석 사 학 위 논 문

워게임 시나리오 관리모델 설계방안 연구

-비군사적 모의 분야를 중심으로-

2015년

한성대학교 국방과학대학원

국 방 M & S 학 과

국방M&S학전공

김 석 경

석 사 학 위 논 문
지도교수 김종만

워게임 시나리오 관리모델 설계방안 연구

-비군사적 모의 분야를 중심으로-

A study on the methodology of designing wargame scenario management model
-focused on a field of non-military simulation-

2014년 12월 일

한성대학교 국방과학대학원
국방M&S학과
국방M&S학전공
김 석 경

석 사 학 위 논 문
지도교수 김종만

워게임 시나리오 관리모델 설계방안 연구

-비군사적 모의 분야를 중심으로-

A study on the methodology of designing wargame scenario management model

-focused on a field of non-military simulation-

위 논문을 국방M&S학 석사학위 논문으로 제출함

2014년 12월 일

한성대학교 국방과학대학원

국방M&S학과

국방M&S학전공

김 석 경

김석경의 국방M&S학 석사학위논문을 인준함

2014년 12월 일

심사위원장 _____ 인

심 사 위 원 _____ 인

심 사 위 원 _____ 인

국 문 초 록

워게임 시나리오 관리모델 설계방안 연구
-비군사적 모의 분야를 중심으로-

한성대학교 국방과학대학원
국방 M&S 학과
국방 M&S 전공
김 석 경

민군작전이란 군이 주둔하거나 작전 수행 중인 지역에서 군부대와 정부 행정기관 및 주민 간의 상호관계를 다루는 지휘관의 제반활동이다. 또한, 군사작전 지원을 보장하고 민간 정부 행정체계를 확립하기 위하여 민군작전 5대 기능(행정, 치안, 구호, 자원관리, 선무)을 포함한 포괄적인 대민관계를 다루는 비군사적 작전이다.

이러한 비군사적 작전 연습/훈련을 위한 대표적인 모델은 민군작전 모의모델이 있다. 이 모델은 전구급 합동작전 모의모델인 태극JOS모델과 연동하여 합참의 지휘관 및 참모를 대상으로 전시 자유화지역 내 우군 작전부대와 피난민, 전재민, 정부 및 비정부 기관, 국제기구 인원들 간의 비군사적 상호관계를 민군작전 5대 기능을 중심으로 모의하는 전구급 기능모델이다.

일반적으로 워게임 모델을 개발하는 데 필요한 주요 구성요소는 시나리오 관리모델, 세부 모의기능, 모의엔진, 데이터베이스, 상황도 및 사후분석체계, 연동체계 등이 있다. 그러나 본 연구에서는 워게임 시나리오 관리모델 설계방안에 한정하여 비군사적 모의 분야를 중심으로 연구를 수행하였다.

비군사적 모의 분야에서 시나리오 관리모델은 연습통제관이 개입하여 전시 자유화지역 내 우군 민사부대와 주민들 간 상호관계를 정량적인 규칙집합(rule set)으로 표현하고 시나리오를 생성 및 변경, 삭제하는 것이다.

현대전의 추세가 우군 및 적군, 저항세력과 민간인에 대한 경계가 모호해지면서 다양한 정치, 군사, 경제, 사회, 문화현상 등을 충실히 반영한 비군사적 모의 연구가 절실히 요구되고 있다. 이를 연구하기 위해서는 풀어야할 문제가 두 가지 있다.

첫째, 민군작전 5대 주요기능에 대한 개념적 모델링 분석을 통해 전시 자유화지역 내 주민 성향 변화에 영향을 미치는 비군사적 모의 분야 워게임 시나리오 관리모델 연구가 필요하다. 둘째, 워게임 시나리오 관리를 위한 규칙집합 생성 및 최적화 기술을 모색해야 한다.

본 연구는 비군사적 모의 시나리오 운용 시 연습통제관이 임의로 개입하여 시나리오 생성 및 변경, 삭제 등을 지원할 수 있는 『워게임 시나리오 관리모델』 설계방안에 대한 연구를 수행하였다.

연구방법은 문헌연구와 모델링 도구를 활용하고 퍼지이론과 유전자 알고리즘의 최적화 기법, 고객만족도 측정방법을 적용하였다. 워게임 시나리오 관리모델의 구성요소는 시나리오 입력도구, 시나리오 발생 규칙집합 편집도구, 시나리오 처리도구로 설계하였다. 모델의 주요 기능은 입력된 전장상황 정보로부터 시나리오 발생 규칙집합을 편집한다. 그리고 지역별 데이터베이스를 기초로 초기 시나리오를 변경하고 진화적인 시나리오를 생성하여 연습실시자에게 전파하는 기능을 수행한다.

본 연구는 향후 지역별 민사부대와 주민 우호도 간 상호관계에 따라 생성되는 메시지 조합 방안과 보고서 전파에 대한 추가 연구가 필요하다.

【주요어】 워게임, 비군사적 모의, 민군작전, 시나리오 생성, 규칙집합, 퍼지이론, 유전자 알고리즘

목 차

제 1 장 서 론 ····· 1

제 1 절 연구 배경 ····· 1
제 2 절 연구 목적 ····· 2
제 3 절 연구 구성 및 제한사항 ····· 3

제 2 장 이론적 배경 ····· 6

제 1 절 민군작전 정의 ····· 6
제 2 절 민군작전 모의모델의 개요 ····· 6
제 3 절 워게임 시나리오 관리 모델의 정의 ····· 7
제 4 절 워게임 시나리오 관리모델 소요 기술 ····· 8
제 5 절 설계도구(MATLAB) 활용 이해 ····· 25

제 3 장 워게임 시나리오 개발 관련 선행연구 ····· 32

제 1 절 JNEM 사례 연구 ····· 33
제 2 절 CAPRICORN 프로젝트 사례 연구 ····· 35
제 3 절 민사작전 모의모델 개발 선행연구 ····· 42
제 4 절 3영역 전쟁 시뮬레이션 모형화 사례 연구 ····· 43
제 5 절 창조21모델 사례 연구 ····· 46
제 6 절 화랑21모델 사례 연구 ····· 48
제 7 절 소결론 ····· 52

제 4 장 워게임 시나리오 관리모델 설계 방안 ····· 53

제 1 절 워게임 시나리오 관리모델 구성 ····· 53
제 2 절 워게임 시나리오 관리모델 설계 방안 ····· 54

제 5 장 결 론 ····· 79

【참고문헌】 ····· 81

ABSTRACT ····· 83

【 표 목 차 】

[표 2-1] 워게임 시나리오 관리모델 소요기술 ····· 8
[표 2-2] 민군 5대 주요기능 및 20대 세부기능 ····· 9
[표 2-3] 민군작전 계수의 종류 ····· 12
[표 2-4] 인적/물적/시설요소의 종류 ····· 12
[표 2-5] 진화적 알고리즘의 종류 비교 ····· 17
[표 2-6] 생물학 용어와 유전자 알고리즘 해석 ····· 20
[표 2-7] 명령창 메뉴 및 하부 명령어 목록 ····· 27
[표 2-8] 그림창 메뉴 및 하부 명령어 목록 ····· 27
[표 3-1] 핵심요소별 세부 활동 ····· 37
[표 3-2] 자동 사태부여 모델 구성 S/W 기능 ····· 43
[표 3-3] 도시작전 임무 수행 시 고려사항 ····· 44
[표 3-4] 인도주의적 지원 임무 수행 시 고려사항 ····· 45
[표 3-5] 평화임무 수행 시 고려사항 ····· 46
[표 3-6] 민사심리전부대 혼잡해소 지연시간 ····· 48
[표 3-7] 소개민 및 피난민 협조수준 변화 시간간격 ····· 50
[표 4-1] 시나리오 입력도구 운용절차 세부내용 ····· 55
[표 4-2] 시나리오 발생 규칙집합 편집도구의 운용절차 세부내용 ···· 57
[표 4-3] 입출력 변수의 소속함수 정의 ····· 61
[표 4-4] 계층적 분석기법(AHP) 적용 절차 ····· 70
[표 4-5] 쌍대비교행렬 작성 및 각 열 합계 산출(예) ····· 71
[표 4-6] 정규화된 쌍대비교행렬(예) ····· 72
[표 4-7] 확률지수(RI) ····· 73
[표 4-8] 시나리오 처리도구의 운용절차 세부내용 ····· 75

【 그 림 목 차 】

<그림 2-1> 워게임 시나리오 관리모델 운용개념도 ····· 7
<그림 2-2> 시나리오 DB 작성 기술 개념도 ····· 11
<그림 2-3> 퍼지 제어 개념도 ····· 15
<그림 2-4> 유전자 프로그래밍 문제풀이 과정 ····· 19
<그림 2-5> 유전자 알고리즘 프로세스 업무 흐름도 ····· 21
<그림 2-6> 카노모델(KANO Model)의 5가지 품질 유형도 ····· 23
<그림 2-7> 도구 사용절차 ····· 29
<그림 2-8> 최적화 도구상자의 사용자 인터페이스 화면 ····· 31
<그림 3-1> 상황발생에 따른 관련사항 흐름도 ····· 34
<그림 3-2> CAPRICORN 절차와 핵심요소 ····· 37
<그림 3-3> CAPRICORN 운영절차와 주요 입출력 구성요소 ····· 39
<그림 3-4> 지능형 에이전트 기반 CGF에서 정의된 집단 특성 UI 화면 ····· 40
<그림 3-5> CAPRICORN의 사회적 네트워크 생성 및 친화성 알고리즘 ····· 41
<그림 3-6> 피난민에 의한 교통 혼잡 모의개념 ····· 47
<그림 3-7> 민사작전 활동 ····· 49
<그림 3-8> 소개민 및 피난민과 민사부대의 이동에 따른 협조수준 변화 ···· 51
<그림 4-1> 워게임 시나리오 관리모델 시스템 구성도 ····· 53
<그림 4-2> 시나리오 입력도구의 시퀀스 다이어그램 ····· 54
<그림 4-3> 시나리오 발생 규칙집합 편집도구의 시퀀스 다이어그램56
<그림 4-4> DIME/PMESII 모델 개발을 위한 하향식 접근방법 ····· 57
<그림 4-5> 시나리오 발생 규칙집합 편집도구 설계 개념도 ····· 59
<그림 4-6> FIS 편집기 사용자 인터페이스 화면 ····· 60
<그림 4-7> 소속함수 편집기 사용자 인터페이스 화면 ····· 61
<그림 4-8> 소속함수 대화상자 사용자 인터페이스 화면 ····· 62
<그림 4-9> 규칙 편집기 사용자 인터페이스 화면 ····· 63
<그림 4-10> rule viewer 사용자 인터페이스 화면 ····· 64

<그림 4-11> surface viewer 사용자 인터페이스 화면 ····· 65
<그림 4-12> 문제설정 및 결과 사용자 인터페이스 화면 ····· 66
<그림 4-13> 제약조건 사용자 인터페이스 화면 ····· 67
<그림 4-14> 실행중지 조건 사용자 인터페이스 화면 ····· 68
<그림 4-15> solver 실행 사용자 인터페이스 화면 ····· 68
<그림 4-16> 결과보기(view results) 사용자 인터페이스 화면 ····· 69
<그림 4-17> 전문가 대상 설문조사(예) ····· 71
<그림 4-18> 최종 가중치 산정(예) ····· 74
<그림 4-19> 시나리오 처리도구의 시퀀스 다이어그램 ····· 75

제 1 장 서 론

제 1 절 연구 배경

현대전에서는 과거 전통적인 냉전체제 시나리오에 바탕으로 전면전을 대비한 연습/훈련을 중시한 것과 달리, 민간인 집단거주지 및 지하 공동구에서의 우군의 오인 폭격으로 인한 피해 사례가 늘어나고 전시 자유화지역 내 시가지에서 민간인 우호세력과 반군 및 무장세력 등이 혼재되면서 발생하는 대규모 소요사태와 비정규전 상황에 대비하도록 비군사적 사태 연습/훈련의 중요성이 점차 부각되고 있다.[1)]

즉, 아군의 최전방 근접전투 상황에 영향을 주고 예기치 못한 민간인 사상자가 속출하면서 전시 자유화지역에서의 효율적이고 신속한 민군작전 상황대응 및 조치에 대한 연습/훈련의 필요성이 조금씩 부각되고 있는 실정이다. 이러한 현실을 개선하고자 도심지역 내 군사작전(Military Operations in Urban Terrain, MOUT)[2)] 개념을 포함한 실전적인 전시 자유화지역 내 주민성향 분석모델이 요구되고 있다. 이러한 비군사적 상황 연습/훈련체계의 개발을 위해서는 해결해야 할 문제가 두 가지가 있다.

첫째, 민군작전 5대 주요기능 및 20대 세부기능에 대한 개념적 모델링의 기술적인 문제는 해결되었으나, 전시 자유화지역 내 주민 성향 변화에 영향을 미치는 워게임 시나리오 생성도구 개발 연구가 미약한 실정이다. 둘째, 워게임 시나리오 생성을 위한 규칙집합 생성기술과 주민성향 분석을 위한 민사부대 서비스 품질 만족도 측정기술 확보방안을 모색해야 한다. 이러한 문제를 해결하기 위한 적용방안 및 절차를 『워게임 시나리오 관리 모델』이라고 한다. 앞에서 제시한 두 가지 문제점 해결을 위해 워게임 시나리오 관리모델에 대한 연구가 필요하다.

---

1) Hugh Henry and Robert G. Chamberlain, (2008), *Creating and using non-kinetic effects*, 1200p

2) 조한승, (2011), 미래전쟁양상에 대비한 해외파병부대 발전방안, 『국방정책연구』 27(1), 한국국방연구원, p.138

그러나, 아직 구체적인 설계방안이 제시되지 못하였고, 국방 M&S (Modeling and Simulation)체계에 인텔리전트 시스템 기술과 고객만족도 측정기술 접목에 대한 연구 또한 미진한 실정이다.

제 2 절 연구 목적

비군사적 분야에 대한 대표적인 모델은 미군의 JNEM(Joint Non-Kinetic Effects Model)이다. JNEM의 구성요소 중 ISM(Independent Stimulation Module)에 대한 연구를 시작으로 워게임 시나리오 관리 모델의 운영개념이 발전하게 되었다. ISM은 CBS[3]나 JCATS[4] 모델과 C4I체계 사이의 정보 유통을 관리하는 웹 (Web)기반 시스템이다. 모의모델에서 모의된 상황을 ISM이 C4I체계로 전달함으로써 모의된 부대와 연습 실시부대를 연결한다.

정보의 유통은 부대 운영예규(Standard Operation Procedure, SOP)와 특정 요구에 부합하도록 맞추어져있다. 또한, ISM은 연습시 통제관 명령으로 필요한 상황을 조성해서 연습실시자들이 C4I체계를 이용하여 실제상황과 동일하게 정상적인 의사결정절차를 연습할 수 있도록 지원한다. 뿐만 아니라 ISM은 모의와 주요사태목록(Master Scenario Event List, MSEL) 그리고 C4I체계 정보를 일치시키기 위한 환경 조성을 보장하며 사건의 결과를 연습실시자에게 보고하기 위한 보고서 라이브러리(Library)를 가지고 있다.[5]

워게임 시나리오를 생성하여 상황을 부여하는 기능은 국내 워게임 모델을 포함하여 선진국에서 사용하고는 있으나, 이를 통해 시나리오 관리를 전문적으로 지원하는 워게임 시나리오 관리모델이라는 개념은 없다.

현재, 연습/훈련간 연습통제관이 전체 연습/훈련 상황을 판단하여 특정 상황에서 통제명령을 통해 모델에 직접 개입하고 필요 시 미리 준비된 시나리오를 상황에 맞게 메시지 형태 또는 유선으로 연습실시부대에게 전달하고 있는 실정이다.

---

3) Corps Battle Simulation, 군단급 지휘관 및 참모훈련에 사용되는 미 지상전 모의모델이다.
4) Joint Conflict And Tactical Simulation, 하급 제대 지휘관, 참모 및 각개 전투원 훈련에 사용되는 미 합동분쟁 및 전술상황에 대한 상세 모의모델이다.
5) 이종호 외 1명, JNEM 모델 한미 연합연습 적용 방안 기초연구 , 陸士論文集 弟63輯 2卷, 2007. 6, 305p

이러한 이유로 실시간 시뮬레이션 연습/훈련이 진행되는 상황에서 전시 자유화지역 내에서 활동 중인 민사부대와 피난민 또는 전재민, 실향민 간의 우호적인 상호작용(interaction), 민사부대와 무장세력 및 테러집단, 현지 거주민 간의 적대적인 관계(relation)가 제대로 모의되지 않는 문제점이 있다.

한국군은 이러한 문제점이 있음에도 과거 선진국의 진부한 기술인 사태목록 메시지 생성 및 전달의 형태를 답습하여 시나리오를 전파하는 수준이다.

이런 상황에서 비군사적 모의 시나리오를 생성하고 관리하는 방안 연구가 필요하게 되었으며, 그 중 본 연구에서는 비군사적 모의 분야 시나리오 관리를 위한 워게임 시나리오 관리모델 설계방안을 연구하여 소요기술과 구성요소, 세부기능과 요구사항을 식별하였다.

제 3 절 연구 구성 및 제한사항

1. 연구의 구성

제1장 서론에서는 연구의 배경, 연구 목적 및 제한사항 등을 기술하였다. 그리고, 제2장 이론적 배경에서는 민군작전과 모의모델, 그리고 워게임 시나리오 관리모델 설계에 필요한 소요기술과 M&S 모델링 도구인 MATLAB에 대해 기술하였다.

제3장 워게임 시나리오 관리모델과 관련된 선행연구에서는 국내외 유사 워게임 모델 및 시나리오 설계와 관련된 선행연구를 분석하였다. 이를 통해, 규칙집합 생성 알고리즘과 최적화 방법 등을 분석하여 워게임 시나리오 관리모델 설계방안에 적용할 주요기능을 연구하였다.

제4장 워게임 시나리오 관리모델 설계방안에서는 워게임 시나리오 관리모델의 설계방안을 서브시스템 구성 및 세부기능으로 구분하여 제시하였다.

제5장 결론에서는 향후 발전되어야할 과제를 제시하고 결론을 맺었다.

본 연구는 워게임 시나리오 관리모델의 구성요소인 시나리오 입력도구, 시나리오 발생 규칙집합 편집도구, 시나리오 처리도구를 중심으로 사용자 측면에서 필요하다고 판단한 요소를 제시하였다.

2. 제한사항

워게임 시나리오 관리모델은 워게임 모델 운용측면에서 연습통제관이 일부 개입하지만 사전에 저장된 데이터베이스를 기반으로 모의엔진에 의해 시나리오를 발생시키고 실전적인 시나리오 입력 및 출력이 될 수 있도록 하는 규칙집합을 생성하는 기능이 구현되어야 한다.

그러나 민군작전 모의모델은 민사부대 및 주민, 정부기관, 비정부기구, 국제기구 등 민간인 그룹별로 상호관계 및 이해관계가 상이하고, 특히 실시부대별 작전계획 수준부터 모의 해상도, 연습 참여대상, 작전 운용개념 등 그 종류와 특징이 매우 광범위하고 다양하다.

이러한 다양한 요소를 내포하고 있는 민군작전 모의모델의 특징을 고려할 때 민군작전 모의모델의 전체 구성요소 중 시나리오 관리모델로 한정하여 연구하였다. 그리고 규칙집합 생성 알고리즘 구현을 위한 실제 한반도 전역 데이터베이스와 초기 입출력값 획득이 제한되었다. 더욱이 비군사적 활동에 대한 주민만족도를 정량화하는 데, 인텔리전트 시스템 분야의 퍼지이론과 유전자 알고리즘, 그리고 품질경영 분야의 고객만족도 측정모델을 국방 M&S 분야에 적용한 사례는 극히 드물다.

