

碩 士 學 位 論 文
指 導 教 授 洪 允 基

확률과정 전투 네트워크
시뮬레이션 연구

A Simulation Study of Stochastic Combat Networks

2 0 0 8 年 6 月 日

漢 城 大 學 校 大 學 院
產 業 시스템 工 學 科
產 業 시스템 工 學 專 攻
閔 鉉 峻

碩 士 學 位 論 文
指 導 教 授 洪 允 基

확률과정 전투 네트워크 시뮬레이션 연구

A Simulation Study of Stochastic Combat Networks

위 論文을 産業시스템工學 碩士學位論文으로 提出함

2 0 0 8 年 6 月 日

漢 城 大 學 校 大 學 院
產 業 시스템 工 學 科
產 業 시스템 工 學 專 攻
閔 鉉 峻

閔 鉉 峻의 産業시스템工學 碩士學位論文을 認准함

2008年6月 日

심사 위원장 노 광 현 

심 사 위 원 손 영 화 

심 사 위 원 홍 윤 기 

목 차

I. 서론	1
제1절 연구 배경	1
제2절 연구 목적	3
제3절 연구 내용	4
제4절 연구 구성	5
II. 전투 네트워크 모형 설계	6
제1절 전투 네트워크 모형 개념	6
제2절 모형 구조 설계	8
제3절 모형 범위 설계	10
제4절 모형 프로세스 설계	18
III. 전투 네트워크 모형 구현	25
제1절 구현 방법	25
제2절 구현 결과	26
IV. 전투 네트워크 결과 분석	29
제1절 교전 시나리오 설정	29
제2절 이동 규칙에 따른 전투결과 분석	32
제3절 이동 규칙 혼합 여부에 따른 전투결과 분석	38
제4절 네트워크 여부에 따른 전투결과 분석	41
V. 결론 및 향후 연구	44
참고 문헌	45
ABSTRACT	46

표목차

<표 2-1> 전투 네트워크 모형 입력자료	11
<표 2-2> 전투 네트워크 모형 출력자료	12
<표 2-3> 전투 네트워크 모델 범위	13
<표 2-4> 전투 네트워크 모형 수준	14
<표 2-5> 노드 교전 종료 조건	15
<표 2-6> 전투 네트워크 모형 이동 규칙	16
<표 2-7> 타 노드 이동 우선순위	16
<표 4-1> 교전 사나리오 관련 노드별 무기체계	30
<표 4-2> 교전 사나리오 관련 무기체계 속성	31
<표 4-3> 이동 규칙에 따른 전투 결과	37
<표 4-4> 단일 및 혼합 이동 규칙	38
<표 4-5> 혼합 이동 규칙 전투 결과	39
<표 4-6> 이동 규칙 별 평균 종료시간 결과	40
<표 4-7> 단일 이동 규칙 전투와 비 네트워크 전투 결과	42
<표 4-8> 혼합 이동 규칙 전투와 비 네트워크 전투 결과	42

그림 목차

[그림 2-2] 전투 네트워크 모형 개념(가장 가까운 노드로 이동)	6
[그림 2-2] 전투 네트워크 모형 개념(아군 가장 적은 노드로 이동)	7
[그림 2-3] 전투 네트워크 모형 구조	8
[그림 2-4] 잔여 병력에 따른 규칙 흐름도	17
[그림 2-5] 시뮬레이션 준비 프로세스	18
[그림 2-6] 이동 규칙 설정 프로세스	19
[그림 2-7] 사격분포 편집 프로세스	20
[그림 2-8] 무기체계 편집 프로세스	21
[그림 2-9] 무기체계 배치 설정 프로세스	22
[그림 2-10] 시뮬레이션 실행 프로세스	23
[그림 3-1] 전투 네트워크 모형 U/I	26
[그림 3-2] 이동 규칙 설정	27
[그림 3-3] 무기체계 편집 U/I	27
[그림 3-4] 사격분포 추가 U/I	28
[그림 4-1] 각 노드별 전투 무기체계 배치	32
[그림 4-2] 네트워크 교전 상황(노드 간 거리에 따른 이동) - 1	33
[그림 4-3] 네트워크 교전 상황(노드 간 거리에 따른 이동) - 2	34
[그림 4-4] 네트워크 교전 상황(노드 간 거리에 따른 이동) - 3	35
[그림 4-5] 네트워크 교전 상황(노드 간 거리에 따른 이동) - 4	36
[그림 4-6] 이동 규칙 별 평균시간 결과	39
[그림 4-7] 비 네트워크 전투 무기체계 배치	41

제1장 서론

제1절 연구 배경

인류문명사회는 인류가 도래한 이후 계속하여 변화하고 발전해왔다. 과거에 비해 현재 우리의 삶은 제조기술, 수송기술, 정보통신기술 등 여러 분야에 걸쳐 변화, 발전해 왔으며 현 정보문명사회에 살고 있는 우리들은 그러한 발전과정을 대중매체나 미디어를 통하여 직·간접적으로 경험하고 있다.

국방문제와 관련된 군사 분야는 지휘통제 네트워크 체계, 정보·감시·정찰체계, 무기체계 등의 분야에서 발전이 이루어졌다. 지휘통제 네트워크와 관련하여 지휘통제 정보공유의 신속성, 통합성을 보장하는 C4I체계(Command, Control, Communications, Computer and Intelligence), 정보·감시·정찰·무기체계와 관련하여 전자파 사용과 관련된 전자전(Electronic Warfare), F-22, 스텔스기 등은 군사 분야 발전의 산물이라 할 수 있다.

이러한 군사기술의 발달과 함께 전투 모형, 전쟁 개념, 이론도 또한 발전하였다. 과거 전투 모형에 관한 연구들로는 Lanchester에 의해 제시된 결정적 모형(Deterministic Lanchester Model, DL)에서부터 확률적 개념의 도입이 시도된 지수모형(Exponential Lanchester Model, EL), 사격시간의 분포를 임의로 가정한 확률적 모형(Stochastic Lanchester Model, SL)이 있다.(Bathe, 1988 : 21-29)

위 모델들 중 SL모델은 DL, EL모델과 비교하여 사격시간에 대한 분포를 임의로 가정하였다는 데에 큰 의의가 있다. SL모델에 대한 해석적 연구는 비록 해석적 개념 하에 수식표현의 시스템의 복잡성 때문에 현실적인 가능성 부분에 있어서 유효한 해석적이고 수치적인 답안을 이끌어내는 데에는 실패하였다.(홍윤기, 1989) 그러나 대규모는 아니지만 작은 단위의 전투에 대한 해석해를 통하여 여러 개의 소규모 전투들에 대한 중요성과 서로 간

네트워크에 대한 가능성을 제시하였다.

군사 전문가들은 위의 견해를 바탕으로 전투는 네트워크 시스템이라는 것을 중시하기 시작하였다. 과거 모델의 전투는 대단위로 가시거리 안에서 발생한다고 가정하였다. 그러나 실제 전투는 네트워크 시스템에 의해 전투는 지형, 기후, 장비 등 여러 요인에 의해 여러 개의 소규모 전투들이 통합적으로 연계하여 운영된다고 가정하기 시작하였다.(Rowland, 1984)

네트워크 시스템의 중요성을 입증하기 위한 선행 연구로서 두 노드의 1:1 전투를 네트워크 개념과 화력분배를 도입하여 해석해를 구한 연구(홍윤기, 1998), 분산 시뮬레이션 환경을 도입하여 각 노드에서 일어나는 전투 정보를 모든 노드에서 상호 참고하여 전투가 이루어지도록 모델을 설계한 연구 등이 있었다.(홍윤기, 1999) 이러한 연구들은 종래의 연구들과 비교하여 전투에서 승리할 확률, 생존자 수 등에 있어서 차이가 있음을 쉽게 발견할 수 있다.

제2절 연구 목적

네트워크 시스템에 관련하여 해석적 기법과 시뮬레이션 기법을 통한 여러 연구들이 있었다. 그러나 기존 연구들 중 네트워크 전투 요소 중 병력의 이동에 대한 연구는 미약하였다. 선행 시뮬레이션 연구였던 DISCSIM model의 경우 노드 간 병력 이동에 있어서 단순히 노드의 순번에 의한 다음 노드(1번→2번→3번)로 이동함에 의해 교전이 이루어지도록 하였다. 이는 실제 소규모 전투들 간 이동에 있어서 현실성을 제대로 반영하지 못하였다고 할 수 있다.

이와 같은 배경으로 본 연구는 기존 모델이나 연구보다 실제 전투에 가까운 전투 네트워크 시뮬레이션 모형을 만들기 위해 소규모 전투들 간 병력의 이동 부분과 관련하여 예상되는 이동 규칙을 설정하였다. 이를 토대로 구현한 모형과 모의실험을 위해 설정한 교전 시나리오를 통하여 우선, 설정한 ‘이동 규칙에 따른 전투 결과 차이’를 알아본다. 다음으로, 설정된 이동 규칙에 대한 혼합 여부를 통하여 ‘이동 규칙 혼합 여부에 따른 전투 결과 차이’를 비교한다. 마지막으로, ‘네트워크 전투와 비 네트워크 전투 결과 차이 비교’를 통하여 전투에 대한 네트워크 시스템의 중요성과 당위성을 알아보는데 목적을 둔다.

제3절 연구 내용

본 연구는 대규모 병력을 여러 소규모 노드로 나누어 서로 간 이동 규칙에 따른 네트워크 전투가 이루어지도록 설계 및 구현하며, 이를 토대로 본 연구의 중점사항인 이동 규칙에 따른 전투 결과에 대해 알아본다.

본 연구는 기존 연구들을 토대로 사격분포는 확률과정을 따르도록 하였으며, 보다 현실적인 전투를 위하여 병력의 위치와 배치 그리고 더 실제적인 교전상황을 보이주기 위해 (X,Y)좌표개념을 도입하고 적군과의 거리에 따른 명중률(Probability of Hit)을 도입하였다. 또한 본 연구의 중요사항인 노드 간 병력 이동을 위해 예상되는 이동 규칙을 설정하였다. 마지막으로 이종(Heterogeneous)의 무기체계에 대한 전투가 이루어지도록 설계하였다.

위의 설계를 바탕으로 구현된 전투 네트워크 모형을 토대로 부대배치와 무기체계 속성에 대한 교전 시나리오를 설정하고 이동 규칙만을 달리하여 ‘이동 규칙에 따른 전투 결과’와 ‘이동 규칙 혼합 여부에 따른 전투 결과’에 대해 비교 및 분석한다. 또한, 이동 규칙에 따른 전투와 전체 전투 규모는 같으면서 단일 노드에서만 전투가 이루어지도록 한 비 네트워크 전투를 통하여 ‘네트워크 전투와 비 네트워크 전투 결과’를 비교 및 분석한다.

전투 결과 분석은 교전 시나리오에 따른 모의실험을 통하여 승리한 진영과 각 진영의 생존자 수 등에 대한 통계량들의 비교를 통해 알아본다.

