한가, 중심까지의 도로망은 어느 쪽이 양호한가 등 적 기도와 아군의 기동성면에서 비교하면 2-3가지 중 하나의 방책을 구별할 수 있을 것이다. 사단급 이하로 한정하여보면 방책은 주공축선의 방향으로 나누어진다.

지휘관이 참모의 건의를 받아 최선의 방책을 선정하고 이를 수행하기위해 방책을 구체화한다. 위에서 선정된 방책요소를 바탕으로 전투지대부여, 기동부대 할당, 전투지원/전투근무지원 부대 임무부여 및 할당, 부대 지정 및 지휘관계 설정에 대해 구체화한다.

최선의 방책은 방책수립/분석/비교를 거치면서 선정되었다고 보고, 방책 구체화 부분은 다음 단계인 계획완성 내용과 사실상 중복되는 부분이므로 생략한다.

4. 계획완성

작전계획은 기동계획, 화력지원계획, 전투근무지원계획, 결심보조도 및 각종 운용도표를 작성하는 것이다. 또한 시간이 가용시에는 채택되지 않은 적 방책에 대한 예비계획을 작성한다. 지휘통제 에이전트는 기동계획을 작성하는 것 위주로 발전시킨다. 화력지원계획/전투근무지원계획을 작성하게 되면 이는 화력운용/전투근무지원을 자동으로 구현하는데 이에 대한 논의는 계획수립 에이전트가 충분히 발전 된 후로 미루고자 한다. 결심보조도와 각종 운용도표는 최대한 기동계획에 포함하여 논의한다.

기동계획이란 방책구체화 과정에서 부대기동, 부대할당, 전투편성이 이루어진 것을 바탕으로 예 배속부대의 기동 및 운용에 관한 계획이다.

부대기동은 주조공의 공격방향, 목표, 예비대(후속지원부대)의 위치와 전술적 임무 지정을 말한다. 즉, 주공과 조공의 방향을 정하는 것, 그들의 목표를 정하는 것,

그리고 예비대/후속지원부대의 위치를 정해주는 것이 지휘통제 에이전트가 해야 할 일이다.

부대할당은 부대기동이 결정되면 임무를 효과적으로 수행하도록 주공, 조공, 예비대에 전투력을 배분하는 것이며, 전투편성은 부대할당에 따라 전술적 임무와 지휘관계를 설정하는 것이다. 에이전트는 부대할당과 전투편성을 동시에 해야 한다.

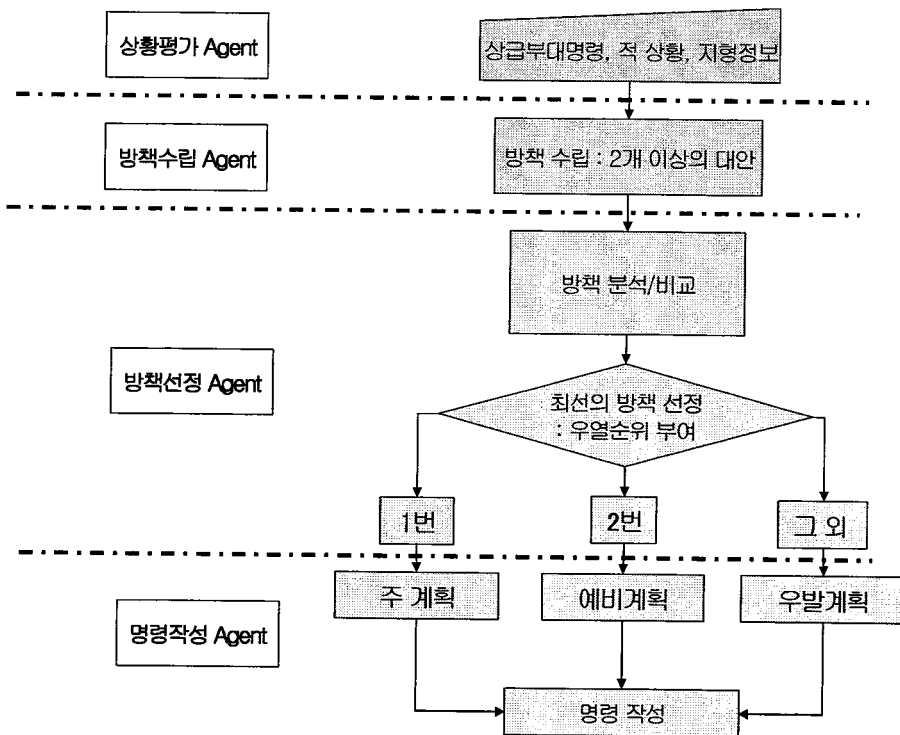
전술적 통제수단으로 예 배속부대의 기동 및 운용에 관한 것을 정해야하는데 공격작전시 기동협조 통제수단 중 목표, 공격개시선, 공격개시시간, 전투지경선, 전진축, 통제선, 전투이양선, 고착견제 등 시뮬레이션에 필수적인 요소들만 식별해서 에이전트가 도출해내야 할 것이다.

전투지경선/전진축은 작전지역을 정해주는 것인데 전투지대의 폭과 중심은 가용부대의 수, 부여받은 목표까지의 거리, 적 배치, 지형 등과 밀접한 상관관계를 갖고 있으므로 구체적인 논의는 다음 장에서 하기로 한다. 그러나 전투지대가 결정적인 구속력을 갖는 의미가 아니므로 대체적인 위치를 선정하는 정도가 될 것이다. 실제로 전투간 필요하다면 전투지경선 인접부대와 협조하여 전투지대를 일시적으로 조정하거나 협조하여 기동할 수 있기 때문이다. 단, 화력지원이나 정보수집수단 운용등과 같이 책임지역이 요구되는 경우가 있으므로 이에 대한 구분의 기준은 정립되어야 할 것이다.

5. 계획수립단계의 지휘통제 에이전트

이상의 내용을 종합적으로 다시 정리하면 계획수립단계에서의 지휘통제 에이전트는 다음과 같다.

상황판단 과정은 상황평가 에이전트로 방책수립 및 선정에 영향을 주는 요소를 도출한다. 작전구상 과정과 방책발전 과정 중 적 위협분석, 작전지역분석 등은 상황평가 에이전트가 수행하고 방책수립과정은 방책수립 에이전트의 역할로 한다. 방책을 분석하고 비교하는 과정은 방책선정 에이전트가 수행하며, 계획완성 과정은 명령작성 에이전트의 기능으로 정의한다.

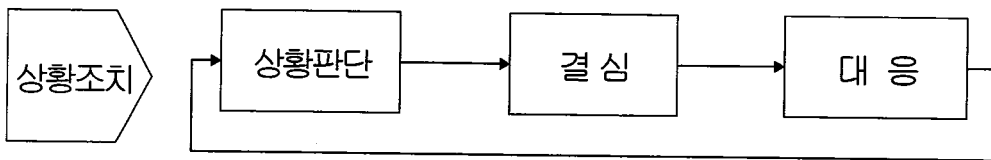


[그림 13] 계획수립단계에서의 지휘통제 에이전트

제 3 절 작전실시 단계

작전이 개시되면 상황변화와 전장의 불확실성으로 인해 아군의 의지대로 작전수행이 곤란할 것이므로 지휘관은 변화하는 상황을 판단하여 적시 적절한 결심을 하고 기민한 대응을 실시하는 일련의 과정을 통해 전장의 주도권을 획득하여 임무를 달성해야한다. 발생하는 상황을 적시에 조치하면서 새로운 상황을 다시조치하고 현재 조치중인 상황은 점검하고 하면서 작전 중에는 다양한 상황조치가 동시에 발생하고 조치되어져야 한다.

상황조치는 상황판단-결심-대응의 단계가 순환되면서 이루어지는데, 계획수립 단계의 검토사항들에 대한 연장선상에서 검토하게 된다. 방책을 수립하고 분석/비교하는 과정에서 검토하였던 적 상황을 비롯한 전장에 대한 가정이 추가적인 첩보수집, 전장상황의 변화 등에 따라 어떻게 새로운 조치를 해야 하는지를 계속 판단해야 하는 것이다.



[그림 14] 작전실시단계의 부대지휘절차

적시적인 결심을 위해 “결심조건”이라는 개념이 있다. 이는 작전실시간의 전술적 조치를 해야 하는 상황을 조건화해서 전장감시를 면밀하게 하고 있다가 조건이 성숙되었을 때 시기를 놓치지 않고 조치를 하는 것을 말한다. 이러한 결심조건은 계획수립단계에서 방책을 발전시키면서 준비를 하는데 결심 에이전트에게 이러한 사항을 준비시킨다면 전장에서의 적절한 조치를 에이전트가 적시에 수행한다고 보는 것이다. 향후 결심 에이전트를 위게임모델에 적용시킬 때 충분한 연구가 필요한 부분이다.[윤정환 2005]

1. 상황판단

현행 작전 수행간 전장지역별, 전장기능별 변화된 상황을 판단하는 것으로 임무 수행에 직접적인 영향을 미치는 적과 아군의 상태, 지형 및 기상을 평가한다. 이렇게 평가된 현 상황에 대하여 대응방안을 수립하는데 예상상황과 유사하게 진행된다면 추가적인 조정소요가 있는지 검토하고 상황에 대한 새로운 대응개념이 필요하다면 그 부분에 대한 단편명령을 하달하여 대비한다. 이때 준비된 예비계획과 유사하면 예비계획을 시행하고, 상황자체의 근본적 변화로 임무가 전환되어야 할 경우 새로운 계획을 수립하여야 한다.

지휘통제 에이전트는 최초 계획수립간 기준이 되었던 입력요소를 지속적인 예하 부대의 보고를 받아 최신화(Update)하면서 새로운 대응개념의 필요성을 점검해야 한다. 현재 수행중인 공격 유형의 전제조건이 또 다른 유형의 조건과 유사한지를 1단계 작전간 계속검토하고 필요시 중간에 계획을 변경시켜야 한다.

작전실시간의 상황판단을 위해서는 전장관찰이 대단히 중요한데 여기서 핵심은 바로 적 기도판단이다. 적의 여러 가지 징후를 보면서 정확한 전장상황예측을 위해서는 이러한 징후분석에 대해서도 구체적인 반영이 필요하다.

2. 결 심

결심이란 상황판단결과 결정된 대응개념을 시행하기위해 필요한 제반사항을 조치하여 단편명령을 하달하는 과정이다 지휘관이 계획변경을 위한 결심조건을 참모들에게 알려주고, 설정된 결심조건에 부합여부를 판단하여 지휘관이 요망하는 최종상태가 될 때까지 위게임이나 엄두판단을 반복한다. 이렇게 선정된 방책을 작전개념과 작전명령으로 발전시켜 하달한다.

예비계획이나 우발계획을 수립하지 않은 상황이라면 상황판단 결과를 기초로 방책을 수립하고 분석/비교/선정하여 전장기능별 대응전투력 운용방법을 결정하여 단편명령으로 하달하는 것이다.

공격작전시에 주 조공의 전환, 예비대의 조기투입, 전투력 할당 조정, 새로운 방향으로 공격, 책임지역 조정 등의 방책이 수립될 수 있을 것이다.

주 조공이 전환되는 것은 최초 주공방향 선정시 고려되었던 기준과 비교하여 다른 한쪽의 상황이 주공공격 상황이 될 경우이다. 주공정면의 적 전투력이 집중되어 주공의 진출이 원활하지 못하고, 적 반돌격부대가 주공의 방향을 향해 이동중이거나, 조공은 진출이 원활하고 전투력도 충분히 유지하고 있으면 이러한 상황들을 종합하여 조공에게 주공의 임무를 부여할 수 있다.

이는 기동계획의 변경으로 통제선을 변경하고 예비대의 초월위치를 변경하도록 예비대에게 명령한다. 그리고 주공에 추가했던 전차부대나 지원부대를 변경하는 것도 검토할 수 있다.

예비대를 조기에 투입하는 상황은 주공지역 또는 주/조공 모두의 진출이 원활하지 못하고 적의 반돌격부대의 이동이 어느 방향으로 지향되었을 때 공격 기세를 유지하기위해 결정적 목표 달성이 유리한 주공, 조공 또는 새로운 방향으로 예비대를 조기에 투입시켜 임무를 완수 할 수 있다.

주공의 임무달성이 어려워 주공의 진전이 이루어지지 않으면 예비대의 투입방향을 검토해서 조기에 투입해야 한다. 이때 예비대의 투입방향은 적의 저항이 완강한 방향은 피하고 새로운 방향으로 공격하며 목표를 지향하되 적 배치가 미약하거나 지형이 유리한 곳으로 투입한다.

전투력 할당 조정은 전투간 예상하지 못한 상황이 발생하여 우선 조치하는 것으로 전투력이 소진되어 임무를 수행할 수 없는 부대가 생기지 않도록 적절히 조정해야한다. 화력지원부대의 조정은 가장 좋은 방법이며, 예비로 보유한 전차대대 중 일부를 할당하거나 유희가 발생하는 보병대대를 전환시킬 수도 있을 것이다.

새로운 방향으로 공격은 주/조공의 진전이 제한되어 현 계획으로는 임무달성이 곤란하거나, 예측하지 못한 상황 발생으로 주공축선의 전환이 요구될 때 지휘관은 새로운 방향으로의 공격을 해야한다.

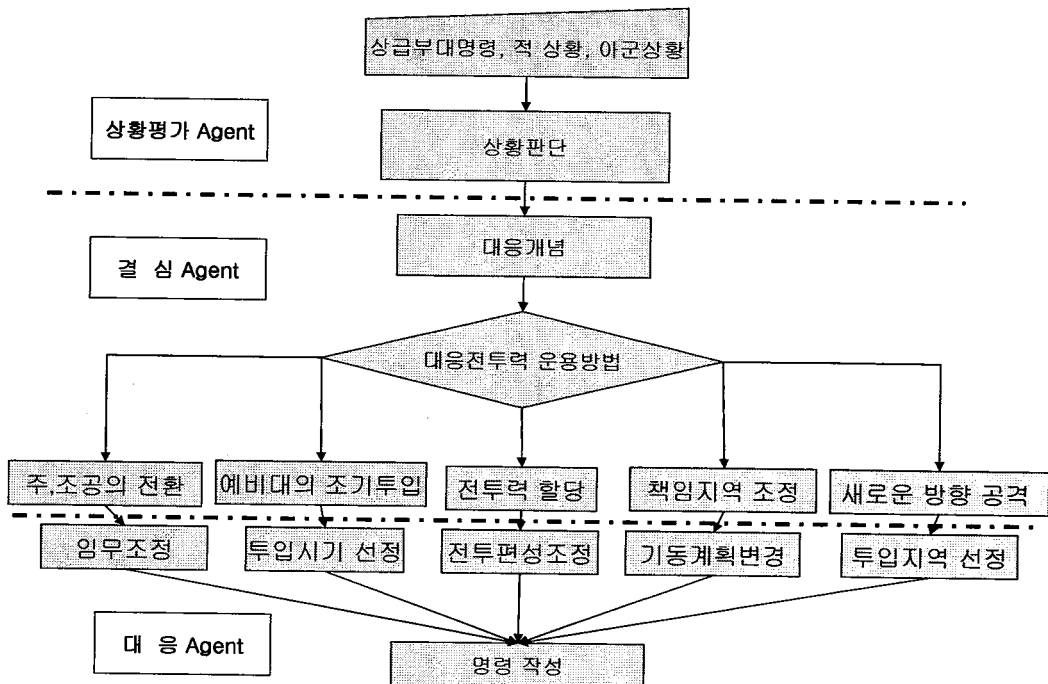
책임지역 조정은 주공에게 비교적 협소한 정면을 부여하였음에도 주공의 진전

이 제한될 만큼 적의 배치가 집중되어 있을 때 책임지역을 조정하여 상대해야 할 전투력을 또는 주공부대의 공격 기동공간을 확보할 수 있도록 책임지역을 조정하여 공격기세유지를 보장한다.

3. 대 응

대응은 단편 명령을 수령한 부대가 전장지역별 전장 기능별로 작전을 수행하는 것이며 적 활동을 지속적으로 추적 및 감시하고 탐지된 결과를 기초로 효과적인 대응수단을 강구하여 조치하게 된다.

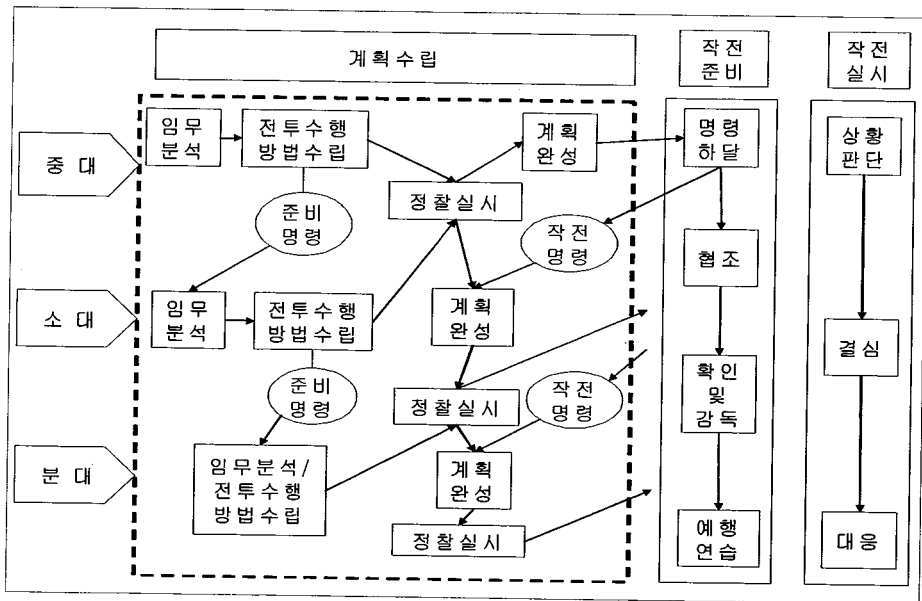
결심에 따라 하달된 단편명령을 수행하는 것으로 에이전트는 예하 에이전트에게 명령을 보낸 것이므로 예하 에이전트는 이 명령에 따라 해당 부대에 명령을 내리고 해당부대는 부여받은 임무를 수행하는 것이다.



[그림 15] 작전 실시단계에서의 지휘통제 에이전트

제 4 절 중대급이하의 부대지휘절차

중대급 이하 제대는 참모편성이 되어있지 않은 부대로서 대대급 이상 부대와 동일하게 적용하되 대대에서 분석한 산물을 활용하여 염두로 판단하고, 행동화 위주로 적용한다. 중대, 소대, 분대는 부대지휘절차에 따라 통상 동시에 계획을 수립하고 작전을 준비/실시한다. 이처럼 동시에 계획을 수립하는 과정은 다음 [그림 16]과 같다.



[그림 16] 중대,소대,분대 동시계획 수립절차

중대장은 전투수행방법수립을 위해 임무분석 단계부터 수집된 모든 산물을 이용하여 전투의 승리를 위한 결정적 지점을 선정하고, 예하부대, 지원 및 배속부대의 운용방법을 구체적으로 구상한다. 정찰과 위게임(아군의 행동을 구상하고 이에 대한 적의 대응을 예측하고 그에 따른 아군의 대응에 대한 구상을 발전시키는 과정)을 통해 전투양상을 예측하고 전투력 운용방법을 조정하여 계획을 완성한다.

중대장은 소대장, 지원 및 배속부대장에게 수립된 명령을 하달하고 예행연습도

하며 작전을 준비하고 전투에 투입된다. 전투가 시작되면 중대장은 변화하는 상황을 계속 평가하여 전장상황에서 METT+T 등 상황평가요소에 의거 지속적인 평가와 대응방법의 구상으로 공격간 적 부대 우회, 적 격멸 및 제압, 장애물 극복, 기동로 변경 등을 결심한다.

워게임 모델에서 지휘통제를 모의함에 있어서 중대장은 보병의 말단 지휘관이다. 중대장은 참모가 편성되어있지 않으므로 대대참모와 협조하고, 소대장의 의견을 구하며 지원 배속부대장의 조언을 참고하여 결심하고 지휘한다.

본 연구에서는 중대 에이전트는 말단의 행동 에이전트로 모의하고자 한다. 중대의 기동계획은 중대장 스스로 수립하지만 대대명령은 구체화되어 하달되었고, 중대장은 대대의 명령에 따라 기동하고 임무의 성격에 따라 조우하는 적이나 장애물에 대해 대처하며 수시로 기동로를 변경해야할 것이다. 따라서 중대 에이전트는 현장에서 직접 만나는 지형, 적 상황에 적절한 기동로를 계속 탐색하고, 필요한 대응조치를 하도록 하는 것이다.