따라서 본 연구는 M&S 영역의 전문가 그룹이 브레인스토밍(Brainstorming)이나 계층적 분석기법(Analytical Hierarchy Process, AHP)과 같은 연구수행 프레임워크를 활용한 것처럼 비군사적 모의 분야 시나리오 관리모델에 적합한 가정과 가설을 설정하였다. 이를 위해 상향식(Bottom-up) 연구방법을 수립하고, 모델 설계 시 프로그래밍 언어 대신 사용법이 간단하고 각종 라이브러리를 지원하는 MATLAB을 활용하였다.

그리고 3장 민군작전 모의모델 발전에 관한 국내외 선행연구는 모의논리서 및 데이터베이스 설계기술서 등 세부 기술문서를 군 관련기관으로부터 직접

획득하여 분석하는 데 상당히 제한되었다. 이러한 사유로 인해, 본 연구는 비군사적 모의 분야 워게임 모델의 운영개념에 대한 공개자료 연구에 치중하여 설계방안에 대한 구현 타당성 검증을 수행하지는 못하였다.

특히, 4장 설계방안의 경우 각 기능 구성요소에 대한 개념모델링이 구체화되지 않았고 시퀀스 다이어그램과 알고리즘 설계에 대한 실현 가능성 여부를 수학적, 통계학적으로 증명할 충분한 시간을 확보하지 못했다.

또한, MATLAB 최적화 도구상자의 적합도 함수 선정을 위한 방안으로 전문가 그룹에 의한 AHP기법을 제안했지만, 여러 제약사항으로 인해 실제로 전문가를 대상으로 한 설문조사가 이루어지지 않았다. 이에 따라 기본적인 전제조건을 가정사항으로 하여 AHP기법 적용 절차와 예시를 대안으로 제시하였다.

위에서 언급하였듯이 본 연구는 실제 데이터베이스와 수학적 모델링 검증 없이 워게임 시나리오 관리모델을 설계하는 데 많은 제약사항이 있다. 그렇다 해도, 향후 워게임 시나리오 및 데이터베이스 통합모의 절차에 대한 연구가 진행되고, 연습통제관의 시나리오 임의 개입으로 인한 오류 발생 시 이를 해결하기 위한 워게임 시나리오 관리모델 연구가 필요하다.

제 2 장 이론적 배경

제 1 절 민군작전 정의

민군작전은 다음과 같이 두 가지로 정의할 수 있다. 첫째, 민간요소가 군사작전에 끼치는 영향에 대해 실시하는 작전이다.[6] 이는 과거 수많은 전쟁사에 민군작전이라고 정의되지 않았어도 실제로 다양한 형태의 민군작전이 수행되어 왔다. 민군작전의 내용은 점령지역 자치정부 수립을 위한 총선 지원, 전장 내 주민에 대한 통제, 피난민 구호활동, 파괴된 시설복구로부터 식수제공, 자립기반 기술전수 등 그 분야가 광범위하다. 즉, 민군작전의 목표는 작전지역내 민간인을 우호적으로 만들어 적에 대한 첩보를 획득하고 민간요소가 군사작전에 끼치는 부정적인 영향을 최소화하기 위함이다.

둘째, 민군작전이란 군이 주둔하거나 작전 수행 중인 지역에서 군부대와 정부 행정기관 및 주민간의 상호관계를 다루는 지휘관의 제반 활동이다.[7] 또한, 군사작전 지원을 보장하고 민간 정부행정 체계를 확립하기 위하여 민군작전 5대 기능(행정, 치안, 구호, 자원관리, 선무)을 포함한 포괄적인 대민관계를 다루는 작전이다.

제 2 절 민군작전 모의모델의 개요

민군작전 모의모델은 전구급 합동작전 모의모델인 태극JOS모델과 연동하여 합참의 지휘관 및 참모를 대상으로 전시 자유화지역 내 우군 작전부대와 피난민, 전재민, 정부 및 비정부 기관, 국제기구 인원들 간의 상호관계를 민사 5대 기능을 중심으로 모의하는 전구급 기능모델이다.[8]

이 모델을 통해 전시 자유화지역 내 발생할 수 있는 각종 불안정한

---

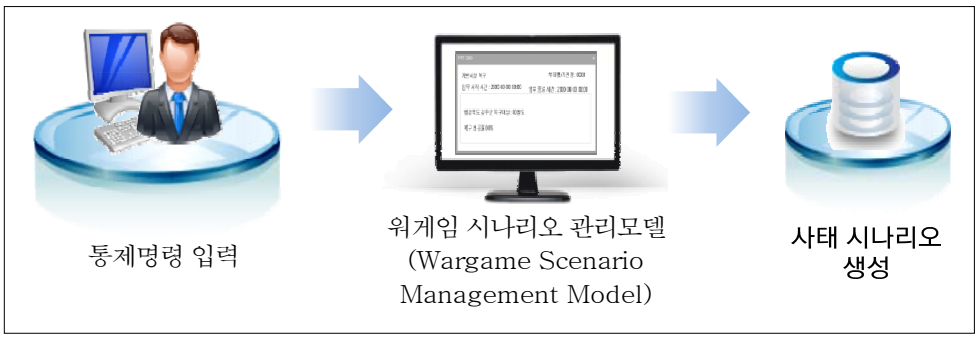
6) 전게서, 302p
7) 『민사작전 모의모델 개발 기초분야 연구』, (2005), 한국국방연구원, 25p
8) 상게서, 55p

요소를 정치, 군사, 경제, 사회, 정보, 기반구조 측면에서 세부적으로 모의하고 민군작전 관계자로 하여금 예측 불가능한 사태 발생 대응 절차 연습을 수행할 수 있다.

이러한 모델을 개발하는 데 필요한 주요 구성요소는 시나리오 관리 모델과 민군작전 모의기능, 민군작전 수행평가 모의논리, 민군작전 및 정부기능 관련 데이터베이스, 그리고 상황도 및 사후분석체계, 연동체계 등 공통기능이 있다.

제 3 절 워게임 시나리오 관리 모델의 정의

워게임 시나리오 관리모델은 효율적인 연습/훈련 운영을 위해 연습통제관의 통제명령에 의한 시나리오 모의가 필요할 경우 시나리오 입력 및 처리에 대한 규칙집합(Rule Set)을 정의하고 시나리오 파라메타를 편집하는 기능을 제공한다.



<그림 2-1> 워게임 시나리오 관리모델 운용개념도

<그림 2-1>은 워게임 시나리오 관리모델의 개략적인 운용 개념도이다. 전시 자유화지역에서 다양한 시나리오를 생성하기 위하여 연습통제관의 통제명령 입력에 의한 개입이 필요할 경우, 시나리오 관리 모델을 활용하여 시나리오 입력 및 처리에 대한 규칙집합을 정의하고 주민성향 변화에 영향을 미치는 시나리오 파라메타를 편집한다. 이를 통해 시나리오가 생성되며 연습실시자에게 전시 자유화지역 민간집단에 대한 실전적인 상황이 부여된다.

제 4 절 워게임 시나리오 관리모델 소요 기술

워게임 시나리오 관리모델의 소프트웨어 구성 설계는 사용자 인터페이스, 인텔리전트 시스템, 고객만족도 측정의 개념을 적용하였다.

이러한 분류는 기존 소프트웨어 설계 패턴과 비교할 때 생소한 개념인 데, 이것은 본 연구가 주민성향과 시나리오라는 정성적인 요소와 언어적인 요소를 프로그래밍하기 때문이다.

주요 구성요소는 시나리오 입력도구, 시나리오 발생 규칙집합 편집도구, 시나리오 처리도구의 3가지 요소로 구성된다. 시나리오 입력도구는 사용자 인터페이스 기능을 수행하며 국방과학기술 분류기준에서 사용되는 시나리오 생성 기술 및 시나리오 DB 작성 기술을 적용한다. 시나리오 발생 규칙집합 편집도구는 규칙집합을 생성하는 인텔리전트 시스템 기능을 수행하며 인텔리전트 시스템에서 널리 사용되는 퍼지제어 구현 기술 및 유전자 알고리즘 구현 기술을 적용한다. 시나리오 처리도구는 비군사적 모의 시나리오가 민간인 집단에 끼치는 영향을 평가하고 그 결과를 게임어와 연습 실시자에게 보고서 또는 메시지 형태로 전파하는 기능을 수행한다. 이 때, 비군사적 행위에 대한 민간인 집단의 만족도 평가 시 인간의 사회·심리적 요인을 정량적으로 측정하기 위해 품질경영 분야에서 사용되는 고객만족도 측정 기술을 적용한다. [표 2-1]은 시나리오 관리모델의 각 구성품별로 소요되는 기술을 제시하였다.

[표 2-1] 워게임 시나리오 관리모델 소요기술

모델명	구성품	소요기술
워게임 시나리오 관리모델	시나리오 입력도구	• 시나리오 생성 기술 • 시나리오 DB 작성 기술
	시나리오 발생 규칙집합 편집도구	• 퍼지제어 구현 기술 • 유전자 알고리즘 구현 기술
	시나리오 처리도구	• 고객만족도 측정 기술

1. 시나리오 생성 기술

가) 개요

시뮬레이션의 운용목적을 반영한 전장(전투 모의지역)정의, 피아전력 편성, 초기배치 및 시간대별 작전명령 등을 포함하는 전투수행 시나리오를 생성하는데 필요한 기술이다.[9)]

나) 민군작전 5대 기능 모의

본 절에서는 민군작전 5대 주요기능 및 20대 세부 기능별로 모의가 이루어지기 위한 기초 입력자료 및 영향요소 그리고 모의결과 자료를 식별하였다. 또한, 모의결과 자료는 민군모델 내부적으로만 사용되는 자료와 전투모델에 영향을 끼치는 자료로 구분 하였다. [표 2-2]는 민군 5대 주요기능 및 20대 세부기능을 요약한 것이다.

[표 2-2] 민군 5대 주요기능 및 20대 세부기능[10)]

주요기능	세부기능
행정	• 공공행정 • 근로 • 재산관리 • 공공시설 • 문화재(예술품,기념품,고문헌) 관리
치안	• 공공안전(민간정보) • 민방위 • 법무 • 민간인(실향민,피난민,소개민)통제
구호	• 공공보건 • 공공복지
자원관리	• 경제 및 상공업, 농수산업 • 공공재정, 민간보급 • 공공수송, 공공통신
선무	• 공공교육 • 민간보도(선무심리) • 문화 및 종교

9) 국방과학기술조사서, (2013), 국방기술품질원
10) 민사작전 모의모델 개발 기초분야 연구, (2005), 한국국방연구원, 57p

(1) 행정

행정기능은 민사부대로 하여금 작전지역내의 정부 및 지방 행정기관과의 관계 및 정치활동을 국가정책 및 지침에 따라 통제, 조정하거나 이들 기관을 접수하여 지도감독하거나 수행하는 기능이다. 또한, 복구사업을 위한 노동력을 관장하고, 군사작전을 지원하기 위한 행정조치 기능이다.

주요 모의기능은 공공행정, 근로, 재산관리, 공공시설, 문화재 관리기능으로 구분하여 수행한다.

(2) 치안

치안기능은 지역의 공공질서 및 안전의 확립과 사법권의 행사, 민간인 통제 등 치안질서를 유지하여 군사작전수행에 기여하는 기능이다.

주요 모의기능은 공공안전, 민방위, 법무행정, 민간인 통제 기능으로 구분하여 수행한다.

(3) 구호

구호기능은 국가 및 지역사회와 군 부대와 보건활동, 공공질서 및 복지에 필요한 구호와 비상대책 등에 관한 것으로서 부여된 권한 내에서 적절한 구호활동과 복지대책 지원, 관리, 감독, 조정하기 위한 기능이다.

주요 모의기능은 공공보건과 공공복지 기능으로 구분하여 수행한다.

(4) 자원관리

자원관리기능은 작전지역내의 가용자원을 군사작전을 위하여 획득하고, 정부 및 지방행정기관과 주민에 대한 경제적 책임을 군 지휘관이 수행하여 군사적 목표를 달성하고 지방경제를 복구 발전시키는 것이다.

주요 모의기능은 경제 및 상공업, 공공재정, 공공수송, 공공통신, 농수산업, 민간보급 기능으로 구분하여 수행한다.

(5) 선무

선무기능은 자유화지역이나 아군 지역 내 주민에게 정부의 정책이나 의도를 이해시켜 아군의 의도대로 행동하게 함으로써 민심을 안정시키는 활동이다. 주요 모의기능은 작전지역의 교육제도 및 교육체제에 대한 통제, 감독을 포함하여 문화 및 종교활동과 민간보도활동으로 구분하여 주민을 동화시키는 활동을 수행한다.

2. 시나리오 DB 작성 기술

가) 개요

시나리오 DB 작성 기술은 시뮬레이션을 수행하기 위한 부대의 기본현황, 세부현황, 환경데이터 등의 시뮬레이션 DB 구축과 임무수행을 편집하는 기술이다. 또한, 시나리오 DB 작성 기술은 시나리오 기본환경 구축, 편제형판 작성, 부대기본/ 세부현황 작성, 전투서열 지정 및 전장상황의 초기 설정을 할 수 있도록 해당 기능을 개발하는 것이다. <그림 2-2>는 시나리오 DB 작성 기술에 대한 개념도를 나타낸 것이다.

<그림 2-2> 시나리오 DB 작성 기술 개념도

나) 시나리오 DB

(1) 민군작전 계수

민군작전 계수는 민군작전 소요 산출을 위한 비례상수이다. 만약 민군작전 계수가 변경 되었을 경우, 과거 연습/훈련에 사용된 각종 민군작전 계수를 별도의 DB에 백업하고 최신 계수를 정부 관계부처에서 수집한다. 이를 통해 민군작전 모의에 사용되는 계수를 갱신한다. [표 2-3]은 민군작전 계수의 종류이다.

[표 2-3] 민군작전 계수의 종류

구분	민군작전 계수
인적요소	• 잔류주민 발생율, 철수주민 발생율, 전쟁이재민 발생율 등
물적요소	• 양곡피해율 등
시설요소	• 산업시설피해율, 시설 피해율 등

(2) 인적/물적/시설요소

민군작전 모의를 위해서는 작전수행부대, 정부부처 관계인원, 기술자 및 의료진 등 민간요원, 자유화지역 주민성향과 같은 인적요소와 이를 지원하는 물적요소 및 시설요소가 필요하다. 민군작전 모의에서 이러한 자료를 입력받아 사실적 전장상황을 조성한다. [표 2-4]는 인적, 물적, 시설요소의 종류이다.

[표 2-4] 인적/물적/시설요소의 종류

구분	민군작전에 영향을 미치는 요소
인적요소	• 민사부대병력, 정부지원인원, 근로자 의료 행정 전문 기술직 방송/언론매체 인력, 인구 등
물적요소	• 민사부대, 임시 행정 치안기구, 문화재, 수송수단, 구호물자 현황 등
시설요소	• 행정, 피난, 교통, 산업, 방송 언론매체, 급수 전력 시설 등

(3) 국방동원정보체계 DB

민군작전 훈련 수행 간 남한 및 북한지역에서의 동원 혹은 활용 가능한 가용자원의 현황을 유지하기 위해서 현 국방동원정보체계에서 남한지역의 지역별 동원 가능한 인적, 물적자원 현황을 유지하는 것을 포함하여 북한지역도 관련 데이터를 유지할 수 있도록 DB를 확장, 재사용한다.

(4) 훈련시나리오/상황 DB

민군작전 모의는 법령, 방침, 규정, 지침 등이 반영된 연습상황을 묘사하여 교리에 부합되는 절차훈련을 유도하고 아군의 전쟁수행결과와 자유화지역에서의 전장상황 및 지역안정도에 따라 5대 민군기능을 조합한다. 또한, 다양한 상황에서 훈련을 유도할 수 있도록 한다. 예를 들어, 훈련시나리오는 민군작전 모의를 실행하기 위해 필요한 것으로 전장환경, 모의 파라메타, 민사부대 현황, 모의표적물 등을 포함하여 작성한다.

(5) 타체계/모델 DB

민군작전 모의는 합동·연합 연습/훈련 체계와 전장관리정보체계와 연동한다. 이를 통해 타 체계 및 모델의 데이터가 민군작전 모의 데이터베이스에 최신화 되어 모의에 반영될 수 있도록 한다.

3. 퍼지제어 구현 기술

가) 개요

퍼지이론(Fuzzy Theory)은 미국의 L. A. Zadeh 교수에 의해서 1965년에 제안된 수학적 개념으로 복잡하고 애매한 정보에 대한 의사결정 및 문제해결을 위한 여러 가지 접근법을 제공한다.[11)]

퍼지제어는 언어적인 표현 또는 지식기반의 수행제어를 위한 새로운 기법이다. 지능적 자동제어 시스템은 자동화를 위한 인공지능(Artificial

11) 박준석, 명노해, 감성 만족도의 정량화를 위한 퍼지 소속 함수 개발, 한국인간공학회지 23(2), 2004, 38p

Intelligence, AI) 분야 기술로부터 태동되었으며[12], 인공지능은 전산학의 한 분야로서 인텔리전트 컴퓨터와 이해 및 학습, 사고, 문제해결 등 지능적인 인간행동과 같은 특성을 나타내며 의미론적인 체계 설계에 대한 연구이다.

나) 퍼지제어

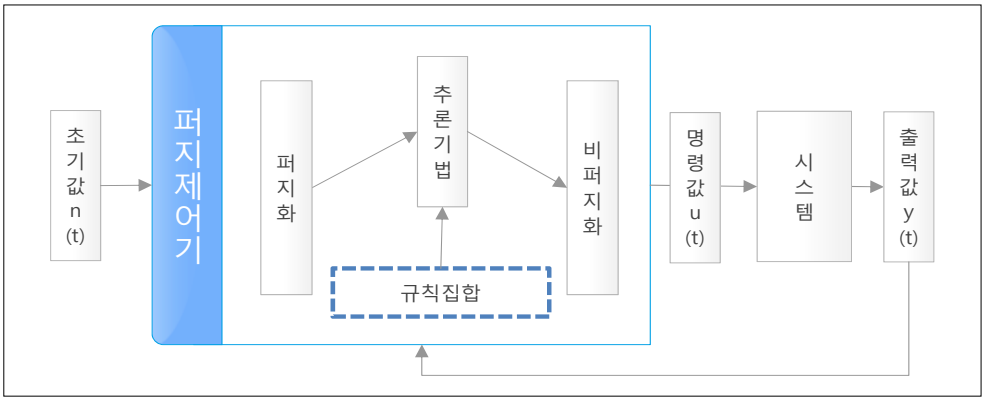
퍼지제어란 인텔리전트 제어에 대한 새로운 기술로서 인간이 시스템을 다룰 때 사용하는 절차를 모사하는 것이다. 예를 들어, 수도꼭지를 통한 유량 제어 시 반시계 방향으로 65도면 초당 2리터의 유량과 같은 정량적 제어 대신 다음과 같은 비정량 규칙에 대해서도 인간은 원하는 유량을 제어한다. 즉, 유량이 적으면 수도꼭지를 왼쪽으로 항상 열고 유량이 많으면 수도꼭지를 오른쪽으로 조금씩 잠그는 방식이다. 이와 같이 인간은 수온, 자동차 운전과 같은 보다 복잡한 상황을 정량화할 수 있다. 예를 들어, 인간이 온도를 감지하는 방법에는 매우 뜨거움, 적당함, 매우 차가움 등 있고, 자동차 속도를 감지하는 방법에는 매우 빠름, 보통, 매우 느림 등이 있다.