본 연구는 문제의 복잡성과 해를 구해내는 부분에 있어서 난이도를 고려하여 시뮬레이션 기법을 사용하였다. 이를 위하여 복잡성은 줄이고 신뢰성은 높일 수 있는 C++언어를 사용하며, 무기체계와 관련하여 DB(Database)와 교전 진행을 눈으로 확인하기 위해 MFC(Microsoft Foundation Class)를 사용하였다.

제4절 연구 구성

본 연구는 다음과 같이 다섯 장으로 구성되어 있다.

제 2장은 구현하고자 하는 전투 네트워크 모형 설계 부분이다. 1절에서는 구현하고자 하는 전투 네트워크 모형이 무엇인지 알아보는 모형 개념 부분이며, 2절에서는 모형 구현에 있어서 어떠한 구조로 할 것인지 알아보는 모형 구조 설계 부분이다. 3절에서는 모형 구현에 필요한 모형 범위 및 수준, 노드 교전 종료 조건, 이동 규칙에 대해서 설명하며 4절에서는 모형 시뮬레이션 프로세스 절차에 대해서 기술한다.

제 3장에서는 2장을 토대로 1절에서는 전투 네트워크 모형 구현 방법, 2절에서는 구현된 전투 네트워크 모형 U/I에 대해서 기술한다.

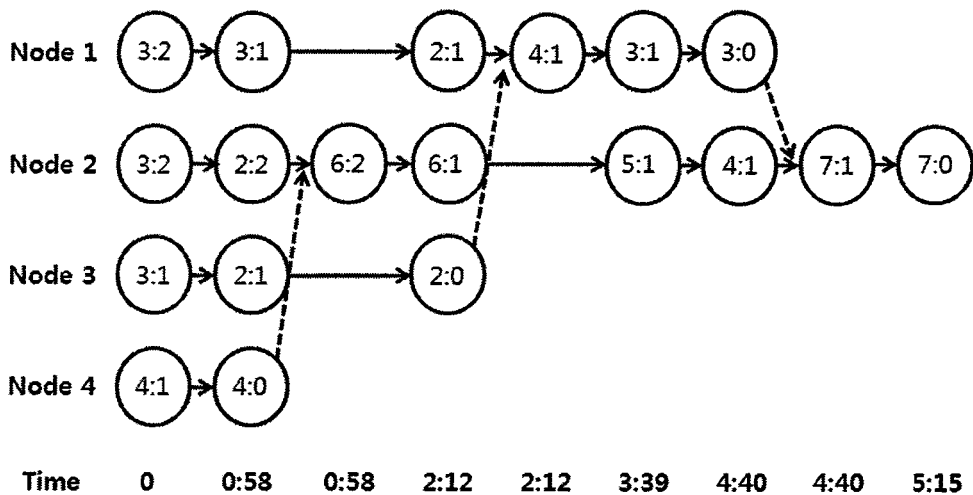
제 4장에서는 앞에서 구현한 모형을 토대로 교전 시나리오 설정 후 그에 따른 ‘이동 규칙에 따른 전투 결과’와 ‘네트워크와 비 네트워크 전투 결과’, ‘단일 이동 규칙과 혼합 이동 규칙 전투 결과’를 비교, 분석한다.

마지막으로, 제 5장에서는 본 연구의 결론 및 향후 연구에 대해 제시한다.

제2장 전투 네트워크 모형 설계

제1절 전투 네트워크 모형 개념

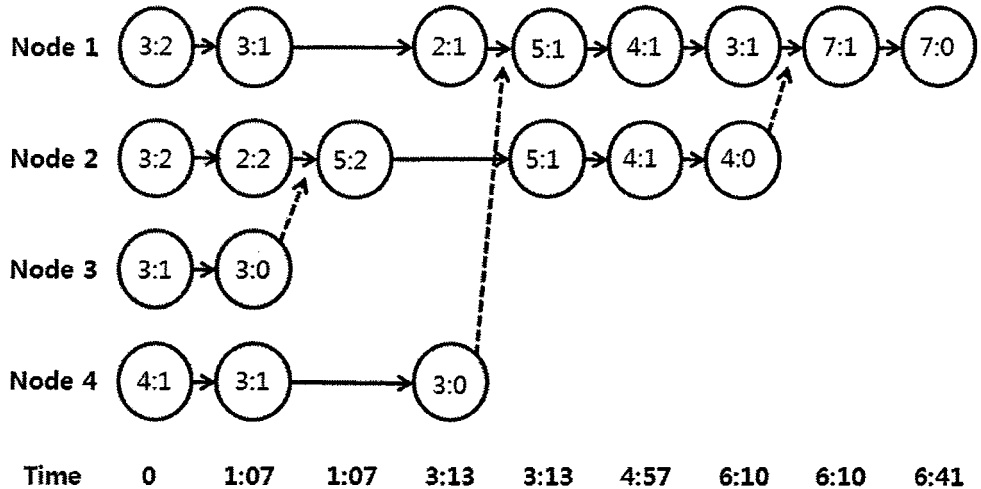
전투 네트워크 모형은 하나의 대규모 전투가 공격과 방어 진영 각각 소수의 전투원들이 참여하는 여러 개의 소규모 전투들로 나누어 발생하는 전투 모형을 의미한다.



[그림 2-1] 전투 네트워크 모형 개념(가장 가까운 노드로 이동)

[그림 2-1]은 본 연구에서 중점사항으로 다루는 이동규칙에 따른 전투 네트워크 모형에 대한 예시로서 가장 가까운 노드로의 잔여 병력이동을 적용한 경우이다. 총 전투 규모는 청군 : 홍군 = 13 : 6로서 4개의 노드에 병력을 3 : 2, 3 : 2, 3 : 1, 4 : 1로 분리, 배치하였다. 전투시작 후 시간이 58초가 되었을 때, Node 4의 교전은 종료되고 청군의 잔여병력(4명)은 가장 가까운 노드(Node 2)로 이동, 아군과 합세하고 교전은 다시 시작된다. 마찬가지로 시간이 2분12초, 4분40초가 되면, Node 3, 1의 교전은 종료되고 Node 3, 1

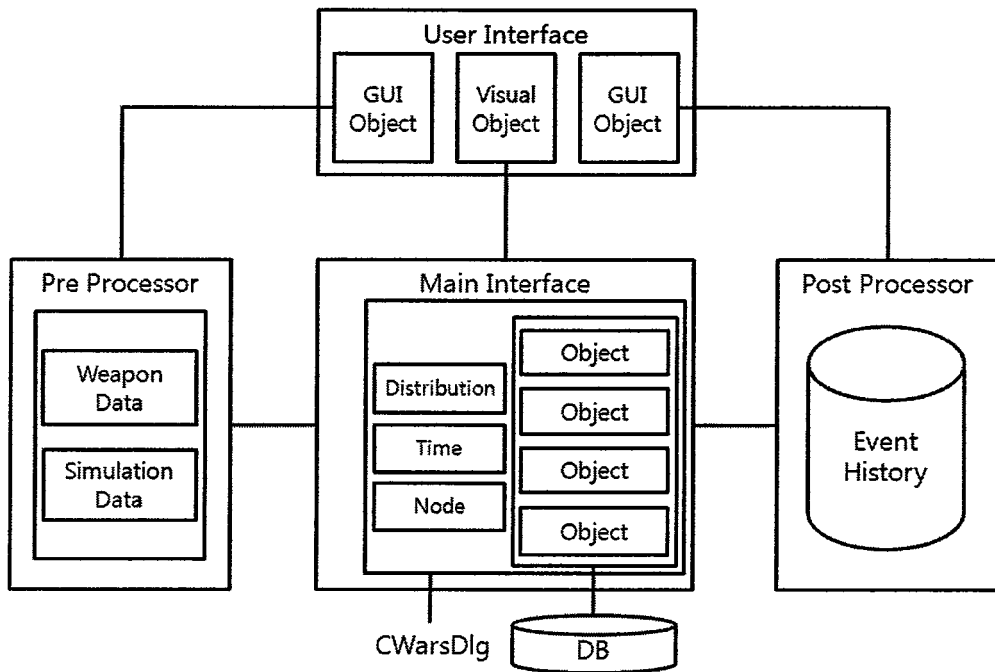
각각의 청군 잔여병력(2명, 3명)은 이동규칙에 따라 Node 2로 이동, 합세한다. 5분15초가 되면 전체 전투는 종료되며 이 전투의 승리 진영은 청군이며 7명이 생존하였음을 알 수 있다.



[그림 2-2] 전투 네트워크 모형 개념(아군 가장 적은 노드로 이동)

[그림 2-2]는 아군 잔여 병력이 가장 노드로 이동하도록 설정된 전투 네트워크 모형 개념이다. 전투시작 후 시간이 1분7초가 되었을 때, Node 3의 교전은 종료되며 청군의 잔여병력(3명)은 아군 수가 가장 적은 노드(Node 2)로 이동, 아군과 합세하고 교전은 다시 시작된다. 마찬가지로 시간이 3분13초, 6분10초가 되면, Node 4, 2의 교전은 종료되고 Node 4, 2의 청군 잔여병력(3명, 4명)은 Node 1로 이동, 합세한다. 6분41초가 되면 전체 전투는 종료되며 이 전투의 승리한 진영은 청군이며 7명이 생존하였음을 알 수 있다.

제2절 모형 구조 설계



[그림 2-3] 전투 네트워크 모형 구조

전투 네트워크 모형 구조는 위 [그림 2-3]에서 보는 바와 같이 전 처리부 (Pre-Processor), UI(User Interface), 주 처리부(Main Processor), 데이터베이스(DB) 및 후 처리부(Post Processor)로 이루어져 있다.

전 처리부는 UI를 사용하여 네트워크 교전에 필요한 데이터를 입력 및 설정한다. 입력 데이터는 크게 3가지로서 개체 데이터, 필드 데이터, 이동 데이터, 시뮬레이션 데이터로 나눌 수 있다. 무기체계 데이터는 무기체계와 관련된 데이터이고 시뮬레이션 데이터는 시뮬레이션 실행 및 실험 횟수에 관한 데이터이다.

전 처리부에서 사용자 데이터 입력을 위한 메뉴, 작업영역, 대화상자 등으로 이루어지는 GUI는 시뮬레이션 실행간 실시간으로 교전 상황을 보여준

다.

주 처리부는 본 모형의 핵심 부분으로서 무기체계 관련 값들과 사격분포, 교전 시간 등 전투 네트워크를 위한 전반적인 교전을 집행하는 역할을 한다.

데이터베이스는 교전에 필요한 각종 무기체계 자료들의 저장 장소로 전 처리부와 데이터베이스 내에서 입력 된 자료이다. 후 처리부는 주 처리부에 서 실행된 시뮬레이션 결과 데이터를 저장한다.(최상영, 1999 :44-47)

제3절 모형 범위 설계

충실도 높은 전투 네트워크 모형을 만들기 위해서는 모형의 범위 및 수준을 정확히 정의하고, 결정하는 것이 중요하다. 여기에서는 입·출력 자료와 그와 관련된 요소들의 수준에 대해 기술한다.

1. 입·출력 자료

입력자료(input data)는 시뮬레이션을 수행하기 위해 사용자가 개체, 환경 등과 관련된 자료를 입력하거나 또는 시뮬레이션 모드(mode)를 설정하는 것이다.