중대장이 공격간 결심해야할 가장 중요한 사항은 어디로 기동할 것인가이다. 기동로를 구상하면서 중대장은 상황평가요소(METT+T)를 바탕으로 지속적인 판단을 한다. 적 격멸을 우선으로 임무를 부여받았다면 기동간 조우하는 모든 적은 적멸해야하고 지형목표의 선점으로 상급부대의 기동로 확보를 임무로 부여받았다면 신속히 부대를 기동시켜 목표를 확보해야할 것이다.

중대급이하의 기동은 전투행동여부로 나타나므로 직접적인 관계가 있다. 다음장에서 기동로 선정과 교전여부에 대한 세부적인 내용을 논의하고자 한다.

제 6 장 모의 논리

지휘통제 에이전트가 수행해야할 부대지휘절차를 앞장에서 논의하였다. 부대지휘절차 중 지휘통제 에이전트가 할 수 있는 부분을 도출하였고 군사적 견지에서 전술개념 적용 방법도 제시하였다. 본 장(章)에서는 시뮬레이션 모델에 적용할 모의논리를 구체적으로 제시하고자 한다.

앞 장(章)에서 부대지휘절차 중 계획수립단계와 작전실시단계를 구분하여 살펴 보았다. 계획수립단계에서 모의해야할 대상은 상급부대 명령 수령 후 해당부대의 작전 계획(기동계획)을 작성하는 것이다. 다시 말하면 “적은 어떻게 방어할 것인가?” 적의 배치와 구성을 예측하고, “아군은 어떻게 공격해야 하는가?” 기동계획과 전투편성을 제시하는 역할이 에이전트에 기대되고 있다.

3장의 모델의 개념적 설계를 바탕으로 4장의 부대지휘절차 모델화에서 핵심적으로 모의해야하는 부분에 대하여 제시하였는데, 개념적 설계에서 지휘통제 에이전트는 계획수립 에이전트, 결심 에이전트, 행동 에이전트로 구분하였고, 상황평가 에이전트는 각 에이전트에 상황판단결과를 제공한다고 하였다. 본 연구는 위의 4가지 에이전트에 대해 구체적으로 연구하였다.

제 1 절 지휘통제 에이전트

1. 에이전트 분류

지휘통제 에이전트란 부대지휘절차를 시뮬레이션하기위해 에이전트 기반으로 모델화하는 과정에서의 모든 에이전트를 통칭하는 개념적 용어이다. 즉 지휘통제 에이전트는 개념적인 에이전트로 세부적으로 분류하면 다음과 같다.

에이전트가 운용되는 수준(Level)에 따라 상 하위 개념으로 상위 에이전트(Global, Level n, General Commander 등), 중간 에이전트(Local, Level 1-., Team Leader/Group Leader 등), 하위 에이전트(Reactive, Level 0, Individual Agent 등)로 구분한다면, 사용자가 직접 명령을 입력하여 관리하는 에이전트가 상위 에이전트로 여기서는

사단 에이전트이며, 중간 에이전트는 연대, 대대 에이전트이다. 하위 에이전트는 중대 에이전트이며, 이는 말단의 전투수단 운용단위별로 전차는 소대 에이전트, 대전차화기는 반 에이전트, 박격포 중대 에이전트, 야포 중대 에이전트 등으로 정의할 수 있다.

에이전트가 수행하는 역할에 따라 사단으로부터 대대급의 참모가 편성되어 지휘소를 구성하는 제대의 에이전트는 작전계획을 수립하는 계획수립 에이전트와 전투간 전술조치를 하는 결심 에이전트로 구분하였고, 실제 행동 반응을 하는 전투수단으로서의 중대 에이전트와 기타 에이전트 들은 행동 에이전트라 정의한다.

이들 계획수립 에이전트, 결심 에이전트, 행동 에이전트는 다중 에이전트로서 다시 서브 에이전트(Sub-Agent)로 구성되는데 부대지휘절차의 모델화 과정에서 가장 핵심적인 추론이 요구되는 분야별로 나누어 모의하도록 하였다.

부대지휘절차의 용어를 그대로 사용하여 상황판단 에이전트, 방책수립 에이전트, 방책선정 에이전트, 명령작성 에이전트를 계획수립의 서브 에이전트로, 전투 실시간 결심 에이전트는 상황평가, 결심, 대응 에이전트로 하였다.

행동 에이전트는 모의하는 대상에 따라 구성해야하는 에이전트는 차이가 있다. 중대는 기동로의 선정과 이동여부, 교전여부를 추론하는 에이전트가 필요하고 기타 에이전트 들도 유사한 서브 에이전트가 필요하지만 기능에 따라 다른 에이전트로 구성 할 수 도 있겠다.

계획수립의 상황판단, 결심 및 행동 에이전트의 상황평가 에이전트는 수행해야 하는 역할이 다소 차이점이 있을 수 있으나 지휘통제 에이전트 들이 자신의 추론의 근거를 전장 상황 평가한 결과를 기반으로 하고 항상 최신화된 평가결과를 유지해야 하므로 이들 3개의 에이전트에 공통적으로 포함되고 있다. 따라서 용어를 통일하여 상황평가 에이전트로 하여 서브 에이전트에서 분리하여 외부 에이전트로 각 에이전트와의 정보교환을 통해 상황평가 결과를 제공하도록 하였다.

<표 4> 수준과 기능에 따른 지휘통제 에이전트 분류

상하 계층 구분	전술제대 구분	서브 에이전트	
상위 에이전트	사단 에이전트	계획수립 에이전트	상황판단
			방책수립
			방책선정
			명령작성
중간 에이전트	연대/대대 에이전트	결심 에이전트	상황평가
			결심
			대응
하위 에이전트	소총중대 에이전트 전차소대 에이전트 106밀리 반 에이전트	행동 에이전트	상황평가
			이동로
			이동
			교전

그리고 결심 에이전트에는 서브 에이전트와 중복되어 혼란을 초래 할 수도 있으나 핵심분야가 결심분야이고 상황평가 에이전트는 분리시켰고, 대응분야는 명령작성과 함께 결심 내용의 기능별 구체적인 방안이 행동 에이전트의 내용과도 중복되므로 대응 에이전트의 역할을 감안하여 대표적인 에이전트인 결심 에이전트로 하였다.

2. 에이전트의 구성

에이전트의 구성을 다음과 같이 정의하였다.

Agent에이전트 = (Name이름, Attributes특성, Method기능)

특성은 개체의 속성을 말하는 것으로 개체의 특징을 나타내는 개체의 포함요소, 하위요소라고도 할 수 있는데 이들은 기능을 수행하는 주체가 된다.

기능은 개체의 행위를 말하는 것으로 개체가 수행하는 모든 일이고, 일을 할 수 있는 능력이다. 따라서 에이전트를 정의하고자 하면 에이전트에게 요구하는 임무가 여기서의 기능이다.

에이전트를 전술제대에 따른 구분을 적용하여 정의하면 다음과 같다.

사단 에이전트 *DivAgent* = (*Div*, *DivAtt*, *DivMet*)

Div = *Division* : 사단

DivAtt = (*Cdr*, *Staff1*, *Staff2*, *Staff3*, *Staff4*)

; 사단장, 정보반, 작전반, 화력지원반, 전투근무지원반

DivMet = (*SitAware*, *Planning*, *Decision*)

; 상황평가, 계획수립, 결심

연대 에이전트 *RegAgent* = (*Reg*, *RegAtt*, *RegMet*)

Reg = *Regiment* : 연대

RegAtt = (*Cdr*, *Staff1*, *Staff2*, *Staff3*, *Staff4*)

; 연대장, 정보반, 작전반, 화력지원반, 전투근무지원반

RegMet = (*SitAware*, *Planning*, *Decision*)

; 상황평가, 계획수립, 결심

대대 에이전트 *BatAgent* = (*Bat*, *BatAtt*, *BatMet*)

Bat = *Battalion* : 대대

BatAtt = (*Cdr*, *Staff1*, *Staff2*, *Staff3*, *Staff4*)

; 대대장, 정보반, 작전반, 화력지원반, 전투근무지원반

BatMet = (*SitAware*, *Planning*, *Decision*)

; 상황평가, 계획수립, 결심

중대 에이전트 *ComAgent* = (*Comp*, *ComAtt*, *ComMet*)

Comp = *Company* ; 소총중대

ComAtt = (*Cdr*, *Sensor*, *Comm*)

; 중대장, 감시장비, 통신장비

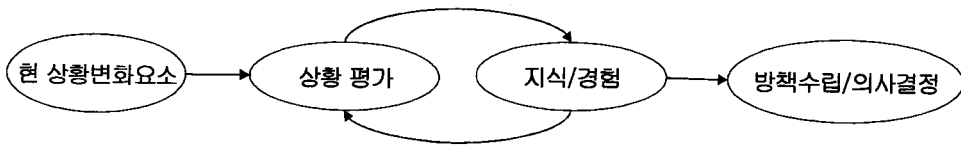
ComMet = (*Perception*, *Reasoning*, *Action*)

; 상황접수, 판단, 조치

제 2 절 상황평가 에이전트

1. 개 요

지휘관과 참모는 불확실한 전장상황에 대한 평가에 따라 자신들의 축적된 군사 지식을 바탕으로 가장 피해를 최소화하고 승리를 극대화하는 방책으로 의사결정을 한다. 이러한 상황 판단, 방책 수립, 의사결정하는 과정을 모의하는 것이 에이전트 기반의 위게임 모델이다. 즉, 지휘부는 현 상황 변화요소를 접수하면 평가한 현 상황을 기존에 예상하거나 알고 있는 상황에 유사성을 확인하고 지식을 변경 또는 추가하여 방책을 수립하고 의사결정을 하는 것이다.



[그림 17] 상황평가 에이전트의 역할

상황평가 에이전트는 지휘통제 에이전트에 있어서 가장 중요한 에이전트이다. 외부 환경과 내부 각 에이전트의 변화하는 상황은 모두 상황평가 에이전트에 의해 평가되고 상황평가 에이전트는 항상 최신의 상황을 유지하고 있어야 한다.

상황평가 에이전트 *SAAgent* = (*SitAware*, *SAAtt*, *SAMet*)

SAAtt = (*Cdr*, *Staff1*, *Staff2*, *SitMap*)

; 지휘관, 정보반, 작전반, 상황도

SAMet = (*Misson*, *Enemy*, *TerWeath*, *Troop*, *Time*)

; 임무분석, 적 상황 판단, 지형 및 기상 판단, 가용부대 판단, 가용시간판단

여기서 상황도(SituationMap)는 실시간으로 변화하는 상황평가결과를 유지하는 지식베이스로 상황평가함수로도 볼 수 있다. 지휘관/참모가 평가한 상황평가결과는 시간에 따른 다차원의 함수이기 때문이다.

$$SituationMap = SitMap(Misson, Enemy, TerWeath, Troop, Time)$$

$$SitMap_t = \sum SitMap_{t-1} + SA_t(\sum SitMap_{t-1}, KB_t, SitRep_t)$$

$SitMap_t$; 시간 t에서의 상황평가 결과(상태)

$SitMap_{t-1}$; 시간 t-1까지의 상황평가 결과(상태)

SA_t ; 시간 t에서의 상황평가(행동)

KB_t ; 시간 t에서의 지식 베이스

$SitRep_t$; 시간 t에 접수된 상황 보고서

각각의 변수는 독립적이고 자체로도 함수식이 될 것이다.

$$SituationAwareness = SA(Misson, Enemy, TerWeath, Troop, Time)$$

$$KnowledgeBase = KB(Misson, Enemy, TerWeath, Troop, Time)$$

$$SituationReport = SitRep(Misson, Enemy, TerWeath, Troop, Time)$$

전장상황에서 지휘관 및 참모는 상황평가결과에 따라 계획을 수립하고 작전실시간 대응전술조치를 한다. 전장상황에 대한 평가를 앞의 부대지휘절차와 모의논리면에서 도출된 내용으로 한정하여 METT+T요소를 정리하면 다음과 같다.

2. 임 무(Mission)

상급부대로부터 명령을 수령한 하급부대는 자신의 임무를 재정의하며(임무재진술), 이때 자신이 달성해야할 구체적인 목표를 도출한다. 선택해야할 대안은 이를 달성하기위한 대안이어야한다. 예를 들면 공격작전시 임무는 지대내 “적 부대 격멸” 자체가 되거나, 보다 유리한 여건 조성을 위해 “중요한 지형을 탈취/확보”하고 상급부대의 “초월 지원”하는 것이다. 조공에게는 “고착전제”나 “고착”의 임무가 주어지기도 한다.

1. (지대내) 적 격멸 2. 중요지형 확보

3. (상급/인접부대) 초월지원 4. 고착전제 5. 고착

일반적인 의미에서 임무는 위의 내용으로 정의하지만 구체적으로 달성해야할 목표까지 임무로 하여 개념을 확장하면 임무분석결과가 되어야 한다. 부대지휘절차 모델화에서 임무분석결과는 상급지휘관의 의도/제한사항, 명시과업, 작전목적, 추정과업을 결정하는 것이라고 하였다.

Mission(상급부대 명령, 지휘관/참모 분석결과)

= 임무분석(상급의도, 제한사항, 명시과업, 작전목적, 추정과업)

= 목표(명시과업, 추정과업) + 행동기준(의도, 제한사항, 작전목적)

계획수립단계에서 임무분석은 위의 내용이 모두 적용되지만 작전실시간에는 위의 내용 중 변경되는 사항이 발생하면 수정과정을 거치게 된다

Mission^{new} = (상급부대 명령 중 변경 사항, 지휘관/참모 분석결과)

그리고 중대급 이하의 지휘관은 참모기능이 없으므로 참모분석결과는 제외한다.

Mission = (상급부대 명령, 지휘관 분석결과)

3. 적 상황 (Enemy Situation)

모든 가용 수단을 이용하여 적에 관한 정보를 수집하며, 수집된 정보를 처리하여 적의 의도와 능력을 판단하고 적에 의한 피해를 최소화하고 적에게 최대한 피해를 가해야한다. 공격작전시 적 상황에 관한 변수는 어디에 얼마나 배치되어있는가이다.

적 의도는 배치상태로 추측할 수 있다. 적 교리에 비해 정상적인 배치 밀도보다 집중하여 배치하는 지역은 적이 그 지역을 아군의 주력이 공격해올 것이라 예상하여 배치한 지역이고, 적 또한 그 지역을 강력히 방아하는 것이 방어작전의 성공을 보장 받는 것이라고 판단하기 때문이다. 적의 전술 교리상에 나타난 정상적인 배치 범위와 밀도를 비교하여 보면 배치 밀도를 판단할 수 있을 것이다.

적 능력은 부대규모, 부대유형, 전투력 수준으로 나타나는데 이 요소들의 값은 대체로 범주형 자료이고, 전투력수준도 상대적 전투력 분석으로 판단되는 것이다.

적 위협 분석에서 적의 배치와 구성을 기초로 적의 방책을 예상하여 분석하고 채택우선순위가 높은 적 기도를 추정하는 것이다. 따라서 여기서는 아 방책에 영향을 미치는 적 배치와 구성을 위주로 논의한다.

$$\text{Enemy} = \text{EnemyIntend}(\text{적 의도}) + \text{EnemyCapa}(\text{적 능력})$$

$$= \text{적 상황판단EA}(\text{적 배치, 규모, 유형, 수준})$$

$$E1(\text{배치상태}) = \{ 1. \text{집중} \quad 2. \text{정상} \quad 3. \text{분산} \quad 4. \text{집결} \}$$

$$E2(\text{부대규모}) = \{ 1. \text{사단} \quad 2. \text{연대} \quad 3. \text{대대} \quad 4. \text{중대} \}$$

$$E3(\text{부대유형}) = \{ 1. \text{보병} \quad 2. \text{기갑} \quad 3. \text{전투지원} \quad 4. \text{기타} \}$$

$$E4(\text{전투력수준}) = \{ 1. \text{우수} \quad 2. \text{보통} \quad 3. \text{미약} \quad 4. \text{전투불가} \}$$

* 작전형태, 지휘관 요망에 따라 %를 명목등급으로 구분

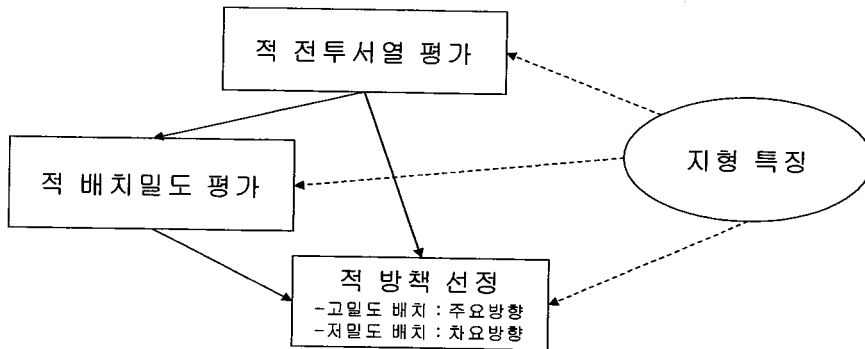
가. 적 의도 평가

적 의도 또는 적 기도를 평가하는 것은 적 방책을 분석하는 것과 같은 개념이다. 이는 전술제대의 수준에 따라 적 상황판단결과를 적용하기위한 단계에 따라 상이한 입력과 출력이 있겠지만 적의 의도를 평가가하는 과정은 같다고 하겠다.

적의 의도 즉, 적 방책은 적의 배치상태와 전투서열로 판단할 수 있다. 이에 대한 정보의 흐름은 아래 그림과 같다.

$$EnemyIntend(\text{적 방책}) = EA(EneStatues, EOB)$$

적의 배치상태는 적의 배치에 대한 보고서와 현재까지 유지하고 있는 상황도로 평가하고 적 전투서열은 적에 관한 상황보고서와 현재까지의 지식 베이스에서 분석한다.



[그림 18] 적 방책 선정 정보 흐름

적 배치에 대한 첩보를 수집하여 배치된 부대가 어느 부대와 동일 지휘체계에 있는지를 구별하는 것이 적 전투서열 평가이다. 배치된 부대가 어떻게 집단을 구성하고 있는지를 알아내고, 그 부대들이 어느 정도 밀집되어 배치되어 있는지를 분석하면 적이 어떤 작전개념으로 배치하여 대비하고 있는지를 알 수 있다.

나. 적 전투서열 평가

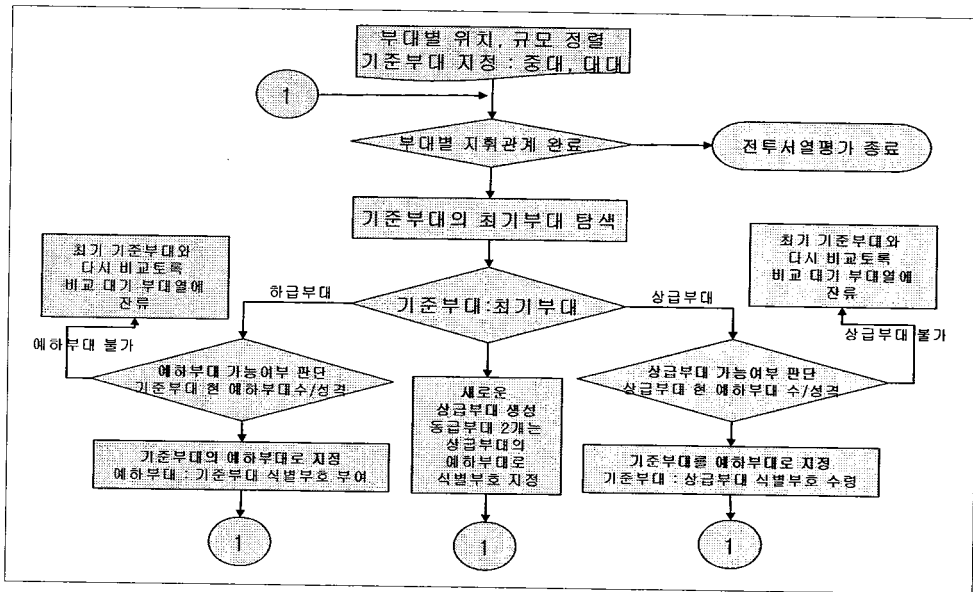
적 전투서열을 평가하여 배치된 적부대의 지휘관계를 추정한다 이때 배치된 부대는 측방 또는 전 후방으로 근접되어 배치되므로 기준부대를 지정하여 최기부대를 비교하여 근접부대끼리 묶어주는 작업을 하면 될 것이다. 이는 가장 기초적인 전투서열 평가 작업이다.

$$EOB = EA(SitRep, KB^{enemy})$$

SitMap ; 적에 관한 정찰보고서

KB^{enemy} ; 적의 전술교리, 현재까지 누적된 적에 관한 정보

EA(적 전투서열 평가)에 대한 모의논리는 아래와 같다.