다) 퍼지 논리 방법론

일반적인 지식기반을 활용하여 정량적인 시스템 제어가 가능하다. 이 때, 퍼지 논리를 적용한 시스템 제어에는 Mandani 퍼지 추론기법을 활용한다.

퍼지 제어 개념은 다음과 같다. 첫째, 센서에 의해 측정된 정확한 값을 규칙기반으로부터 사전에 추론된 퍼지값으로 변환(퍼지화, fuzzification)한다. 둘째, 규칙으로부터 추론된 퍼지값을 제어 대상체계의 정확한 입력값으로 재변환(비퍼지화, defuzzification)한다. <그림 2-3>은 퍼지 제어에 대한 개략적인 개념도를 나타낸 것이다.

12) R.M. Aguilar, V. Muñoz and Y. Callero, Control Application Using Fuzzy Logic: Design of a Fuzzy Temperature Controller, Fuzzy Inference System, University of La Laguna Spain, 2012



<그림 2-3> 퍼지 제어 개념도

라) 퍼지 제어기 구성요소

퍼지 제어기 구성요소는 규칙기반, 추론기법, 퍼지화 인터페이스, 비퍼지화 인터페이스가 있다. 각 구성요소별 주요 특징은 다음과 같다.

첫째, 규칙기반(rule base)은 퍼지 규칙집합으로서, “if-then”방식으로 구성된다. 또한, 체계제어와 관련된 전문가의 언어적 표현을 정량화한 퍼지논리를 사용한다. 둘째, 추론기법(inference mechanism)은 주어진 상황에 대한 최적의 제어방법을 결정하는 데 필요한 지식 적용과 해석에 대한 전문가의 의사결정 과정을 모사하는 기법이다. 셋째, 퍼지화 인터페이스(fuzzification interface)는 제어기로 입력되는 변수와 대응하는 규칙을 찾아 쉽게 활성화 시켜주는 추론 과정을 거쳐 입력변수를 퍼지 정보로 변환하는 기능을 제공한다. 넷째, 비퍼지화 인터페이스(defuzzification interface)는 추론기법을 통해 얻은 결과를 다시 제어 대상체계의 입력변수로 변환하는 기능을 제공한다.

4. 유전자 알고리즘 구현 기술

가) 개요

유전자 알고리즘은 해(解)를 구하거나 최적화 문제를 해결하기 위한 방안으로 적용기법이다[13]. 또한, 이것은 생물학 기관의 유전자적 처리에 기반하고 있다. 지난 수세대를 걸쳐, 자연선택 및 적자생존 원리에 의거하여 자연의 개체들은 진화하였으며, 이는 찰스다윈의 "종의 기원"이라는 책에 명쾌하게 언급되어 있다. 이와 같은 절차 모의를 통해 적절한 코드를 사용할 수 있다면 유전자 알고리즘은 실세계 문제에 진화적 해결법을 제시할 수 있다.

예를 들어, 최대 강도 대비 하중 비율을 구하기 위한 교량 구조 설계, 옷감의 재단에 있어 옷감의 낭비를 최소한으로 하는 도면 등이 있다.

나) 유전자 알고리즘

유전자 알고리즘은 1975년 미국 미시간 대학의 John Holland 교수가 세포의 작용을 연구하던 중 제안한 것으로, 생물학계의 적자생존 원리 즉, 자연도태 원리를 기초로 한 최적화 알고리즘이다.

그리고 생물의 유전과 진화알고리즘을 공학적으로 모델화하여 문제해결이나 체계 학습 등에 응용하려는 알고리즘이다. 이 때, 어떤 세대(generation)를 형성하는 개체(individual)들의 집합을 개체군(population)이라 하며 이 개체군 중에서 주어진 환경에 대한 높은 적합도(fitness)를 가진 개체가 높은 확률로 살아남아 재생(reproduction)할 수 있게 된다. 그런 다음 교배(crossover) 및 돌연변이(mutation)를 통하여 다음 세대의 개체군을 형성하게 되는 생물의 진화과정을 공학적으로 모델링한 알고리즘이다. 진화적 알고리즘(evolutionary algorithm)의 하나라고 할 수 있다. 2000년대 붐을 일으킨 바 있으며, 신경회로망, 이미지 특징 추출 및 인식, 최적화 문제 등에 응용되고 있다.

---

13) David Beaslay, An Overview of Genetic Algorithms : Part 1, Fundamentals, Department of Computing Mathematics, University of Cardiff, 1993

다) 진화적 알고리즘(evolutionary algorithm)

(1) 진화적 알고리즘의 발전과정 및 종류

진화적 알고리즘(Evolutionary Algorithm, EA)의 발전 과정은 다음과 같다.

먼저, 진화적 전략(Evolutionary Strategy, ES)은 실수값을 갖는 염색체를 사용하는 것으로서 개발되었다. 유전자 알고리즘(Genetic Algorithm, GA)은 협의의 알고리즘으로서 고정길이의 이진 스트링 염색체를 사용하는 것이 제안되었다. 그 뒤 유전자 프로그래밍(Genetic Programming, GP)은 그래프와 트리 등을 염색체 표현에 사용하는 것으로서 1990년대 개발되었다. 진화적 프로그래밍 (Evolutionary Programming, EP)은 그래프와 트리 등을 염색체 표현에 사용하는 것으로서 1990년대 개발되었다.

[표 2-5]는 진화적 알고리즘의 종류를 비교한 것이다.

[표 2-5] 진화적 알고리즘의 종류 비교

구분	진화적 전략 (ES)	유전자 알고리즘 (GA)	유전자 프로그래밍 (GP)	진화적 프로그래밍 (EP)
기원	Rechenberg, I. (1963)	Holland, J.H. (1975)	Koza, J. (1990)	Fogel, L.J. (1990)
표현 방식	실수, 길이 고정	이진 문자열 실수형도 가능 (0/1), 길이 고정	기본함수, 크기가변	실수, 이산치, 크기 고정
자기 적응성	표준편차와 상호분산	없음 (메타-유전자 알고리즘의 경우는 가능)	없음 (메타-유전자 알고리즘의 경우는 가능)	표준편차 (메타-진화 프로그래밍의 경우)
적합도	목적함수 값	비율에 의해 조정된 목적함수 값	비율에 의해 조정된 목적함수 값	비율에 의해 조정된 목적함수 값
문제 표현방식	벡터	스트링	트리	그래프
돌연 변이	주요 연산자	보조 연산자	보조 연산자	유일한 연산자
교배	자기 적응성에 중요	주요 연산자	주요 연산자	없음

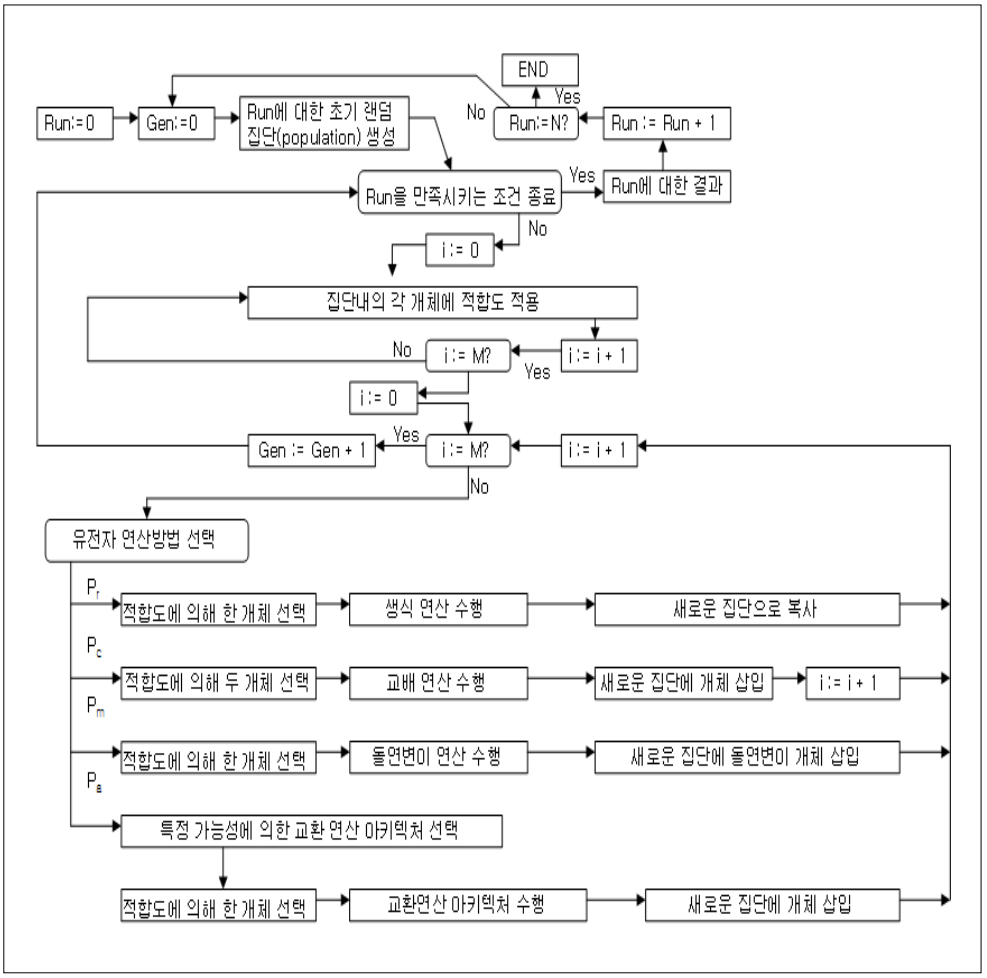
구분	진화적 전략 (ES)	유전자 알고리즘 (GA)	유전자 프로그래밍 (GP)	진화적 프로그래밍 (EP)
선택	결정론적이며 소멸성있음	확률적이지만 보존성이 있음	확률적이지만 보존성이 있음	승자승 원리를 통한 확률적 선택 소멸성 있음
특징 및 응용분야	종에 속한 개체의 수준에서 진화를 모방한 것으로 다양한 교배과정이 있을 수 있음. 실수치 탐색	종에 속한 개체의 수준에서 진화를 모방한 것으로 다양한 교배과정이 있을 수 있음. 자연 진화원리에 가장 가까움. 문자열 벡터열 탐색	프로그램 합성	종의 수준에서 진화를 모방한 것으로 교배 과정이 없음. 오토마타 합성

(2) 유전자 프로그래밍

본 연구에서는 다양한 진화적 알고리즘 가운데 유전자 프로그래밍의 문제풀이 과정을 적용하여 시나리오 관리모델의 시나리오 발생 규칙집합 편집도구 설계방안을 연구하였다.

앞서 언급한 것과 같이 유전자 프로그래밍(Genetic Programming, GP)은 그래프와 트리 등을 염색체 표현에 사용하는 것으로서 1990년대 개발되었다.

<그림 2-4>는 유전자 프로그래밍 문제풀이 과정을 나타낸 것이다.



<그림 2-4> 유전자 프로그래밍 문제풀이 과정

라) 생물학 용어와 유전자 알고리즘 해석

일반적으로 생물학 용어와 유전자 알고리즘 해석에는 차이가 있으며, [표 2-6]은 생물학 용어와 유전자 알고리즘 해석에 대해 기술한 것이다.

[표 2-6] 생물학 용어와 유전자 알고리즘 해석

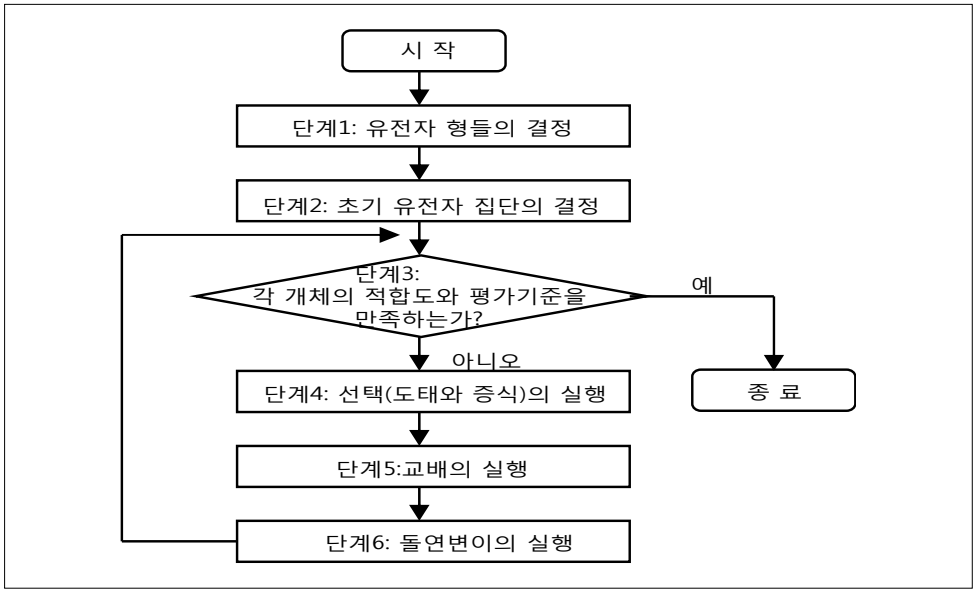
생물학 용어	유전자 알고리즘 해석
개체(individual)	염색체에 의해 특징지어지는 자율적인 하나의 작은 집단
집단(population)	집단 내의 개체의 수
유전자(gene)	개체의 형질을 규정하는 기본 구성요소 즉, 특성(feature), 형질(character) 등
염색체(chromosome)	복수의 유전자 모임. 문자열(string)로 표현
대립 유전자(allele)	유전자가 갖는 특성 값(feature value).
유전자 자리(locus)	염색체상의 유전자의 위치 즉, 문자열의 위치(string position)
적합도 또는 적응도(fitness)	유전자의 각 개체의 환경에 대한 적합의 비율을 평가하는 값 즉, 평가치로 최적화 문제를 대상으로 하는 경우 목적함수 값이나 제약조건을 고려하여 페널티 함수 값의 적응도로 설정된다.
코딩(coding)	표현 디코딩에서 유전자형으로 매핑하는 것
디코딩(decoding)	유전자 형에서 표현형으로 역 매핑하는 것
유전자형 (genotype)	형질의 염색체에 의한 내부적으로 표현하는 방법으로 구조체(structure)로 표현
표현형 (phenotype)	염색체에 의해 규정된 형질을 외부적으로 표현하는 방법. 파라메터 집합(parameter set), 대체해(alternative solution), 디코드화를 위한 구조체(decoded structure)로 표현

마) 유전자 알고리즘 프로세스

유전자 알고리즘의 프로세스는 크게 선택(selection), 교배(crossover), 돌연변이(mutation) 순으로 진행된다.

이를 세부적으로 살펴보면 다음과 같다. 1단계는 유전자형들의 결정이 이루어진다. 2단계는 초기 유전자 집단의 결정이 이루어진다. 3단계는 각 개체의 적합도와 평가기준을 만족하는 지 판단하여 프로세스 종료 또는 다음 단계로 분기한다. 4단계는 선택(도태와 종식)의 실행이 이루어진다. 5단계는 교배의 실행이 이루어지고 마지막 6단계는 돌연변이의 실행이 이루어진다.

<그림 2-5>는 유전자 알고리즘 프로세스를 업무 흐름도(work flow chart)로 나타낸 것이다.



<그림 2-5> 유전자 알고리즘 프로세스 업무 흐름도

(1) 선택(selection)

선택(selection)은 집단 중에서 적응도의 분포에 따라서 다음 단계로 교배를 행하는 개체의 생존 분포를 결정한다.

적응도의 분포에 기초하고 있기 때문에 적응도가 높은 개체일수록 보다 많은 자손을 남기기 쉽게 된다.

(2) 교배(crossover)

교배(crossover)는 2개의 염색체 사이에 특정 유전자를 서로 바꾸어 넣음으로써 새로운 개체를 생성시킨다.

(3) 돌연변이(mutation)

돌연변이(mutation)은 유전자의 특정 부분의 값을 강제적으로 변화시킨다.

바) 유전자 알고리즘의 장단점 및 응용분야

유전자 알고리즘의 장점은 복수개의 개체사이의 상호협력에 의한 해(解)의 탐색이 가능하고, 번거로운 미분연산이 불필요하다는 것이다.

이에 반해, 단점은 대상으로 하는 문제를 유전자 알고리즘으로 표현하는 방법상의 어려움이 발생하는 것과 개체수, 선택 메카니즘, 교배법 결정, 돌연변이 비율 등 선택해야 할 파라메터 수가 많은 것이다.

유전자 알고리즘의 응용분야는 최적화, 자동 프로그래밍, 기계학습, 경제학, 면역체계, 생태학, 집단유전학, 진화와 학습, 사회적 시스템 등 많은 과학 및 공학 문제의 모델링에 사용되어 왔으며 앞으로도 다양한 분야에 사용 가능하다.

5. 고객만족도 측정 기술

가) 개요

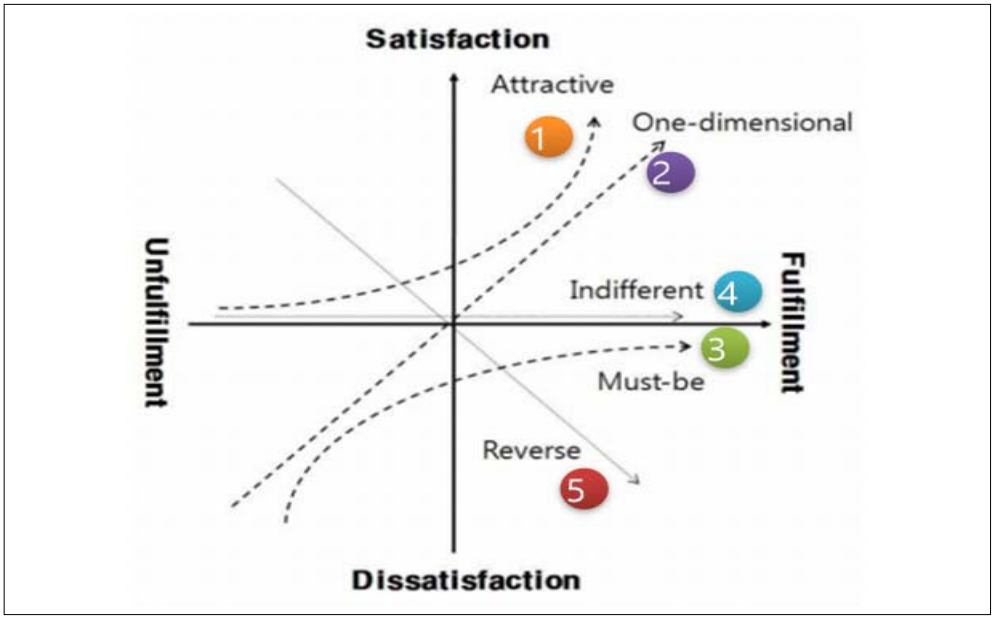
Kano[14](1984)는 Herzberg의 위생동기이론을 품질 분야에 적용하여 고객만족과 품질의 관계를 2차원적으로 설명하는 새로운 모델을 제시하였다.[15] KANO모델에 따르면, 품질특성의 충족정도와 그에 따른 고객만족의 관계를 5가지 유형으로 <그림 2-6>과 같이 구분하였다. 본 연구에서는 KANO 모델을 시나리오 관리모델의 시나리오 처리도구 설계에 적용하는 것이 적합하다고 가정하였다. 이는 M&S모델 개발 전문가들의 브레인스토밍을 통해 민간인 집단의 만족도 성향이 사회·심리학적으로 살펴본다면 KANO 모델에서 제시한 5가지 만족도 범주와 유사하다는 가설을 세웠기 때문이다.