본 모형 입력 자료는 크게 3가지로 진영, 무기체계, 환경으로 나뉜다. 진영은 교전을 하는 그룹으로 청군과 홍군 중 택일하며 교전에 필요한 무기체계는 선택하여 노드에 배치한다. 무기체계는 교전에 필요한 유효사거리, 거리별 명중률(PH), 사격형태 등에 대하여 입력한다.

거리별 명중률은 더 실제적인 교전을 위한 적과 거리에 따른 명중률의 변화로서 무기체계에 상관없이 5등분 한다. 예를 들어, K2 유효사거리(Effective Range)가 250m, 명중률(PH)이 0.7이라 하면, 적과의 거리가 0m~50m, 50m~100m, 100m~150m, 150m~200m, 200m~250m일 때의 명중률(PH)을 0.1, 0.3, 0.4, 0.5, 0.7로 입력하여 적과의 거리에 따른 명중률을 다르게 한다.

사격 형태는 직접 사격(Direct firing)과 지역 사격(Area firing)으로 나뉜다. 직접 사격은 소총과 같은 한 대상에 대해서만 사격이 되는 무기체계를 말하며, 지역 사격은 유탄발사기와 같은 한 번의 사격으로 인하여 목표물 주위에 까지 영향을 미치는 사격을 의미한다.

환경부분은 시뮬레이션 종료와 관련된 부분으로 반복 여부와 반복 횟수를 입력한다.

<표 2-1> 전투 네트워크 모형 입력자료

구 분		내 용
진 영	청군과 홍군	청군/홍군 중 택일
	무기체계	교전을 위해 사용할 무기체계 선택
무기체계	무기체계 명	무기체계 이름
	유효사거리(ER)	무기체계 유효사거리
	명중률 (PH)	ER×0.8 적군과 거리(ER×0.8~ER)일 경우 명중률
		ER×0.6 적군과 거리(ER×0.8~ER×0.6)일 경우 명중률
		ER×0.4 적군과 거리(ER×0.8~ER×0.8)일 경우 명중률
		ER×0.2 적군과 거리(ER×0.8~ER×0.8)일 경우 명중률
		ER×1.0 적군과 거리(ER×0.8~ER×1.0)일 경우 명중률
	사격 분포	분 포 Exponential, Uniform, Erlang2, Fixed Value 분포 중 택일
		Parameter 각 분포에 해당하는 모수 입력
	사격 형태	직접 사격 Area firing에 1을 입력할 경우
		지역 사격 Area firing에 1보다 큰 수 입력
환 경	시뮬레이션 종료	시뮬레이션 반복 횟수 입력

출력자료(output data)는 입력자료(input data)에 의해 시뮬레이션을 실시한 결과로서 본 연구에서는 중요 사항인 이동 규칙에 따른 교전 결과들이 출력 된다.

출력자료들은 교전 시나리오에 따른 반복 교전을 통한 청군(Blue)과 홍군(Red)의 승, 각 진영 이겼을 때 생존자 수 등에 관한 통계량으로 내용은 다음의 <표 2-2>와 같다.

<표 2-2> 전투 네트워크 모형 출력자료

구 분	내 용
이동 규칙	설정한 이동 규칙 명
P(B) & P(R)	청군(Blue)과 홍군(Red) 이길 확률
E(B) & E(R)	청군(Blue)과 홍군(Red) 평균 생존 자
S(B) & S(R)	청군(Blue)과 홍군(Red) 생존 자 표준편차
E[B/Win]	청군(Blue)이 이겼을 때 평균 생존 자
E[R/Win]	홍군(Red)이 이겼을 때 평균 생존 자
S[B/Win]	청군(Blue)이 이겼을 때 생존 자 표준편차
S[R/Win]	홍군(Red)이 이겼을 때 생존 자 표준편차
E[T _D]	전투 평균 종료시간
E[T _D /B Win]	청군(Blue)이 이겼을 때 평균 종료시간
E[T _D /R Win]	홍군(Red)이 이겼을 때 평균 종료시간
S[T _D /B Win]	청군(Blue)이 이겼을 때 종료시간 표준편차
S[T _D /R Win]	홍군(Red)이 이겼을 때 종료시간 표준편차

2. 모형 범위

모형 범위는 모형 구현에 필요한 구성요소들에 대해 알아보고 확인하는 것이다. 본 연구에서는 전투하는 진영의 종류, 전투가 발생하는 노드, 전투원에 해당하는 무기체계로 나누며 그에 대한 내용은 <표 2-3>과 같다.

<표 2-3> 전투 네트워크 모델 범위

구성요소	포함 여부	정 의
진영(청군/홍군)	포함	전투하는 진영의 종류
노드	포함	전투가 발생하는 지역.
무기체계	포함	전투원들의 화기의 종류. 각 무기체계는 한 명의 전투원에 해당

3. 모형 수준

모형 수준은 위 모형 범위에서 언급한 구성요소들의 세부사항과 그 세부사항들의 의미에 대해 알아본다.

진영은 청군과 홍군으로 나누며, 청군은 공격하는 진영으로 이동이 가능하며 홍군은 방어하는 진영으로 이동이 불가능하다. 노드는 전투가 발생하는 지역으로 최대 4개로 한다. 무기체계는 노드마다 여러 개의 무기체계가 배치되도록 하며 크기나 형태 등 모습에 대해 모두 동일하게 모델화하며 종류만 다르다고 한다. 전투원에 해당하는 무기체계 이동속도는 포함하지만 본 연구의 목적인 이동 규칙에 따른 교전 결과 차이를 위해 모두 동일하다고 한다. 무기체계와 관련된 입력 자료인 유효사거리, 명중률, 사격분포, 사격형태는 교전에 중요한 사항으로 포함한다.

위 내용을 토대로 모형 수준에 대한 세부적 내용은 다음 <표 2-4>와 같다.

<표 2-4> 전투 네트워크 모형 수준

구성요소	세부사항	포함여부	내 용
진 영	청군	포함	이동 가능 (공격) 승/패 결과를 알기 위해 필요.
	홍군	포함	이동 불가능 (방어) 승/패 결과를 알기 위해 필요.
노드	노드 수	포함	최대 4개 노드 수에 따른 다른 전투 결과 예상.
무기체계	종류	포함	크기, 형태 등 자세히 모델화하지는 않았으나, 이종의 무기체계에 대한 연구이므로 종류가 다르다고만 모델화.
	사격분포	포함	각 무기의 사격분포와 그의 parameter값에 따른 다른 전투 결과 예상.
	명중률	포함	무기체계마다 명중률(PH)이 다르므로 전투 결과는 달라질 것이다.
	유효사거리	포함	유효사거리는 탐지거리와 같고, 거리별 명중률에 필요하며 그에 따른 전투 결과에 영향을 미칠 것이다.
	사격 형태	포함	직접/지역 사격에 따른 다른 전투 결과 예상.
	이동 속도	포함	포함하였으나 모두 동일하다고 모델화.

4. 노드 교전 종료 조건

본 연구의 중요사항인 이동 규칙이 적용되려면 선행과정으로 전체 전투에 있어서 어떤 한 노드 교전이 종료되어야 한다. 또한 실제적으로 이동 규칙은 이동이 가능한 청군(Blue)만이 적용되며 어떤 한 노드 교전에서 홍군(Red)이 승리하면 홍군은 이동하지 않고 초기에 설정된 위치에 계속 머무른다. 노드 종료 조건은 청군이 홍군을 전멸시키거나 청군이 홍군기지에 도착하면 해당 노드 교전은 종료된다. 홍군기지 도착 시 노드 교전 종료는 적 기지를 탈취를 의미한다. 또한 전체 전투 종료는 청군과 홍군이 전멸할 때 까지 이루어진다.

<표 2-5> 노드 교전 종료 조건

조 건	내 용
적군 전멸	어떤 한 노드에 대해 청군(Blue)이 홍군(Red)을 전멸시키면 노드 교전 종료
적군 기지 탈취	어떤 한 노드에 대해 청군(Blue) 전투원 중 한 명이라도 홍군(Red) 기지에 도착하면 노드 교전 종료

5. 이동 규칙

이동 규칙은 본 연구의 중요 사항으로서 실제 전투에 가까운 소규모 전투 간 네트워크를 구현하기 위해 다음 <표 2-6>과 같이 정의한다.

<표 2-6> 전투 네트워크 모형 이동 규칙

구 분	내 용
노드 간 거리	노드의 전투 종료 후 노드간의 거리가 가장 가까운 곳으로 이동
타 노드 아군 잔여 병력의 수	노드의 전투 종료 후 타 노드 아군 병력의 수가 가장 열세한 곳으로 이동

가. 노드 간 거리

본 연구에서 노드 수는 최대 4개로, 각 노드 크기는 동일한 직사각형이며 서로 인접하도록 설계한다. 가장 가까운 노드로 이동 시 각 노드마다 타 노드에 대한 이동 우선순위를 설정하였다. 타 노드 이동 우선순위는 다음 <표 2-7>과 같다.

<표 2-7> 타 노드 이동 우선순위

노드	타 노드 이동 우선순위
1	2번 → 3번 → 4번
2	1번 → 4번 → 3번
3	1번 → 4번 → 2번
4	2번 → 3번 → 1번

타 노드 이동 우선순위에 대한 설명은 다음과 같다. 1번 노드 경우, 교전이 종료되면 1번 노드 잔여병력은 2번 노드로 이동한다. 만약, 2번 노드 교전이

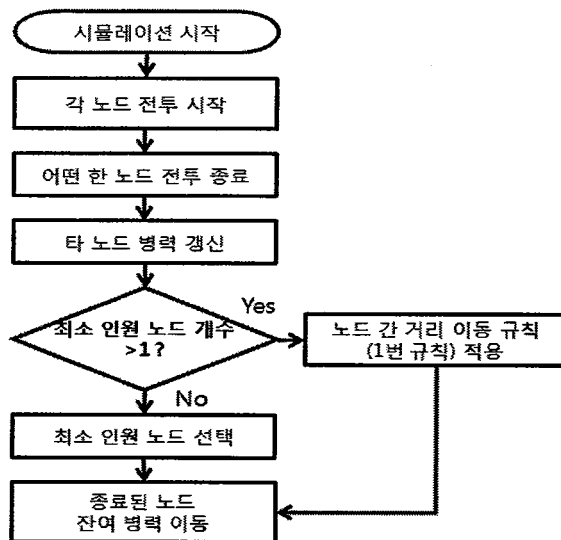
종료된 상태라면 3번 노드로 이동하며 3번 노드 또한 종료된 상태라면 4번 노드로 이동한다. 2, 3, 4번 노드도 위와 같은 방식으로 우선순위에 의해 이동을 한다.

나. 타 노드 아군 잔여 병력 수

타 노드 아군 잔여 병력 수에 따른 이동은 노드 교전 종료 시 타 노드들 잔여 병력 수 비교에 의한 최소 아군 수 노드로 이동을 의미한다. 예를 들어 가장 먼저 1번 노드가 교전이 종료되면 그 순간 타 노드들(2, 3, 4번 노드) 아군 잔여 병력 수를 비교하여 아군 수가 최소인 지역으로 1번 노드 잔여 병력이 이동한다.