[그림 19] 적 전투서열 평가

부대의 전투서열은 배치만으로 평가하는 것은 아니지만 현재의 위게임 모델에는 이러한 방법으로 단순화한다. 정보분야에 대한 세부적인 모델이 만들어 진다면 적 배치 규모뿐만 아니라 배치부대의 장비 특성, 현 배치이전의 위치/행동, 기타 정보

수집수단으로부터 수집된 전투서열관련 정보를 이용하는 방법들을 모두 모의 가능할 것이며, 특히 정보분석체계가 완료되면 분석논리를 그대로 적용할 수 있을 것이다. 추론 과정은 다음과 같다.

<표 5> 적 전투서열 추론 과정

step 1 : 기준부대 수준을 선정, 부대별 위치와 수준별 정렬

step 2 : 부대별 지휘관계 완료시까지 최기부대(가장 인접한 부대)와 비교, 종료

step 3 : 하급수준이면서 기준부대가 부족하면 예하부대로 편입, Go Step 4

ELSE 최기부대를 대기부대 열에 잔류, Go Step 2

동급수준이면서 둘 다 상급부대가 없으면 합하여 상급부대를 생성하고,

둘 중 하나라도 상급부대가 있으면 그 부대를 상급부대로,

신규 상급부대의 예하부대로 편성, Go Step 4

ELSE 최기부대를 대기부대 열에 잔류, Go Step 2

상급수준이면서 예하부대가 부족하고, 기준부대는 상급부대가 없으면

최기부대를 상급부대로 하여 예하부대로 편입, Go Step 4

ELSE 최기부대를 대기부대 열에 잔류, Go Step 2

step 4 : 상하 지휘관계가 완료된 부대는 평가완료 부대열에 정렬, Go Step 2

ELSE Go Step 3.

다. 적 배치밀도 평가

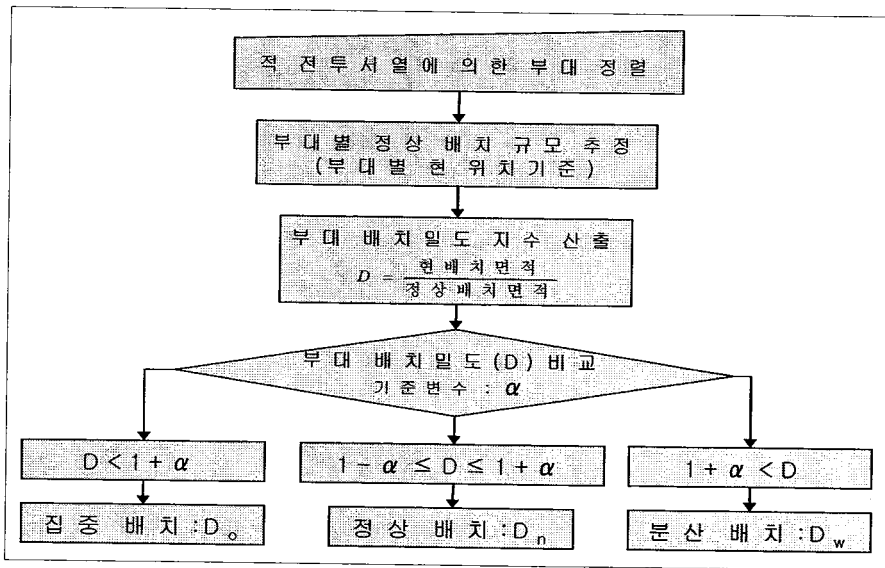
배치밀도는 현재까지 유지하고 있는 상황평가결과의 적 상황과 적 상황에 관한 보고서에서 작성할 수 있다.

$$EneStatues = EA(SitMap, SitRep)$$

SitMap : 현재까지의 상황평가 결과

SitRep : 적에 관한 감시정찰 및 판단 보고서

부대별 배치밀도는 대대, 연대, 사단을 대상으로 현 배치면적과 정상배치 면적을 계산하여 각부대별로 부대별 배치밀도 상태를 집중, 정상, 분산으로 구분한다.



[그림 20] 적 배치 밀도 평가

부대별 정상배치 규모 추정은 전투서열평가가 완료된 부대의 정상 배치 면적(적 전술 교리상 알려져 있는 부대 배치 면적 크기)을 산출하고, 현재 배치된 부대의 배치 면적은 다음과 같이 산출한다.

<표 6> 적 배치 밀도 추론을 위한 적 배치면적 산출과정

1. 예하부대가 없는 부대는 정상면적으로 배치된 것으로 간주한다.
2. 예하부대의 외곽선을 연결하여 해당부대의 외곽선 연결, 외곽선 내부의 면적을 현 배치면적으로 한다.
3. 이때 2단계 상급부대 외곽으로부터 벗어나는 outlier는 전체배치 외곽 내부로 포함하지 않고 별도로 배치된 부대로 본다.
4. 배치밀도의 대상은 배치된 전투부대만 고려한다.

4. 지형 및 기상(Terrain & Weather)

전투를 수행하는 데 영향을 미치는 지형 및 기상요소로 공격간 지대내 도로망, 전반적인 경사도, 시도조건에 영향을 주는 안개, 강우, 야간시간, 기동에 영향 주는 강설 등에 따라 대응 방법이 다르다. 지형에 관한 요소는 평소 구축된 지형 지식 베이스에서 대부분 판단하고, 추가적으로 관측 및 정찰결과에 따라 변화되는 요소를 반영한다.

$$TerWeath = Terrain + Weather$$

$$= TA(\text{도로망, 경사도}) + WA(\text{기상})$$

$$Tw1(\text{도로망}) = \{ 1. 1\text{등급} \quad 2. 2\text{등급} \quad 3. 3\text{등급} \quad 4. 4\text{등급} \quad 5. 5\text{등급} \}$$

* 도로망의 상태에 따라 등급으로 구분

$$Tw2(\text{경사도}) = \{ 1. 5\%\text{미만} \quad 2. 5\sim 10\% \quad 3. 10\sim 20\% \quad 4. 20\sim 30\% \quad 5. 30\%\text{이상} \}$$

* 차량, 전차, 장갑차등의 등판능력을 감안하여 재분류 가능

$$Tw3(\text{기상}) = \{ 1. \text{청명} \quad 2. \text{안개} \quad 3. \text{강우} \quad 4. \text{강설} \quad 5. \text{야간} \}$$

* 시도조건을 구분하여 00m등으로 분류 가능

5. 가용 부대 (Troop Availab Friendly Forcele /s)

전투를 수행할 상, 하급 인접부대의 가용성, 현재 전투력수준, 상태에 따라 우군 부대의 활용이 달라진다. 계획수립단계는 최초 아군이 100%의 전투력과 가용성을 가지고 있을 때라고 할 수도 있으나, 전투개시후 (전장상황의 대부분) 작전실시간에는 아군의 전투력 수준과 가용성은 항상 부족할 것이라 예상된다.

또한 이 내용은 항상 예하부대 및 상급부대로부터의 상황보고서에 의존하게 될 것이다. 위게임 모델에서 아군상황에 대한 상황유지는 전투실시간 전술조치를 할 때 매우 중요한 요소이다.

Troop(가용부대) = TA(가용성, 전투력수준, 현상태)

Ta1(가용성) = { 1. 즉시 2. 4시간 후 3. 8시간 후 4. 12시간 후 5. 1일 후 }

* 시간상 공간상 지휘통제범위 밖에 있어 안에 들어오는데 소요되는 시간

** 극심한 전투력 저하로 인원장비보충을 통한 전투력 복원에 소요되는 시간

Ta2(전투력 수준) = {1. 우수 2. 보통 3. 미약 4. 전투불가}

* 작전형태, 지휘관 요망에 따라 %를 명목등급으로 구분

Ta3(현재 상태) = {1. 공격(교전) 2. 기동(이동) 3. 대기(정지) 4. 접촉단절}

6. 가용 시간(Time Available)

시간(Time)에 대해 그 특성을 구분하면 계획수립간 시간은 시점으로서의 의미보다는 계획수립하는 작전기간이 될 것이나 작전실시간에는 현 시점이 될 것이다. 변수로서의 Time은 가용시간 면에서 지휘관 참모가 판단하는데 고려대상이 되는 시간이다.

가용한 시간은 계획을 수립하고, 대응책을 강구할 때 결정적인 요소이다. 가용시간은 명령으로 수령한 작전시간에서 현재 시간까지의 시간이다. 작전시간까지 해야 할 과업은 명령작성에 소요되는 시간과 예하부대를 포함한 아군이 작전을 준비하는 시간이다.

가용한 시간이 충분한 것은 이러한 요소들을 고려할 때 어떤 최소 허용시간까지 감안해서 시간이 충분하다는 것을 의미한다.

$$Tia(\text{가용시간}) = \text{기준(목표)시간} - \text{현재시간}$$

$$Tib(\text{소요시간}) = \text{명령하달시간} + \text{전투투입시간}$$

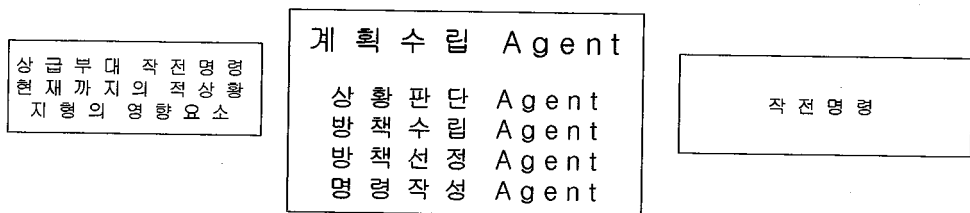
* α : 최소 허용치

1. 시간 충분 : $Tia + \alpha < Tib$
2. 시간 적정 : $Tia - \alpha < Tib < Tia + \alpha$
3. 시간 부족 : $Tib < Tia - \alpha$

시간이 갖는 의미는 대체로 작전계획수립이 공간적 의미로 준비되기 때문에 다른 관점으로 보아야 한다. 위게임 모델에서 지휘통제 에이전트가 운용되는 상황에서는 시간에 대한 추가적인 연구가 필요하다.

제 3 절 계획수립(Planning)에이전트

부대지휘절차 모델화에서 계획수립단계는 상황판단으로부터 방책수립, 방책선정, 명령하달로 이루어진다고 정리하였고, 상황판단은 위의 상황평가 에이전트로 통합하였다. 따라서 본 절에서는 방책수립, 방책선정, 명령작성 에이전트에 대하여 논의한다. 계획수립단계의 입,출력 및 구성되는 하부 에이전트는 [그림21]과 같다.



[그림 21] 계획수립 에이전트의 입,출력 및 구성 에이전트

계획수립 에이전트의 구성은 다음과 같다. 지휘관 및 참모가 편성되어 있는 부대는 지휘관을 중심으로 각 참모가 참모판단을 통하여 계획을 수립한다. 이때 상황도가 최신현황으로 항상 제공되어진다. 계획수립은 상황평가, 방책수립, 방책선정, 명령작성의 하부에이전트로 구성한다.

계획수립 에이전트 $PlanAgent = (Planning, PlanAtt, PlanMet)$

$PlanAtt = (Cdr, Staff1, Staff2, Staff3, Staff4, SitMap)$

; 지휘관, 정보반, 작전반, 화력지원반, 전투근무지원반, 상황도

$PlanMet = (SitAware, CoADevelop, CoAComparis, Ordering)$

; 상황평가, 방책수립, 방책선정, 명령작성

1. 방책수립 에이전트

가. 개 요

방책수립 에이전트의 구성은 지휘통제 에이전트의 기본 형태에 따라 부대지휘절차 모델화에서 간략히 요약한대로 다음과 같이 정의한다.

CDAgent = (CoADevelop, CDAtt, CDMet)

CDAtt = (Cdr, Staff2, SitMap)

; 지휘관, 작전반, 상황도(상황평가결과)

CDMet = (Why, When, What, Where, How)

; 작전목적, 작전시간, 작전형태, 작전지역, 작전방법

위의 방책수립시 5가지 요소 중 다음 3가지는 임무분석과정에서 이미 도출되었다. 따라서 임무분석결과에서 불러오면 된다.

Why(작전목적) = Mission(작전목적)

When(작전시간) = Mission(명시과업 ; 공격개시시간)

What(작전형태) = Mission(명시과업 ; 작전형태)

; 작전형태 = {공격, 방어, 지연전, 철수}

나. 작전지역

방책수립의 5가지 요소 중 추론이 필요한 2가지 “어디서”, “어떻게” 요소는 제시하는 모의논리를 기초로 지휘통제 에이전트가 결정한다.

앞의 부대지휘절차 모델화에서 방책의 “어디서” 요소는 “결정적 목표”와 “주공 방향”으로 정의하였다.

$$Where(\text{작전지역}) = CDWhere(\text{결정적 목표}) + CDWhere(\text{주공방향})$$

결정적 목표는 중요지형 확보와 초월지원을 임무로 하는 경우와 적 부대 격멸을 임무로 하는 경우가 구별되고, 중간 목표를 보면 지형과 적 배치 임무에 따라 조공 부대에 중간목표를 부여하거나 부여하지 않고 있어 이를 지정해야 한다.

상급부대 명령에 의해 부여받은 목표는 통제선 또는 지형목표로 주어지므로 그 일대의 주요지점 감제고지, 교차로일대를 목표로 선정하여 부대가 기동하는 최종 지점으로 한다. 이는 부대의 기동로 선정시 지향하는 목표가 되며 부대기동의 최종 지점으로 한다.

따라서 결정적 목표는 상황평가 에이전트가 다음 <표 7>의 고려사항을 기준으로 평가한 결과를 반영하여 결정한다.

$$CDWhere(\text{결정적 목표}) = SA^{CDWhere}(\text{Mission, Enemy, TerWeath, Troop, Time})$$

<표 7> 결정적 목표 선정시 고려사항

- 1) Mission : 상급부대 명시된 목표, 통제선 일대 주요고지, 교통요지
- 2) Enemy : 적 사정거리내 속도감소
- 3) Terrain & Weather : 지형여건 따라 고지, 교통요지
- 4) Troop(Available, Friendly Forces) : 부대형태별 적절한 크기
- 5) Time(Available) : 최단시간 접근가능

주공방향은 수개의 방책수립이 가능한데 2개 연대 병진이 대부분이지만 3개 연

대 병진이 되더라도 2개 또는 3개 축선 중에서 결정적 목표에 이르는 주공축선을 선정해야 한다.

주공의 방향 선정이 중요한데 최소저항선, 최소예상선 개념을 적용한다. 주공은 돌파/포위 등 기동형태와도 밀접한 관계가 있으므로 좌측 또는 우측의 2개의 접근로 중에 선정하고, 임무나 지형적 요소에 의거 3개부대 병진으로 공격하여 접근로를 3개가 될 경우가 있으나 이때에도 주공 축선은 1개만 선정한다.

최소저항선은 적의 배치가 약한 축선이며, 최소예상선은 적이 아군의 주공이 오리라 예상하지 못하는 축선이다. 2가지는 서로 배타적인 관계에 있으나 부여된 임무가 명확하고 사단/연대급이하의 전술제대에서 최소예상선을 만들 수 있는 여건 조성도 어려우므로 적 배치와 기동성면에서 우수한 축선을 주공축선으로 한다.

$$CDWhere(\text{주공방향}) = CDWhere(\text{적 배치밀도, 기동성 지수})$$

적 배치밀도는 상황평가 에이전트가 가지고 있는 내용을 가져오면 된다.

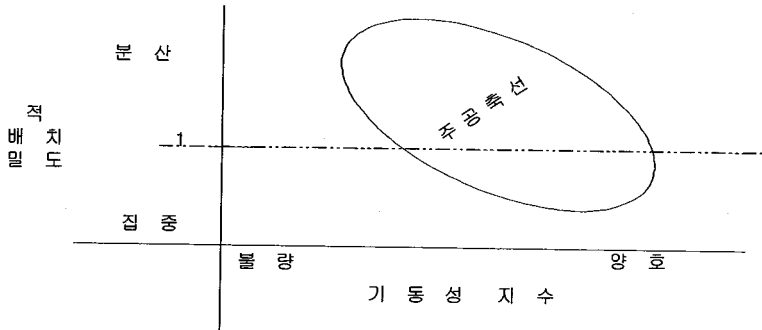
$$EneStatues = EA(SitMap, SitRep)$$

SitMap : 현재까지의 상황평가 결과

SitRep : 적에 관한 감시정찰 및 판단 보고서

기동성 지수는 상황평가 에이전트가 지형평가시에 도출한 결과를 반영하면 될 것이다.

$$CDW(\text{기동성 지수}) = TA^{CDWhere}(\text{도로망, 경사도})$$



[그림 22] 주공축선 선정 대상

주공방향에 따라 방책을 구분하므로 1방책은 위의 주공방향 선정에서 유리한 점수를 가지는 축선으로 하고 다른 한 축선을 2방책으로 하여 방책을 2가지로 한다,

방책 1 $CDWhere^1(\text{주공방향}) : CDWhere(\text{주공방향})$ 결과 축선

방책 2 $CDWhere^2(\text{주공방향}) : \text{방책 1외의 다른 축선}$

다. 작전 방법

방책의 어떻게 요소는 작전의 단계화 공격 작전의 형태, 기동형태, 공격대형, 전투력운용에 관한 내용이다.

$$\begin{aligned} How(\text{작전방법}) = & CDHow(\text{작전단계화}) + CDHow(\text{공격작전형태}) + CDHow(\text{기동형태}) \\ & + CDHow(\text{공격대형}) + CDHow(\text{전투력운용}) \end{aligned}$$

(1) 작전의 단계화

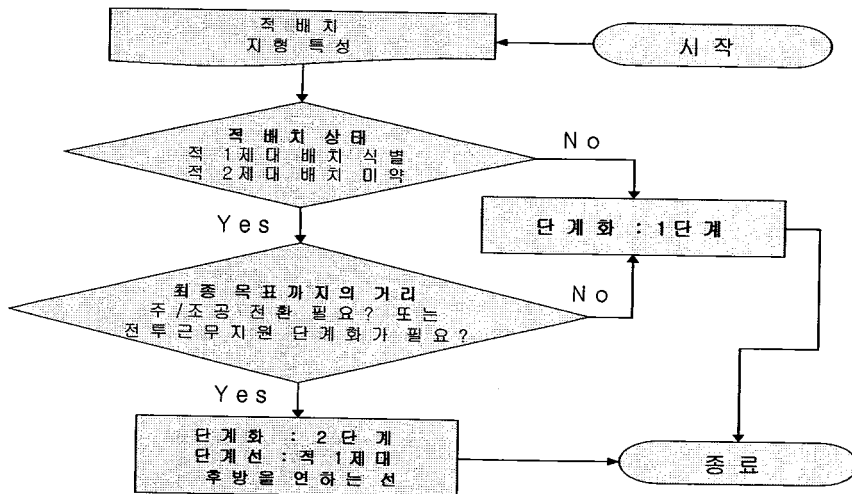
작전의 단계화 여부는 지휘관이 작전을 어떻게 수행할 것인지를 작전 의도가 결정적 요인이라고 하겠는데, 앞서의 계획수립단계에서 지휘관 의도는 생략하였다. 이는 대체로 술(術)과 과학(科學)의 범주로 나눌 때 술(術, Art)에 해당되는 부분이기 때문이다. 따라서 작전을 단계화할 수 있는 적과 지형의 조건이 되면 단계화하는 것으로 한다.