가로축은 품질특성의 충족정도를 나타내고 있고, 세로축은 고객의 만족정도를 나타내고 있다. 이 때, ①번 그래프는 매력적(attractive)인 특성을 보인다. ②번 그래프는 일원적(one-dimension) 특성을, ③번 그래프는 당연적

14) Noriaki Kano(1940~) : 동경 이과대학(Tokyo University of Science) 교수로서, 국제 품질경영 컨설팅 전문가이자 고객만족모델인 KANO모델을 개발하였다(위키피디아 영문판). 1997년 일본 과학자 및 공학자 연합(Union of Japanese Scientist and Engineers, JUSE)으로부터 품질경영분야 최고 영예인 Deming 상을 수상하였다.(www.juse.or.jp)

15) 장홍엽, (2012), KANO모델에서 품질특성의 상대적 중요도 결정에 관한 연구, 박사논문, 성균관대, p.6

(must-be) 특성을, ④번 그래프는 무관심(indifferent) 특성을 보인다. 마지막으로 ⑤번 그래프는 역(逆)(reverse) 특성을 각각 나타낸다.



<그림 2-6> 카노모델(KANO Model)의 5가지 품질 유형도[16]

나) 카노모델의 5가지 품질 유형

(1) 매력적(attractive) 품질 속성

매력적 품질 속성은 충족이 되면 만족을 주지만 충족되지 않더라도 어쩔 수 없이 받아들이는 품질특성을 말한다.[17] 매력적 품질은 예를 들어 '고객은 에디슨에게 전구를 개발해 달라고 요구하지 않았다'와 부합하는 특성이다.

이것은 고객이 미처 기대하지 않았던 것을 충족시켜주거나, 고객이 기대했던 것이라도 고객의 기대를 훨씬 초과하는 만족을 주는 품질특성으로서 고객감동(customer delight)의 원천이 된다. 또한 고객은 이러한 품질특성의 존재를 모르거나 기대하지 못했기 때문에, 충족이 되지 않더라도 불만을 느끼지 않는다.

16) 전게논문, p.5
17) 전게논문, p.7

(2) 일원적(one-dimension) 품질 속성

일원적 품질 속성은 충족이 되면 만족감을 증가시키고, 충족되지 않으면 불만족을 야기 시키는 유형으로서 기존 품질관리에서 인식되어 왔던 'The More, The Better', 즉 다다익선(多多益善) 개념의 선형적 품질인식과 동일하다.[18]

(3) 당연적(must-be) 품질 속성

당연적 품질 속성은 제품이나 서비스를 구성하는, 최소한 마땅히 있을 것으로 생각되는 기본적인 품질 특성으로서, 충족이 되면 당연한 것으로 생각되기 때문에 별다른 만족감을 주지 못한다.[19]

반면, 충족이 되지 않으면 불만을 일으키는 품질특성을 말한다. 따라서 당연적 품질특성은 불만 예방요인이라고 볼 수 있다.

(4) 무관심(indifferent) 품질 속성

무관심 품질 속성은 충족되든 충족되지 않든 만족도 불만도 일으키지 않는 품질특성을 말한다.[20] 일반적으로 발생하지 않는 특성이나, 기존에 존재하지 않았던 새로운 품질특성을 제안한 상태에서 해당 품질특성에 대해 고객의 이해가 낮을 때 발생하거나, 고객이 느끼는 필요와 욕구와는 전혀 관련 없는 품질특성인 경우에 해당한다.

(5) 역(逆)(reverse) 품질 속성

역(逆)품질 속성은 충족이 되면 불만을 일으키고, 충족이 되지 않으면 만족을 일으키는 품질특성을 말한다.[21] 역(逆)품질이란 명칭은 생산자가 충족시키려는 노력을 기울이지만 결과적으로 사용자는 불만족스럽다고 평가하는 품질특성도 있을 수 있기 때문에 역(逆)품질이란 용어를 사용한다.

---

18) 전게논문, p.7
19) 전게논문, p.7
20) 전게논문, p.8
21) 전게논문, p.8

제 5 절 설계도구(MATLAB) 활용 이해

MATLAB은 시나리오 관리 모델을 설계하는 데 활용한 도구로써, 본 연구에는 MATLAB R2012b 버전을 사용하였다. MATLAB 활용에 대한 이해를 돕기 위하여 도구의 개요와 메뉴 및 도구상자 등으로 나누어 다음과 같이 기술하였다.

1. MATLAB 개요

MATLAB은 미국의 Mathworks사에서 개발된 공학용 프로그램 및 프로그래밍 언어이다. 2014년 3월 현재 R2014a가 최신버전이다.

또한, MATLAB은 “Matrix Laboratory”를 뜻하는 말로써, 행렬 연산, 수치해석, 신호 처리 및 간편한 그래픽 기능 등을 통합하여 높은 성능의 수치계산 및 결과 가시화 기능을 제공하는 프로그램이다.

원래 MATLAB은 Cleve Moler에 의해 Fortran으로 작성되었으나, 현재는 미국의 MathWorks사에 의해 C++로 작성되었다. MATLAB 코딩 체계는 우리에게 친숙한 수학적인 기호와 간단한 C문법으로 행해지는데, 전형적인 이용 범위는 다음과 같다. 수학과 관련된 계산, 알고리즘 개발, 상황 모델링과 데이터 분석, 여러 가지 과학과 공학적인 그래픽 표현, 그래픽 사용자 인터페이스(Graphical User Interface, GUI)에 의한 어플리케이션 개발 등이 있다.

MathWorks사에서 제공되는 MATLAB 사용자설명서(Get Start, 2014)[22]에는 MATLAB의 주요 특징을 다음과 같이 4가지로 기술하였다.

첫째, MATLAB의 기본 데이터 요소는 차원의 제한이 없는 배열(array)이라는 점이다. 기존의 고수준(high-level) 언어에서는 행렬 연산의 경우, 연산에 대한 해당 함수를 만들어 주어야 했지만 MATLAB에서는 기본 피연산자가 배열이므로 한번에 일괄적으로 계산이 가능하다. 둘째, MATLAB은

22) http://www.mathworks.com/help/pdf_doc/matlab/getstart.pdf, MATLAB Primer R2014a, MathWorks Inc. 2014

이용자들을 위한 도구상자(toolbox)를 보유하고 있다는 점이다. 여기서, 도구상자란 해당 전공 분야의 내용을 심도 있게 지원하는 함수 라이브러리(library) 개념이다. 이것은 주로 신호 처리, 통계학, 영상 처리, 제어, 퍼지논리(fuzzy logic), 재정, 화학 공정 등의 도구상자를 제공한다. 특히, 시뮬링크(simulink)라는 것이 있는데, 이 디렉토리의 내용은 주로 동적 시스템의 시뮬레이션에 이용된다. 셋째, MATLAB은 외부 프로그램, 즉, C, Fortran과 링크해서 이용할 수 있는 기능도 제공한다. 넷째, MATLAB은 강력한 수학적인 능력을 갖고 있고, 쉽게 주어진 상황을 코딩화할 수 있다.

MATLAB의 사용목적 및 용도는 다음과 같다.

첫째, 대부분의 미국공대에서 처음으로 프로그래밍에 입문하는 학생들이 제일 먼저 배우는 프로그램이다. 프로그래밍 언어라고 볼 수도 있고, 응용 프로그램으로도 볼 수 있으나, 쓰는 사람의 목적에 따라 두 가지 성격이 모두 나타난다. 그리고, 현재 쓰이는 프로그래밍 언어 중 사용자의 층이 꽤 큰 편이다.

둘째, C언어 만큼의 효율성을 보여주지는 못 하나 문법이 쉽기 때문에 작은 규모의 계산이나 알고리즘을 테스트할 때 사용한다.

셋째, 컴퓨팅 리소스는 많이 먹지만 컴파일러에 워낙 박혀있는 명령어 셋(set)이 많아 개발할 때 시간과 비용 절감이 가능하다. 테스트는 MATLAB으로, 실제 개발은 C나 Java로 하는 경우도 상당히 많다.

2. MATLAB 메뉴 및 도구상자(toolbox)

MATLAB 메뉴는 크게 명령창과 그림창으로 구성되어 있다. 먼저, 명령창 메뉴 구성은 File, Edit, View, Window, Help로 구성한다. [표 2-7]은 명령창 메뉴 및 하부 명령어 목록이다.

[표 2-7] 명령창 메뉴 및 하부 명령어 목록

메뉴	주요 기능	하부 명령어
File	작업파일 생성, 삭제 및 저장	New, Open, Open Selection, Run Script, Load/Save Workspace
Edit	작업파일 내용을 편집	Undo, Cut, Copy, Paste, Clear, Select All, Clear Session
View	명령어를 단축키로 지정	Toolbar on-off
Window	열려져 있는 창을 선택	-
Help	각종 도움말 창을 활성화	-

그림창 메뉴 구성은 File, Edit, Tools, Window, Help로 구성된다. [표 2-8]은 그림창 메뉴 및 하부 명령어 목록이다.

[표 2-8] 그림창 메뉴 및 하부 명령어 목록

메뉴	주요 기능	하부 명령어
File	작업파일 생성, 삭제 및 저장	New Figure, Open, Close, Save, Save as, Export, Property Editor
Edit	작업파일의 내용을 편집	Cut, Copy, Paste
Tools	단축키지정, 그래프 속성편집	Show Toolbar, Enable Plot Editing, Axes Properties, Line Properties
Window	열려져 있는 창을 선택	-
Help	각종 도움말 창을 활성화	-

도구상자는 보다 다양하고 기본적인 기능을 쉽게 추가할 수 있도록 지원하는 각종 도구 라이브러리이다. 이러한 도구상자들 가운데 본 연구에 활용 가능한 것으로는 퍼지논리 도구상자(fuzzy logic toolbox)와 최적화 도구상자(global optimization toolbox) 등 두 가지를 선정하였다.

3. 퍼지논리 도구상자

퍼지논리 도구상자(fuzzy logic toolbox, 2012)[23]는 복잡하고 비선형적인 시스템의 정확한 모델링 없이 제어가 가능하도록 지원한다. 또한, MATLAB 함수와 그래프 도구, 분석용 도구를 제공한다. 특히, 퍼지논리 도구상자는 퍼지논리에 기반한 체계설계 및 모의에 활용되며 퍼지 추론체계 설계과정을 지원한다. 주요 기능은 퍼지 클러스터링(clustering)과 신경망 퍼지(neurofuzzy) 학습을 포함한 일반적인 방법을 제공한다.

퍼지 도구상자는 간단한 논리 규칙을 사용하여 복잡한 체계의 행위를 모델링해주고 이러한 규칙을 퍼지 추론체계에 구현한다. 필요 시 퍼지 추론 엔진을 단독으로 사용할 수 있다. 퍼지 도구상자의 주요 특징은 다음과 같다.

첫째, 퍼지 추론체계 설계를 위한 전문 GUI[24], 뷰, 분석결과 제공한다. 둘째, 퍼지 추론체계 구현을 위한 소속함수(membership functions)를 제공한다. 셋째, 사용자 규칙 정의가 가능한 AND, OR, NOT 논리연산 기능을 제공한다. 넷째, 표준 퍼지 추론 방법론으로 Mamdani 및 Sugeno 유형을 제공한다. 다섯째, 신경망과 퍼지 클러스터링 학습 기술을 적용한 자동 소속함수 생성 기능을 제공한다. 여섯째, Simulink 모델에 퍼지 추론체계를 내장할 수 있는 기능을 제공한다. 일곱째, C 코드 변환 생성 기능 또는 퍼지 추론엔진 단독 실행 기능을 제공한다.

가) 기본 도구

퍼지논리 도구상자에서 제공하는 기본 도구는 퍼지 추론체계 편집기(Fuzzy Inference System editor, FIS), 소속함수 편집기(membership function editor), 규칙 편집기(rule editor), 규칙 전시기(rule viewer), 표면 전시기(surface viewer)로 구성되어 있다. 퍼지 추론체계 편집기는 입출력 변수를 정의한다. 소속함수 편집기는 모든 소속함수의 형태를 정의한다. 규칙 편집기는 규칙을 정의한다. 규칙 전시기는 입력에 대한 퍼지 추론 다이어그램을

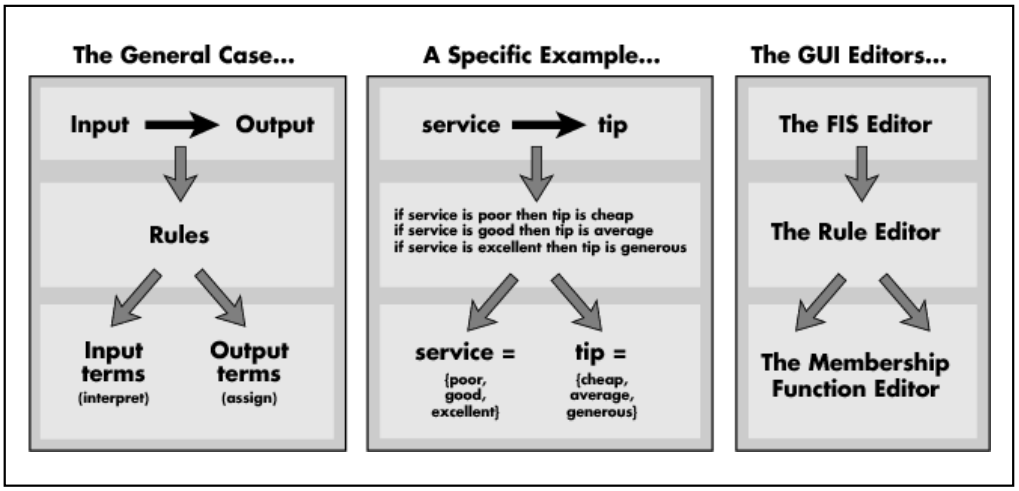
23) http://www.mathworks.co.kr/products/datasheets/pdf/fuzzy-logic-toolbox.pdf, MATLAB R2012b, MathWorks Inc., 2012

24) Graphic User Interface : 그래픽 사용자 인터페이스

전시한다. 표면 전시기는 입력에 대한 출력의 종속적인 관계를 3차원 형태로 전시한다.

나) 도구 사용절차

도구 사용절차는 <그림 2-7>과 같이 일반적인 도구 사용절차와 세부 예제, GUI 편집기 사용 등 3가지 유형으로 구분한다.



<그림 2-7> 도구 사용절차

그림 좌측 일반적인 도구 사용절차는 다음과 같다. 먼저, 입력과 출력을 정의하고 규칙을 정의한 다음, 입력항목(해석값 설정)과 출력항목(할당값 설정)을 설정한다.

그림 중앙 서비스와 팁의 문제에 대한 예제를 통해 사용절차를 설명하면 다음과 같다. 먼저, 입출력은 입력을 '서비스'로, 출력을 '팁'으로 정의한다. 다음으로 규칙은 서비스가 불충분하면 팁은 싸게, 서비스가 좋으면 팁은 적당히, 서비스가 훌륭하면 팁을 후하게 주는 것으로 정의한다. 마지막으로 서비스 해석값을 불충분/좋음/훌륭함으로, 팁 할당값을 싸게/적당히/후하게 등으로 설정한다.

그림 우측 그래픽 사용자 인터페이스 편집기(GUI editor)를 활용한 사용순서는 다음과 같다. 먼저, 퍼지 추론체계 편집기(FIS editor)로 입출력 변수를 정의한다. 다음으로 소속함수 편집기(membership function editor)를 활용하여 소속 함수를 정의한다. 마지막으로 규칙 편집기(rule editor)를 활용하여 규칙집합을 정의한다.

본 연구에서는 복잡한 함수 정의와 코딩 대신 간편하게 사용할 수 있는 그래픽 사용자 인터페이스 편집기를 4장 설계방안에 적용하기로 한다.

4. 최적화 도구상자

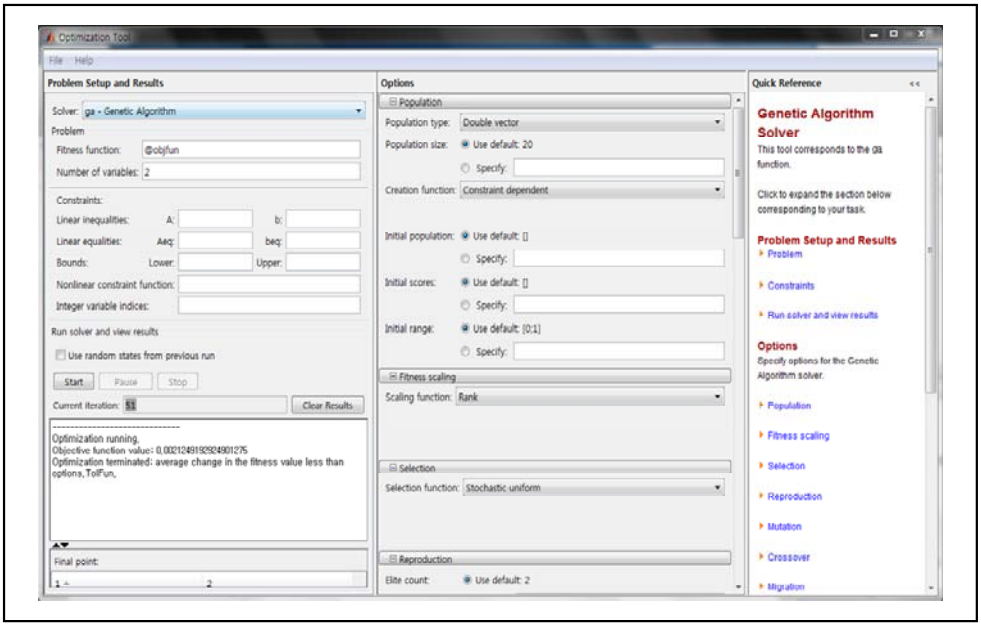
최적화 도구상자(global optimization toolbox, 2014)[25]는 유전자 알고리즘(Genetic Algorithm, GA)을 포함한 각종 최적화 알고리즘을 적용하여 비선형 함수의 최적화 문제와 선형 2차 방정식의 최적화 등 함수를 제공한다.

최적화 문제에 대한 해법(solver)으로 유전자 알고리즘을 선택하면 사용자가 부모세대 선택, 교배 및 돌연변이 함수정의 또는 초기 개체수 및 적합도 설정 변경을 통해 유전자 알고리즘 변수를 개별 생성할 수 있다.

최적화 도구의 주요 특징은 다음과 같다. 첫째, 최적화 도구는 최적화 문제 정의 및 해결과 그 해법과정을 모니터링 할 수 있는 상호작용 도구이다. 둘째, 단일 또는 다중 최소치 식별과 다중개시 문제에 대한 해법이다. 셋째, 유전자 알고리즘에 의한 해법은 선형 및 비선형, 제약조건 문제해결 방안을 제공한다.

<그림 2-8>은 최적화 도구상자의 사용자 인터페이스 화면이다.

25) http://www.mathworks.com/help/pdf_doc/gads/gads_tb.pdf, MATLAB R2014a, MathWorks Inc., 2014



<그림 2-8> 최적화 도구상자의 사용자 인터페이스 화면

가) 문제해결 해법(solver) 선택

최적화 도구상자에서 제공하는 문제해결 해법(solver)는 "fminunc", "pattern search", "ga(generic algorithm)" "global search" 등 5개로 구성되어 있다. "fminunc"는 출발지 내에서 최단시간에 local solution을 구한다. “pattern search"는 "fminunc" 보다 더 많은 함수값을 갖는다. "ga"는 “pattern search" 보다 더 많은 함수값을 갖는다. "global search"는 global optimum을 구한다. 본 절에서는 문제해결 해법으로 "ga"를 선택하기로 한다.