또한 어느 한 노드 교전 종료 시 타 노드 잔여 병력이 최소인 곳이 두 군데 이상이면 1번 이동 규칙에 의해 이동한다. 예를 들어 가장 먼저 1번 노드가 교전이 종료되고 그 순간 아군 잔여 병력 수가 2, 3번 노드가 같다면 1번 이동 규칙에 의해 2번 노드로 이동하게 된다.

타 노드 아군 잔여 병력 수에 따른 흐름도는 다음 [그림 2-4]와 같다.

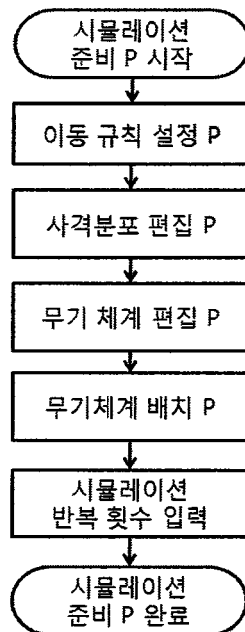


[그림 2-4] 잔여 병력에 따른 규칙 흐름도

제4절 모형 프로세스 설계

모형 프로세스는 제2절에서 설명한 모형의 범위와 세부수준을 가지고 구현하고자 하는 전투 네트워크 모형의 프로세스 흐름도를 나타낸 것이다.

1. 시뮬레이션 준비 프로세스

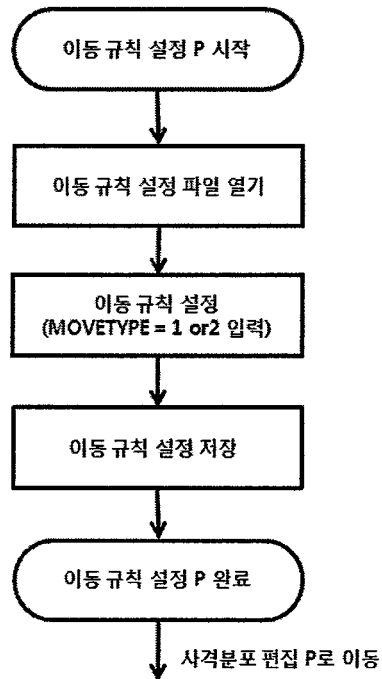


[그림 2-5] 시뮬레이션 준비 프로세스

시뮬레이션 준비 프로세스는 [그림 2-5]와 같이 이동 규칙 설정 프로세스, 사격분포 편집 프로세스, 무기체계 편집 프로세스, 무기체계 배치 프로세스, 시뮬레이션 반복 횟수를 통하여 완료된다.

각각의 프로세스에 대한 설명은 다음의 사격분포 편집 프로세스부터 기술한다.

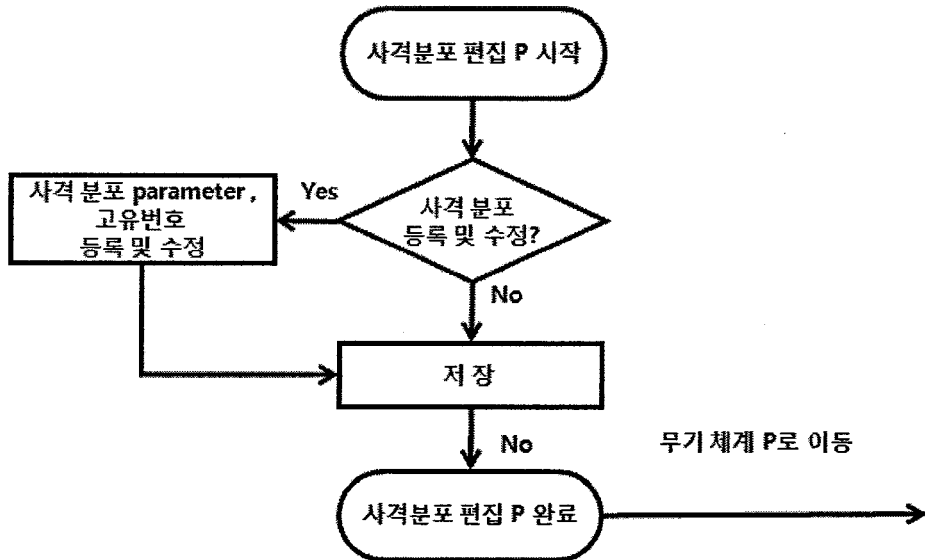
2. 이동 규칙 설정 프로세스



[그림 2-6] 이동 규칙 설정 프로세스

이동 규칙 설정 프로세스는 우선 이동 규칙 설정 파일인 GroupWar.ini을 실행한다. GroupWar.ini파일은 텍스트(text) 파일로서 각 노드마다 이동 규칙(MOVETYPE)을 1혹은 2라고 입력하고 저장하면 이동 규칙 설정이 완료 된다. 단일 이동 규칙은 4개 노드 이동규칙(MOVETYPE)을 1이나 2로 통일 하며 혼합 이동 규칙을 하기 위해서는 노드마다 이동 규칙(MOVETYPE)을 다르게 적용하면 된다. 1번은 가까운 노드로 이동, 2번은 잔여 병력 이동 규칙이다.

3. 사격분포 편집 프로세스



[그림 2-7] 사격분포 편집 프로세스

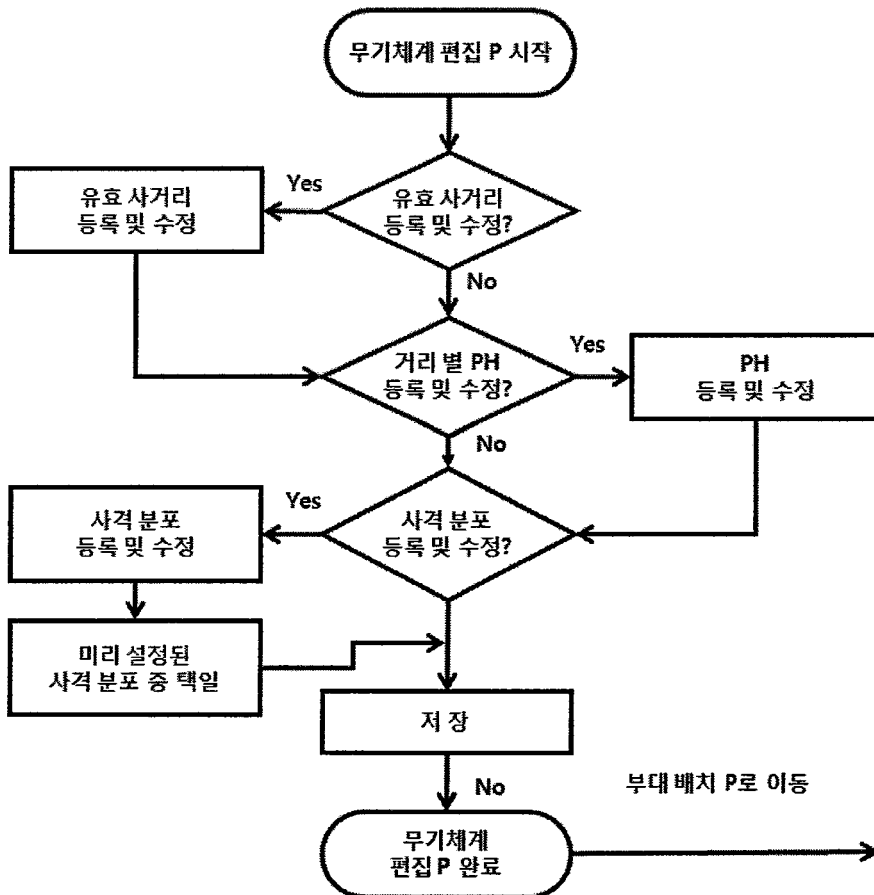
사격분포 편집 프로세스를 통하여 [그림 2-7]과 같이 새로운 사격분포 등록이나 기존의 사격분포 수정을 할 수 있다.

본 연구에서는 사격분포는 4가지 분포[고정 값(Fixed Value), 지수분포(Exponential Distribution), Erlang-2 분포, Uniform분포]를 사용한다.

사격분포 등록이나 수정은 분포함수에 필요한 parameter와 각 parameter에 해당하는 함수를 저장하기 위한 고유번호의 등록 및 수정을 통하여 이루어진다.

예를 들어, 평균이 2인 지수분포를 등록한다면 분포는 지수분포, parameter는 2, 고유번호에는 평균이 2인 지수분포에 대해 사용자가 지정할 번호를 입력, 저장하면 등록이 완료된다.

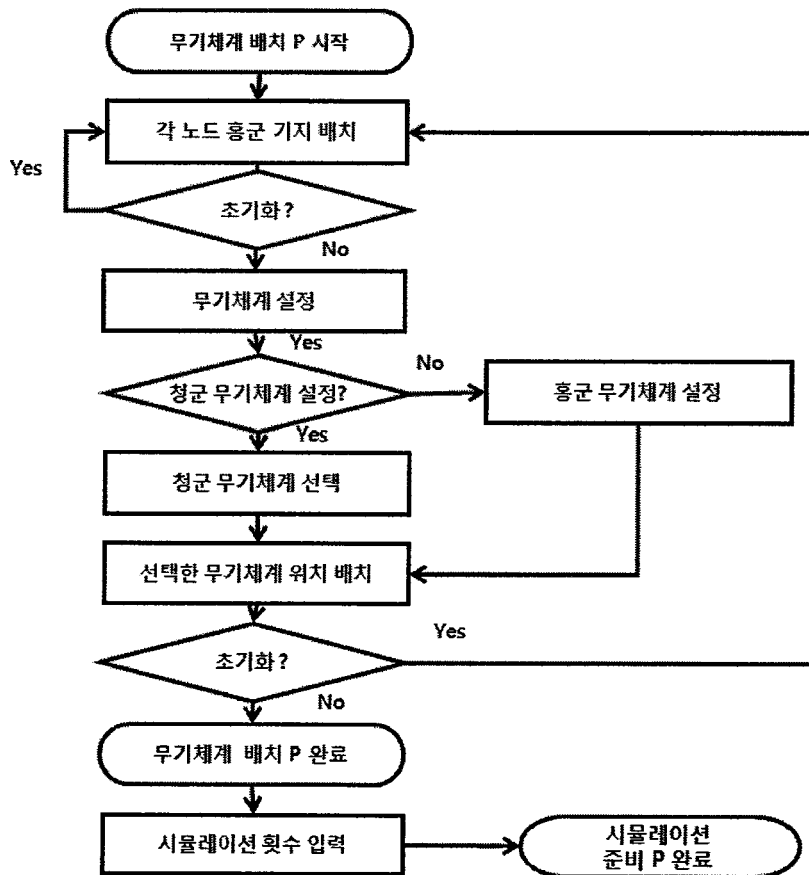
4. 무기체계 편집 프로세스



[그림 2-8] 무기체계 편집 프로세스

무기체계 편집 프로세스에는 [그림 2-8]과 같이 무기체계 속성 값들인 유효사거리, PH, 사격분포에 대한 등록 및 수정과 저장 단계를 통하여 이루어진다. 사격 분포 등록 및 수정의 경우, 미리 설정된 분포들 중에 하나를 선택할 수 있으며, 완료 후에는 부대 배치 설정 프로세스로 이동하게 된다. 무기체계 편집 프로세스에서 사격분포 등록 및 수정은 사격 편집 프로세스에서 등록된 사격분포의 등록 및 수정을 의미한다.