작전단계선은 적 배치상태에 대한 상황을 종합할 때 적 1제대 배치가 식별되고, 적 2제대 배치가 미약한 경우 단계화를 고려하고, 최종목표까지의 거리가 주, 조공의 전환이 필요하다든지 또는 전투근무지원의 거리가 단계화를 할 필요가 있을 때 적 방어배치유형을 구분하여 그 후방선을 연결하는 선을 가상으로 결정한다. 단계화여부는 지휘관 의도를 비롯한 여러 가지 고려사항을 감안하여 결정하여야하나, 적 배치와 지형상 단계화가 가능한 경우 단계화하는 것으로 하였다.

$$CDHow(\text{작전단계화}) = CDHow(\text{단계화 여부}) + CDHow(\text{단계선})$$

$CDHow(\text{단계화 여부}) = (\text{지휘관 의도, 적 능력, 작전지역특징, 작전한계점, 부대배치, 최종 목표까지의 거리 및 시간, 적 및 아군상황, 전투근무지원 능력})$

$$CDHow(\text{단계선}) = CDHow(\text{적 배치, 지형})$$



[그림 23] 작전의 단계화 모의논리

(2) 공격작전 형태

공격작전의 형태는 점적전진, 급속공격, 협조된 공격, 추격, 전과확대로 구분된다. 이를 결정하는 지휘관은 자신의 경험적 요소와 전술적 원칙, 그리고 상급부대의 명령을 고려하여 결정한다. 따라서 이를 모의하려면 여러 가지 대표적인 유형 중에 이러한 고려요소들이 일치되는 유형을 선정하는 방법이 가장 적절할 것이다. 그러나 공격작전의 형태는 작전의 근본가정이 현저히 다르므로 상급부대에서 부여한 작전형태를 따르는 것이 일반적이며, 전투모의시 교전규칙이나 기동규칙을 한정하는 기준이 될 것이다.

$$CDHow(\text{공격작전 형태}) = Mission(\text{명시과업 ; 공격작전 형태})$$

공격작전 형태 = {점적전진, 급속공격, 협조된 공격, 추격, 전과확대}

(3) 기동형태

작전목적에 따라 기동형태를 결정한다. 사단급 이하의 작전목적은 비교적 2가지의 형태가 대부분이다. 지휘통제 에이전트는 적부대 격멸 일 때에는 포위를, 중요지형 확보 및 초월지원일 경우 돌파로 한다.

$$CDHow(\text{기동형태}) = Mission(\text{작전목적})$$

기동형태 = {돌파 포위, 우회기동, 정면공격, 침투기동}

if 작전목적 = 적부대 격멸, then 포위

= 중요지형 확보/초월지원, then 돌파

else 돌파

(4) 공격대형/전투력 운용

사단급 이하 제대에는 다양한 전투력의 운용이 제한되고 대부분 편제된 부대의 운용으로 이루어지므로 지휘통제 에이전트를 구성함에 있어서 부대지휘절차 모델화에서 논의한대로 간략히 모의한다.

$$CDHow(\text{공격대형}) = CDHow(2\text{개 연대 병진}, 3\text{개연대 병진})$$

$$CDHow(\text{전투력 운용}) = CDHow(\text{전차대대 편성}, \text{예비연대 편성})$$

2. 방책선정 에이전트

방책선정 과정은 방책분석과 비교과정을 거쳐야한다. 방책분석 및 비교에서 전술적으로는 방책별로 작전을 진행하는 것을 염두로 판단하면서 장단점을 검토하고 보완하는 과정이다. 따라서 방책선정 에이전트는 앞에서 수립한 수개의 방책을 비교하여 선정하는 과정을 수행해야 한다. 그러나, 방책수립 에이전트의 수행과정에서 지휘통제 에이전트의 특성상 각 요소별로 가장 최선의 선택을 하여왔다. 또한 사단급이하 제대의 특성상 방책의 구분은 통상적으로 주공방향을 어디로 할 것인가, 작전을 단계화하거나 기동형태를 어떻게 할 것인가가 주로 구분되어지는 요소이다. 본 연구에서 지휘통제 에이전트는 방책수립과정에서 전술적 기준에 의거 대부분 최선의 단일 방책을 선정하고 방책구분을 주공방향을 구분하는 것으로 하였으므로 여기서 구분된 방책으로 분석/비교하는 것이다.

부대지휘절차를 모델화하면서 주공이 공격축선에서 다른 방책보다 적은 규모의 적을 공격하는가 하는 점과 도로망과 주변 지형은 공격부대의 전개와 협조에 어느 쪽이 유리한가, 중심까지의 도로망은 어느 쪽이 양호한가 등 적 기도와 아군의 기동성면에서 비교하는 것으로 하였다.

CCAgent = (CoAComparison, CCAtt, CCMet)

CCAtt = (Cdr, Staff2, SitMap, CoADevelop)

; 지휘관, 작전반, 상황도(상황평가결과), 방책수립결과

CoADevelop¹ = (Why, When, What, Where¹, How)

CoADevelop2 = (Why, When, What, Where², How)

CCMet = (Why, When, What, Where, How)

; 작전목적, 작전시간, 작전형태, 작전지역, 작전방법

여기서 방책선정 결과는 방책수립결과와 동일한 형태를 가지게 된다.

방책선정과정은 다음 3가지요소를 두고 상호 비교하여 우위의 축선을 가지는 방안을 계획을 완성하는 최선의 방책으로 한다.

- ① 주공이 공격축선에서 다른 방책보다 적은 규모의 적을 공격하는가?
- ② 도로망과 주변 지형은 주공부대의 전개와 협조에 유리한가?
- ③ 중심까지의 도로망은 주공축선이 양호한가?

$$CoA(\text{최선의 방책}) = CoAComparision(CoADevelop^1, CoADevelop^2)$$

적 배치밀도는 상황평가 에이전트가 가지고 있는 내용을 가져오면 된다.

$$EneStatues^1 = EA(SitMap, SitRep, CDWhere^1)$$

$$EneStatues^2 = EA(SitMap, SitRep, CDWhere^2)$$

SitMap : 현재까지의 상황평가 결과

SitRep : 적에 관한 감시정찰 및 판단 보고서

도로망, 기동공간은 상황평가 에이전트의 지형평가 결과에서 가져온다.

$$Terrrain^1 = TA(\text{도로망}, \text{경사도}, CDWhere^1)$$

$$Terrrain^2 = TA(\text{도로망}, \text{경사도}, CDWhere^2)$$

$$Tw1(\text{도로망}) = \{ 1. 1\text{등급} \quad 2. 2\text{등급} \quad 3. 3\text{등급} \quad 4. 4\text{등급} \quad 5. 5\text{등급} \}$$

* 도로망의 상태에 따라 등급으로 구분

$$Tw2(\text{경사도}) = \{ 1. 5\% \text{미만} \quad 2. 5 \sim 10\% \quad 3. 10 \sim 20\% \quad 4. 20 \sim 30\% \quad 5. 30\% \text{이상} \}$$

* 차량, 전차, 장갑차등의 등판능력을 감안하여 재분류 가능

3. 명령작성 에이전트

최선의 방책으로 선정된 방책에서 명령에 필요한 사항을 가져와서 명령으로 작성한다. 명령은 작전명령 양식에 의거 작성되는데 최선의 방책으로 선정된 내용중에 명령으로 하달되기 전에 결정되어야하는 것이 있다. 그것은 해당부대의 단대호를 정하는 것이다. 이는 부대의 전투력 수준을 감안하여 정하는데 계획수립단계에서는 예하부대의 유형이 같으면 전투력 수준도 같은 것으로 간주한다. 만약 더 발전 시키려면 주공부대를 선정할 때의 기준을 적용하면 된다.

ODAgent = (Ordering, ODAtt, ODMet)

ODAtt = (Staff1, Staff2, Staff3, Staff4, CoAComparison)

; 정보반, 작전반, 화력지원반, 전투근무지원반, 방책선정결과

ODMet = (작전명령서식, 기동계획, 전투편성)

가. 작전명령 서식

작전명령 양식에 의해 명령을 작성하면 다음 <표 8>과 같다.

<표 8> 에이전트 작전명령 서식

작 전 명 령				에이전트
1. 상황	가. 적 군			SitMap(Enemy)
	나. 아 군			SitMap(Troop)
		(1)상급지휘관의도	(가)작전목적	Mission(작전목적)
2. 임무	작전시간, 작전지역, 작전의 단계화, 명시과업(목표),			CoAComp(Why,When,What,Where)
3. 실시	가. 지휘관의도	작전목적, 결정적 목표, 작전의 단계화		Mission(작전목적)
	나. 작전개념	(1)기동	1단계, 2단계	CoAComp(How)
	다. 예하부대 임무	주공, 조공, 예비, 수색, 전차, 상급부대의 배속부대		CoAComp(How)
	라. 협조지시			Mission(제한사항)
4.전투근무지원				향후 연구 필요
5.지휘 및 통신				향후 연구 필요

나. 기동계획

임무 면에서 지휘통제 에이전트는 중요지형 확보, 초월지원, 적 부대 격멸의 3가지로 구분한다. 조공에게 부여하는 임무로 고착은 돌파시에 고착건제는 포위시에 적용하는 임무이다

목표는 중요지형 확보와 초월지원을 임무로 하는 경우에 통제선/전투이양선을 통제할 수 있는 목표를 주공 축선 하나에만 부여하거나 주공/ 조공 축선으로 1개씩 2개의 최종 목표를 부여한다. 적 부대 격멸을 임무로 하는 2개의 유형에서는 각각 1개 또는 2개가 최종목표로 부여한다. 중간 목표를 보면 지형과 적 배치 임무에 따라 조공부대에 중간목표를 부여하거나 하지 않는다.

부대기동에서 작전은 1단계 또는 2단계 작전으로 구분하며 1단계는 협조된 공격, 2단계는 전과확대가 대부분이고, 기동형태는 작전목적에 따라 돌파 또는 포위를 고려할 수 있으므로 기동형태, 작전형태, 작전의 단계화를 선정된 정책에서 도출한다.

다. 전투편성

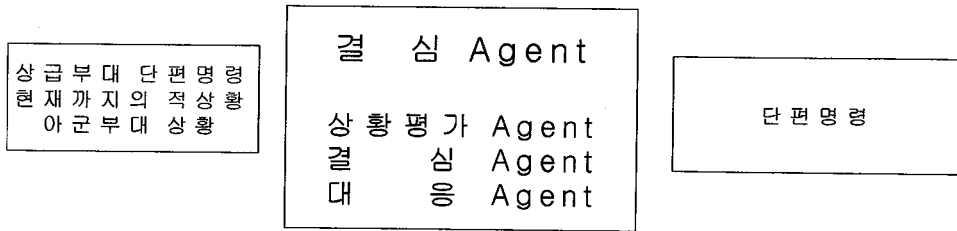
부대할당/전투편성시에는 에이전트는 주공, 조공, 예비대에 부대할당을 할 때 주공과 조공의 역할, 차후 2단계 작전을 고려한 예비대의 운용을 고려해야한다.

공격대형 및 전투력 운용에서 주공, 조공, 후속지원부대, 예비대로 구성되는데 조공의 임무는 고착 또는 고착건제이며, 차이점은 적의 2제대를 유인하여 주공의 작전을 보장하느냐 아니면 적 2제대가 주공방향으로 전환하지 못하도록 고착하느냐이다. 이는 주공 조공의 전투력 할당과 상관이 있는데 대체로 고착건제시에 조공이 고착시보다 상대적으로 많은 전투력이 할당된다.

부대 기동계획을 생산하는 에이전트는 모든 교리를 내장하여 상황에 부합된 기동계획을 완벽하게 수행하는 것이 필요할까 아니면 보다 인간적인 면에서 특성을 가져야할까 하는 것도 중요한 이슈가 될 만하다. 훈련용 시뮬레이션과 분석용 시뮬레이션, 분석용에도 작전계획 검증용과 실제 작전수행시 지휘결심 지원용등은 그 성격을 달리하니까 지휘통제 에이전트의 수행정도를 감안해야할 것이다.

제 4 절 결심(Decision) 에이전트

부대지휘절차 모델화에서 작전실시단계는 상황평가로부터 결심, 대응으로 이루어진다고 정리하였고, 상황평가는 제3절의 상황평가 에이전트로 통합하였다. 따라서 본 절에서는 결심, 대응 에이전트에 대하여 논의한다. 작전실시단계의 입,출력 및 구성되는 하부 에이전트는 [그림 24]과 같다.



[그림 24] 결심 에이전트 입,출력 및 구성 에이전트

결심 에이전트 $DCAgent = (DECIS, DCAAtt, DCMet)$

$DCAAtt = (Cdr, Staff1, Staff2, Staff3, Staff4, SitMap, Ordering)$

; 지휘관, 정보반, 작전반, 화력지원반, 전투근무지원반, 상황도, 작전명령

$DCMet = (SitAware, Decision, NewOrdering)$

; 상황평가, 결심, 대응

1. 결심 에이전트

작전실시단계에서의 지휘통제 에이전트는 최초 계획 수립 간 기준이 되었던 입력요소를 계속적인 예하부대의 보고를 받아 최신화(Update)하면서 새로운 대응개념의 필요성을 점검하여 조치하는 것이다. 준비하고 있는 유형의 전제조건이 변화되어 다른 유형의 조건과 유사한지를 1단계 작전간 계속 검토하고 필요시 중간에 계획을 변경시켜야 한다. 또한 공격작전시에 상황의 변화로 주 조공의 전환, 예비

대의 조기투입, 전투력 할당 조정, 새로운 방향으로 공격, 책임지역 조정 등의 유형에 대한 방책이 수립될 수 있을 것이다.

$DcsnAgent = (Decision, DcsnAtt, DcsnMet)$

$DcsnAtt = (Cdr, Staff1, Staff2, Staff3, Staff4, SitMap, Oredering)$

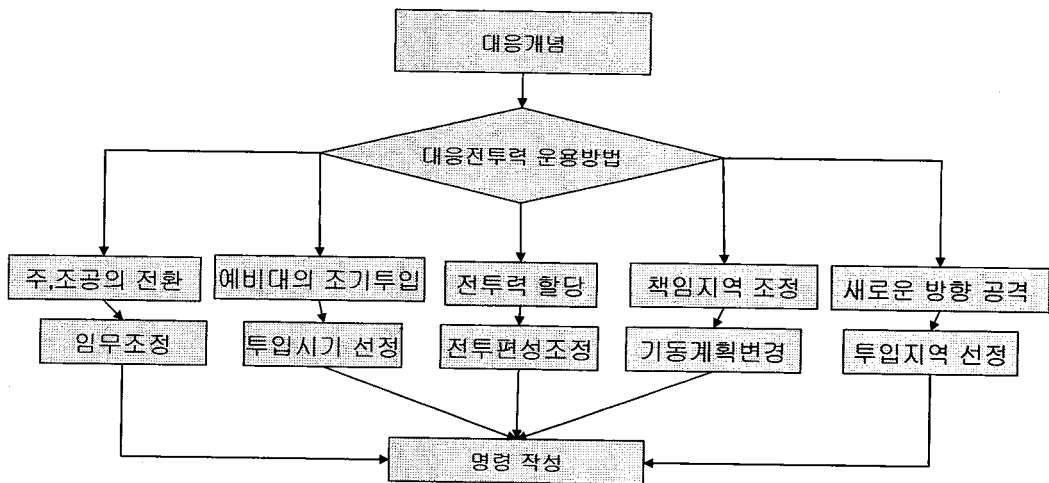
; 지휘관, 정보반, 작전반, 화력지원반, 전투근무지원반, 상황도, 작전명령

$DcsnMet = (NewCoA)$

; 새로운(변경된) 방책

$NewCoA = (NewWhy, NewWhen, NewWhat, NewWhere, NewHow)$

; 새로운(변경된) 작전목적, 작전시간, 작전형태, 작전지역, 작전방법



[그림 25] 결심 에이전트의 구성 및 모의논리

가. 주·조공의 전환

주공과 조공을 전환시키는 상황은 주공정면의 적 전투력이 집중되어 주공의 진출이 원활하지 못하고, 적 반돌격부대가 주공의 방향을 향해 이동중이거나, 조공은 진출이 원활하고 전투력도 충분히 유지하고 있으면 이러한 상황들을 종합하여 조공에게 주공의 임무를 부여할 수 있다.

나. 예비대의 조기 투입

예비대를 조기에 투입하는 상황은 주공지역 또는 주/조공 모두의 진출이 원활하지 못하고 적의 반돌격부대의 이동이 어느 방향으로 지향되었을 때 공격기세를 유지하기위해 결정적 목표 달성이 유리한 주공, 조공 또는 새로운 방향으로 예비대를 조기에 투입시켜 임무를 완수 할 수 있다.

이는 2가지의 결정이 필요한데 하나는 작전 단계선으로 파악된 적 배치정보로 적의 1,2제대를 구분하여 1제대의 후방선을 작전 단계선으로 인식하는 것과 또 하나는 전투간 피아전투력을 비교하여 예비부대를 투입시키는 것이다.

다. 전투력 할당 조정

전투간 예상하지 못한 상황이 발생하여 우선 조치하는 것으로 전투력이 소진되어 임무를 수행할 수 없는 부대가 생기지 않도록 적절히 조정해야한다. 화력지원부대의 조정은 가장 좋은 방법이며, 예비로 보유한 전차대대 중 일부를 할당하거나 유휴가 발생하는 보병대대를 전환시킬 수도 있을 것이다

라. 새로운 방향 공격

일반적으로 1단계는 적의 최초진지 돌파 단계이므로 적 1제대 후방진지까지 공격하여 예비대를 초월전진 시키거나, 당시 주공의 전투력, 적의 전투력 소멸정도와 2제대 진지에 배치된 적 전투력을 고려하여 초월여부를 결정한다. 따라서 에이전트는 수집된 적의 배치선을 감안하여 작전 단계선을 선정하되 연대급이하는 전투의 진행간 상황판단에 의존하는 바가 크다고 보아 작전단계선을 초월선으로 하여 예비대대를 초월시키기보다는 전투상황에서 피아 점적 전투력의 우열을 비교하여

새로운 부대를 투입한다.

마. 책임지역 조정

주공에게 비교적 협소한 정면을 부여하였음에도 주공의 전진이 제한될 만큼 적의 배치가 집중되어 있을 때 책임지역을 조정하여 상대해야 할 전투력을 또는 주공부대의 공격 기동공간을 확보할 수 있도록 책임지역을 조정하여 공격기세유지를 보장한다. 앞에서 계획 수립간 결정적 목표/주공축선은 상황평가 내용을, 부대기동/전투편성은 하였다. 전투개시후에는 상황평가를 통해 유지하다가 이의 변경이 요구되는 상황이 되면 최초결심을 변경하게 된다.

2. 대응 에이전트

대응은 단편 명령을 수령한 부대가 전장지역별 전장 기능별로 작전을 수행하는 것이며 적 활동을 지속적으로 추적 및 감시하고 탐지된 결과를 기초로 효과적인 대응수단을 강구하여 조치하게 된다.

결심에 따라 하달된 단편명령을 수행하는 것으로 에이전트는 예하 에이전트에게 명령을 보내는 것이고 예하 에이전트는 이 명령에 따라 해당 부대에 명령을 내리고 해당부대는 부여받은 임무를 수행하는 것이다.

NODAgent = (NewOrdering, NODAtt, NODMet)

NODAtt = (Staff1, Staff2, Staff3, Staff4, NewCoA)

; 정보반, 작전반, 화력지원반, 전투근무지원반, 새로운 방책선정결과

NODMet = (단편명령서식, 기동계획 변경, 전투편성 변경)

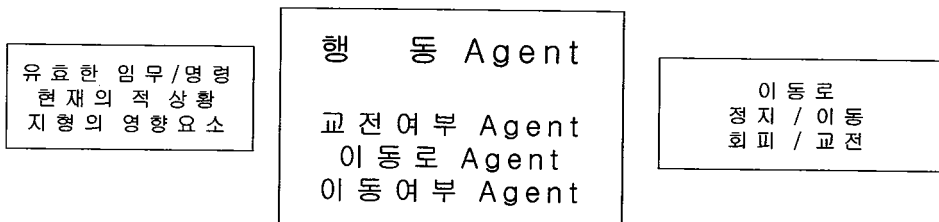
제 5 절 행동 에이전트

행동 에이전트는 위게임 모델의 가장 말단 에이전트이다. 입력요소가 들어오기 전 상태는 항상 자신의 최신의 상황으로 유지하고 있는 상급부대 명령과 이에 따라 자신이 선정한 기동로, 지형자료, 자신의 전투력 상태, 적상황이며, 행동이 개시되면 위의 4가지 요소가 최신내용으로 입력된다.

입력요소가 현재 유지하는 자료와 다르게 입력됨에 따라 행동에이전트는 자신의 4가지 상황을 최신화(Update)하면서 기동로를 재선정하며, 이동계속여부를 결정한다. 또한 적상황이 변하여 사정거리에 들어오면 교전여부를 결정한다. 행동에이전트는 항상 최신화된 기동로로 이동한다. 최신화된 자료는 항상 유지된다.

행동에이전트는 앞에서 논의한 에이전트와 다소 성격을 달리한다.

상황평가, 계획수립, 결심 에이전트 등은 내부 에이전트들 간의 통신을 통해 정보를 주고 받으며 추론 방법에 의거 복합적으로 상호작용을 하였다. 이에 반해 행동 에이전트는 스스로 비교적 단순한 스스로의 행동에 대한 규칙(Rule)을 가지고 추론한다. 환경과 직접 접촉하여 정보를 받으면 즉시 반응하는 것이다.



[그림 26] 행동 에이전트의 입,출력 및 구성 에이전트

ActAgent = (Sensor, Reasoning, Action)

; 감지기, 추론, 행동

행동 에이전트에 포함시킨 교전여부를 결정하는 에이전트, 이동로를 선정하는 에이전트, 이동여부를 결정하는 에이전트는 상호 정보를 교환하여 추론을 하지만 앞에서 제시한 에이전트들처럼 하부 에이전트가 상호 구속력을 갖지 않고 독립적으로 추론하고 행동한다는 것이다.

따라서 행동 에이전트는 에이전트가 수행하는 일의 성격에 따라 감지기, 추론 엔진, 행동이 각각 다른 특징을 가지지만 이들은 모두 이들 3가지 요소로 구성되는 점에서 행동 에이전트로 구분하는 것이다.