나) 최적화 절차

최적화 절차는 다음과 같다. 첫째, 해결하고자 하는 문제가 local optimum 인지 global optimum인지를 결정하고 solver 유형을 선택한다. 둘째, 목적 함수(objective function)와 제약조건(constraint function)를 정의한다. 셋째, 적합 조건(appropriate options)을 설정한다. 넷째, solver를 실행한다. 다섯째, solver 출력결과와 반복수행 결과보기를 분석한다. 여섯째, 분석결과가 만족 스럽지 못하면 설정 또는 시작점(start point)을 변경하거나 최적화 조건을 수정하여 재실행한다.

제 3 장 워게임 시나리오 개발 관련 선행연구

본 절에서는 비군사적 모의 분야 워게임 시나리오 개발에 관한 국내 및 해외 연구 사례와 문헌 분석을 통해 본 연구에 반영할 이론적 배경을 제시하였다.

비군사적 모의 분야 워게임 시나리오 개발에 관한 해외연구는 2005년 미국의 항공우주국(Nation Aeronautics and Space Administration, NASA) 산하 제트추진 연구소(Jet Propulsion Laboratory, JPL)가 자국 군대의 이라크 파병을 계기로 개발한 JNEM(Joint Non-Kinetic Effects Model) 전력화 이후, Ripley(2008)는 "Converting the JNEM training aid to a forecasting tool" 연구에서 훈련상황 조성을 위한 연습통제관의 시나리오 편집과 주민성향(Civilian Mood) 평가 모의논리를 분석하여 제시하였다. 또한, Tolk(2010)는 "Towards methodological approaches to meet the challenges of Human, Social, Cultural, and Behavioral(HSCB) Modeling" 연구는 민간요소가 반영된 모델 운용에서 전문가 그룹의 역할과 현 JNEM 운용 상 제한사항을 분석하여 제시하였다. 그리고 최근 이탈리아의 Genoa 대학산하 MISS[26] DIPTEM Simulation Team, Agostino G. Bruzzone(2011)에 의해 수행된 "CAPRICORN[27]" 연구에서 국가 재난, 비대칭전, 급변사태 등 외부 영향요소를 반영하여 복잡하게 얽힌 시나리오 기반 국가재건 계획 수립 지원을 위한 개념모델 개발 연구를 수행하였다. 이 연구에서는 지능형 에이전트(Intelligent Agents, IA) 기반의 컴퓨터 생성 가상군 (Computer Generated Forces, CGF) 개념을 적용하고 민간요소와 사회 네트워크 영향요인을 반영하였다. 또한 모의객체에 대한 개략적인 아키텍처와 구조 및 속성, 모델링을 위한 방안 등을 연구하였다.[28]

---

26) McLeod Institute of Simulation Science

27) Civil military cooperation And Planning Research In Complex Operational Realistic Network, 2009년부터 2012년까지 수행된 유럽 국방 연구원(EDA; European Defense Agency) R&D 과제로, 이탈리아 및 프랑스 국방부가 협력하고 이탈리아의 Genoa 대학산하 MISS DIPTEM에 Bruzzone 박사가 지능형 에이전트 기반의 가상군 개념을 적용한 민군협력(CIMIC; Civil Military Cooperation)과 심리전 모델개발 연구를 수행함

28) Agostino G. Bruzzone, Marina Massei, Alberto Tremori, (2011), CAPRICORN: Using Intelligent Agents and Interoperable Simulation for supporting Country Reconstruction, MISS DIPTEM University of Genoa

비군사적 모의 분야 워게임 시나리오 이론에 관한 국내연구는 한국국방연구원(2005)의 “민사작전 모의모델 개발 기초분야 연구”로부터 시작되었다. 특히, 한국군의 해외 파병현황이 2009년 이후 다시 증가하면서[29] 조한승(2011)의 “미래 전쟁양상에 대비한 해외 파병부대 발전방안 연구”와 김병완(2012)의 “혼합전 대두에 따른 민군작전 발전방향에 관한 연구”가 진행되었다. 또한, 2010년 북한의 연평도 포격 도발 후 김인태(2012)의 “한반도에서 발생 가능한 비군사분야 전쟁 실상 및 대비방향 연구”가 이어지며 비군사적 모의 분야 워게임 시나리오 운영개념에 대한 기초 이론을 제시하고 있다.

그리고, 국내 워게임 모델에 적용한 연구 사례는 이종호, 권오정(육사논문집, 2007)의 “JNEM 모델 한미 연합연습 적용 방안 기초연구”를 통해 한국군 적용 가능성을 제시하였다. 또한, 육군교육사의 전투지휘훈련단(Battle Command Training Program, BCTP)이 개발 및 성능개량을 통해 전시 자유화지역 피난민 및 전재민에 대한 민군작전 영향 요소를 창조21 모델과 화랑21모델 내 시나리오 운영개념에 제한적으로 반영하였다.

제 1 절 JNEM 사례 연구

JNEM은 미 지상전 모의체계 내 CBS모델 등과 연동하여 민사 심리전을 모의하는 모델로서, 이제까지의 모의모델의 개념을 뛰어넘는 새로운 차원의 모의모델이다(이종호, 2007). 지금까지의 모의모델은 오직 정량적인 분야만 모의한 반면, JNEM은 최초로 정성적인 요소를 모의하고자 개발되었다.

JNEM의 구성요소 중 ISM은 워게임 시나리오 관리모델의 역할을 수행한다. ISM은 모델에서 모의된 상황을 C4I체계로 전달함으로써 모의된 부대와 연습 실시부대를 연결하는 기능을 제공한다.

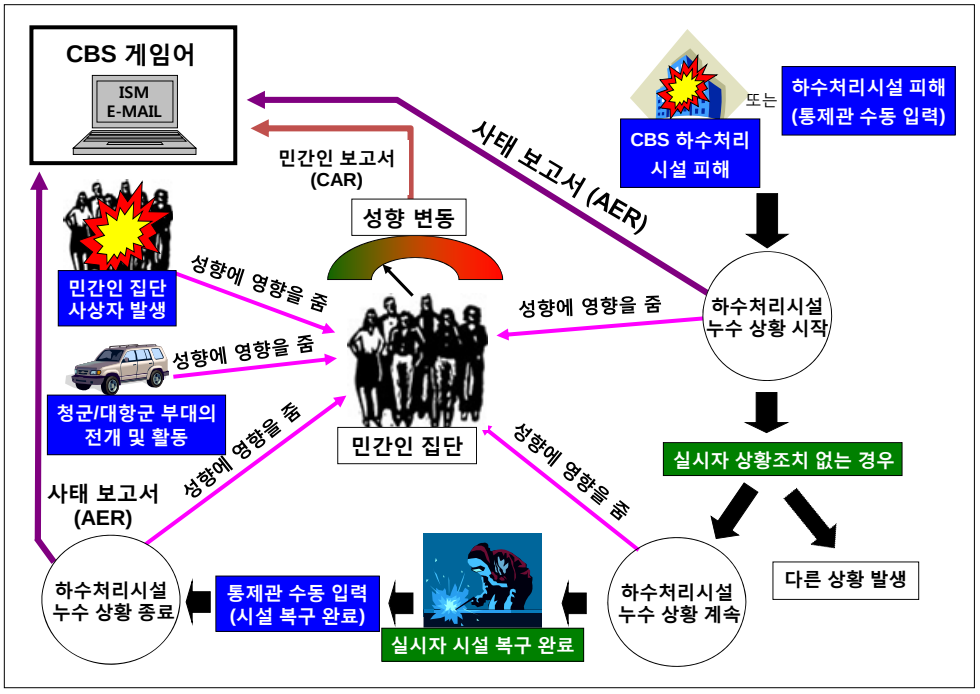
JNEM의 비군사적 시나리오 운용은 크게 16개 이벤트로 구성되어 있는 데, 회교사원 피해, 거리에 있는 오염물질, 오염물질 누출, 질병, 전염병, 상한 음식 제공, 오염된 식수 제공, 휴대용 식수 미제공, 산업물질 누출, 정유시설 화재, 연료부족, 기아, 음식물 부족, 불발탄, 정전, 통신 단절 등이 있다.

---

29) 2014년 7월 현재 13개국 1,407명이 유엔 평화유지 및 다국적군, 국방협력 등의 목적으로 활동 중이다. (_____, (2014), 한국군 해외파견 현황, 국방부 『파병공감』 홈페이지 (http://www.peacekeeping.go.kr))

예를 들어, 사건이나 상황은 CBS나 JCATS 모델에서 발생할 수도 있고 미리 준비된 사건 및 상황을 통제관이 수동으로 입력해서 발생시킬 수도 있다. 관찰된 사건(monitored events)은 CBS 모델에서 발생한 사건으로서 집단의 만족수준에 영향을 미친다. JNEM은 사건을 관찰하고 사건에 관련된 집단에 규칙값을 적용함으로써 자동적으로 적절한 영향을 반영한다. 사건의 영향은 지속적(continuous)이지는 않고 이산적(discrete) 속성을 지니는데 사건의 하나의 예를 들면 「민간인 피해」와 같은 것이다. 반면, 관찰된 상황(monitored situations)은 관찰된 사건(monitored events)과 같이 CBS 모델에서 발생하여 집단의 만족 수준에 영향을 끼치지만 관찰된 상황은 상황이 변화될 때까지 지속되며 상황이 종료되면 이와 관련된 집단의 만족수준 변화와 같은 사항도 종료된다.[30]

<그림 3-1>은 연합연습 시 운용되는 미군 JNEM 모의 개념 중 하수시설 피해 상황발생에 따른 관련 관련사항 흐름도를 나타낸 것이다.



<그림 3-1> 상황발생에 따른 관련사항 흐름도[31]

30) 이종호 외 1명, JNEM 모델 한미 연합연습 적용 방안 기초연구 , 陸士論文集 弟63輯 2卷, 2007. 6, p.313

요약된 상황(abstract situation)의 예는 하수 처리 종말장이 파괴되어 오염물질이 누출되었다고 할 경우, 오염물질 누출 상황 영향 범위 내에 있는 민간집단의 관심사항 값이 변경되고 종합적 성향도 변경된다. 물론 하나의 민간집단이 영향을 받는 것은 오염물질 누출뿐만 아니라 인접한 민간집단의 피해라든지 지역 내 활동하는 NGO[32]의 활동에 따라 동시에 영향을 받는다.

간접영향은 각 민간집단 간 우호 관계를 직접 영향에 적용해서 계산한다. 오염물질 누출에 직접적인 영향을 받은 민간집단의 경우 적대성(hostile)을 기준으로 민간인 행동보고서(Civilian Activity Report, CAR)를 보고하여 C4I체계나 지정된 E-Mail로 전송함으로써 연습실시자가 상황을 파악하고 조치를 할 수 있도록 하고 있다. 하수처리 종말장이 수리가 되어 복구가 되면 통제관은 상황을 수동적으로 종료시키며 누출이 지속되면 민간집단의 관심사항에 일일 변화율을 고려하여 종합적인 성향을 계속 변화시킨다.

ISM은 비군사적 모의와 주요사태목록(Master Scenario Event List, MSEL) 그리고 C4I체계 정보를 일치시키기 위한 환경조성 기능과 사건 결과를 연습실시자에게 보고하기 위한 보고서 라이브러리(Library)를 제공하는 데, 이를 워게임 시나리오 관리모델 설계방안에 적용하면 유용하게 활용할 수 있다.

제 2 절 CAPRICORN 프로젝트 사례 연구

최근 임무 환경은 의사결정자와 모의모델을 실전적으로 지원할 수 있는 풍부한 경험과 지원 도구의 부재로 인하여, 군사 작전계획에 대한 새로운 도전을 요구하고 있다. 이에 따라 최근 모의 시나리오는 테러리스트의 공격과 정보전 등 새로운 형태의 위협에 특화되어 있는 실정이다.

그리고 국가 재건 평화유지 또는 안정화 및 평준화 작전 등 새로운 형태의 작전도 시나리오에 반영한다. 또한, 군인과 민간인으로 대변되는 전통적인 행위자 구분이 모호해지면서 민간기구, 대규모 소요사태, 게릴라 부대, 테러리스트, 해커, 미디어를 이용한 악성 유언비어 유포자 등이 동시에 개입하는 시나리오가 보다 실전적인 임무 환경을 제공하고 있다.

---

31) 상게서, p.313

32) Non-Governmental Organization : 비정부 기구

이러한 현실 속에 CAPRICORN 프로젝트가 유럽 국방연구원(European Defense Agency, EDA)의 연구개발 사업으로 발주되었다. 이 프로젝트는 이탈리아 및 프랑스 국방부 협조 하에 2009년부터 2012년까지 이탈리아의 Genoa 대학교수인 Bruzzone 박사를 중심으로 MISS DIPTEM 시뮬레이션팀에서 수행되었다. 이 프로젝트를 통해 차세대 CGF 기반의 지능형 에이전트가 사회 네트워크 및 개인 행위와 국가 재건 활동을 결합시켜 집단 행위를 재생산할 수 있다는 것을 연구하였다. 또한 복잡한 시나리오 모의가 가능해지고 집단 행위에 대한 모의 지원을 성공적으로 수행하면서 가장 효과적인 의사결정 사항을 평가하게 되었다.

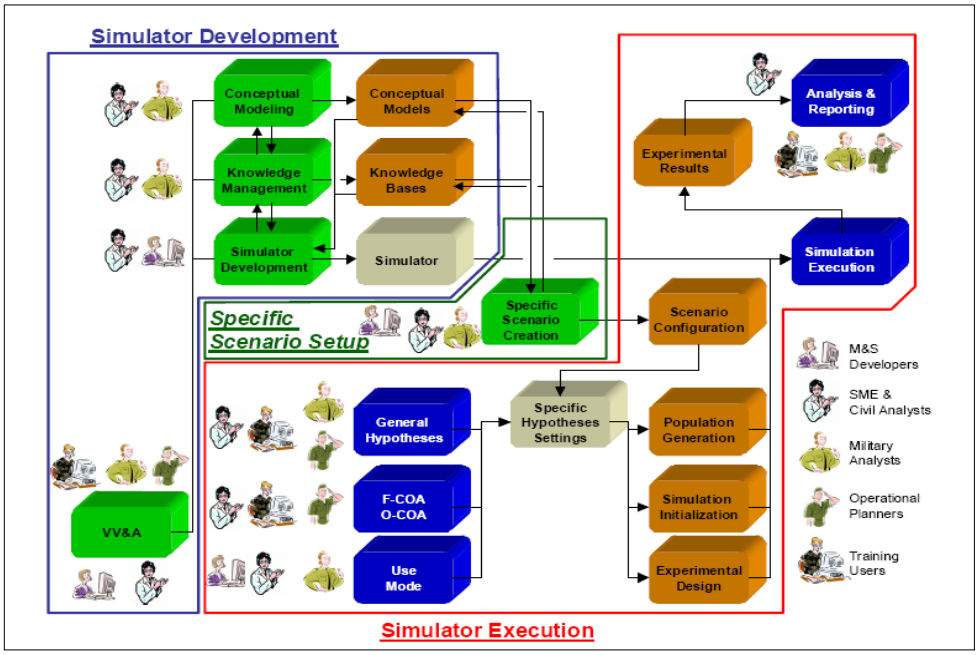
CAPRICORN 개념모델은 워게임 시나리오 관리모델의 역할을 수행한다. 그리고 CAPRICORN 개념모델은 개체 및 부대(units) 관리를 위한 지능형 에이전트 기반 가상군(IA-CGF)[33] 모듈, 민간인과 그룹을 위한 IA-CGF 모듈, CAPRICORN 다중 계층 모델링, 민군협력(CIMIC)[34] 및 심리전(PSYOP)[35] 수행 객체 관리를 위한 IA-CGF 모듈, 사회적 네트워크와 인간행위, 자원 및 사회 기반시설 가시화 모듈, 지형 그래픽 전시 모듈, CAPRICORN 상호운용성 모듈(CIM-HLA)[36] 등 6개의 모델로 구성되어 있다.[37]

CAPRICORN 개념모델의 비군사적 시나리오 운용은 안정화작전 모의에 특화되어 있으며 미군의 JNEM에 비해 한층 더 세밀한 민군협력 및 심리전 모의 기능을 제공한다.

CAPRICORN 프로젝트의 결과물은 다음과 같다. 지능형 CGF 및 작전계획 모의 활용에 관한 연구와 지능형 에이전트 및 CGF를 위한 계층형 인간행위모델 최신화, 훈련 및 작전계획 모의를 위한 다층 모델의 상호운용성 증진, 그리고, 상호운용성이 확보된 민군협력 및 심리전 모델링이 있다. <그림 3-2>는 CAPRICORN 절차와 핵심 요소를 나타낸 것이다.

---

33) Computer Generated Forces based on Intelligent Agent
34) Civil Military Cooperation
35) Psychological Operations
36) CAPRICORN Interoperability Module - High Level Architecture
37) Agostino G. Bruzzone, Marina Massei, Alberto Tremori, (2011), CAPRICORN: Using intelligent agents and interoperable simulation for supporting country reconstruction, MISS DIPTEM University of Genoa, p.154



<그림 3-2> CAPRICORN 절차와 핵심요소[38]

CAPRICORN의 기본적인 절차는 동기화 절차를 기반으로 전개된다. 절차는 크게 3단계이며 <그림 3-2>와 같이 모의기 개발 단계, 상세 시나리오 설정 단계, 모의기 실행 단계로 이루어진다. [표 3-1]은 각 절차에 포함된 핵심요소별 세부 활동내용이다.