5. 무기체계 배치 설정 프로세스

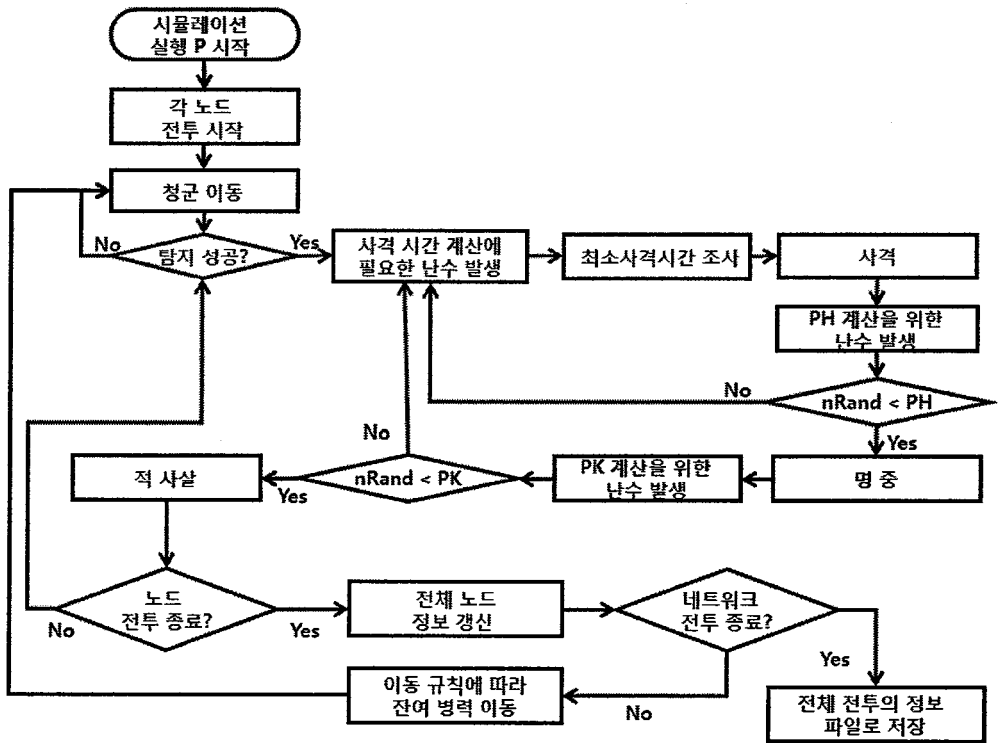


[그림 2-9] 무기체계 배치 설정 프로세스

무기체계 배치 설정 프로세스는 [그림 2-9]와 같다. 우선 청군과 홍군 간 교전을 위해 각 노드 홍군 기지를 배치한다. 다음으로 각 군(청군과 홍군)에 대하여 무기체계 편집 프로세스를 통해 설정된 각각의 무기체계를 각 노드에 배치함에 의해 이루어진다.

완료 후 시뮬레이션 반복 횟수 입력을 하면 시뮬레이션 준비 프로세스는 완료하게 된다.

6. 시뮬레이션 실행 프로세스



[그림 2-10] 시뮬레이션 실행 프로세스

시뮬레이션 실행 프로세스는 [그림 2-10]과 같으며 그에 대한 설명은 다음과 같다.

우선, 시작을 하면 설정된 무기체계들에 의해 각 노드들의 전투가 시작 된다. 전투가 시작된 노드의 무기체계들은 프로그램 코딩에 의해 지정된 이동 속도로 이동을 하면서 탐지를 한다. 탐지에 성공하면, 즉 적군이 무기체계의 유효사거리 안에 들어오면 사격을 한다. 사격을 누가 먼저 했는지는 설정된 사격분포와 난수를 이용하여 최소 사격시간을 구함으로써 알 수 있다. 사격 후 설정된 거리에 의한 PH(명중률)와 난수를 비교하여 사격에 의한 적군의 명중여부를 판단한다. 명중에 의한 PK(살상률) 즉, 적군의 Live/Dead 여부

는 입력된 PK과 난수를 비교함으로서 알 수 있다.

이런 과정을 통하여 해당 노드의 전투가 종료되었다면, 설정된 이동 규칙에 따라 다른 노드로 이동하여 전투를 한다.

전체 네트워크 전투가 종료되면 해당 시뮬레이션이 끝나고 전체 전투와 관련된 정보가 파일로 저장된다.

제3장 전투 네트워크 모형 구현

제1절 구현 방법

제2장에서 설계한 내용들을 바탕으로 객체지향 프로그래밍 언어인 C++, MFC, DB를 사용하여 전투 네트워크 모형을 구현한다.

C++는 객체지향 프로그래밍 언어(Object Oriented Programming Language)로서, C와 Pascal, Basic 등과 같은 절차형 언어가 크고 복잡한 프로그램을 구축하기 어렵다는 문제점을 해결하기 위해 탄생하였다. 본 연구에서 C++언어를 사용한 이유는, 첫째로, 위의 탄생 배경과 같이 프로그램 구축의 복잡성을 피하고 신뢰성이 높은 모델을 구현하기 위해서이며, 둘째로, 앞으로 유사한 연구에 있어서 기본적인 틀을 마련하여 이 모델의 재사용성과 확장성을 위해서이다.

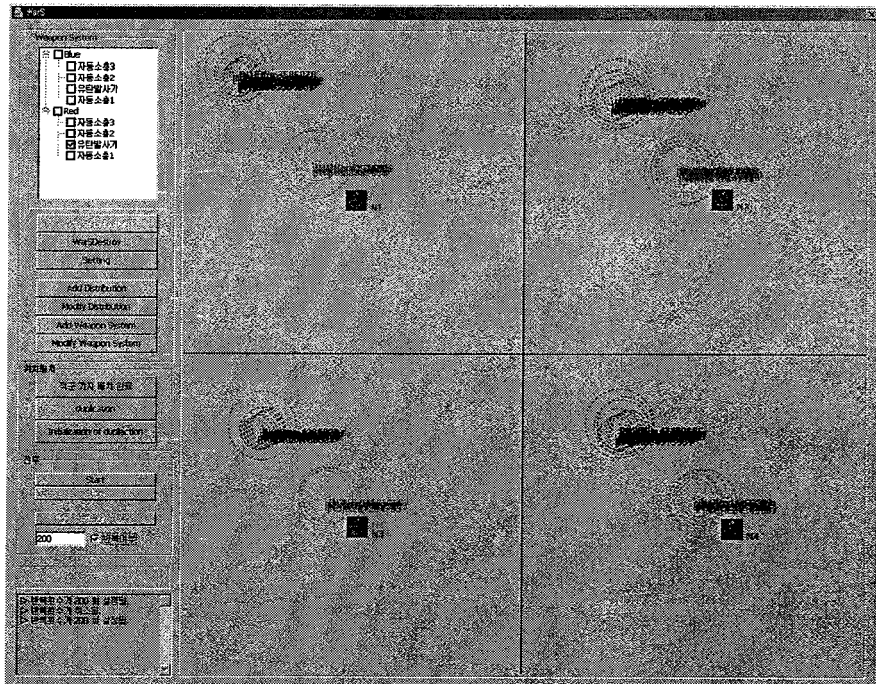
MFC는 Microsoft Foundation Class의 약자로서, C++ 언어를 기반으로 한 윈도우즈 응용 프로그램(Win32) 제작을 위한 C++ 클래스 라이브러리의 집합이다. 이는 본 연구에서 더 현실적인 전투 네트워크 상황을 2차원적으로 보여주기 위해 사용하였다.

DB는 Database의 약자로서, 일반적으로 여러 사람에 의해 공유되어 사용될 목적으로 통합하여 관리되는 데이터의 집합을 의미한다. 본 연구에서는 청군과 홍군의 무기체계들과 그와 관련된 속성들을 관리하고 교전 시 각각의 무기체계들을 사용하였다.

제2절 구현 결과

제 2장의 모형의 구조, 범위, 프로세스 설계를 토대로 전투 네트워크 모형을 구현하였다. 이 부분에서는 구현된 전투 네트워크 모형 U/I, 이동 규칙 설정, 무기체계 편집 U/I를 보여준다.

1. 전투 네트워크 모형 U/I



[그림 3-1] 전투 네트워크 모형 U/I

[그림 3-1]은 시뮬레이션 준비 프로세스까지 완료된 모습이다. 반복횟수는 200회로 설정 되어 있으며 1~4번 노드는 청군(Blue)과 홍군(Red)이 각각 10:5, 12:10, 8:4, 10:7 규모로 배치된 모습이다.

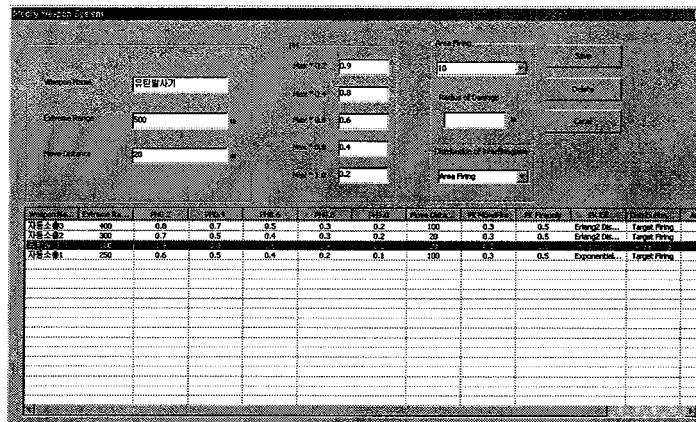
2. 이동 규칙 설정



[그림 3-2] 이동 규칙 설정

이동 규칙 설정은 [그림 3-2]와 같다. [그림 3-2]는 GroupWar.ini파일을 open한 상태로서 1번 이동 규칙인 노드 간 거리에 따른 이동이 설정된 상태이다.

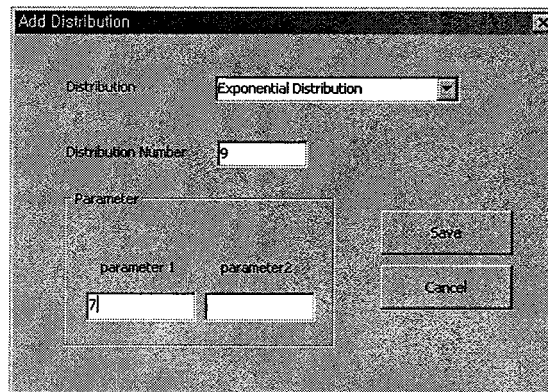
3. 무기체계 편집 U/I



[그림 3-3] 무기체계 편집 U/I

[그림 3-3]은 무기체계 편집 U/I로서 유탄발사기 무기체계와 관련된 유효사거리, 거리별 PH 등 나타난 모습이다. 유효사거리는 500m, 거리별 명중률(PH)은 0.2, 0.4, 0.6, 0.8, 0.9로서 적과의 거리가 가까울수록 높아지도록 되어 있다. 사격형태는 Area firing으로 반경 10m내외의 적군에 피해를 준다.