1. 교전여부 에이전트

행동 에이전트는 워게임 모델에서 대부분 무장을 하고 있다고 간주한다. 전투원이 아니더라도 자신을 보호하기 위한 기본 전투장비는 갖추고 있다고 보기 때문이다. 따라서 행동간에 사정거리내에 적과 조우하게 되면 취하는 행동이 정의되어야 한다. 이를 대체로 다음과 같이 절차로 행동한다고 정의한다.

<표 9> 적과 조우시의 행동 절차

순 서	행 동 내 용
①	교전여부를 결정하여 회피결정시에는 종료
②	요망하는 파괴정도를 결정하고
③	표적에 대응하는 화기와 발사탄수를 산정
④	사격하고
⑤	사격결과를 통보받아
⑥	재 사격(교전)여부를 결정하여 위의 ①단계로 이동

위의 절차에서 먼저 교전여부를 결정하는데 이의 절차는 다음과 같이 정의한다.

<표 10> 교전여부 결정 절차

순 서	행 동 내 용
①	피아 통합전투력을 계산하여
②	적이 내게 주는 손실값을 계산하여 내가 받는 손실값이 교전이 후에도 전투임무수행이 가능한 정도로 견딜 수 있는 만큼의 최소 값(태세전환점)과 비교하여 최소값 이상이면 교전기로 결정하고 ③단계로 이동, 아니면 회피하여 이동여부 결정으로 연결
③	내가 적에게 주는 손실을 계산하여 내가 적에게 줄 최대한의 피해가 적의 태세전환점보다 높거나 내가 요망하는 적 파괴정도 이상이면 교전 결정하고 ①단계로 이동, 아니면 교전 종료하여 이동여부 결정으로 연결

2. 기동로 에이전트

중대급 이하의 부대기동은 전투행동과 밀접한 관계가 있다. 이는 집결지 또는 적과의 접촉이 단절된 상태에서 전투지역(공격대기지점, 방어지역)으로 이동과 공격개시선 통과후 목표지역으로의 기동, 목표상에서의 전투로 구분될 수 있다. 이때 중대급이하의 다음요소를 고려하면서 부대 기동을 결정하게된다

가. 기동로 선정시 고려사항

- 임 무 : 부대가 기동하는 목적지로 상급부대로부터 부여된 중간목표와 목표이며 중대급은 지형목표가 될 것이다. 또한 부여된 임무에 따라 기동간 조우하는 적 교전방법이나 적이 설치한 장애물을 극복하는 방법이 결정되므로 교전/돌파할 것인가, 회피/우회 할 것인가에 따라 이동로를 결정하게된다.

- **적 상황** : 임무에 따라 선정된 기동로는 적상황을 이미 고려하였으나, 기동간 적상황이 불명확한 지역은 전방정찰등 이동속도가 둔화되고, 적이 없음이 명확한 지역은 신속히 기동할 것이다.

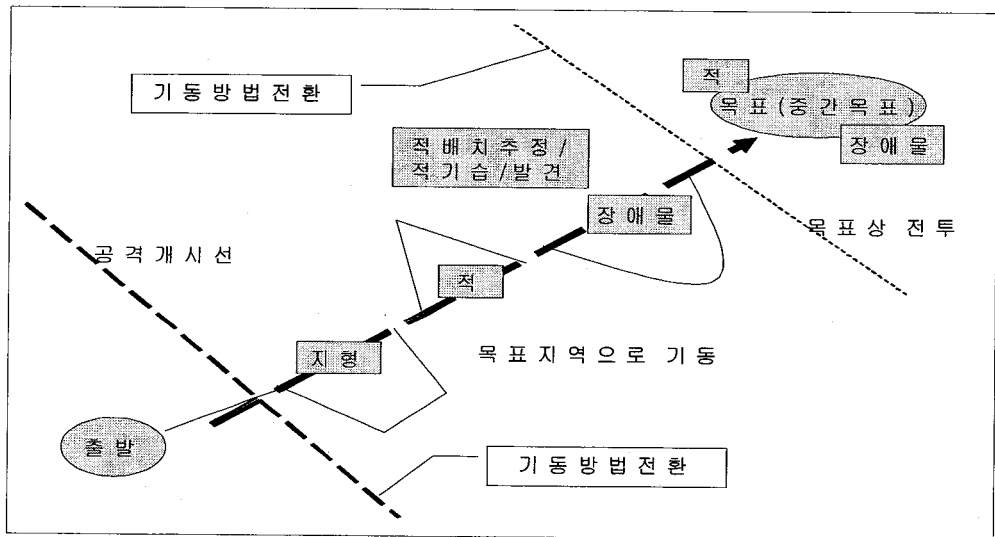
- **가용부대(우군부대)** : 가용부대의 전투력에 따라 기동로를 판단한다. 단순도 보병력, 차량이용 병력 또는 탑재된 장비, 장갑차/전차/자주포 등 궤도차량 여부에 따라 이동로가 달라지고 이동속도가 다르다.

- **지형 및 기상** : 기동로 선정시 목표에 이르는 직선경로를 가지 못하는 이유는 지형때문일 것이다. 따라서 지휘관은 적과의 전투시 유리한 지형으로 최대한 기동하되 부대원의 육체적 피로가 적은 지형을 이용할 것이다.

- **가용시간** : 가용시간에 따라 부대기동로가 다르게 선정될 수 있으나 시간상의 이유로 장비를 이용하거나 기동로를 변경할 수는 없다. 중대급이하 부대는 상급부대에서 지정/지원한 기동수단을 이용하거나, 상급부대로부터 전반적인 기동공간을 통제받기 때문이다. 임무, 적상황, 지형요소를 고려할 때 시간적요소가 이미 반영된다고 보아 제한사항이 되지 않을 것이다.

나. 기동로 선정 모의논리

위의 기동로 선정시 고려사항으로 다음과 같은 기동로 선정 모의논리를 검토할 수 있다.

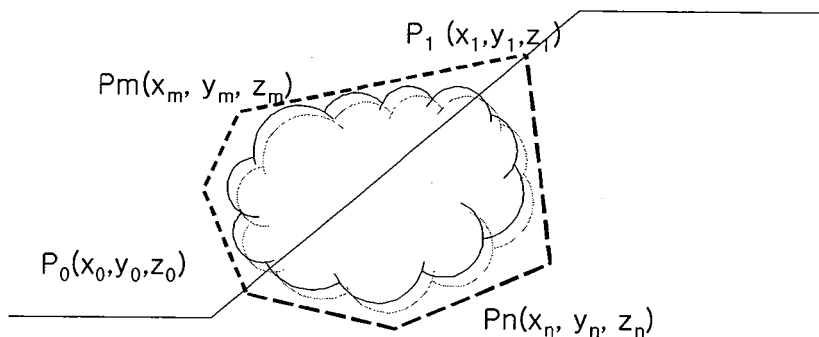


[그림 27] 기동로 선정 개념도

위의 고려사항과 개념도에서 볼 때 이들을 통합하여 단순화하면 다음과 같다.

예상되는 기동간 방해요소(지형, 적, 장애물 등)가 최단거리 기동로를 방해하면 우회할 지점을 좌측 또는 우측을 대안으로 하고 각요소별 유,불리점을 판단하여 1개의 경로를 택하게 된다. 이때 변경이 요구되는 시점을 P_0 , 종료되는 목표점을

P_1 이라하면 방해요소의 크기를 고려한 $P_{m1}, P_{m2}, \dots, P_{mi}$ 와 $P_{n1}, P_{n2}, \dots, P_{nj}$ 를 구하여 비교한다.



[그림 28] 우회경로 선정그림

P_m 과 P_n 을 선정하는 방법은 방해요소의 영향범위의 외곽으로하여 2-3개의 변

환점을 선정한다. 대체로 영향범위는 적의 경우에는 적화기의 유효사거리 또는 적 보유 감시장비 유효거리로하고, 장애물은 배치된 지역외경, 지형은 일정 경사도를 초과하는 등고선으로 하여 선정할 수 있겠다.

2가지 대안에 비교하는 요인은 이동경로 소요시간으로 한다. 2가지중 소요시간이 적은 대안이 유효한 대안이라고 하는 것은 시간을 제외한 METT+T 요소를 위에서 모두 고려하였고, 부여된 임무를 가능한한 빨리 완수해야하기 때문이다.

$T = \sum \text{구간별 거리} / \text{구간별 이동속도}$ 이므로 유효한 대안은 $\text{Min}(T_m, T_n)$ 이다.

다. 이동속도 선정

<표 11> 이동속도 선정시 고려사항

- 1) Mission : 공격작전의 형태, 부여된 임무에 따라 최대의속도여부 (협조된 공격, 점적전진, 급속공격, 추격/전과확대),
- 2) Enemy : 적 감시/사정거리내의 이동시에는 속도 감소
- 3) Troop(Friendly forces) : 최대속도, 전술속도, 장비(차량화, 기계화 여부)
- 4) Terrain & Weather : 도로망, 경사도,
- 5) Time(available) : 시간 부족여부

3. 이동여부 에이전트

현 위치에서의 이동(태세, 위치 변경)여부는 계속적인 판단을 요구하는 부분이다. 계획시간이 되어 예정시간이 도래하면 부대는 이동하거나 태세를 변경하거나 한다. 또한 적이나 장애물로 인해 정찰이 요구되면 부대는 일단 정지한다. 이후 이동여부 결정에 따라 이동한다.

<표 12> 이동여부 결정 절차

순 서	행 동 내 용
①	태세변경여부 결정 요구되면 차후행동을 결정하고, 요구되지 않으면 종료하고 현 태세 유지
②	태세변경이 위치변경이면 ③단계를 아니면 ⑥단계로 이동
③	변경할 위치(목표)를 선정하고, 이동경로, 이동속도를 산정한다.
④	시뮬레이션 time 주기대로 차후 위치를 계산하여 현위치 재원 유지
⑤	목표 위치에 도착후 변경여부 판단, 없으면 종료. 있으면 ②단계로 이동
⑥	기타 태세변경이면 고려요소에 의거 태세를 변경하고 아니면①로 이동

제 7 장 모의 실험

제 1 절 실험 개요

모의실험의 목적은 부대지휘절차의 모델화 내용에 대한 모의논리와 알고리즘의 구현 가능여부를 검증하는데 있다. 단, 본 연구에서 제시한 부대지휘절차의 전 분야를 모의 실험하는 것은 대상범위가 광범위하므로 주요 핵심분야에 대하여 에이전트가 운용되는 상황을 시나리오화해서 모의실험 하기로 한다.

본 연구에서 3가지의 다중에이전트(Multi-Agent)로 제시한 계획수립 에이전트와 결심 에이전트, 그리고 행동 에이전트에 공통으로 영향을 미치는 서브 에이전트인 상황평가 에이전트를 포함하여 계획수립단계에서 명령작성으로 나아가는 과정을 설정하였다. 또한 다른 에이전트와 다소 성격을 달리하는 행동 에이전트를 구현하고자 하였다.

계획수립 에이전트는 상황평가 에이전트로부터 상황평가 요소인 METT+T요소에 대한 사단 공격작전 계획 수립시 고려하는 요소를 입력자료로 받고 출력은 기동계획과 전투대형으로 하였다. 입력내용의 다양화, 출력내용의 구체화는 향후 연구과정을 통해 발전되어야할 사항이다.

행동 에이전트는 출발점과 목표지점을 부여하면 이동과정에서 나타난 적 및 장애물, 지형의 요소를 고려하여 최적의 기동로를 탐색하여 이동한다.

실험의 입력 및 출력요소는 다음과 같다.

<표 12> 실험의 입력 및 출력 요소

구분	계획수립 에이전트	행동 에이전트
입력(input)	임무, 적 상황, 지형	임무(목표), 최초위치
출력(output)	11가지 기동계획 유형	목표에 이르는 기동로

제 2 절 계획수립 에이전트

상황평가 에이전트는 모든 에이전트들이 자신의 기능을 수행하고자 할 때 필요한 기본적인 상황평가 결과를 제공한다. 계획수립 에이전트는 상황평가 에이전트로부터 받은 상황평가결과와 자신의 기본 지식을 바탕으로 계획수립을 하게 된다.

모의 실험의 목적은 계획수립 에이전트가 상황평가 에이전트로부터 입력을 받아 명령작성 에이전트로서의 기능 수행 가능성에 두었다. 계획수립을 하는 상황은 육군의 학교기관에서 교재로 사용하고 있는 상황을 대상으로 하였다.

모의실험을 함에 있어서는 본 연구에서 제시한 지휘통제 에이전트의 수행 알고리즘을 모든 경우를 구현하기보다는 학교기관에서 교육하는 대표적인 경우에 대한 분석을 통해 다양한 상황을 고려하여 대체로 특징지어지는 기동계획 유형을 검토하여 이를 종합적으로 일치하는 유형으로 기동계획을 정하는 것이 적절한 것으로 하였다. 본 연구는 부대지휘절차를 전반적으로 연구하였으므로 부분적으로 모의하기위해서 모의실험 부분 외에는 외부 입력으로 정의하였다.

사단 공격작전의 유형을 검토하였다. 다양한 요소들을 적용하여 다음 몇 가지 공격작전의 유형을 선정할 수 있다. 육군대학에서는 장교교육용 교재에서 기동계획의 사례로 11가지의 일반적 유형을 제시하고 있는데 이 내용이 전술적으로 가치 있다는 것을 구명하고자 하는 것은 아니고 본 연구의 방책수립과정에서 검토한 것과 같이 지휘통제 에이전트가 구별할 수 있는 요소위주로 구별하여 향후에 다른 상황의 유형을 추가할 수 있어야 하겠다.

부대기동/부대할당 등 방책을 구체화하고 선정할 때 가장 중심적으로 고려하는 것이 METT+T*이다. 현재 전술교리상 C(Civilian)를 추가로 고려하지만 위계임에서 민간요소를 모의하기에는 현재로서는 좀 더 연구가 필요하므로 그때 같이 연구되면 될 것으로 보아 민간요소에 대한 검토는 제외하기로 한다.

* M(Mission), E(Energy), T(Terrain & Weather), T(Troop Available), T(Time Available)는 상황평가 기본고려요소이다.

1. 상황평가 입력 변수 조정

계획수립 에이전트의 모의 실험을 하기위해 본 연구에서 제시한 입력 변수 중에서 11가지 유형에 영향을 미치지 않는 요소는 제외하는 방법으로 단순화하여 변수를 조정한 내용은 다음과 같다.

가. 변수 1 Mission

본 연구에서 제시한 5가지 임무를 입력으로 하되 2가지 이상의 임무도 선택할 수 있도록 한다. 본 연구에서 제시한 5가지 임무는 1. (지대내) 적 격멸 2. 중요지형 확보 3. (상급/인접부대) 초월지원 4. 고착견제 5. 고착이나 모의실험간에는 1, 2, 3번의 3가지 임무를 대상으로 하였다.

나. 변수 2 Enemy Situation

본 연구에서 제시한 내용을 모의 실험하기위하여 11가지 사례의 적 상황에 대하여 구분하였다. 적 배치상태는 공격시 부대 기동을 결정하는데 핵심요소인데 11가지의 상황을 분석하면 6가지의 유형으로 다시 분류할 수 있다.

E1(배치상태 : 1.집중 2.정상 3.분산 4.집결)

적의 배치 상태는 1형으로부터 6형까지 분류된 내용 중 1,5형은 적 배치가 “집중”된 것으로 2형과 6형은 “분산”된 것으로 3형과 4형은 “정상”으로 간주하였다.

기타 향후 확장성을 감안하여 E2(부대규모)는 “사단”으로 E3(부대유형)는 “보병”, E4(전투력수준)은 “우수”한 것으로 하였다.

다. 변수 3 Friendly Forces(Troop Available)

전투를 수행할 상하급 인접부대의 가용성, 현재 전투력수준, 상태에 따라 우군부대의 활용이 달라진다. 모의실험에서는 Ta1(가용성)은 “즉시”, Ta2(전투력 수준)은 “우수”, Ta3(현재 상태)는 “대기(정지)”로하고 Ta4(가용부대)는 대부분 “정상”으로 하되 1개 연대가 추가되는 경우 “충분”으로 하였다.

라. 변수 4 Terrain & Weather

전투를 수행하는 영향을 주는 지형 및 기상요소로 기본 양식에는 포함하였으나 모의실험간에는 적용을 단순화 하였다. Tw1(도로망)은 종횡으로 발달한 도로망은 “1등급”으로 2개의 종적 도로망은 “2등급”으로 하고 Y자형 종적 도로는 “3등급”,

역 Y자형 종적 도로망은 “4등급”으로 하고 단일도로/산악은 “5등급”으로 하였다.
경사도와 기상은 영향을 미치지 않는 것으로하여 모의하였다.

마. 변수 5 Time Available

시간(Time)에 대해 그 특성을 구분하면 계획수립간 시간은 시점으로서의 의미보다는 계획수립하는 작전기간이 될 것이나 모의실험에는 고려하지 않았다.

2. 기동계획 분석결과

모의실험하고자 하는 실험의 대상인 학교기관의 교재 내용을 METT+T 요소에 맞추어 입출력을 정리하면 다음 <표 13>과 같다.

적 상황의 사각형 내 숫자는 일정규모로 배치된 적 부대로서 “1”은 1개대대 규모가 배치되어있다는 의미이고 “1.5”는 증강된 대대로 간주하였다.

부대할당/전투편성에서의 사각형은 각 단계별로 공격하는 연대의 대형으로 숫자는 대대의 개수로 “3”이라함은 3개 대대가 1개 연대로 기동한다는 것을 말한다. “2” 또는 “4”는 1개 연대에서 1개 대대를 감소시켜서 운용하여 2개 대대이고 또는 1개 대대를 증강시켜서 4개 대대가 1개 연대 전투단을 구성한다는 의미이다.

다음 <표 13>는 기동계획 11가지를 에이전트가 추론 할 수 있는 규칙(Rule)를 분석한 것이다.*

<표 13> 기동계획 분석결과

구분	Mission	Enemy	Terrain & Weather	Troop available	부대기동	부대할당 /전투편성							
I	중요 지역 확보, 초월 지원	<table><tr><td>1</td></tr><tr><td>1 1 1</td></tr><tr><td>1 1 1</td></tr></table>	1	1 1 1	1 1 1	역 Y자형 종적도로망		2단계 작전 /돌파 -1단계:협조된 공격 -2단계:전과확대	<table><tr><td>3 3</td></tr><tr><td>3</td></tr></table> <table><tr><td>3 3</td></tr><tr><td>3</td></tr></table>	3 3	3	3 3	3
1													
1 1 1													
1 1 1													
3 3													
3													
3 3													
3													
II	<table><tr><td>1</td></tr><tr><td>1 1 1</td></tr><tr><td>1 1 1</td></tr></table>	1	1 1 1	1 1 1		<table><tr><td>3 3</td></tr><tr><td>3</td></tr></table> <table><tr><td>3 3</td></tr><tr><td>3</td></tr></table>	3 3	3	3 3	3			
1													
1 1 1													
1 1 1													
3 3													
3													
3 3													
3													
III	<table><tr><td>1</td></tr><tr><td>1 1</td></tr><tr><td>1 1</td></tr></table>	1	1 1	1 1	단 일 도로 산악		2단계 작전 /돌파 -1단계:협조된 공격 -2단계:협조된 공격	<table><tr><td>4 2</td></tr><tr><td>3</td></tr></table> <table><tr><td>3 2</td></tr><tr><td>4</td></tr></table>	4 2	3	3 2	4	
1													
1 1													
1 1													
4 2													
3													
3 2													
4													
IV	<table><tr><td>1 1</td></tr><tr><td>1 1</td></tr><tr><td>1 1 1</td></tr></table>	1 1	1 1	1 1 1	2개의 종적 도로망		2단계 작전 /돌파 -1단계:협조된 공격 -2단계:전과확대	<table><tr><td>3 3</td></tr><tr><td>3</td></tr></table> <table><tr><td>3 3</td></tr><tr><td>3</td></tr></table>	3 3	3	3 3	3	
1 1													
1 1													
1 1 1													
3 3													
3													
3 3													
3													
V	<table><tr><td>1 1</td></tr><tr><td>1 1</td></tr><tr><td>1 1</td></tr></table>	1 1	1 1	1 1		<table><tr><td>3 4</td></tr><tr><td>2</td></tr></table> <table><tr><td>2 4</td></tr><tr><td>3</td></tr></table>	3 4	2	2 4	3			
1 1													
1 1													
1 1													
3 4													
2													
2 4													
3													
VI	<table><tr><td>1 1</td></tr><tr><td>1 1</td></tr><tr><td>1 1</td></tr></table>	1 1	1 1	1 1		1단계 작전 /돌파 -1단계:협조된 공격	<table><tr><td>3 4</td></tr><tr><td>2</td></tr></table>	3 4	2				
1 1													
1 1													
1 1													
3 4													
2													
VII	<table><tr><td>1 1</td></tr><tr><td>1</td></tr><tr><td>1 1 1</td></tr></table>	1 1	1	1 1 1	Y자형 종적 도로		2단계 작전 /돌파 -1단계:협조된 공격 -2단계:전과확대	<table><tr><td>3 3</td></tr><tr><td>3</td></tr></table> <table><tr><td>3 3</td></tr><tr><td>3</td></tr></table>	3 3	3	3 3	3	
1 1													
1													
1 1 1													
3 3													
3													
3 3													
3													
VIII	적 부대 격멸	<table><tr><td>1.5 1.5</td></tr><tr><td>1.5 1.5</td></tr><tr><td>1.5 1.5</td></tr></table>	1.5 1.5	1.5 1.5	1.5 1.5	중 횡 도로 망		2단계 작전 /포위 -1단계:협조된 공격 -2단계:전과확대	<table><tr><td>3 4</td></tr><tr><td>2</td></tr></table> <table><tr><td>2 4</td></tr><tr><td>3</td></tr></table>	3 4	2	2 4	3
1.5 1.5													
1.5 1.5													
1.5 1.5													
3 4													
2													
2 4													
3													
IX	<table><tr><td>1 1 1</td></tr><tr><td>1 1 1</td></tr><tr><td>1 1 1</td></tr></table>	1 1 1	1 1 1	1 1 1	1개연대(3 개 대대) 추가		<table><tr><td>3 4</td></tr><tr><td>2</td></tr></table> <table><tr><td>2 4</td></tr><tr><td>3</td></tr></table>	3 4	2	2 4	3		
1 1 1													
1 1 1													
1 1 1													
3 4													
2													
2 4													
3													
X	중요 지역 확보, 초월 지원	<table><tr><td>1 1</td></tr><tr><td>1 1</td></tr></table>	1 1	1 1	2개의 종적 도로망		1단계 작전 /돌파 -1단계:협조된 공격	<table><tr><td>3 4</td></tr><tr><td>2</td></tr></table>	3 4	2			
1 1													
1 1													
3 4													
2													
XI	<table><tr><td>1 1</td></tr><tr><td>1 1</td></tr></table>	1 1	1 1		<table><tr><td>4 2</td></tr><tr><td>3</td></tr></table>	4 2	3						
1 1													
1 1													
4 2													
3													

* 적 상황 : 적 배치 규모에 따라 1진지 2진지 3진지를 고려하여 표시함("1"은 1개 대대규모임)
부대할당/전투편성 : 주조공의 방향이 좌/우에 따라 달라지므로 투명도 그림에 관계없이 좌측을 주공
우측을 조공으로 함

11가지 일반적 기동유형을 METT+T 요소로 구분하고 부대기동, 부대할당/전투편성, 전술적 통제수단 면에서 구분하면 다음과 같은 특징을 가지고 있다.