[표 3-1] 핵심요소별 세부 활동

핵심요소	세부 활동내용
모델링	• 개념모델을 새로 생성하여 상세 현상, 행위 및 구성요소를 재생산 • 민군협력/심리전 행동 및 상호작용을 포함한 대부분 집단행위 모델링 수행
지식관리	• 작전계획 전문가, 민군협력, 군사모의센터 및 소프트웨어 전문가 등 상세 문제와 관련된 지식 획득 및 정리 • 지식기반 생성 • 인간행위 모델(HBM)[39] 및 인간의 집단적인 특성의 적절한 수정

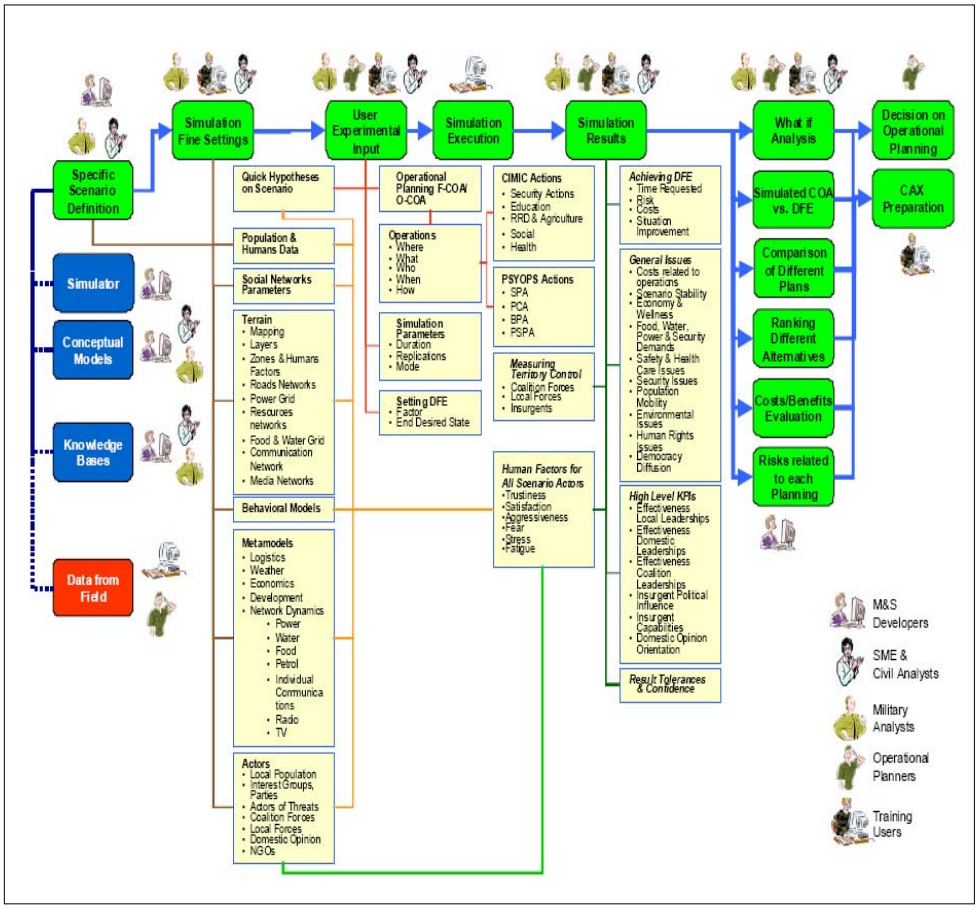
38) 전게서, p.148

핵심요소	세부 활동내용
모의기 개발	• 모의기 관련 구성요소들을 구현 • 모의기 개발자에 의해 대부분의 과정이 수행
VV&A[40]	• 구현된 개념모델 및 지식기반에 대한 확인, 검증, 인정 수행 • 사용자, 과학자, 개발자 사이의 계속적이고 효과적인 의사소통 필요
상세 임무환경 생성	• 지역/시나리오에 대한 구체적인 사례 생성이 필요할 때 수행 • 모의기 구현이 가능한 개념모델 및 지식기반으로부터 사례 생성
상세 가정설정	• 계획자 및 분석자가 서로 다른 가정을 설정 • 모의기 실행 및 실험분석을 수행하기 위한 모든 조건 초기화
모의실행	• 사용자 및 의사결정권자가 분석하기 위한 결과를 생성 • 단독모드(stand alone)와 연동모드(federation)로 운용
분석 및 보고	• 기술 및 방법론 적용하여 모의결과에 대한 분석 수행 • 모의 결과를 기초로 마련한 대안 비교 및 평가 후 보고서 제공

CAPRICORN 모의기의 운영절차는 먼저, 상세 시나리오 정의하고 모의환경을 설정한 다음, 사용자 실험요소를 입력한다. 그리고, 모의 결과를 도출하고 결과 분석을 수행한다. 마지막으로 작전계획을 결정하여 컴퓨터 모의훈련(Computer Assisted Exercise, CAX)을 준비한다.

사용자 관점에서 식별된 CAPRICORN 모의기의 주요 운영절차는 <그림 3-3>과 같다.

39) Human Behavior Model
40) Verification, Validation, and Accreditation



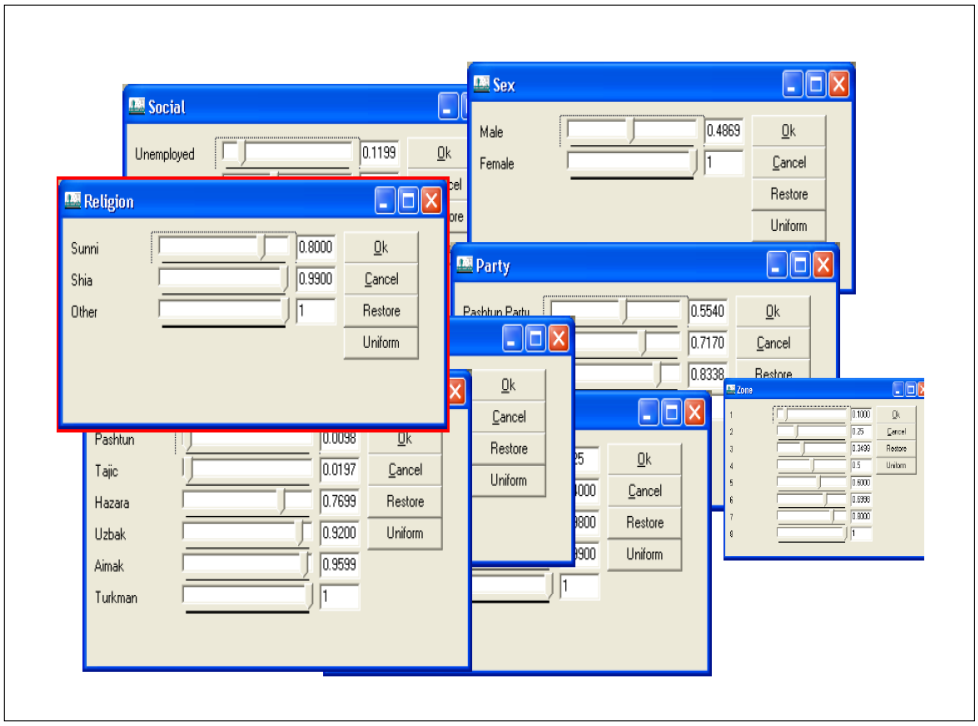
<그림 3-3> CAPRICORN 운영절차와 주요 입출력 구성요소[41]

인간행위 모델링은 매우 중요한 이슈이며 CAPRICORN에서는 이를 핵심 요소로 표현한다. 인간행위 모델링에서 고려해야 할 요소들은 인종과 종교, 심리학, 문화 및 정치상황 등이 있다. 특히, 집단은 몬테카를로 기술을 적용하여 생성된 에이전트와 가상 민간인에 의해서 운영된다.

개별 객체는 다음과 같이 정의하여 생성한다. 즉, 객체가 존재하고 있는 지리적인 위치(경위도 및 고도), 성별(남성 또는 여성), 나이, 의료지원 상태, 인종적 특성, 사회적 지위(부유층의 수준), 종교, 교육수준, 종족, 정당, 국적, 스트레스와 공포심, 공격적 성향, 피로감, 신뢰감 등 심리학적/사회학적 변경인자 등을 생성한다.

41) 전게서, p.150

<그림 3-4>는 지능형 에이전트 기반 CGF에서 정의한 집단 특성을 나타낸 사용자 인터페이스 화면이다. 이것으로 사회적 지위, 성별, 종교, 정당, 지역 등 특정 집단에 대한 심리/사회학적 특성을 잘 반영하고 있다.



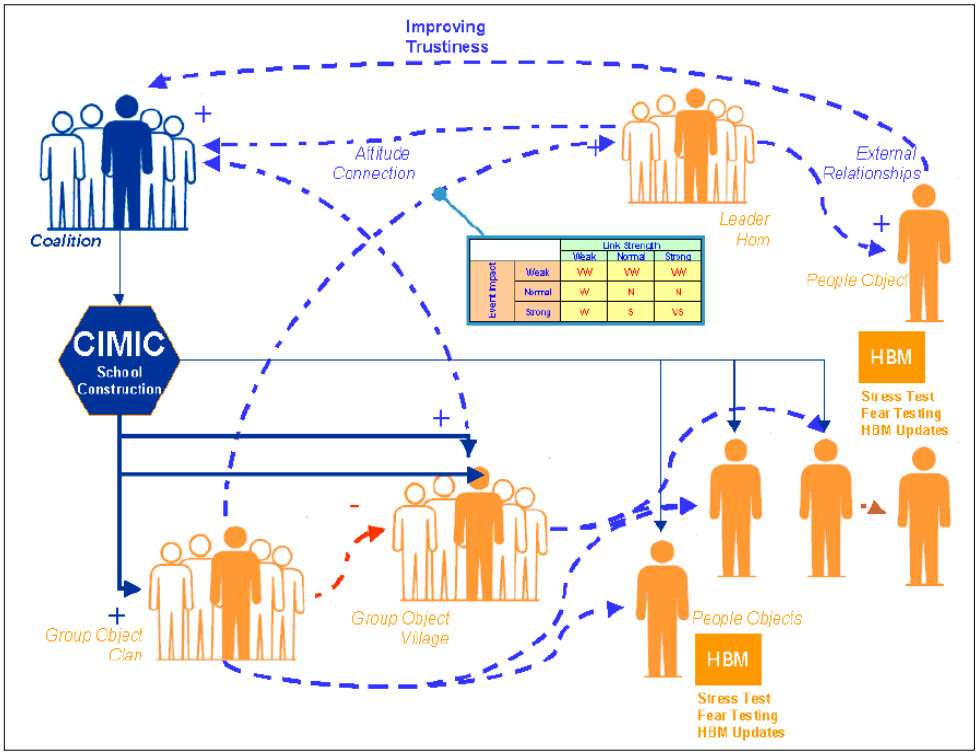
<그림 3-4> 지능형 에이전트 기반 CGF에서 정의된 집단 특성 UI 화면[42]

<그림 3-5>는 민군협력 시나리오 중, 학교 건설 시나리오를 예시로 수행되는 CAPRICORN의 사회적 네트워크 생성 및 친화성 알고리즘을 나타낸 것이다. 학교 건설 시나리오가 각 그룹 객체 간 연결강도(link strength)에 미치는 영향(event impact)을 규칙기반에 의해 성향 연결도(attitude connection)를 결정한다. 이것은 다시 개인 객체가 보유한 인간행위 모델 내 스트레스 및 공포심 평가를 수행하여 인간행위 모델을 수정한다.

42) 전게서, p.150

지도층 그룹의 성향 변화가 개인 객체와 연결되면 대외관계에 영향을 미치고 민간연합 집단에 신뢰감을 증진시킨다. 이런 선순환 구조가 최종적으로 민군협력에 동참하는 민간연합의 협조도를 증가시킨다.

이러한 CAPRICORN 개념모델의 사회적 네트워크 생성 및 친화성 알고리즘은 시나리오 관리모델 설계 시 유용하게 활용할 수 있다.



<그림 3-5> CAPRICORN의 사회적 네트워크 생성 및 친화성 알고리즘[43]

43) www.simulationteam.com, (2012), CAPRICORN, MISS DIPTEM University of Genoa, p.21

제 3 절 민사작전 모의모델 개발 선행연구

한국국방연구원(2005)은 “민사작전 모의모델 개발 기초분야 연구”에서 민사작전 모델링 특성을 다음과 같이 3가지로 분석하였다.[44]

첫째, 민사작전은 비군사 작전 위주로 요구되는 분야가 매우 광범위하며, 정부 타 부처와의 협조가 필요하다. 또한, 사회적·심리적·생리적 안정 수준을 반영해야 하므로 모델링이 곤란하고 묘사에 한계를 지닌다. 둘째, 민사작전 수행의 효과를 정량적으로 분명하게 판단할 수 있는 경험적 자료가 부족하다. 셋째, 적용대상이 모호하며 작전대상이 작전지역의 주민일 뿐 아니라, 비전투인원(주민)에 대한 행정, 구호, 치안, 선무 및 자원관리 등 군사작전의 결과로 변화되는 인적·물적 자원을 관리하는 일방향적 특성이 있다.

이와 같이 불확실하고 애매모호한 민사작전 모델링 특성을 고려할 때 전장상황에 따라 미리 작성된 사태 시나리오를 자동으로 추출해 주는 “사태 자동발생기”의 역할이 필요하게 되었다. 그래서 등장한 개념모델이 바로 자동 사태부여 모델이다.

자동 사태부여 모델은 민사작전에 대한 모델링 없이 전장상황에 따라 미리 작성된 사태를 자동으로 부여하는 모델로서, 사태 목록 및 내용을 작성하고 전선, 전투양상, 피해상황 등과 같은 전장상황에 따라 사태를 자동으로 부여하는 모델이다.[45] 사태에 대한 상황처리 절차 수행의 평가는 관찰단 또는 별도 편성된 기구에서 실시하며, 평가된 사태처리 결과는 통제단이 수동으로 워게임 모의에 반영할 수 있다.

[표 3-2]는 자동 사태부여 모델을 구성하는 데 필요한 소프트웨어 및 기능을 식별한 것이다.

---

44) ____, (2005), 민사작전 모의모델 개발 기초분야 연구, 한국국방연구원, p.51
45) 상게서, p.106

[표 3-2] 자동 사태부여 모델 구성 S/W 기능[46]

구성 S/W	기능
사태 DB 구현 프로그램	민사작전 수행 상황조성을 위한 사태 목록 및 사태내용 관리 프로그램으로, 각 사태는 DB로 유지될 수 있도록 함
워게임 모델 연동프로그램	워게임 모델로부터 전선, 전투양상, 피해상황 등과 같은 전장상황을 입력받기 위한 연동 프로그램
자동 사태생성 프로그램	워게임 모델로부터 받은 전장상황을 기초로 하여 민사작전 수행 사태를 자동으로 생성하는 프로그램
생성사태 처리 프로그램	자동 사태생성 프로그램이 생성한 사태를 민사작전 연습실시자에게 전달하고, 민사작전 결과를 처리하는 프로그램

자동 사태부여 모델의 모의 절차는 연습 준비단계와 실시단계로 구분된다. 연습 준비단계는 시나리오 DB 작성과 시나리오 DB 검증을 수행한다. 연습 실시단계는 전쟁일시 초기화, 자동 사태부여 모델에 의한 사태 부여, 민사작전 수행(상황보고), 지휘 및 참모 활동, 지휘 및 참모 활동에 따른 결과 제시, 전쟁일시 증가로 이루어진다. 이 때, 연습 참여제대(또는 정부기관) 중 참석하지 않는 인원의 역할은 모델 내·외적인 방법으로 흡수하여 자동(또는 반자동) 수행되도록 하여야 한다.

제 4 절 3영역 전쟁 시뮬레이션 모형화 사례 연구

조한승(2011)의 연구에 따르면, '3영역 전쟁(Three-block War) 개념'이란 1990년대 말 미 해병대 사령관 찰스 크루락(Charles Krulak)이 처음 제시한 것으로서, 첫 번째 영역에서 군대는 '전면적 전투'(warfighting)를 전개하면서, 동시에 두 번째 영역에서는 민간인 피해자와 난민들에 대한 '인도주의적 지원'(humanitarian assistance)을 제공하고, 아울러 세 번째 영역에서는 평화유지와 평화강제를 포함하는 '평화임무'(peace operations)를 수행하는 것이라고 정의하였다.[47]

46) 전게서, p.106
47) 조한승, (2011), 미래전쟁양상에 대비한 해외파병부대 발전방안, 『국방정책연구』 27(1), 한국국방연구원, p.138-9

여기서, 미 육군의 PEO-STRI(Program Executive Office-Simulation Training and Instrumentation)는 미군과 NATO 신속대응군(NATO Response Force, NRF)을 대상으로 3영역 전쟁 시뮬레이션 개념모델을 제안하였고, 이것이 바로 워게임 시나리오 관리모델의 역할을 수행하는 것이다.

3영역 전쟁 시뮬레이션 개념모델의 비군사적 모의 시나리오 운용은 도시작전 임무, 인도주의적 지원 임무, 평화임무 수행 모의 기능을 제공한다. 도시작전은 흔히 중대 혹은 소대급 단위의 부대에 의해 수행되며, 개개 병사들은 잘 짜인 교리에 따른 방식으로 행동할 것이 요구된다. [표 3-3]은 도시작전 임무 수행 시 고려해야할 사항들이다.

[표 3-3] 도시작전 임무 수행 시 고려사항[48)]

구분	고려사항	
개별 병사 숙지사항	• 분대단위에 의한 건물 진입/소탕 • 소대단위에 의한 건물 습격 • 지뢰 및 급조폭발물(Improvised Explosive Devices, IED) 설치 및 제거 • 급조폭발물 공격에 대한 대응 • 도심 지상매복공격에 대한 대응 • 비전통적 신세대 작전환경 • (COE)[49)] 공격에 대한 대응	• 도시지형 내 이동 • 사상자 이송 • 차량 및 항공기 탑승 • 도심지 방어 • 무인항공기 정찰 • 진출입차단 저지선 구축 • 도심 저격수 공격에 대한 대처 • 도심 공중공격에 대한 대응 • 기습공격 • 은신/매복
개별병사 강조	• 시가에서의 보병 도보 이동 • 개별 전투원 이동의 안정성 유지	• 도보 이동 보병에 대한 직사화기로부터의 취약성 대비 • 도보 이동 보병에 대한 간접사격으로부터의 취약성 대비
기타	• 도시 내 적군(Opposing Forces, OPFOR) 배치상황 • 게릴라 및 반군(insurgent) 조직 • 비전투 민간집단	• COE 능력을 갖춘 적 테러조직 • COE 능력을 갖춘 적 특수전력 • 비전투 민간집단의 다차원적 변수들

48) 전게서, p.155-6

49) Contemporary Operational Environment : 현재와 가까운 장래(대략 2020년까지)에 존재하는 작전 환경을 의미한다. 여기에는 소규모, 저급기술력의 비대칭 무기를 사용하는 작전

인도주의적 지원은 자연 및 인공적 재난과 질병, 기아 등을 포함한 여러 위급상황에 대응하여 구호를 제공하는 것을 의미한다. [표 3-4]는 인도주의적 지원 임무 수행 시 고려사항을 나타낸 것이다.

[표 3-4] 인도주의적 지원 임무 수행 시 고려사항[50]

구분	고려사항	
인도주의적 지원 임무	• 민간인 대피 • 장비 수리 • 지원인원 및 장비의 전술적 이동 • 병력/보급/장비의 적재 및 하역	• 도로 및 이동로 건설 • 식량·유류·의약품 재보급 지원 • 의료처치 • 임무불가 차량의 신속한 견인 • 사상자 이송
민간기구간 협의체	• 현장임무 대표자 회의 • 의료지원부서 • 건설사업부서 • 군중폭동 통제/관리	• 종합지원부서 • 구난업무부서 • 민간경비팀

상기와 같은 고려사항 가운데 비전투요원과 민간인 집단에 대한 통제와 관리가 인도주의적 지원에서 차지하는 비중이 점차 증가하고 있다. 그리고 해당 지역 민간인들의 집단적 성향과 인식 및 감성적 특징을 사전에 파악하고 이에 대한 대비를 철저하게 하는 것이 매우 중요하다.[51] 장기적인 관점에서 평화활동과 안정화 작전의 성공 열쇠는, 특히 민간인 그룹의 집단반응을 그들이 느끼는 위협과 공포의 수준별로 세분화하여 모델링할 필요가 있다.

분쟁지역에 파병된 군은 감시와 휴전이행 및 항구적인 정치적 안정을 위한 외교적 지원 등을 촉진하기 위한 평화조성, 평화구축, 평화유지 등의 평화임무(peace operation)를 전개해야 한다. 이는 안정화 활동과 지원활동으로도 구분될 수 있다.[52] [표 3-5]는 평화임무 수행 시 고려해야할 사항 들이다.

환경으로부터 현대식 기술력의 무기에 뒷받침되는 최신 작전 환경까지 망라된다. 이러한 상이한 형태의 공격유형들이 결합될 경우 위협의 강도가 더욱 커질 수 있다.(전게서, p.155)

50) 전게서, p.157
51) 전게서, p.157
52) 전게서, p.157-8

[표 3-5] 평화임무 수행 시 고려사항[53]

구분	고려사항	
평화임무	• 기동 및 이동 지원 • 법질서 재건 및 유지 • 치안 및 정보활동	• 지역 내외 경제 • 난민수용 및 재정착 지원

반군세력과 민간인의 구분이 매우 어려운 도시환경에서 전투원을 구분하고 민간인 집단을 상대하는 것은 매우 중요하다. 따라서 이러한 상황을 모형화하여 훈련·교육할 필요가 있다.[54] 그리고 민간인들의 집단행동은 유형화하기 어렵기 때문에 발생할 수 있는 여러 우발상황 시나리오를 구축해야하며 각각의 시나리오를 자유롭게 결합 및 변형할 수 있는 기능을 개발해야 한다.