4. 사격분포 추가 U/I



[그림 3-4] 사격분포 추가 U/I

[그림 3-4]는 평균이 7인 지수분포(Exponential Distribution)에 대해 분포 고유번호(Distribution Number)를 9번으로 설정, 저장하는 모습이다.

제4장 네트워크 전투 결과 분석

제1절 교전 시나리오 설정

교전 시나리오 설정은 구현된 모형을 가지고 연구의 목적을 명확히 식별하기 위한 사전 작업으로서, 이것은 모델의 유효성(validation)을 검증한다는 측면에서 무엇보다 중요하다.

이 연구의 목적인 ‘이동 규칙에 따른 전투 결과 차이’와 ‘네트워크 전투와 비 네트워크 전투 결과 차이’ 비교를 검증하기 위해 모의될 교전 시나리오는 다음과 같다.

1. 교전 시나리오

두 진영은 청군(Blue)과 홍군(Red)으로 한다. 청군은 공격 진영으로 이동 가능하며, 홍군은 방어 진영으로 이동 불가능하다. 일반적인 공격과 방어 개념에 의해 4개 노드는 공격인원이 방어인원보다 많다고 한다. 초기 청군과 홍군의 총 전투원 수는 각각 40명, 26명으로 한다. 교전이 이루어지는 노드는 4개로 한다.

<표 4-1>은 각 노드별 교전 인원과 무기체계 종류와 수에 대한 내용이다. 1번 노드에 대해서 알아보면, 교전 규모는 청군 : 홍군 = 10 : 5로서 청군 무기체계는 자동소총1-6정, 자동소총2-1정, 자동소총3-1정, 유탄발사기-2정으로 하며, 홍군은 자동소총2-1정, 유탄발사기-2정으로 한다. 2, 3, 4번 노드 또한 1번 노드와 같은 형식으로 각각의 노드마다 병력에 따라 무기체계 수를 다르게 설정하였다.

<표 4-1> 교전 사나리오 관련 노드별 무기체계

노드 \ 내용	진영	병력	무기체계	
Node 1	청	10	자동소총1 - 6정 자동소총3 - 1정	자동소총2 - 1정 유탄발사기 - 2정
	홍	5	자동소총2 - 2정	유탄발사기 - 3정
Node 2	청	12	자동소총1 - 6정 자동소총3 - 2정	자동소총2 - 2정 유탄발사기 - 2정
	홍	10	자동소총1 - 2정 자동소총3 - 3정	자동소총2 - 2정 유탄발사기 - 3정
Node 3	청	8	자동소총1 - 5정 유탄발사기 - 1정	자동소총2 - 2정
	홍	4	자동소총3 - 2정	유탄발사기 - 2정
Node 4	청	10	자동소총1 - 6정 자동소총3 - 2정	자동소총2 - 1정 유탄발사기 - 1정
	홍	7	자동소총2 - 2정 유탄발사기 - 3정	자동소총3 - 2정

교전에 사용하는 무기체계에 대한 속성들인 유효사거리, 거리별 명중률 (PH), 사격분포, 사격형태는 다음 <표 4-2>와 같다. 자동소총 1에 대한 무기체계속성을 살펴보면 유효사거리 250m, 거리별 명중률은 0~50m : 0.6, 50~100m : 0.5, 100~150m : 0.4, 150~200m : 0.2, 200~250m : 0.1로 한다. 사격분포는 평균이 3인 지수분포, 사격형태는 직접사격으로 한다. 자동소총 2, 3, 유탄발사기에 대한 속성은 자동소총 1과 같은 형식으로 각각 유효사거리, 거리별 명중률, 사격분포, 사격형태에 대해 다르게 설정하였다.

<표 4-2> 교전 사나리오 관련 무기체계 속성

무기 \ 내용	전영	유효사거리	거리별 명중률(PH)		사격분포	사격형태
자동소총 1	청홍	250	0~50	0.6	Exp(3)	직접 사격
			50~100	0.5		
			100~150	0.4		
			150~200	0.2		
			200~250	0.1		
자동소총 2	청홍	300	0~60	0.7	Erlang2 (2)	직접 사격
			60~120	0.5		
			120~180	0.4		
			180~240	0.3		
			240~300	0.2		
자동소총 3	청홍	400	0~60	0.8	Fixed (3)	직접 사격
			60~120	0.7		
			120~180	0.5		
			180~240	0.3		
			240~300	0.2		
유탄발사기	청홍	500	0~100	0.9	U(1, 5)	지역 사격(10)
			100~200	0.8		
			200~300	0.6		
			300~400	0.4		
			400~500	0.2		

제2절 이동 규칙에 따른 전투결과 분석

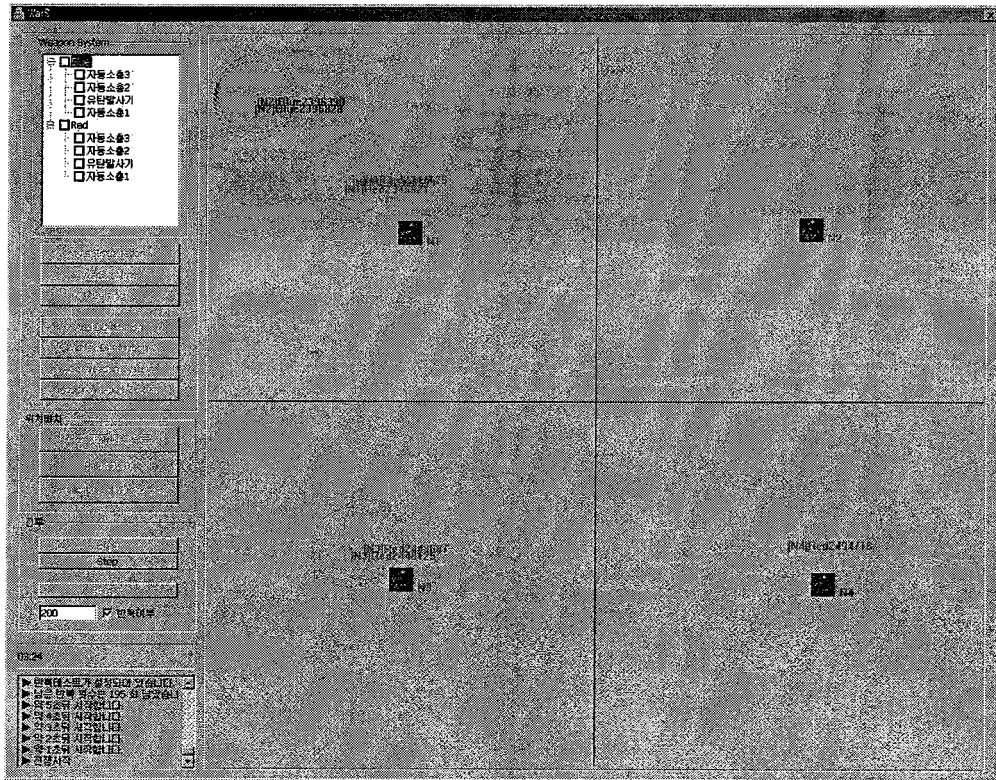
본 연구 목적인 ‘이동 규칙에 따른 전투 결과 차이 비교’를 위해 노드 간 거리에 따른 이동과 타 노드 잔여 병력에 따른 이동에 대한 전투결과를 분석한다.

1. 무기체계 배치 및 네트워크 교전 상황



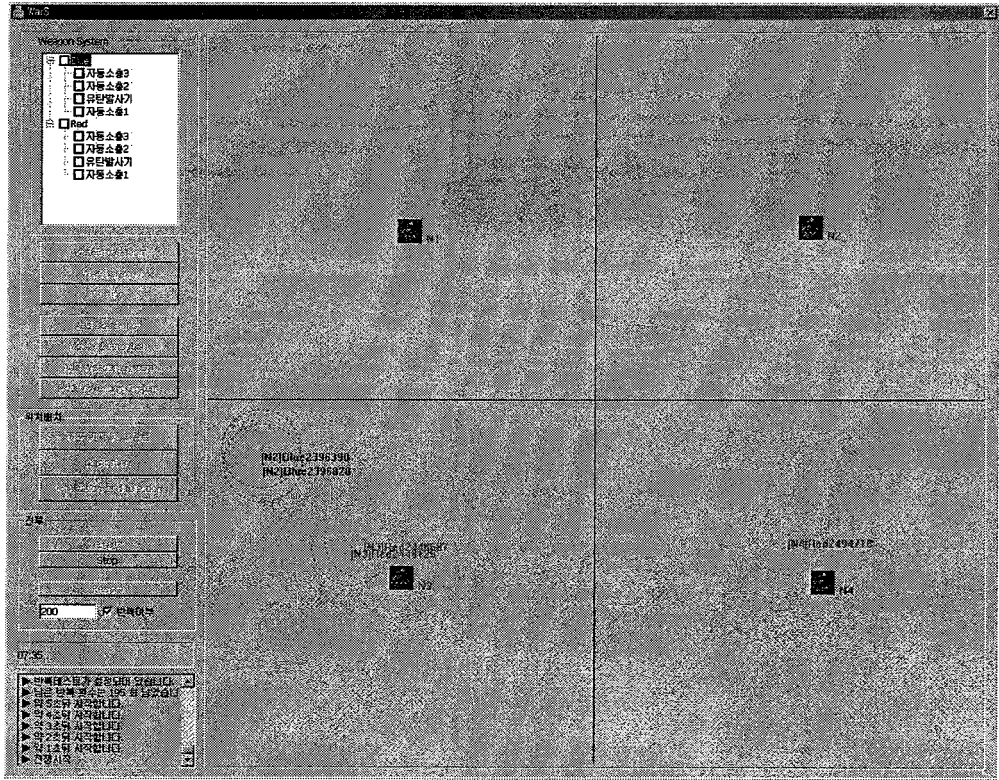
[그림 4-1] 각 노드별 전투 무기체계 배치

[그림 4-1]은 이동 규칙에 따른 전투를 위해 각 노드에 배치한 무기체계 모습이다. 각 무기체계의 속성은 <표 4-1>과 <표 4-2>를 토대로 하였고 총 200번 반복실험 하였다. 노드 간 이동은 이동 규칙 1번인 노드 간 거리에 따른 이동을 적용하였다.