임무는 중요지형 확보 및 초월지원이 11개중 9개로 가장 많은 데 이는 주공사단에 주어지는 통상적인 임무이기 때문이다. 나머지 2가지는 지대내 적 부대 격멸이 임무로 부여되고 있는데 이는 통상 군단의 조공사단에게 부여된 임무이다. 따라서 지휘통제 에이전트는 임무 면에서 중요지형 확보, 초월지원, 적 부대 격멸의 3가지로 구분한다.

적 상황은 배치와 구성에서 적의 기도(intent)로 주요방향을 식별해야하는데 이는 **지형**과 밀접한 관계가 있다. 방자는 지형의 잇점을 살려 방어의 효과를 극대화하므로 일반적 유형에서 보는 바와 같이 적 배치와 지형의 특성은 동일한 양상을 보여준다.

즉, 역 Y자형 종적 도로망에 배치된 적은

1	
1	1
1	1

 형태이며, 2개의 종적도로망은

1	1
1	1
1	1

1	1
1	1
1	1

1	1
1	1
1	1

 의 3가지 유형으로 도로의 모양과 일치된다.

종횡도로망도 역시 적 배치 밀도에 차이가 있을 뿐 배치되는 모양은 동일함을 알 수 있다. 따라서 지휘통제 에이전트는 지형구조와 적 배치를 이런 특징으로 구별하면 될 것이다.

적 상황과 **지형**요소면에서 역 Y자형 종적 도로망에 배치된 적은

1	
1	1
1	1

 형태이며, 2개의 종적도로망은

1	1
1	1
1	1

1	1
1	1
1	1

1	1
1	1
1	1

 의 3가지 유형으로 도로의 모양과 일치된다.

가용부대면에서는 동일하나 1개 유형에서는 1개 연대를 추가로 작전통제 받고 있다. **가용시간**은 특이한 점이 없다.

부대기동은 1단계 또는 2단계 작전으로 구분하며 1단계는 협조된 공격, 2단계는 전과확대의 작전형태가 주류가 되고 있다. 기동형태는 돌파 또는 포위인데 부여받은 임무가 중요지형 확보 및 초월지원은 돌파를, 적 부대 격멸은 포위의 기동형태

임을 볼 수 있다.

부대할당/전투편성에서 1단계 작전은 $\begin{bmatrix} 3 & 3 \\ 3 & \end{bmatrix}$ $\begin{bmatrix} 4 & 2 \\ 3 & \end{bmatrix}$ $\begin{bmatrix} 3 & 4 \\ 2 & \end{bmatrix}$ 의 3가지 유형으로 2단계 작전은 $\begin{bmatrix} 2 & 4 \\ 3 & \end{bmatrix}$ $\begin{bmatrix} 3 & 2 \\ 4 & \end{bmatrix}$ 의 대형이 추가로 나타남을 볼 수 있다.

즉 3개연대로 3개대대 씩 9개 대대를 주공, 조공 예비/후속을 각각 2개대대, 3개 대대, 4개대대로 할 때 모든 경우의 수는 각 단계에 7가지 경우가 되고, 1/2단계가 같은 또는 다른 형태를 취할 때, 그리고 1개 단계로만 할 수 있으므로 모두 56가지의 형태 조합이 나올 수 있는데 일반적 기동형태 11가지는 이중 5가지 형태 조합으로 나타나고 있다.

① $\begin{bmatrix} 3 & 3 \\ 3 & \end{bmatrix}$ $\begin{bmatrix} 3 & 3 \\ 3 & \end{bmatrix}$ 4개, ② $\begin{bmatrix} 4 & 2 \\ 3 & \end{bmatrix}$ $\begin{bmatrix} 3 & 2 \\ 4 & \end{bmatrix}$ 1개, ③ $\begin{bmatrix} 3 & 4 \\ 2 & \end{bmatrix}$ $\begin{bmatrix} 2 & 4 \\ 3 & \end{bmatrix}$ 3개, ④ $\begin{bmatrix} 3 & 4 \\ 2 & \end{bmatrix}$ 2개, ⑤ $\begin{bmatrix} 4 & 2 \\ 3 & \end{bmatrix}$ 1개이다. 이것은 부대할당/전투편성시의 고려사항이 잘 반영되고 있음을 보여주는데 모든 경우의 수는 56가지이나 주공, 조공, 예비대에 부대할당을 할 때 주공과 조공의 역할, 차후 2단계 작전을 고려한 예비대의 운용을 말한다. 따라서 부대기동과 부대할당은 밀접한 상관관계를 갖고 있다. 이는 사실상 지휘통제 에이전트가 기동계획을 수립하는 핵심부분이다.

전술적 통제수단으로 목표, 공격개시선, 공격개시시간, 전투지경선, 전진축, 통제선, 전투이양선, 고착건제에 대해서 검토하면 다음과 같다.

목표는 중요지형 확보와 초월지원을 임무로 하는 경우에 통제선/전투이양선을 통제할 수 있는 목표를 주공 축선 하나에만 부여하는 3개의 유형과 주공/ 조공 축선으로 1개씩 2개의 최종 목표를 부여하는 6개의 유형을 보여준다. 적 부대 격멸을 임무로 하는 2개의 유형에서는 각각 1개 또는 2개가 최종목표로 부여되고 있다. 중간 목표를 보면 지형과 적 배치 임무에 따라 조공부대에 중간목표를 부여하는 유형이 8개가 있고 중간목표를 부여하지 않는 유형도 3개가 있음을 알 수 있다.

공격개시선/공격개시시간은 상급부대에서 부여한 것과 동일하며 모두 포함하고 있다. 이는 명령의 본문에서도 알 수 있다.

결정적 목표는 작전명령의 임무분석시 제시된 지역을 선정한다. 작전명령 2항의 (임무)와 3항 (실시)의 “다”분항에서 선정한다. 상급부대의 명령의 예하부대 과업을 해당부대의 임무로 전환한다

<표 14> 임무분석 및 결정적 목표 선정 방안

구 분	00군단	000사단	000연대	1대대	1중대
2항(임무)	00 북방 고지군(AB1234□) 00동 북방 고지군(BC2345□) 일대 확보,	목표“3”확보	목표“1”00리(AB1334□) 일대 확보	000고지(AB1345□)를 확보	목표“3”을 확보
	통제선“00”일대에 서 00군단 초월지원	통제선“00”에 서 000사단 초월지원	통제선 “00” 에서 000연대 초월지원	통제선“00” 에서 3대대 초월지원	통제선 “가”에서 3중대 초월지원
3항 (실시) “가”항 (지휘관 의도)	결정적 목표는 00 북방 고지군(AB1234□) 일대	결정적 목표는 00동(AB123 5□)일대	결정적 목표는 00리(AB1334 □)일대	결정적 목표는 000고지(AB1 345□)	없음
“나”항 (작전개념) “다”항 (예하부대 과업)	1단계 000사단을 주공으로 00방향으로 공격 통제선 “00”에서 00기보사의 초월지원	1단계 000연대 주공으로 통제선 “00”에서 000연대 초월지원	1단계 1대대를 주공으로 통제선“00”에 서 3대대 초월지원	최초진지 돌파간 1중대는 주공 목표“3”을 확보하고, 통제선 “가” 에서 3중대 초월지원	목표“3”을 확보하기위해 1소대를 돌파 2소대를 돌격 3소대를 지원소대로 결정적 지점을 공격
	2단계 : 생략	2단계 000연대를 주공으로 목표“1”확보, 통제선“00”에 서 초월지원	2단계 3대대를 주공으로 통제선 “00”에서 330연대 초월지원	이하: 생략	*목표“3”:228 고지

3. 분석결과 종합

위의 내용을 종합적으로 기호화하여 정리하면 다음 [그림 29]와 같다.

M:임무					
1.중요지역확보 2.초월지원 3.적 부대격멸					
E:적 상황					
1. 1형 3. 3형 5. 5형 2. 2형 4. 4형 6. 6형					
T:지형(도로망)					
1.역Y자형 중적 도로망 2.2개의 중적 도로망 3.단일도로,산악 4. Y자형 중적도로 5. 중횡도로망					
부대기동					
1. 1단계 작전 1-1 협조된 공격,돌파 2. 2단계 작전 2-1 협조된 공격 전과확대, 돌파 2-2 협조된 공격 협조된 공격,돌파 2-3 협조된 공격 전과확대,포위					
부대활동/전투편성 (기동대형)					
1. 3*3+3 3*3+3 2. 4*2+3 3*2+4 3. 3*4+2 2*4+3 4. 4*2+3 5. 3*4+2					
M	E	T	기동	대형	
I	1,2	1	1	2-1	1
II	1,2	2	1	2-1	2
III	1,2	2	3	2-2	2
IV	1,2	3	2	2-1	1
V	1,2	4	2	2-1	3
VI	1,2	4	2	1-1	5
VII	1,2	5	4	2-1	1
VIII	3	4	5	2-3	3
IX	3	5	5	2-3	4
X	1,2	6	2	1-1	5
XI	1,2	6	2	1-1	4

[그림 29] 기동계획의 유형별 입출력 정리결과

위 내용을 정리하여 표현하면 다음과 같다.

if S 1 = M1+M2, E1, T1 then 기동 = 2-1, 대형 = 1
 S 2 = M1+M2, E2, T1 then 기동 = 2-1, 대형 = 2
 S 3 = M1+M2, E2, T3 then 기동 = 2-2, 대형 = 2
 S 4 = M1+M2, E3, T2 then 기동 = 2-1, 대형 = 1
 S 5 = M1+M2, E4, T2 then 기동 = 2-1, 대형 = 3
 S 6 = M1+M2, E4, T2 then 기동 = 1-1, 대형 = 5
 S 7 = M1+M2, E5, T4 then 기동 = 2-1, 대형 = 1
 S 8 = M3, E4, T5 then 기동 = 2-3, 대형 = 3
 S 9 = M3, E5, T5 then 기동 = 2-3, 대형 = 4
 S10 = M1+M2, E6, T2 then 기동 = 1-1, 대형 = 5
 S11 = M1+M2, E6, T2 then 기동 = 1-1, 대형 = 4

4. 입력 및 출력 결과

이를 바탕으로 프로그램을 실행한 결과 입력 및 출력 화면이다.

계획 수립 에이전트 프로그램입니다.

계획 수립 Agent에 필요한 변수들을 입력합니다.

◎ Mission을 숫자로 입력하시고 엔터를 입력하세요.

[1.중요지형 확보 2.<상급/인접부대>초월지원 3.<지대내>적 격멸 4.고착견제 5.고착] 1

동시에 수행 되는 임무가 있습니까? <y / n>

y

◎ 동시에 수행 되는 Mission을 숫자로 입력하시고 엔터를 입력하세요.

2

◎ Enemy Situation의 배치상태를 입력하고 엔터를 입력하세요.

[1.집중 2.정상 3.분산 4.집결]:1

◎ Enemy Situation의 부대규모를 입력하고 엔터를 입력하세요.

[1.사단 2.연대 3.대대 4.중대]:2

◎ Enemy Situation의 부대유형을 입력하고 엔터를 입력하세요.

[1.보병 2.기갑 3.전투지원 4.기타]:1

◎ Enemy Situation의 전투력수준을 입력하고 엔터를 입력하세요.

[1.우수 2.보통 3.미약 4.전무불가]:5

입력이 잘못 되었습니다. 다시 입력해 주세요.

[그림 30] 입력 화면

시뮬레이션 결과입니다.

상황 1 <Input>	
구 분	내 용
Mission	중요지역확보, 초월지원
Energy	1 1 1 1 1 1
Terrain	역 Y자형 중적 도로망 발달
Troop available	

상황 1 <Output>	
구 분	내 용
부대기동 단계	2 단계 작전
작전 내용	2 단계 작전 / 돌파 - 1단계: 협조전 공격 - 2단계: 전과확대
대 형	3 3 3 3 3 3 3 3
명 령	중요지역 확보 / 초월지원

계속 시뮬레이션 하시겠습니까?<y/n> :

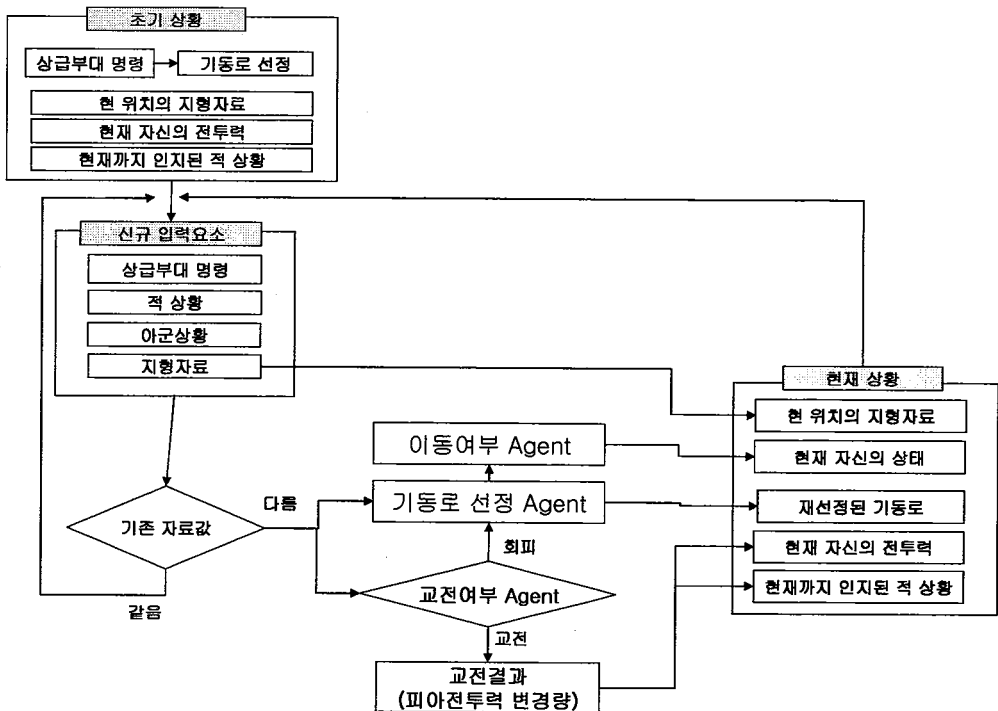
[그림 31] 출력 화면

제 3 절 행동 에이전트

1. 모의 실험 계획

행동 에이전트는 위게임 모델의 가장 말단 에이전트이다. 신규 입력요소가 들어 오기 전 상태는 항상 자신의 최신의 상황으로 유지하고 있는 상급부대 명령과 이에 따라 자신이 선택한 기동로, 지형자료, 자신의 전투력 상태, 적상황이며, 행동이 개시되면 위의 4가지 요소가 최신내용으로 입력된다.

본 실험은 행동에이전트의 수행가능성을 실험하는 것으로 독립된 실험을 해야하므로 상급부대 사항중 임무는 외부입력으로 직접 입력하고, 적 상황은 지형자료와 함께 제공하고, 이때 최초의 현 위치는 외부에서 입력하는 것으로 하였다.



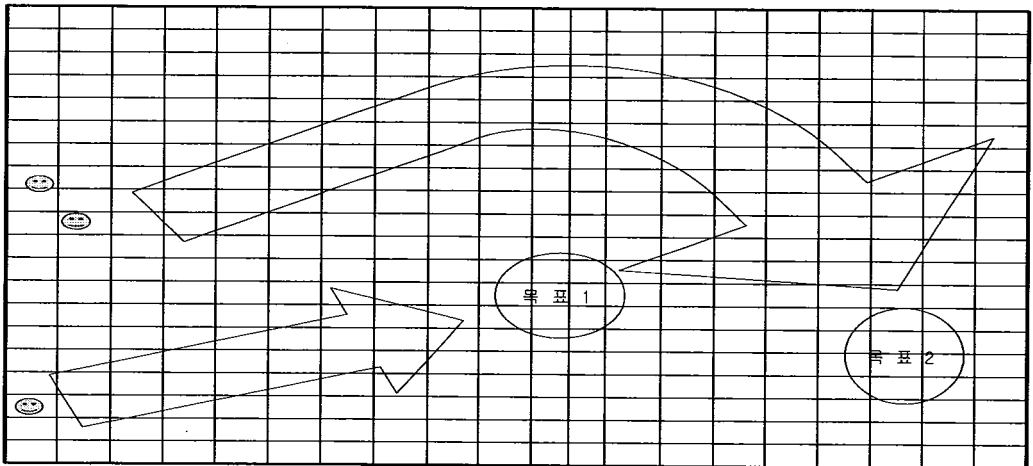
[그림 32] 행동 에이전트 실험 알고리즘

가. 시나리오

행동 에이전트는 기동로 선정 에이전트가 선정시 고려사항으로 최초 기동로를 선정하고, 이동을 개시한다. 이후 장애물과 적을 만나면 우회로를 결정한다.(교전 여부 에이전트를 제외하고, 장애물 및 적과 조우시에는 회피하여 새로운 기동로 선정실험을 하는 시뮬레이션 목적상 항상 우회하도록 한다). 이때 적 배치와 장애물은 최초의 초기상황으로 입력하도록 한다. 적은 격자 4개에 일정점수를 현재의 지형값에 더하는 것으로 한다. 출발지점과 목표를 변경시켜 지형과 적을 조우시에 알고리즘대로 행동여부를 실험한다.

입력요소가 현재 유지하는 자료와 다르게 입력됨에 따라 행동에이전트는 자신의 4가지 상황을 최신화(Update)하면서 기동로를 재선정하며, 이동계속여부를 결정한다. 또한 적상황이 변하여 사정거리에 들어오면 교전여부를 결정한다. 행동 에이전트는 항상 최신화된 기동로로 이동한다. 또한 최신화된 자료는 항상 유지된다.

이때 입력되는 신규 입력요소는 자신의 상급 에이전트로부터 임무, 적상황을 받고 아군상황은 자신이 유지하고 있는 자료에서 받는다. 지향은 현 위치의 지형을 지형 자료에서 받는다.