이러한 과정을 통해 해외파병부대가 현장 및 교육의 장에서 체득하게 되는 경험과 교훈은 장기적 관점에서 북한 급변사태 발생 시 한국군이 북한지역에 주둔하여 안정적 체제변환을 주도하게 될 경우 유용하게 사용될 수 있을 것이다.[55]

제 5 절 창조21모델 사례 연구

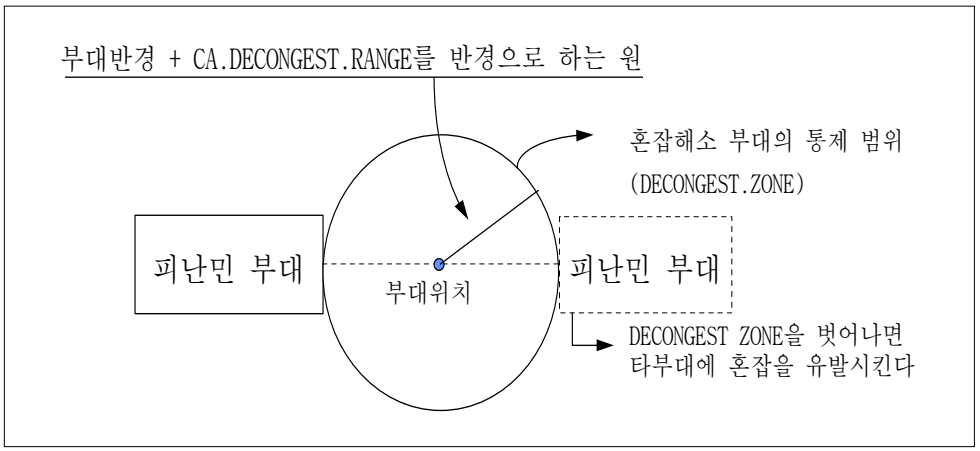
창조21모델은 육군의 사/군단급 지상전 모의모델로서, 화랑21모델, 전투근무지원모델과 연동하여 육군의 사/군단의 전쟁연습 수행을 모의하는 모델이다.

창조21모델의 시나리오 생성 프로그램은 워게임 시나리오 관리모델의 역할을 수행한다. 시나리오 생성 프로그램은 시뮬레이션 대상(부대) DB의 내용과 DB가 가지고 있지 않은 정보를 생성해서 시뮬레이션 엔진이 읽기 쉬운 파일 형태로 만들어주는 기능을 제공한다.[56]

---

53) 전게서, p.158
54) 전게서, p.158
55) 전게서, p.161
56) 임치훈, (2008), 워게임 시스템 개발을 위한 디자인 패턴의 합성 및 적용, 한밭대학교, 석사 학위논문, p8.

창조21모델의 전장기능 중 비군사적 모의 시나리오 운용은 지상이동 모의 중 피난민에 의한 교통 혼잡모의와 포로 및 전재민 첩보기능 모의를 통하여 제한적으로 민군작전 모의를 하고 있다. 즉, 민간인 집단의 대규모 이동상황 모의를 통제관이 개입하여 사태목록으로 수행되기 때문에 실전적인 비군사적 모의가 제한된다. <그림 3-6>은 피난민에 의한 교통 혼잡 모의개념을 나타낸 것이다. 우군부대와 함께 도로상에 피난민이 부대가 이동하게 되면 피난민 부대에 의한 혼잡이 발생하여 다른 이동부대의 선두제대 혼잡을 야기하게 된다. 민사, 헌병, 심리전 부대는 피난민 부대에 의한 혼잡을 해소할 수 있다.



<그림 3-6> 피난민에 의한 교통 혼잡 모의개념[57]

즉, 피난민 혼잡제거 명령을 이용하여 피난민 부대를 정지시키거나 도로에서 벗어나게 함으로써 피난민에 의한 혼잡을 해소할 수 있다.

그러나, 혼잡제거명령은 다음과 같은 조건을 충족할 때 수행될 수 있다. 첫째, 혼잡제거 임무수행부대가 민사, 심리전, 헌병부대중의 하나여야 하며, 최소한 3명(데이터베이스에서 지정)이상의 인원을 보유한 부대여야 한다. 둘째, 이동 중이지 않은 정지한 부대여야 하고 교전중이거나 전투 회피중이 아니며 부대의 태세가 무능력상태나 소멸상태가 아닌 조건을 갖추어야 한다.

[표 3-6]은 민사심리전부대 혼잡해소 지연시간을 나타낸 것이다. 피난민

57) 육군교육사, (2004), 창조21모델 모의논리서, 『지상이동』, p.30

부대의 반경이 혼잡해소지역 반경과 중첩되면 혼잡해소 임무수행부대의 영향을 받는다. 피난민 부대의 4가지 협조수준에 따라 데이터베이스에서 정의한 일정시간이 경과해야만 피난민 부대의 이동이 중지되고 다른 부대에 대한 혼잡이 해소된다. 반대로, 피난민부대가 혼잡해소지역을 벗어나면 다시 우군부대에 대한 혼잡을 초래하게 된다.

[표 3-6] 민사심리전부대 혼잡해소 지연시간[58)]

협조 수준	협조없음 (None)	낮음 (Low)	보통 (Medium)	높음 (High)
청군(분)	60	30	15	10
대항군(분)	60	30	15	10

이와 같이, 한국군은 육군교육사 전투지휘훈련(BCTP) 중심의 전쟁수행체계 완성을 위해 제병협동연동체계를 운용 중이며, 이 연동체계 내 민군작전 모의 기능은 창조21모델의 지상이동 기능 중 피난민에 의한 혼잡과 포로 및 전재민 첩보 기능모의를 통해 일부 이루어지고 있는 실정이다.

제 6 절 화랑21모델 사례 연구

화랑21모델은 제한된 비군사적 위협을 포함하고 지상·해상·공중의 적 특수작전부대의 위협과 후방지역의 전장실상을 유사하게 묘사하고 있는 후방지역작전 모델이다. 화랑21모델의 일반적인 특징은 사/군단급 모의모델로서, 창조21모델과 연동하여 육군의 사/군단의 전쟁연습 간 일부 민군작전 수행을 모의하고 있다.

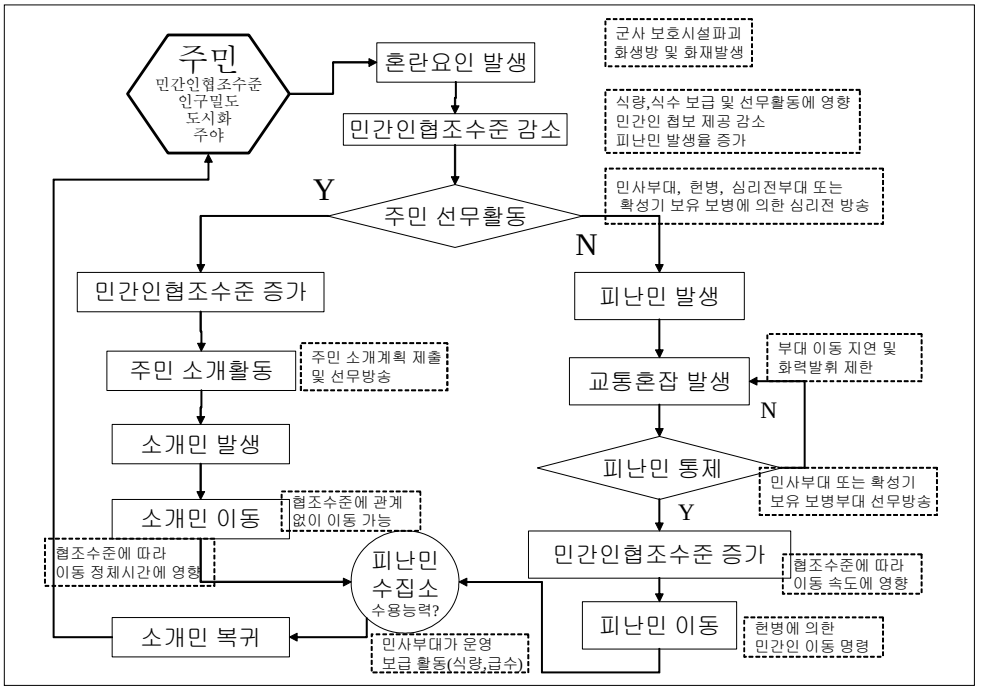
화랑21모델의 주모델(Korea Army Rear Operations Simulation, KAROS)과 모의엔진 통제 프로그램은 워게임 시나리오 관리모델의 역할을 수행한다. 주모델은 게임프로세스로서 모의논리 분야와 라이브러리 분야로 나뉘어 작성되었고 모의엔진 실행 및 저장과 부대 및 파라메타 파일 저장

58) 전게서, p.30

기능을 제공하고, 모의엔진 통제 프로그램은 통제관이 개입하여 이벤트 처리현황 및 명령처리현황, 부대수를 조회하는 기능과 통제변수 확인 및 수정, 명령 통제 기능을 제공한다.[59]

화랑21모델의 전장기능 중 비군사적 모의 시나리오 운용은 소개민/피난민 이동, 교통통제, 지상 확성기 방송, 핼기방송, 전단살포, 공보 운용, 포로발생 및 신문절차 모의 등 창조21모델 보다 더 다양한 민사활동을 일부 모의한다. 그러나, 민간인 또는 아군을 가장한 적 활동은 모의가 불가하다. 합동작전 모의가 제한되고 시설물(화학공장, 핵발전소 등) 파괴 시 작전효과 묘사도 불가하다. 즉, 민간인 집단의 돌발행위에 대한 민군작전 상황모의를 통제관이 개입하여 사태목록으로 수행되기 때문에 실전적인 비군사적 모의가 제한된다.

<그림 3-7>은 화랑21모델에서 수행되는 민사활동 모의절차이다. 민사업무 수행은 민사, 헌병, 심리전부대 및 확성기를 보유한 부대 및 기관, 경찰이 수행할 수 있다.



<그림 3-7> 민사작전 활동[60]

59) 육군교육사, (2009), 화랑21모델 운용자지침서, p31-4
60) 육군교육사, (2009), 화랑21모델 사용자지침서, 『제6장 민사심리』, p.2

민간인은 주민, 피난민으로 구분한다. 주민은 인구밀도를 적용하며, 인구밀도는 주민 수를 면적으로 나눈 1㎢당 평균인원을 시, 군, 구 단위로 DB를 구축한다.

주민은 주민협조수준과 주민신고를 모의하는 요소로서 주민협조수준은 사회혼란 요인에 따라 주민협조수준이 변화하며 이러한 주민협조수준은 교통혼잡 해소시간을 지연하거나 주민 신고율에 영향을 미친다.

주민, 소개민 및 피난민은 동일한 성격의 주민협조수준을 갖는다. 주민협조수준은 없음, 낮음, 중간, 높음 4단계로 구분하며 주민협조수준은 '최초 높음'에서 주요 시설물의 파괴, 화생방오염, 화재발생 등 혼란상황이 발생시 30분마다 협조수준이 1단계씩 감소된다.

[표 3-7]은 민사부대의 활동여하에 따른 소개민 및 피난민 협조 수준 변화 시간간격을 나타낸 것이다.

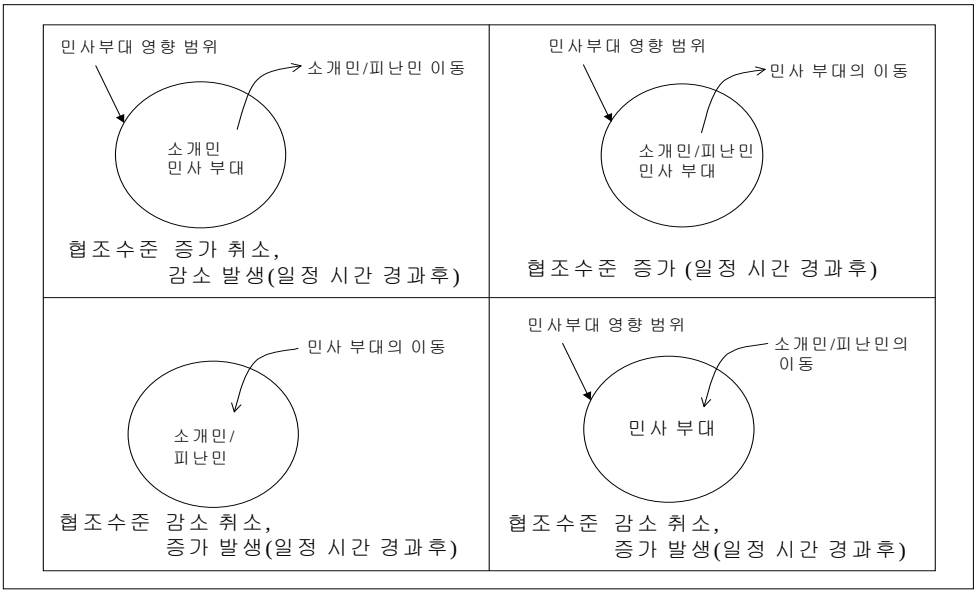
[표 3-7] 소개민 및 피난민 협조수준 변화 시간간격[61)]

구 분	시간간격
DC_COOPERATION_INCREASE_INTERVAL (협조 수준 증가)	15분
DC_COOPERATION_DECREASE_INTERVAL (협조 수준 감소)	1시간

소개민 및 피난민의 민간인 협조수준은 민사부대의 활동여하에 따라 영향을 받는다. 소개민 및 피난민의 영향권 내에 있는 우군 민사부대는 긍정적인 영향력을 갖는다. 소개민 및 피난민의 영향권 내에 우군 민사작전요소가 위치하면 모델에서 지정한 시간간격(최소 15분 이상)이 지나면 소개민 및 피난민의 주민협조수준이 '1단계' 증가하게 된다. 소개민 및 피난민의 영향권 내에 우군 민사작전요소가 없으면 부정적 영향을 받는다. 모델에서 지정한 시간간격(최소 1H 이상)이 지나면 소개민 및 피난민의 협조수준이 '1단계' 감소된다.

61) 화랑21모델 사용자지침서, 전게서, p.2

<그림 3-8>은 소개민 및 피난민과 민사부대의 이동에 따른 협조수준 변화를 나타낸 것이다. 협조수준 증가에 필요한 시간 전에 소개민 및 피난민이 우군 민사부대의 영향 범위 밖으로 이동한다면 협조수준 증가는 취소되고, 협조수준의 감소 시간간격이 지나면 협조수준 감소가 일어나는 것으로 계획된다. 그러나 협조수준 증가에 필요한 시간경과 후 민사부대가 소개민 및 피난민의 영향 범위 밖으로 이동하더라도 협조수준의 증가는 계획대로 일어난다.



<그림 3-8> 소개민 및 피난민과 민사부대의 이동에 따른 협조수준 변화[62]

협조수준의 증가 혹은 감소 시점은 앞에서 설명한 규칙에 따라 계획된다. 선임통제관은 주민협조수준 변경 명령을 사용하여 임의로 소개민 및 피난민에 대한 주민협조수준을 변경할 수 있다. 선임통제관에 의한 협조수준 변경은 특정 소개민피난민을 대상으로 혹은 명령이 발행되는 모의반의 소개민 및 피난민을 대상으로 실시될 수 있다.

이와 같이, 한국군은 육군교육사의 제병협동연동체계 내 화랑21모델을 통해 후방지역 주민 신고율이 일부 모의되고 있는 실정이다.

62) 전게서, p.6

제 7 절 소결론

JNEM모델은 자유화지역 내 민간인 집단을 4개 그룹으로 구분하여 크게 5가지 관심사항을 중심으로 민간집단별 성향이 전장에 끼치는 영향을 모의하고 있다. 특히, 모델과 연습통제관 및 연습실시자 간에 인터페이스 역할을 수행하는 ISM이 있는데 이러한 메시지 생성 및 전파 모듈을 활용하여 시나리오 관리모델을 설계하는 것이 매우 유용하다.

그러나, 모델에서 모의하고 있는 지역이 이라크에 한정하여 그 지역 내 종교, 사회, 문화적인 측면의 데이터베이스를 반영하였으므로 한반도 전구 상황에 그대로 적용하는 것은 적절하지 않다. 왜냐하면, 남북한 또는 동북아시아 국가들와 같이 강력한 국가(정부)에 의해 치러지는 전쟁의 양상을 이라크나 아프카니스탄과 같은 국가와의 비교하는 것은 불가능하기 때문이다.

CAPRICORN 프로젝트는 JNEM모델과 매우 유사한 모의기능을 보유하고 있으며 인텔리전트 에이전트 기반 CGF 개념을 적용한 민간인 집단 및 개체, 사회 네트워크 등 사회 심리학적 모델링은 워게임 시나리오 관리모델 설계 시 유용하게 활용할 수 있다.

민사작전 모의모델 개발 선행연구와 3영역 전쟁 시뮬레이션 모형화 사례 연구는 비군사적 모의 시나리오 생성방안에 대한 기본적인 개념을 제공하고 있으며 워게임 시나리오 관리모델의 기초 설계개념으로 유용하게 활용할 수 있다.

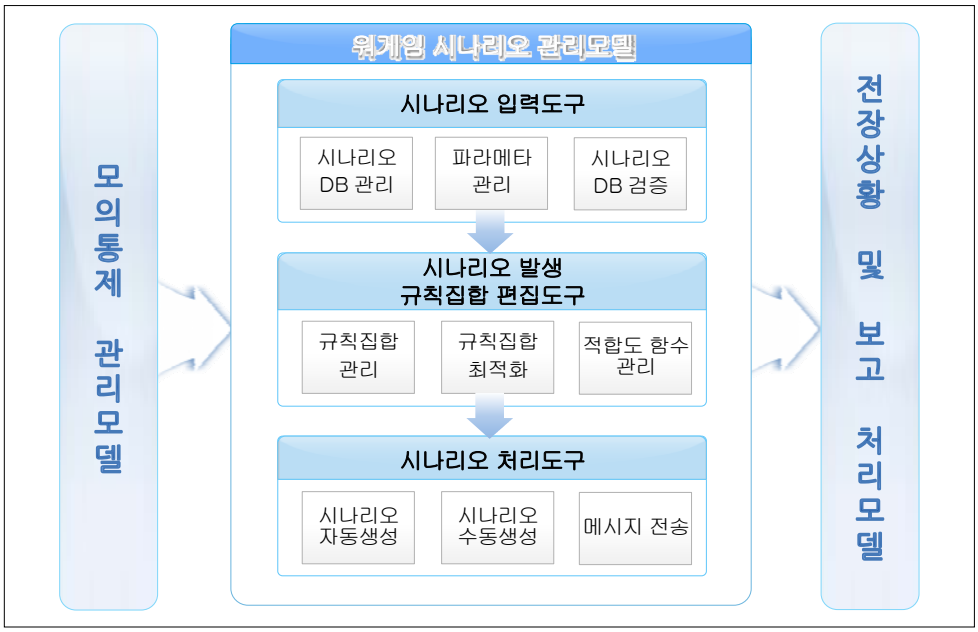
창조21모델은 민군 5대 기능 중 치안 및 선무/심리 일부 기능에 대하여 제한적 모의가 이루어지고 있다. 특히, 피난민들에 의한 교통혼잡 모의와 피난민 심문에 의한 첩보수집 모의는 워게임 시나리오 관리모델의 규칙집합 생성과 주민성향 종합 평가도를 설계하는 데 유용하게 활용할 수 있다.