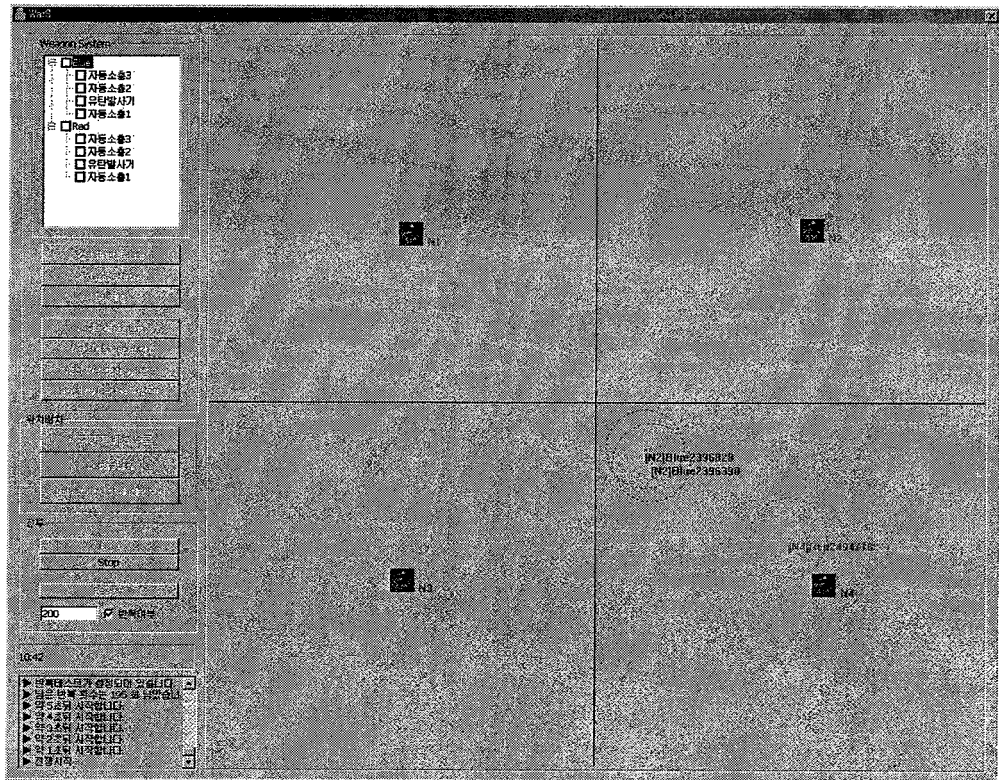
[그림 4-2] 네트워크 교전 상황(노드 간 거리에 따른 병력 이동) - 1

위 [그림 4-2]는 [그림 4-1]의 무기체계 배치와 이동 규칙 설정에 따른 교전 상황 모습이다. 현 모습은 200회 반복 중 5회째 모습이며 시간은 3분 24초가 지난 상태의 모습이다. 교전 상황을 살펴보면, 1번 노드의 청군은 2번 노드 교전에서 승리 후 설정한 이동 규칙 1번에 의해 이동한 병력이며 1번 노드에 배치되었던 청군은 전멸한 상태이고 홍군은 유탄발사기 3정만이 남은 상태이다. 또한 2번 노드의 교전은 종료되었으며 3, 4 번 노드의 청군은 전멸한 상태임을 알 수 있다.



[그림 4-3] 네트워크 교전 상황(노드 간 거리에 따른 병력 이동) - 2

[그림 4-3]은 [그림 4-2] 교전 상황 이후의 모습으로 총 교전 시간은 7분 35초가 지난 상태의 모습이다. 교전 상황을 살펴보면, [그림 4-2]의 2번 노드에서 1번 노드로 이동하였던 청군 잔여병력이 1번 노드 홍군(유탄발사기 3정)을 전멸시키고 3번 노드로 이동한 상태이다. 1번 노드에서 3번 노드로 이동 시 청군은 피해 없이 이동하였음을 알 수 있다.



[그림 4-4] 네트워크 교전 상황(노드 간 거리에 따른 병력 이동) - 3

[그림 4-4]는 [그림 4-3] 교전 상황 이후의 모습으로 총 교전 시간은 10분 42초가 지난 것을 알 수 있다. 교전 상황은 [그림 4-3]의 3번 노드에 있던 청군 잔여병력이 3번 노드 홍군(유탄발사기 2정)을 전멸시키고 4번 노드로 이동한 상태로서 3번 노드에서 4번 노드로 이동 시 청군은 피해가 없었음을 알 수 있다.



[그림 4-5] 네트워크 교전 상황(노드 간 거리에 따른 병력 이동) - 4

[그림 4-5]는 [그림 4-4] 교전 상황 이후의 모습으로 5회째의 전투가 끝난 상태이며, 6회째의 시뮬레이션을 위해 프로그램이 실행되고 있는 모습이다. 교전 상황은 [그림 4-4]의 청군병력이 4번 노드 홍군(유탄발사기 1정)을 사살한 상황으로 2명이었던 청군병력이 홍군과 교전 시 1명이 사살되었음을 알 수 있다.

2. 전투 결과 및 분석

<표 4-3> 이동 규칙에 따른 전투 결과

구 분		내 용			
이동 규칙		노드 간 거리		타 노드 아군 잔여 병력 수	
P(B)	P(R)	0.44	0.56	0.2	0.8
E(B)	E(R)	1.94	2.87	0.48	4.91
S(B)	S(R)	2.828	3.228	1.096	3.579
E[B/Win]		4.409		2.4	
E[R/Win]		5.125		6.138	
S[B/Win]		2.696		1.188	
S[R/Win]		2.643		2.902	
E[T _D]	S[T _D]	8분 31초	2분 59초	8분 2초	3분 9초
E[T _D /B Win]		8분 52초		10분 31초	
E[T _D /R Win]		8분 15초		7분 24초	
S[T _D /B Win]		2분 10초		2분 16초	
S[T _D /R Win]		3분 28초		3분 01초	

<표 4-3>은 이동 규칙에 따른 전투 결과이다. 전투 결과 본 연구에서 설정한 이동 규칙에 따라 전투 결과가 차이가 나는 것을 알 수 있다. 이동 규칙이 1번에서 2번으로 바뀌면서 청군은 승리할 확률P(B)과 평균 생존자[E(B) & E[B/Win]] 부분에서 줄어든 것을 볼 수 있으며, 홍군은 반대로 커진 것을 알 수 있다. 이를 통하여 비록 2가지 이동 규칙이지만 ‘이동 규칙에 따라 네트워크 전투 결과는 차이가 있다.’고 볼 수 있다.

또한 전투 전체 종료 시간E[T_D]은 두 이동 규칙에 의해 30초미만으로 큰 차이가 있다고 볼 수는 없으나 청군과 홍군 둘 다 승리 시 걸리는 전투 종료 시간 차이가 대략 1분 정도 차이가 나는 것을 알 수 있다. 이는 설정한 이동 규칙에 따른 전투 시 두 진영 다 ‘전투에 많은 시간을 소요하면 질 확률이 높다.’고 볼 수 있다.

제3절 이동 규칙 혼합 여부에 따른 전투 결과 분석

‘이동 규칙 혼합 여부에 따른 전투 결과 차이 비교’를 위해 ‘단일 이동 규칙’과 ‘혼합 이동 규칙’에 대한 전투결과를 분석한다.

1. 단일 및 혼합 이동 규칙

혼합 이동 규칙과 관련된 무기체계 배치 및 속성은 위 2절에서 사용한 내용을 토대로 한다. 단일 이동 규칙은 본 연구에서 설정한 2가지 이동 규칙으로 한다. 혼합 이동 규칙은 단일 이동 규칙을 각각의 노드마다 적용한 규칙으로 결과 비교를 위해 2가지를 설정한다.

<표 4-4>는 단일 및 혼합 이동 규칙에 대한 내용이다. 단일 이동 규칙 1, 2 번은 노드 간 거리와 타 노드 아군 잔여 병력 수에 따른 이동을 뜻한다. 혼합 이동 규칙 2가지 중 이동 규칙 1번은 1, 4번 노드는 단일 이동 규칙 1번인 노드 간 거리에 따른 이동, 2, 3번 노드는 단일 이동 규칙 2번인 타 노드 아군 잔여 병력 수에 따른 이동을 적용한 규칙이다. 혼합 이동 규칙 2번은 2, 3 번 노드는 단일 이동 규칙 1번, 1, 4번 노드는 이동 규칙 2번을 적용한 규칙이다.

<표 4-4> 단일 및 혼합 이동 규칙

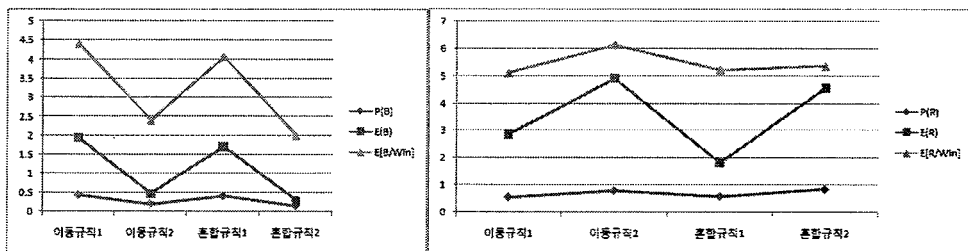
이동 규칙	내 용	
단일 이동 규칙	이동 규칙 1 - 노드 간 거리	
	이동 규칙 2 - 타 노드 아군 잔여 병력 수	
혼합 이동 규칙	이동 규칙 1 (1-2-2-1)	1, 4번 노드 : 이동 규칙 1 2, 3 번 노드 : 이동 규칙 2
	이동 규칙 2 (2-1-1-2)	2, 3번 노드 : 이동 규칙 1 1, 4 번 노드 : 이동 규칙 2

2. 전투 결과 및 분석

<표 4-5> 혼합 이동 규칙 전투 결과

구 분		내 용			
이동 규칙		이동 규칙 1 (1-2-2-1)		이동 규칙 2 (2-1-1-2)	
P(B)	P(R)	0.42	0.58	0.15	0.85
E(B)	E(R)	1.71	1.822	0.3	4.56
S(B)	S(R)	2.698	3.030	0.870	2.972
E[B/Win]		4.071		2	
E[R/Win]		5.224		5.365	
S[B/Win]		2.780		1.309	
S[R/Win]		2.332		2.458	
E[T _D]	S[T _D]	8분 15초	2분 13초	8분 19초	3분 20초
E[T _D /B Win]		8분 57초		11분 51초	
E[T _D /R Win]		7분 44초		7분 41초	
S[T _D /B Win]		2분 07초		2분 38초	
S[T _D /R Win]		2분 09초		3분 03초	

<표 4-3>과 <표 4-5>의 전투 결과 중 평균 P(B), E(B), E[B/Win]과 평균 P(B), E(B), E[B/Win]을 비교한 그래프와 전체 교전시간 E[T_D], 평균 E[T_D/B Win]과 평균 E[T_D/B Win]에 대한 표는 다음 [그림 4-6]과 <표 4-6>과 같다.



[그림 4-6] 이동 규칙 별 평균시간 결과

<표 4-6> 이동 규칙 별 평균 종료시간 결과

	이동 규칙 1	이동 규칙 2	혼합 규칙 1	혼합 규칙 2
$E[T_D]$	8분 31초	8분 2초	8분 15초	8분 19초
$E[T_D/B \text{ Win}]$	8분 52초	10분 31초	8분 57초	11분 51초
$E[T_D/R \text{ Win}]$	8분 15초	7분 24초	7분 44초	7분 41초

[그림 4-6]을 토대로 전투 결과를 분석하면 우선 육안으로 단일 이동 규칙과 같이 혼합 이동 규칙도 청군의 $P(B)$, $E(B)$, $E[B/Win]$ 값과 홍군의 $P(R)$, $E(R)$, $E[R/Win]$ 값을 통하여 이동 규칙에 따라 전투 결과에 차이가 있음을 알 수 있다.