[그림 33] 행동에이전트 시나리오

나. 기동로 선정 및 이동여부 에이전트 모의

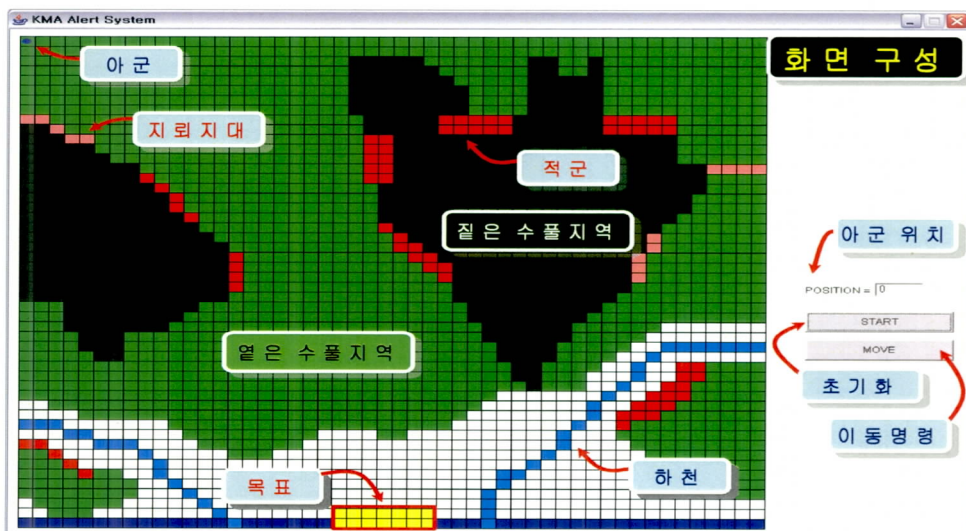
기동할 공간은 지형자료를 모의하여 지형값을 부여한다. 지형값은 경사도와 기동의 용이성을 값으로 나타낸 것으로 한다. 기동로 에이전트는 목표(상급부대가 부여한 것으로 간주한다)의 방향으로 최단거리로 이동할 것을 최초로 계획한다. 기동로를 선정하면 화면에 도시한다. 이는 차후 기동로 변경시에도 동일하다. 이동 개시 후에 적이나 장애물과 조우하면 알고리즘에 의해 새로운 기동로를 선정한다. 기동로상 장애물이나 적을 만나면 우회로 선정하여 회피 이동한다. 에이전트의 기동 목표는 최대한 전투력을 보존하여 목표지역에 빨리 도착하는 것이다.

2. 화면 설계

지형자료를 모의하기위해 각 Cell은 각각의 값을 가진다. 모의하는 내용은 지형 자료로는 삼림지역, 개활지, 하천이며, 적 상황으로는 적 배치, 장애물이다.

아군의 출발점과 목표를 나타내도록하였다.

운용을 위해 아군위치를 지정하는 것과 초기화, 실행 명령을 입력하도록 하였다.



[그림 34] 행동 에이전트 시뮬레이션 위한 화면설계

3. 실험 결과

본 실험으로 행동 에이전트가 가진 규칙에 따라 경로를 찾아서 목표에 도달하는지를 검증하기 위하여 두가지 가설을 수립하였다. 주 관점은 에이전트가 선정하는 경로가 과연 계획한대로 장애물을 회피하는가? 회피한다면 회피하지 않는 경우보다 충분한 전투력을 보존하는가하는 것이다.

가설 1. 행동 에이전트가 선정하는 경로는 최단거리 직선 경로보다 적이나 적 장애물을 회피하여 기동하는 경로이다.

가설 2. 행동 에이전트가 선정하는 경로는 최단거리 경로보다 전투력을 보존하여 목표에 도착하는 경로이다.

가. 가설 1에 대한 검정

귀무가설 : 행동 에이전트 선정 경로는 최단거리 직선경로보다 위험지역(적과 장애물)을 회피하지 못한다.

대립가설 : 행동 에이전트 선정 경로는 최단거리 직선경로보다 위험지역을 회피한다.

이 실험은 에이전트에 의해 수행되는 50개의 선정경로와 직선 최단거리를 비교하는데 이에 근접하거나 통과한 위험지역의 평균을 비교하여 선정경로의 타당성을 검정하였다.

전체 경로 수는 50개이며 두개의 표본 평균 비교로 유의수준 5%로 검정을 한 결과 귀무가설을 기각하여 에이전트 선정경로가 위험지역을 회피함을 알 수있다.

Paired T-Test and CI

	N	Mean	StDev	SE Mean
Difference	50	6.02600	5.40468	0.76434

95% lower bound for mean difference: 4.74455

T-Test of mean difference = 0 (vs > 0): T-Value = 7.88 P-Value = 0.000

나. 가설 2에 대한 검정

귀무가설 : 행동 에이전트가 선정하는 경로는 최단거리 경로보다 전투력을 소모하여 목표에 도착하는 경로이다.

대립가설 : 행동 에이전트가 선정하는 경로는 최단거리 경로보다 전투력을 보존하여 목표에 도착하는 경로이다.

이 실험은 에이전트가 이동하는 지형극복에 전투력이 소모된다는 가정과 위험지역에서는 적과의 근접으로 더욱 전투력이 소모된다고 가정하여 각 지형특성별로 부여된 가중치에 의해 목표도착시의 잔존전투력의 평균을 비교하였다.

검정결과 유의수준 5%에서 귀무가설을 기각하여 전투력이 보존된다고 보았다.

Paired T-Test and CI

	N	Mean	StDev	SE Mean
Difference	50	16.5660	13.6387	1.9288

95% lower bound for mean difference: 13.3323

T-Test of mean difference = 0 (vs > 0): T-Value = 8.59 P-Value = 0.000

다. 거리 비교결과

위의 두가지 가설의 검정에서는 그 효과를 검정하는데 주안을 두었으나 참고적으로 단순히 선정경로와 직선거리만 비교한 결과는 거리자체로는 두 표본 집단의 차이가 없다는 결과를 볼 수 있었다.

이 실험은 두 경로가 선정되는 거리를 비교한 것으로 우회 회피한 경로가 더 소요된다고 할 수 있는데 본 실험이 지형의 구체적인 모의가 수반되지 못하고 셀간의 단순히동으로 모의한 결과이므로 유의한 의미는 있다고 할 수 없으나 차후 연구를 위하여 참고로 제시한다.

Paired T-Test and CI

	N	Mean	StDev	SE Mean
Difference	50	3.05000	0.15152	0.02143

95% lower bound for mean difference: 3.01407

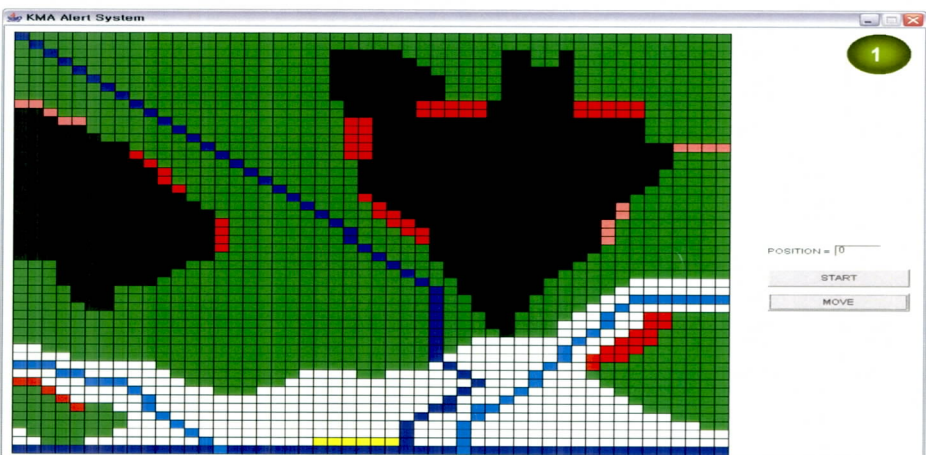
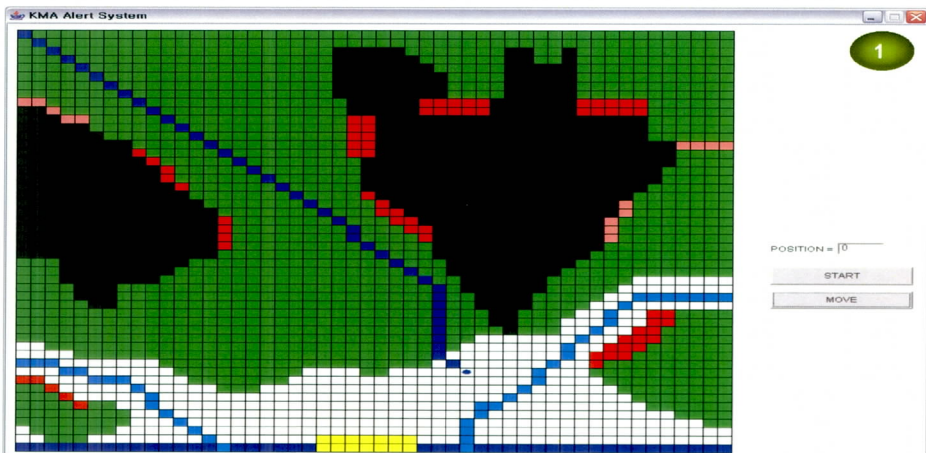
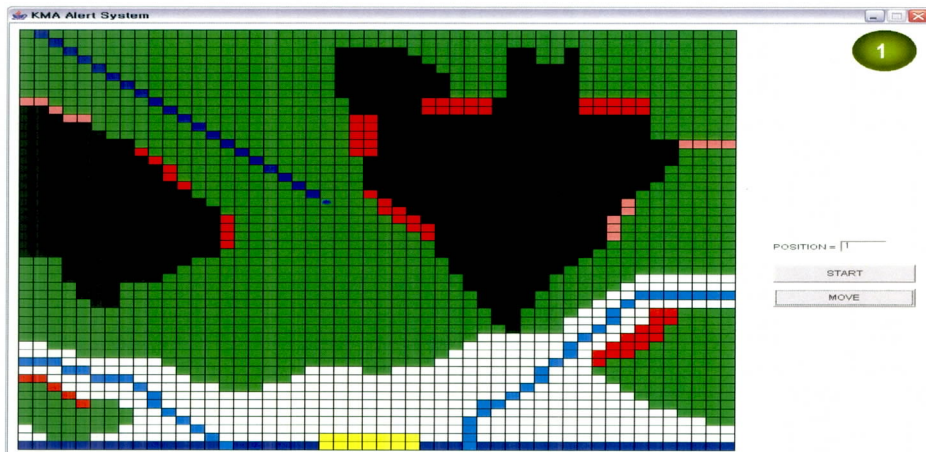
T-Test of mean difference = 0 (vs > 0): T-Value = 142.33 P-Value = 0.000

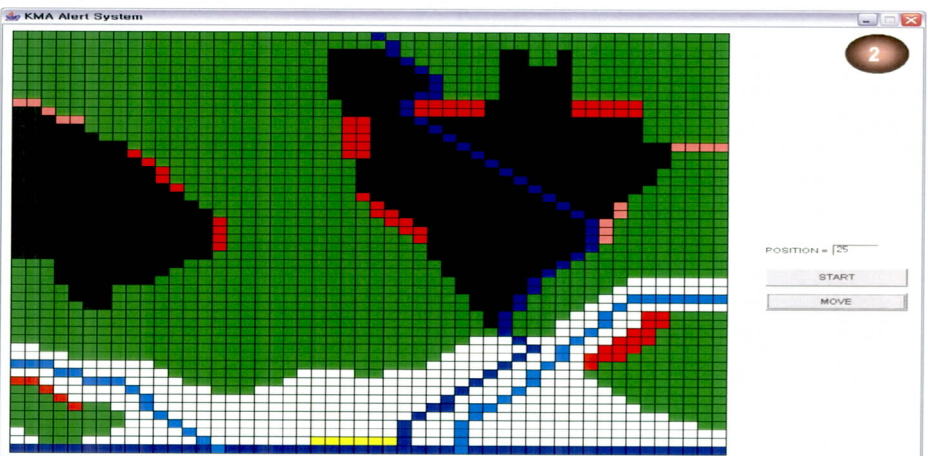
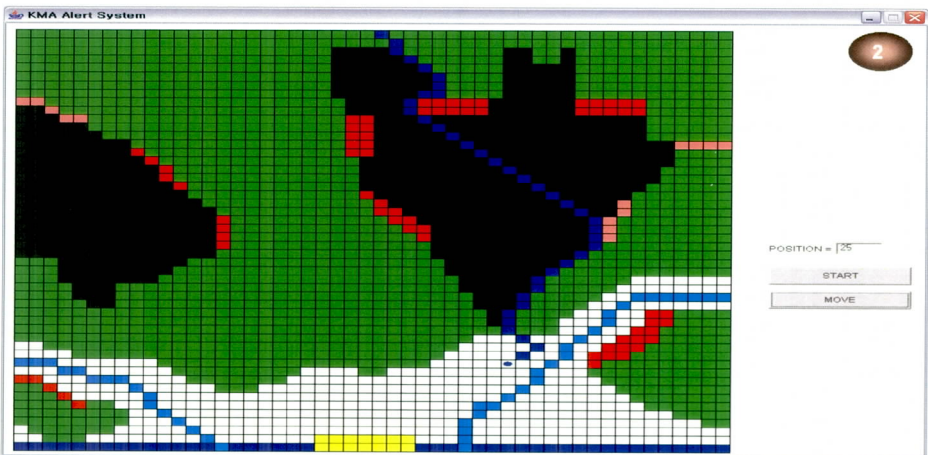
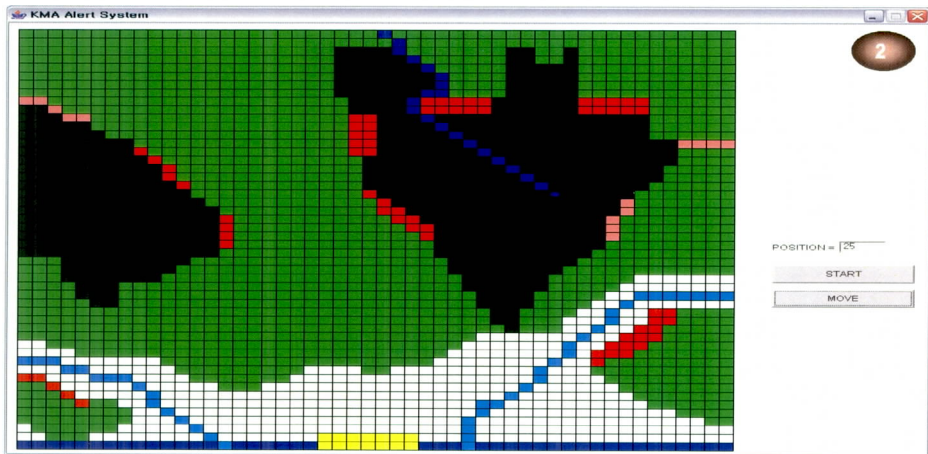
위의 가설검정을 위한 통계자료는 부록으로 첨부하였다.

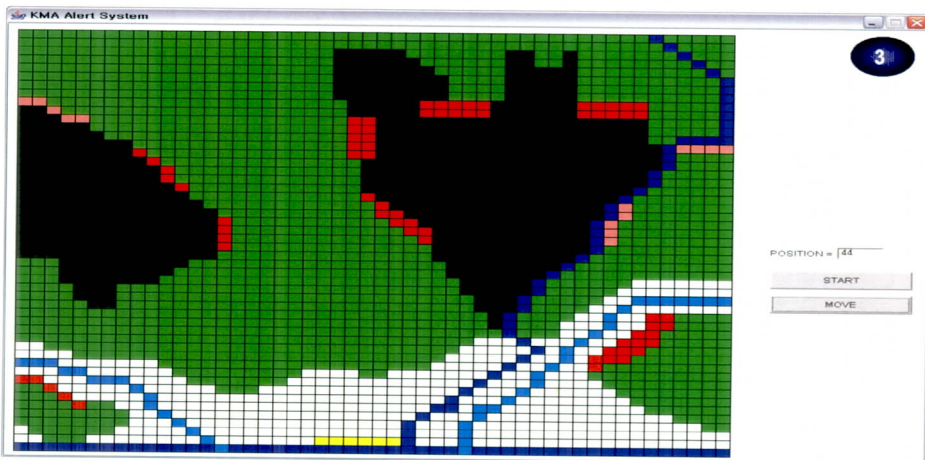
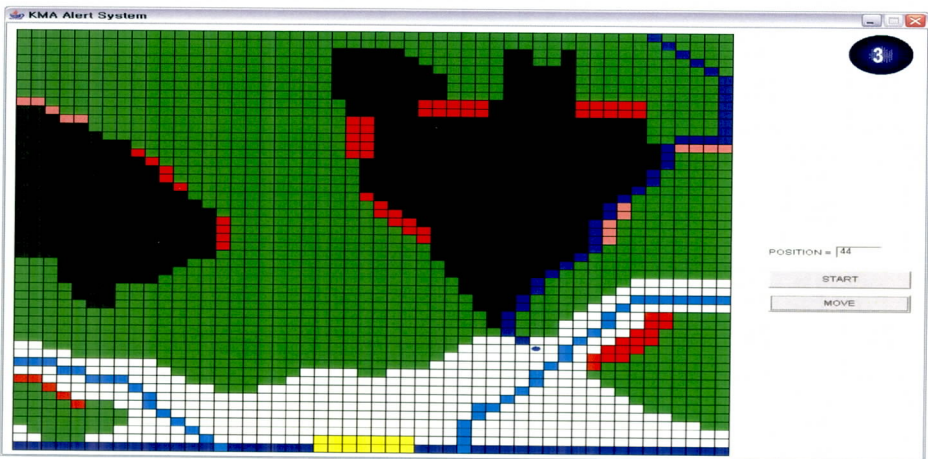
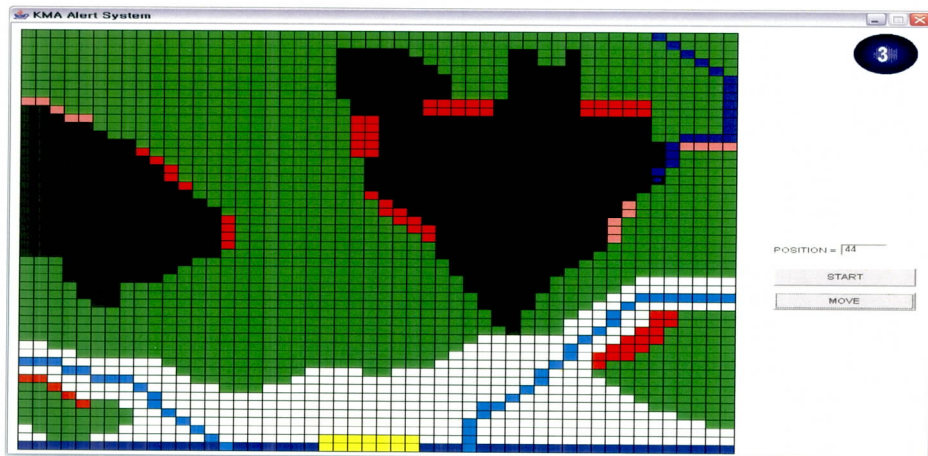
위의 실험은 동일한 지형 조건과 동일한 목표에 대하여 이루어졌다. 지형조건을 변화시키는 가운데 에이전트의 경로선정 변화와 목표를 변경시키는 가운데 경로선정의 변화를 실험한다면 더욱 의미있는 결과를 얻을 수 있을 것이다. 예측할 수 있는 것은 50개의 출발지점은 각각의 위치가 독립이므로 지형의 변화와 목표의 변화 까지도 실험이 가능했다고 볼 수 있는데 향후에 그 결과까지 제시하고자 한다.

4. 출력물

출발지점을 세가지로하여 각각의 이동로 표시를 각 세가지 화면으로 출력하였다. 다음 그림들은 그중에서 출발점을 좌측, 중앙, 우측으로하여 각각의 처음, 중간 그리고 마지막 단계를 보여주는 것을 제시하였다.







제 8 장 결 론

본 연구는 한국군의 현실과 발전된 미국 및 유럽 선진국과 비교하여 진단하고, 모델개발을 위한 지휘통제분야의 모의논리 방법론을 제시하였다. 특히 미군 모델의 영향으로 거의 교전분야 위주로 발전하고 있는 한국군의 현실에서 현대전, 미래전에 필요한 지휘통제분야 중 군의 의사결정과정인 부대지휘절차를 모의하는 지능형 에이전트의 모의논리에 대한 방법론을 제시한 것이다.

위게임에 적용할 수 있는 다중 에이전트로서 지휘통제 에이전트를 정의하고 기본구조를 제시하였으며 에이전트간 정보 흐름을 분석하였다. 또한 부대지휘절차를 분석하여 위게임에 적용가능한 분야와 곤란한 분야를 구분하였으며 이때 향후 연구가 필요한 부분을 제시하였다. 이는 전술교리를 단순화하여 향후 모델링하는 기초를 제공하였다.