두 번째로 이동 규칙 1과 혼합 규칙 2, 이동 규칙 2와 혼합 규칙 2의 결과가 비슷한 것으로 보아 이동 규칙 혼합에 의해 차이가 있다고는 할 수 없다.

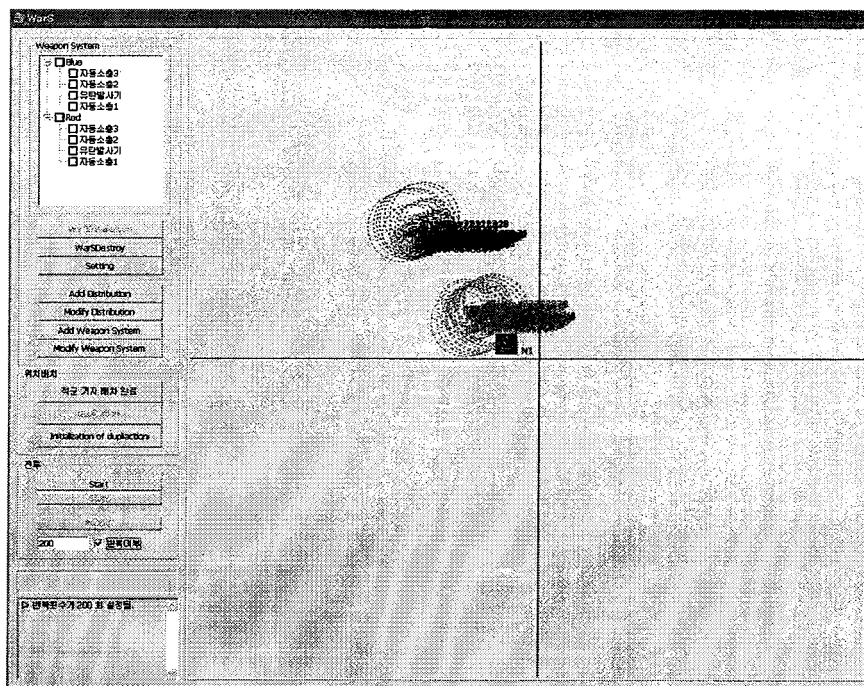
또한 <표 4-6>을 통하여 이동 규칙 혼합 여부에 상관없이 전체 전투 종료시간 $E[T_D]$ 는 큰 차이가 없음을 알 수 있다. 또한 청군(Blue)은 상대적으로 $P(B)$ 가 높은 이동 규칙일수록 $E[T_D/B \text{ Win}]$ 도 작아지는 것을 알 수 있다.

제4절 네트워크 여부에 따른 전투 결과 분석

본 연구 목적 중 하나인 ‘네트워크 전투와 비 네트워크 전투 결과 비교’를 위해 이동 규칙과 혼합 여부에 따른 전투와 비 네트워크 전투 결과를 분석한다.

1. 비 네트워크 전투 시나리오

비 네트워크 교전은 무기체계 속성은 표 4-2를 토대로 한다. 전투 네트워크 시나리오와 다른 점은 청군(Blue)과 홍군(Red) 간 전투 인원 부분은 각 노드로 나누지 않은 40 대 26으로 설정하며 배치는 [그림 4-7]과 같이 한다.



[그림 4-7] 비 네트워크 전투 무기체계 배치

2. 전투 결과 및 분석

<표 4-7> 단일 이동 규칙 전투와 비 네트워크 전투 결과

구 분		내 용					
이동 규칙		이동 규칙 1		이동 규칙 2		없 음	
P(B)	P(R)	0.44	0.56	0.2	0.8	0.56	0.44
E(B)	E(R)	1.94	2.87	0.48	4.91	2.17	2.11
S(B)	S(R)	2.828	3.228	1.096	3.579	2.340	2.796
E[B/Win]		4.409		2.4		3.875	
E[R/Win]		5.125		6.138		4.796	
S[B/Win]		2.696		1.188		1.908	
S[R/Win]		2.643		2.902		2.195	
E[T _D]	S[T _D]	8분 31초	2분 59초	8분 2초	3분 9초	7분 57초	2분 26초
E[T _D /B Win]		8분 52초		10분 31초		8분 15초	
E[T _D /R Win]		8분 15초		7분 24초		7분 33초	
S[T _D /B Win]		2분 10초		2분 16초		2분 6초	
S[T _D /R Win]		3분 28초		3분 1초		2분 46초	

<표 4-8> 혼합 이동 규칙 전투와 비 네트워크 전투 결과

구 분		내 용					
이동 규칙		2-1-2-1		1-2-1-2		없 음	
P(B)	P(R)	0.14	0.86	0.15	0.85	0.56	0.44
E(B)	E(R)	0.3	4.8	0.3	4.56	2.17	2.11
S(B)	S(R)	0.823	3.042	0.870	2.972	2.340	2.796
E[B/Win]		2.143		2명		3.875	
E[R/Win]		5.581		5.365		4.796	
S[B/Win]		0.949		1.309		1.908	
S[R/Win]		2.523		2.458		2.195	
E[T _D]	S[T _D]	8분 30초	3분 25초	8분 19초	3분 20초	7분 57초	2분 26초
E[T _D /B Win]		11분 37초		11분 51초		8분 15초	
E[T _D /R Win]		8분 00초		7분 41초		7분 33초	
S[T _D /B Win]		2분 56초		2분 38초		2분 6초	
S[T _D /R Win]		3분 13초		3분 03초		2분 46초	

<표 4-7>과 <표 4-8>은 단일 및 혼합 이동 규칙과 비 네트워크 교전 결과를 비교한 표이다. 두 표를 통하여 비 네트워크 전투에서만 청군(Blue) 승률이 높음을 알 수 있으며, 비 네트워크 전투의 $P(B)$ 가 제일 높음에도 불구하고 $E[B/Win]$ 값을 비교해 보면 단일 이동 규칙 ‘노드 간 거리’ 전투보다 낮음을 알 수 있고 상대적으로 $P(B)$ 값이 많이 작은 다른 네트워크 전투에 비해 $E[B/Win]$ 값이 크지 않음을 알 수 있다. 또한 비 네트워크 전투는 $P(B) > P(R)$ 임에도 불구하고 $E[B/Win]$ 이 $E[R/Win]$ 보다 작음을 알 수 있다. 이는 비 네트워크 교전은 네트워크 교전에 비해 이길 확률은 높더라도 효율적인 전투를 못하고 있다고 볼 수 있다.

이를 통하여 병력 이동 부분을 고려한 네트워크 전투와 비 네트워크 전투에 있어서 ‘네트워크 전투가 비 네트워크 전투보다 상대적으로 효율적인 전투다.’라고 말할 수 있다.

또한, 비 네트워크 전투가 $E[T_D]$, $E[T_D/B \text{ Win}]$ 이 작은 것으로 보아 교전 시간 부분에 있어서는 ‘병력의 이동시간이 전체 교전 시간에 어느 정도 영향을 미친다.’라고 말할 수 있다.

제5장 결론 및 향후 연구

본 연구는 기존에 연구되고 사용되어 온 이론들이나 모델들 가운데 사격 시간의 분포를 임의로 가정한 확률적 모델(Stochastic Lanchester Model, SL)의 개념을 확장하여 더 현실적이고 네트워크 시스템에 입각한 확률과정을 따르는 전투 네트워크 모형 대한 연구를 하였다. 이를 위해 네트워크 전투에 필요한 이동 부분에 있어서 규칙을 설정하고 이에 따른 시나리오 설정과 모의실험을 통하여 ‘이동 규칙에 따른 네트워크 전투 결과 차이’와 ‘이동 규칙 혼합 여부에 따른 네트워크 전투 결과 차이’와 ‘네트워크 전투/비 네트워크 전투 결과 차이’를 알아보았다.

본 연구는 현실적인 네트워크 전투를 위해 2가지 이동 규칙인 ‘노드 간 거리’, ‘타 노드 잔여 병력 수’를 도입하였고 도입한 2가지 이동 규칙에 대한 혼합 이동 규칙도 적용하였다. 비록 혼합 이동 규칙에 대한 큰 의미는 찾지 못하였지만 ‘이동 규칙에 따른 네트워크 전투 결과’와 ‘네트워크 전투/비 네트워크 전투 결과’를 토대로 네트워크 전투에 있어서 이동 규칙의 중요성과 그에 따른 네트워크 전투의 효율성을 확인할 수 있었다.

본 모형을 토대로 더 많은 이동 규칙에 대한 연구를 통하여 지금의 전투 네트워크 모형보다 현실적인 모형을 연구할 수 있을 것이다.

추후 연구방향은 앞으로 더욱 중요시 되고 사용될 네트워크 전투에 있어서 본 연구의 목적인 이동 규칙만이 아닌 전투원의 배치와 양 진영 간의 거리, 전투원과 무기체계에 따른 이동속도, 지형, 날씨 등 수많은 것들을 고려한 네트워크 전투에 대한 연구가 필요하다.

참고문헌

- 국방부, 합동 분석 모델 개발을 위한 DEVS 기술 적용(최종 보고서), 국방부, 2006.
- 육군본부, 창조대위게임모델 사용자지침서, 육군본부, 1986.
- 최상영, "전차 헬리콥터 교전 모델에 관한 연구", 국방대학교, 1999.
- 홍윤기, "Fire Allocation and Combat Networking", 한국군사운영분석학회, pp.110~131, 1998.
- 홍윤기, 권순중, "Development of Distributed Interactive Stochastic Combat Simulation (DISCSIM)Model", 한국군사운영분석학회, pp.15~30, 1999.
- Bathe, M. R., Manwell, J.Graham., Mcnaught, Kenneth.R., Modelling Combat as a Series of Mini-Battles, Systems Assessment Group RMCS, 1988.
- Gafarian, A. V., Harvey, D .G., Hong, Y. G., Some Many-on-Many Homogenous Stochastic Combat Simulation Models, US Army TRADOC Analysis Command(TRAC), 1991.
- Hong, Y. G., "Some Extensions of Stochastic Square Law Combat Models and Approximations", Ph.D. Dissertation, University of Southern California, 1989.
- Rowland, D., Field Trials and Modelling, *International Symposium on Advances in Combat Modelling*, The Royal Military College of Science, 1984.
- Stewart Robinson, Simulation, John Wiley & Sons, Ltd., 2003.

ABSTRACT

A Study of Stochastic Combat Networks

Min, Hyun-joon

Major in Industrial Systems Engineering

Dept. of Industrial Systems Engineering

Graduate School, Hansung University

As military technology has developed, military analysts have growing interest in combat network systems.

This study considers two different force moving rules to express a more realistic situation in the analysis of mini-battle network problems. The results are compared to the existing models.

This study suggests some further works which need to be investigated. These include force allocation, moving speed, tactics, weather, and topography, etc.