기본구조에서 제시하는 에이전트별로 특성과 능력을 구체적으로 정의하고 구성되는 에이전트의 처리절차와 알고리즘을 구체적으로 연구하고 이중에서 계획수립 에이전트와 행동 에이전트에 대해서는 시뮬레이션을 통해 실현 가능성을 검증하고자 하였다.

부대지휘절차는 상황을 평가하여 가장 적절한 대안을 찾는 과정으로 지휘관 및 참모가 조직적이고 유기적으로 그 역할을 수행함으로써 신속하게 고려사항의 누락 없이 최선의 대안을 구하는 것이다. 이러한 부대지휘절차의 모델화 이후 이를 시뮬레이션 할 수 있는 모의논리를 제시함으로써 학계 및 연구분야 전문가와 군의 전술 전문가와의 의사소통에 미흡하나마 기여할 것으로 기대하며 한국군 독자적인 분석용 위게임 모델의 개발의 기초가 될 것이다.

또한 위게임 모델로서 개발된 부대지휘절차 시뮬레이션 모델은 현행 지휘통제체계인 C⁴I체계와 연계시에는 지휘통제절차의 속도를 가시적으로 단축시키면서 의사결정의 질을 향상시킬 것이다

본 연구는 문제제기의 시작으로 향후 많은 연구과제를 포함하고 있다. 한국군이 훈련용 위게임의 개발 수준에서 분석용 위게임 모델을 개발하기 시작하였고 특히 교전분야 이외의 전투양상을 모의하는 많은 분야에 대한 연구가 활발한 시점에 있기 때문에 더욱 관심이 필요한 분야이다.

향후 보다 깊은 연구가 필요한 분야는 에이전트별로 제시한 모의논리 분야에서 이를 위게임에 적용하는 데 필요한 심층깊은 이론적 알고리즘을 연구하는 분야와 본 연구가 제시한 에이전트와 모의논리를 위게임에 적용하여 구체적으로 보완해나가는 과정, 그리고 부대지휘절차를 모델화하기위해 조정하거나 부분 적용한 부분에 대한 검증과 보강이라고 할 수 있다.

이론적 알고리즘을 연구하는 분야는 학계와 연구기관의 영역으로 본 연구를 기초로 의사결정론에 관한 기존 연구를 적용하는 것이다. 불확실한 상황하에서 의사결정 기법이 이론적으로 많은 연구 성과가 있는데 이를 위게임 모델에 접목시켜 위게임 모델의 모의논리를 강화하는 분야이다. 특히, 베이지안 네트워크 이론, 신경망 또는 유전자 알고리즘, 준최적 필터링 등은 이론 특성상 지휘통제 에이전트의 능력을 확대시켜주는 이론적 배경이 될 것이다.

본 연구는 부대지휘절차를 적용하는 방안을 구체화 제시하였는데 방책수립, 방책선정 에이전트는 부대운용에 관한 전술적 적용을 필요로 하는 부분이다. 그 세부내용을 연구하면서 교리 적용분야를 비교적 단순화시키고자 하였으므로 이런 단순화가 타당한가하는 부분이다. 이는 많은 전문가들이 함께 토의해야 할 분야이다. 따라서 위게임 모델에 적용해서 모델을 개발하고 활용하면서 실제 사용한 결과를 가지고 토의가 이루어져야 할 것이다.

또한 부대지휘절차도 부분적으로는 규정한 순서대로 적용하지 않고 컴퓨터의 능력을 감안하여 통합과 생략이 포함되었다. 이 부분은 위게임 모델의 개발과정에서 모델링/프로그래밍 전문가들에 의해 연구되고 보강되어야 할 분야이다.

<참고 문헌>

[Bonabeau 2002] Eric Bonabeau, "Agent-based modeling : Methods and techniques for simulating human systems", *Adaptive Agents, Intelligence, and Emergent Human Organization: Capturing Complexity through Agent-Based Modeling* (May.14,2002), PNAS vol.99/suppl.3, pp.7280-7287, 2002.

[Bonabeau 2003] Eric Bonabeau et al., "Agent-based modeling for Testing and Designing Novel Decentralized Command and Control System Paradigms", *Modeling and Simulation and Network-Centric Application : 8th International Command and Control Resaearch Technology Symposium* (June.17 ~ 19,2003), Washington, DC, 2003.

[Carbonell 2000] J. G. Carbonell et. al., "Intelligent Agents VII : Agent Theories Architectures and Languages", *7th International Workshop ATAL 2000*, July 2000 Proceedings, New york : Springer, 2001.

[Carbonell 2001] J. G. Carbonell et. al., "Multi-Agent Systems and Applications", *9th ECCAI Advance Course, ACAI 2001*, New York ; Springer, 2001.

[Ferber 1999] Jacques Ferber, *Multi-Agent Systems An Introduction to Distributed Artificial Intelligence*, New York ; Addison Wesley Longman Limited, 1999.

[Glasow 2004] Priscilla A. Glasow, "How Cognitive and Behavioral Factors Influnce Command Control", *PHALANX* Vol. 37 No.1, p.1 pp.14 ~ 19, 2004.

[Gheorghe 1999] Gheorghe Paun & Arto Saloma, "Grammatical Models of Multi-Agent Systems", Amsterdam : Gordon & Breach Science Publishers, 1999.

[Hieb 2001] Michael R. Hieb & Ron Sprinkle, "Simulation Infrastructure for the DII COE Architecture : The Army Vision", *Simulation Interoperability Workshop*, Orlando, 2000.

[Hong 2006] Yoon G. Hong, "An Experimental Design with Combat Simulations for Finding Optimal Strategy", The 13th ROK-US Analysis Seminar Session 1, Seoul : KIDA,

[HQ U.S Army] HQ U.S Army, "FM 101-5, Staff Organization and Operations", HQ U.S Army, pp. 5-1 ~ 5-27.

[Kewley 2003] Robert Kewley & Larry Larimer, "An Agent-Based Modeling Approach to Quantifying the Value of Battlefield Information", *PHALANX* Vol. No. , pp.10 ~ 20, 2003.

[Kewley 2004] Robert H. Kewley, "Agent-Based Model of *AUFTRAGSTAKTIK* : Self Organization in Command &Control of Futer Combat Forces", *Proceedings of 2004 Winter Simulation Conference*, pp. 926 ~ 930, 2004.

[Konar 2000] Amit Konar, "Artificial Intelligence and Soft Computing : Behavioral Cognitive Modeling of Human Brain", New York : CRC Press, 2000.

[Korb 2004] Kevin B. Korb & Ann E. Nicholson, "Bayesian Artificial Intelligence", London : Chapman & Hall/CRC Press, 2004.

[Law 2000] Averill M. Law & W. David Kelton, "Simulation Modeling and Analysis", New York : McGraw-Hill, 2000.

[Loberg 1986] Gary Loberg & Gerald M. Powell, "Operational Military Planning : An Artificial Intelligence Approach", *Artificial Intelligence for Military Applications*, Washington D. C. : The Operations Research Society of America, pp. 27 ~ 55, 1986.

[Macal 2005] Charles M. Macal & Michael J. North, "Tutorial on Agent-Based Modeling & Simulation", *Proceedings of 2005 Winter Simulation Conference*, pp.2 ~ 15, 2005.

[Mason 2000] Colin R. Mason & James Moffat, "Representing The C² Process in Simulations : Modeling The Human Decision-Maker", *Proceedings of the 2000 Winter Simulation Conference*, pp. 940 ~ 949, 2000.

[Moffat 2006] James Moffat & S. Witty, "Initial Finfing on Global Behaviour of an Agent Based Combat Model : An Investigation of the ISSAAC Model", 2006.

[Moffat 2002] James Moffat, "Command and Control in the Information Age Representing its Impact", pp.36 ~ 37, London ; TSO, 2002.

[Müller 1996] Jörg P. Müller, "The Design of Intelligent Agents ; A Layered Approach", New York ; Springer, 1996.

[Lauren 2004] Michael Lauren, "Uses of Complexity Theory and Agent-based Models for Defence Analysis", *Asia-Pacific Military Operations Research Symposium VII 2004 May 11~13*, Seoul, 2004.

[Perram 1996] John W. Perram et. al., "Distributed Software Agent and Applications", *6th European Workshop on Modelling Autonomous Agents in Multi-Agent World, MAAMAW '94, August 1994 Proceedings*, New york : Springer, 1996.

[Parunak 1998] H. Van Dyke Parunak, "Agent Based Modeling vs. Equation-Based Modeling", *Proceedings of Multi-agent systems and Agent-Based Simulation (MABS'98)*, LNAI 1534, pp.10-25, 1998.

[Parunak 2006] H. Van Dyke Parunak et. al., , "A Model of Emotions for Situated Agents", *AAMAS '06, May 8-12, 2006, Hokkaido, Japan*, pp.993 ~ 995, 2006.

- [Robinson 2004] Stewart Robinson, "Simulation The Practice of Model Development and Use", New Jersey : Wiley, pp.77 ~ 94, 2004.
- [Russell 1995], Stuart J. Russell & Peter Norvig, "Artificial Intelligence : A Modern Approach", New Jersey ; A Simon & Schuster Company, pp. 31 ~ 33, 1995.
- [Ruth 2002] Brian G. Ruth, "Agent-Based Modeling of Network-Centric Battle Team Operating Within a Hostile Information Operations Environment", *Defense Analysis Seminar XI April 29 ~ May 2*, Seoul, 2002
- [Smith 1981] J. Q. Smith et. al., "The Analysis of Some Discontinuous Decision Process", *European Journal of Operational Research* 7, London ; North-Holland Publishing Company, pp. 30 ~ 43, 1981.
- [Trappl 1986] R. Trappl, "Impacts of Artificial Intelligence", Amsterdam : Elsevier Science Publishers, 1986.
- [Vally 1999] Jean-Dany Vally , "A Conceptual "Role-Centered" Model for Design of Multi-Agent Systems" *Multiagent Platform*, Vol 1599, New York ; Springer-verlag, 1999.
- [Wiebe 2001] Wiebe van der Hoek, "Logical Foundation of Agent-Based Computing", *Multi-Agent Systems and Applications, 9th ECCAI Advance Course, ACAI 2001*, New York ; Springer, 2001.
- [Wooldridge 1995] Michael Wooldridge & Nicholas R. Jennings, "Intelligent Agents : Theory and Practice", *The Knowledge Engineering Review*, vol.10(2) pp.115 ~ 152, 1995.
- [Yang 2005] Ang Yang et.al., "Network Centric Multi-Agent Systems : A Novel Architecture", *ALAR Technical Report Series* ,Australia, The Artificial Life and Adaptive Robostics Laboratory : 2005

- [강진식 2004] 강진식, 「지능로봇 : 지능 에이전트를 기초로 한 접근방법」, 『퍼지 및 지능시스템학회 논문지 2004』 Vol.14 No.4, 서울 ; 퍼지 및 지능시스템 학회, pp. 457 ~ 467, 2004.
- [권경엽 2003] 권경엽 조중선, 「유전자 알고리즘을 이용한 무장할당」, 『퍼지 및 지능시스템학회 논문지 2003』 Vol.13 No.5, 서울 ; 퍼지 및 지능시스템 학회, pp. 539 ~ 544, 2003.
- [고 원 2004] 고원 외, 『C⁴ISR 효과분석 모델 도입·실용화』, 서울 ; 한국 국방연구원, pp. 45 ~ 46, 2004.
- [김진우 2004] 김진우 외, 『한국형 전구급 분석모델 개발 사전연구』, 서울 ; 한국 국방연구원, pp. 46 ~ 47, 2004.
- [김의순 2003] 김의순 외, 『전술 C⁴I 체계의 의사결정지원체계 연구』, 서울 ; 한국 국방연구원, 2003.
- [김충영 2004] 김충영 외, 『군사 OR 이론과 응용』, 서울 ; 도서출판 두남, p.983, 2004.
- [김희수 2006] 김희수 외, 「근접전투 손실평가를 위한 에이전트 기반 대 방정식 기반 Modeling 방법 비교분석」, 『2006 추계 학술대회 발표 논문집 1분과 : IT 응용』, 서울 ; 공군본부 국방경영분석학회, 2006.
- [국과연 2003] 국방과학연구소, 『이라크전에 등장한 무기체계 분석』, 대전 ; 국방 과학연구소, 2003.
- [권용수 2000] James F. Dunnigan 저 권용수 외 역, 『미래의 전장과 디지털 전사 안보총서 89』, 서울 ; 국방대학교 안보문제연구소, pp.410 ~ 415, 2000.
- [배상진 2003] 배상진, 「국방 M&S를 적용한 시험평가 발전방안 연구」, 『군사평론 362호』, 대전 ; 육군대학, pp. 193 ~ 233, 2003.
- [오명호 2004] 오명호 김상태, 『인공지능을 이용한 최적의 소부대 기동로 선정』,

서울 ; 육군사관학교 화랑대 연구소, 2004.

[유병주 2005] 유병주 외, 「국방 M&S를 활용한 훈련체계 혁신방안」, 『국방정책 연구 68호』, 서울 ; 한국국방연구원, pp. 67 ~ 93, 2005.

[육군본부 2005] 육군본부, 『야전교범 0-1 전술』, 대전 ; 육군본부, 2005.

[육군본부 2003] 육군본부, 『야교 101-1 지휘관 및 참모업무』, 대전 ; 육군본부, 2003.

[윤상윤 2004] 윤상윤, 『한국 합참의 M&S Road Map』, The 5th ROK-US DM&S Workshop April 16 ~17 2004, 서울 ; 한국 국방연구원 OUSD(AT&L) U.S.A, 2004.

[윤정환 2005] 윤정환, 「적시적인 결심능력 향상을 위한 제언」, 『군사평론 377호』, 육군대학, pp. 101 ~ 118, 2005.

[이동준 1992] 이동준, 「C³I 시스템 구축을 위한 이용자 요구분석모형」, 대구 ; 경북대학교, pp.50 ~ 58, 1992.

[이동준 2004], 이동준, 「C⁴ISR 효과분석모델 운용방안」, 『합동 M&S 발전세미나』, pp. 19 ~ 34, 2004.

[이동준 2005], 이동준, 「첨단 기술 조기 전력화 방안」, 『국방과 기술 제 312호』, pp. 64 ~ 73, 2005.

[이동준 2005] 이동준, 「위게임 모델을 활용한 전술교육 발전방안」, 『군사평론 374호』, 대전 ; 육군 대학, pp.115 ~ 135, 2005.

[이재호 2000] 이재호, 「에이전트 시스템의 연구 및 개발동향」, 『정보과학회지 제 18권 제5호』, 서울 ; 정보과학회, pp.4 ~ 6, 2000.

[이재호 2005] 이재호, 「에이전트 시스템의 개요와 C⁴ISR체계 응용」, 『육군본부 세미나 (2005. 5. 9)』, 2005.

- [정덕성 2005] 정덕성, 「전술제대의 전장구분에 대한 소고」, 『군사평론 377호』, 대전 ; 육군대학, pp.68 ~ 100. 2005.
- [조영임 2003] 조영임, 『인공지능시스템』, 서울 ; 홍릉과학출판사, p.360, 2003.
- [주은식 1994] T. N. Dupuy 저 주은식 역, 『전쟁의 이론과 해석』, 서울 ; 도서출판 한원, p. 8, 1994.
- [최종호 1999] T. N. Dupuy 저 최종호 정길현 역, 『패전분석』, 서울 ; 삼우사, p.368, 1999.
- [최중민 2000] 최중민 외, 『인공지능 ; 지능형 에이전트를 중심으로』, 서울 ; 사이텍미디어, 2000.
- [하대덕 1986] 하대덕, 『전장원리론』, 서울 ; 문선사, 1986.
- [한학용 2005] 한학용, 패턴인식개론, 서울 : 한빛미디어, 2005.
- [합참 1993] 클라우제비츠 저, 합동참모본부 역, 『전쟁론(상)』, 서울 ; 합동참모본부, p.27, 1993.
- [합참 2003] 합동참모본부, 『이라크 전쟁 종합분석』, 서울 ; 합동참모본부, pp.48 ~ 69, 2003.
- [합참 2004] 합동참모본부, 『위게임 모델 소개』, 서울 : 합동참모본부, pp. 9, 2004.

<부 록>

행동 에이전트 기동 결과

[illegible]

ABSTRACT

Agent Based Modeling & Simulation for Command and Control

Dong-Joon Lee

Ret. Colonel, Army

Major in Industrial Engineering

Dept. of Industrial and Systems Engineering

The Graduate School of

Hansung University

Conflicts have been occurred all around the world and are being continued or prepared for the war. It is known that the heart of war execution capability is command and control. Some combat simulations were used partially in planning the operations, analysis of combat power, and computer aided training with the US Forces in Korea since the 1970s. During the 1980s, the highly advanced war game model had been introduced and continued to extend rapidly up to present.

This paper considers a comparative study of the present defense modeling & simulation in Korea, US, and Europe. The study also exhibits both logic and methodology of the command and control procedure in modeling a combat situation. In particular, it presents both structure and architecture of the intelligent agent which substitutes for troop leading procedure, military decision making process. The methodology is necessary for the Korean military to be prepared for modern and future warfare since most of the war game simulations are not centered command and control but engagement.

The US war game models applied in Korea considered the Lanchester equations which simply depend on the firepower values and scores. The results have been ineffectively used in the command and control system or in the area of information monitoring system. An analytical war game model should be able to produce the results and analyze them in a given short period time. In other words, a tremendous amount of effort is required when the computer does not do automated internal application.

The Korean Army uses the troop leading process for the effective command and control. Accordingly, this study tried to model a troop leading process and develop a logical way in order to upgrade the command and control system with intelligent agent. The entire troop leading process as military decision making process was analyzed from the viewpoint of command and control agent application and logics and algorithm of the command and control was shown in detail.

The study also investigated the experimental program from a representative planning agent, and then an action agent is executed for simulation. Finally, the results are analyzed. The troop leading process involves finding the optimal alternative plan to the commander and staffs in order to accomplish their roles. Both modeling the troop leading process and developing the logic which can be used for simulation would become a foundation for the future advanced war game models.

The current C4I system focuses situation awareness and message send in current. Since it is not so easy to find suitable functions of simulation for command and control in current war game models, the proposed intelligent agent based modeling & simulation may help in making a decision at the battlefield as a military decision support system.

감사의 글

그동안 살아온 세월 중에 가장 바쁘게 지난 올 한해가 저물어갑니다.

군 생활을 마무리하는 생각으로 시작했던 공부는 날이 갈수록 감칠 맛을 주었고 여러 가지 일들을 같이 해나가는 가운데 그 보람은 더욱 신나게 하는 힘이 되었습니다. 때로는 힘들어 웃기도 했고, 때로는 쉬고 싶기도 했지만 이제 인쇄를 넘기며 내 일은 푸욱 잠잘 수 있을 것 같습니다.

오늘의 결과는 사실 홍윤기 교수님의 정열, 고 원 박사님의 애정 덕분이었습니다. 산업공학과 이재득 위남숙 교수님, 세종대 윤석준 교수님의 자상하신 지도와 육사 오명호 교수님의 적극적인 후원으로 빛이 났습니다. 석사/박사과정 후배들에게도 감사를 드립니다.

다 늦게 무슨 공부냐고 하는 분들도 있었지만 아내는 언제나 용기와 격려를 주었고 가까워서 겪는 모든 불편을 감수하였기에 여기까지 왔습니다. 어머님, 장모님 홀로 되셔셔도 즐거운 삶을 당신들 손수 건강하게 꾸려가시니 너무 감사드리고 아버님 장인어른 멀리서 저를 지켜주심에 이 연구를 올립니다.

믿음직스럽고 자랑스럽게 군생활을 잘하는 아들과 곳곳하게 자신의 뜻을 다지며 올 한해 같이 고생한 딸에게 아빠의 학위가 앞으로 살아가는 데 조그만 힘이 되기를.

짧지 않은 군생활 동안 훌륭하신 선배님들로부터 배운 것들이 넘어질 때마다 일어서게 하였습니다. 사랑을 받고도 기대에 미치지 못했지만 부끄러워하지 않도록, 새로운 인생을 설계하도록 용기를 주신 분들을 기억하며 감사를 드립니다.

새롭게 시작하는 사회생활.... 아직은 신입생이지만 그래서 더욱 희망과 포부를 가지고 정진할 수 있도록 쉽게 좌절하지 않도록 천천히 그러나 반드시 성공할 수 있도록 도와주시는 우리 회사 Nexlfuture 분들에게도 감사를 드립니다.

학교를 핑계로 소홀해졌지만 늘 미소와 칭찬으로 푸근하게 해주시는 성당 식구들, ME 가족들에게도 주님의 은총을 기원합니다.

2006년 겨울 이 동 준 드림