화랑21모델은 민군작전 5대 기능을 제한적으로 모의(산불/화재, 테러 포함)한다. 특히, 민간인 지역 내 민사부대의 전개와 주민 협조 및 신고율 간의 상관관계를 4가지 규칙으로 정의하고 있는 데 이 상호작용 알고리즘은 워게임 시나리오 관리모델 설계 시 민사부대 활동정도에 대한 규칙집합을 생성하는 데 유용하게 활용할 수 있다.

제 4 장 워게임 시나리오 관리모델 설계 방안

제 1 절 워게임 시나리오 관리모델 구성

워게임 시나리오 관리모델의 하부 시스템 구성은 시나리오 입력도구, 시나리오 발생 규칙집합 편집도구, 시나리오 처리도구로 구성한다. <그림 4-1>은 시스템 구성도로서 시나리오 발생 규칙집합 편집도구와 시나리오 입력도구가 서로 연결되고, 시나리오 처리도구는 시나리오 발생 규칙집합 편집도구와 연관된 기능을 수행한다.



<그림 4-1> 워게임 시나리오 관리모델 시스템 구성도

시나리오 입력도구는 시나리오 DB 및 파라메타를 관리하고, 저장된 시나리오 DB를 검증하는 기능을 제공한다. 시나리오 발생 규칙집합 편집도구는 규칙집합을 관리하고, 생성된 규칙집합을 최적화하며 적합도 함수를 관리하는 기능을 제공한다.

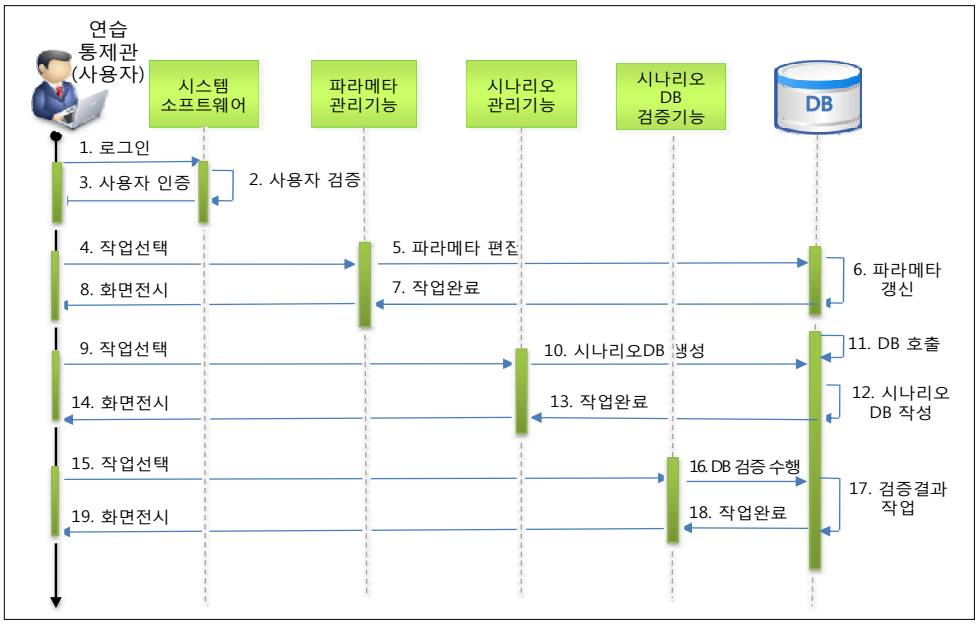
시나리오 처리도구는 모델에서 자동으로 시나리오를 생성하거나, 연습통제관에 의해 수동 생성한다. 그리고, 생성된 시나리오를 메시지 형태로 변환 하여 전장상황 및 보고 처리모델로 전송하는 역할을 수행한다.

제 2 절 워게임 시나리오 관리모델 설계 방안

1. 시나리오 입력도구

시나리오 입력도구는 시나리오 DB 및 파라메타를 관리하고, 저장된 시나리오 DB를 검증하는 기능을 수행한다. 이를 세부적으로 설명하면 다음과 같다.

시나리오 DB 관리기능은 시나리오 DB를 생성, 수정 및 삭제하는 기능이다. 파라메타 관리 기능은 파라메타 입력, 수정 및 삭제하는 기능이다. 시나리오 DB 검증 기능은 저장된 시나리오 DB가 시나리오 발생 규칙집합 편집도구로 활용될 수 있도록 DB 검증 규칙 기능과 DB 탐색 기능, 오류 DB 알림기능을 수행한다. <그림 4-2>는 시나리오 입력도구의 시퀀스 다이어그램이다.



<그림 4-2> 시나리오 입력도구의 시퀀스 다이어그램

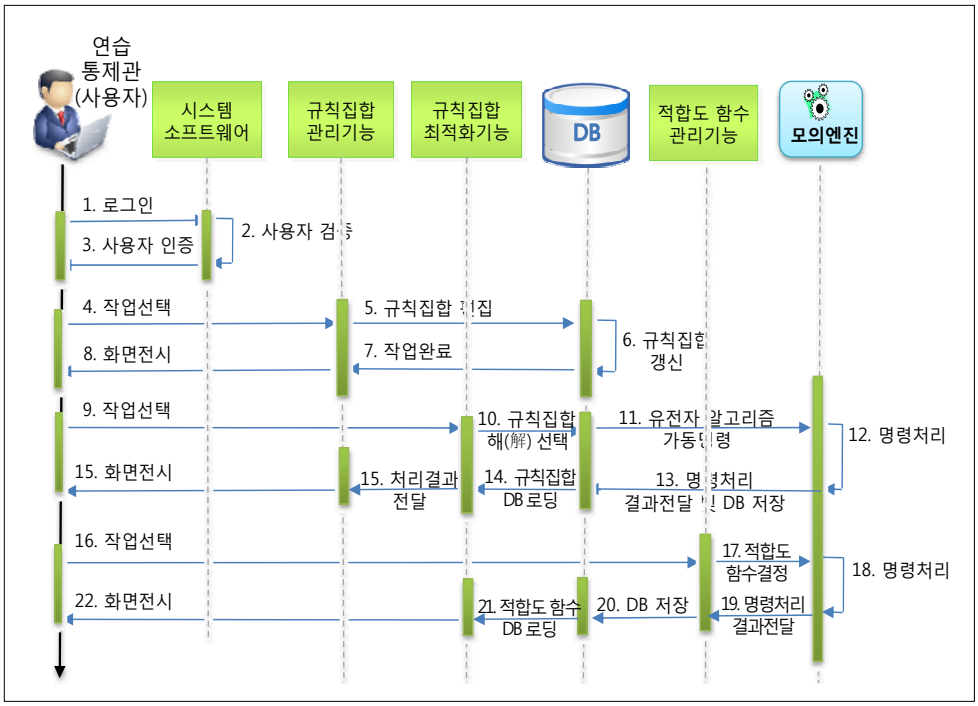
[표 4-1]은 시나리오 입력도구 운용절차 세부내용이다.

[표 4-1] 시나리오 입력도구 운용절차 세부내용

순번	운용절차 세부내용	Source	Destination
1	• 시스템 소프트웨어 실행 및 사용자 로그인	연습통제관 (사용자)	시스템 소프트웨어
2	• 사용자 검증	시스템 소프트웨어	시스템 소프트웨어
3	• 사용자 인증	시스템 소프트웨어	연습통제관 (사용자)
4	• 파라메타 관리기능 작업선택	연습통제관 (사용자)	파라메타 관리기능
5	• 파라메타 편집	파라메타 관리기능	DB
6	• 파라메타 갱신	DB	DB
7	• 작업완료 메시지 전달	DB	파라메타 관리기능
8	• 작업완료 메시지 화면전시	파라메타 관리기능	연습통제관 (사용자)
9	• 시나리오 관리기능 작업선택	연습통제관 (사용자)	시나리오 관리기능
10	• 시나리오 DB 생성	시나리오 관리기능	DB
11	• DB 호출 • 민군작전 5대 기능 DB 로딩 • 한반도 전역 사회/경제/문화/정치 DB 로딩 • 정부/국제기구, 비정부/민간단체 DB 로딩 • 민군계수 DB 로딩	DB	DB
12	• 시나리오 DB 작성	DB	DB
13	• 작업완료 메시지 전달	DB	시나리오 관리기능
14	• 작업완료 메시지 화면전시	시나리오 관리기능	연습통제관 (사용자)
15	• 시나리오 DB검증도구 작업선택	연습통제관 (사용자)	시나리오DB 검증기능
16	• DB검증 수행	시나리오DB 검증기능	DB
17	• 검증결과 생성	DB	DB
18	• 작업완료 메시지 전달	DB	시나리오DB 검증기능
19	• 작업완료 메시지 화면전시	시나리오DB 검증기능	연습통제관 (사용자)

2. 시나리오 발생 규칙집합 편집도구

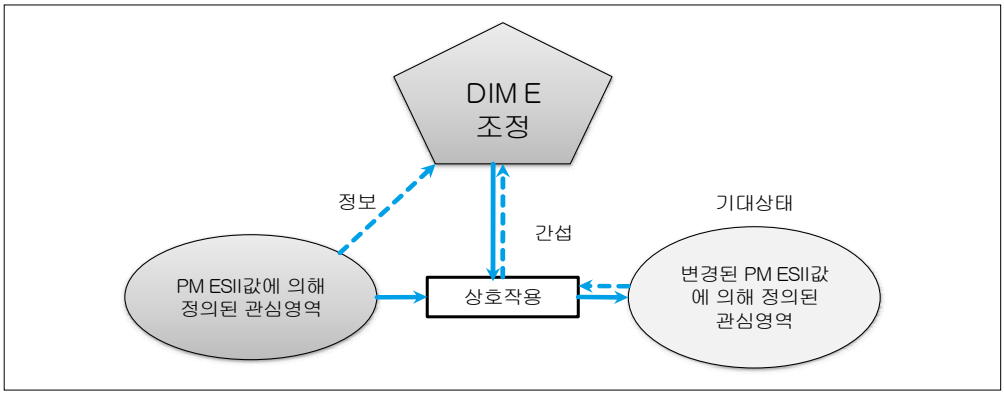
시나리오 발생 규칙집합 편집도구는 민간요소 정량화를 위한 규칙집합을 생성하고, 생성된 규칙집합을 최적화하며, 최적화된 적합도 함수를 결정하여 다시 규칙집합에 적용하는 기능을 수행한다. <그림 4-3>은 시나리오 발생 규칙집합 편집도구의 시퀀스 다이어그램이다.



<그림 4-3> 시나리오 발생 규칙집합 편집도구의 시퀀스 다이어그램

여기서, 민간요소란 비군사적인 시나리오에 반영된 요소로서, DIME/PMESII(Diplomatic, Information, Military, Economic / Political, Military, Economic, Social, Information, Infrastructure) 모델과 같이 외교, 정치, 군사, 경제, 사회, 정보, 인프라구조로 구성된 개념이다.[63] <그림 4-4>는 DIME/PMESII 모델 개발을 위한 하향식 접근방법을 나타낸 것이다.

63) Patricia H. Partnow, Dean S. Hartley III, (2008), "Using cultural information to model DIME/PMESII effects", p.1



<그림 4-4> DIME/PMESII 모델 개발을 위한 하향식 접근방법[64]

[표 4-2]는 시나리오 발생 규칙집합 편집도구의 운용절차 세부내용이다.

[표 4-2] 시나리오 발생 규칙집합 편집도구의 운용절차 세부내용

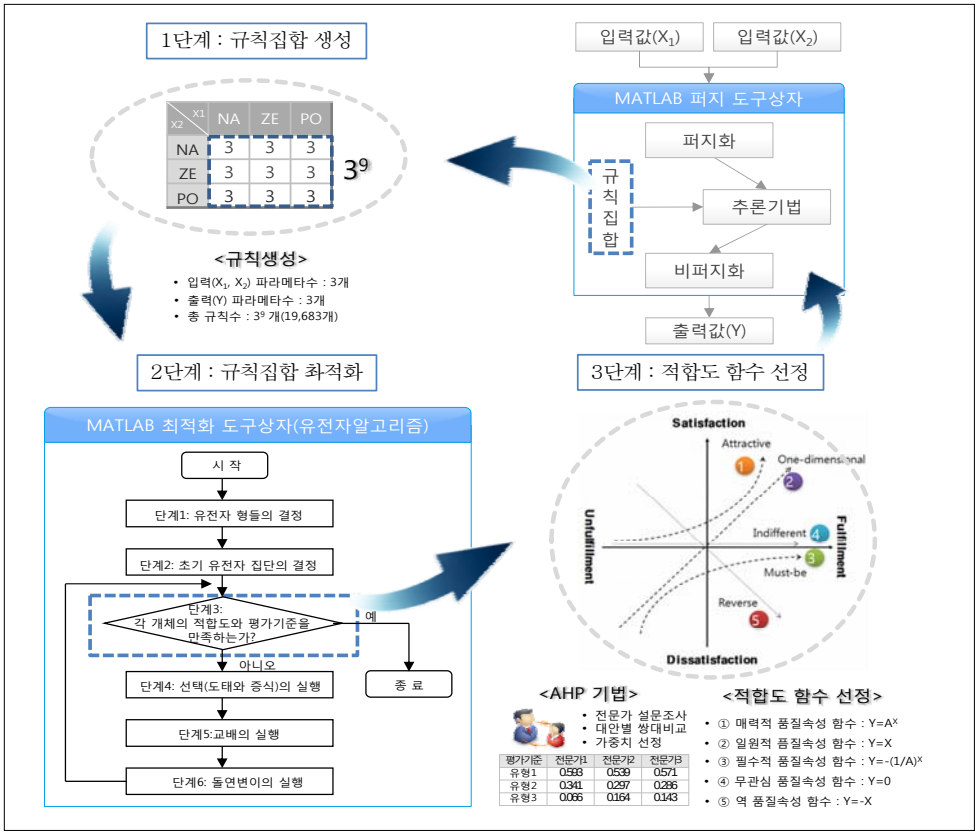
순번	운용절차 세부내용	Source	Destination
1	• 시스템 소프트웨어 실행 및 사용자 로그인	연습통제관 (사용자)	시스템 소프트웨어
2	• 사용자 검증	시스템 소프트웨어	시스템 소프트웨어
3	• 사용자 인증	시스템 소프트웨어	연습통제관 (사용자)
4	• 규칙집합 관리기능 작업선택	연습통제관 (사용자)	규칙집합 관리기능
5	• 규칙집합 편집	규칙집합 관리기능	DB
6	• 규칙집합 갱신	DB	DB
7	• 작업완료 메시지 전달	DB	규칙집합 관리기능
8	• 작업완료 메시지 화면전시	규칙집합 관리기능	연습통제관 (사용자)
9	• 규칙집합 최적화기능 작업선택	연습통제관 (사용자)	규칙집합 최적화기능
10	• 규칙집합 해(解) 선택	규칙집합 최적화기능	DB
11	• 유전자 알고리즘 가동명령	DB	모의엔진

64) 전게서, p.2

순번	운용절차 세부내용	Source	Destination
12	• 명령처리 • 선택, 교배, 돌연변이 과정 수행 • 적합도 평가기준 만족여부 판단반복	모의엔진	모의엔진
13	• 명령처리 결과전달 및 DB 저장	모의엔진	DB
14	• 규칙집합 DB 로딩	DB	규칙집합 최적화기능
15	• 처리결과 전달	규칙집합 최적화기능	규칙집합 관리기능
16	• 화면전시	규칙집합 관리기능	연습통제관 (사용자)
17	• 적합도 함수 관리기능 작업선택	연습통제관 (사용자)	적합도 함수 관리기능
18	• 적합도 함수 결정명령	적합도 함수 관리기능	모의엔진
19	• 명령처리 • 5가지 유형의 적합도 함수 호출 • 전문가시스템(Expert system) 방식으로 적합도 함수 선별	모의엔진	모의엔진
20	• 명령처리 결과전달	모의엔진	적합도 함수 관리기능
21	• DB 저장	적합도 함수 관리기능	DB
22	• 적합도 함수 DB 로딩	DB	규칙집합 최적화기능
23	• 화면전시	규칙집합 최적화기능	연습통제관 (사용자)

규칙집합 관리기능은 퍼지제어 알고리즘을 활용하여 시나리오 발생 간에 규칙집합을 생성, 수정 및 삭제하는 기능이다. 규칙집합 최적화기능은 유전자 알고리즘을 활용하여 이전에 생성된 수많은 규칙집합들 가운데 적합도와 평가기준을 만족하는 테스트 규칙집합들로만 선택, 교배 및 돌연변이 등 진화과정을 거쳐 최적화하는 기능이다. 적합도 함수 관리기능은 고객만족도 측정모델(KANO 모델) 및 전문가시스템(expert system)을 적용하여 적합도 함수를 선별한다. 여기서, KANO 모델은 고객서비스 전략을 결정할 때 주로 쓰이는 품질경영 이론인 데, 국방 M&S 전문가 그룹의 브레인스토밍으로 행정구역별 민간인 집단의 영향성 평가와 적합도 함수 선정이 가능하다.

<그림 4-5>는 시나리오 발생 규칙집합 편집도구 설계 개념도를 나타낸 것이다.

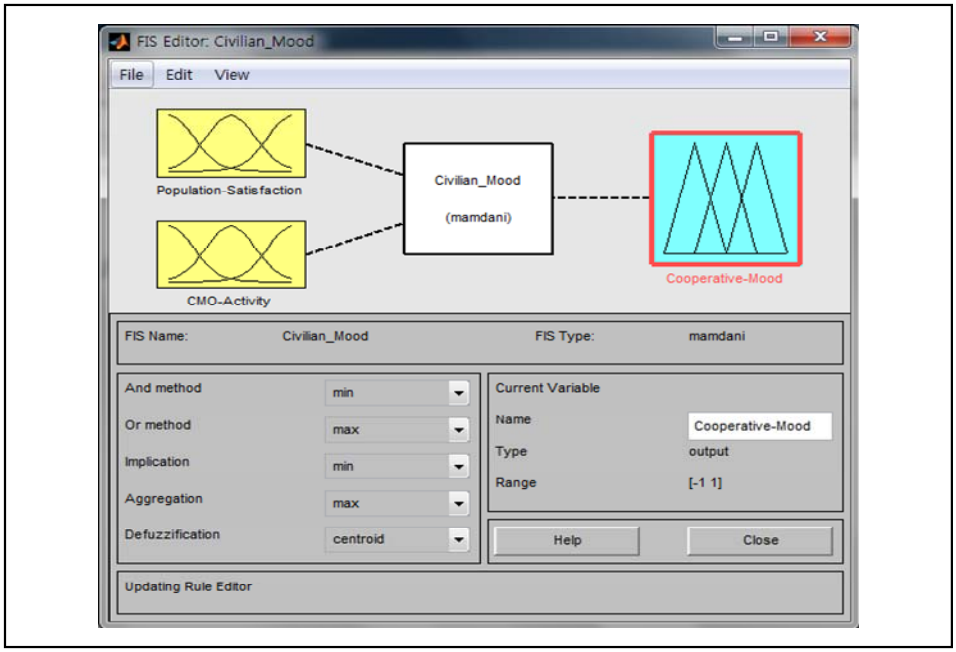


<그림 4-5> 시나리오 발생 규칙집합 편집도구 설계 개념도

가) MATLAB 퍼지 도구상자를 활용한 규칙집합 관리기능 설계방안

(1) Fuzzy Inference System(FIS) editor

FIS 편집기는 입출력 변수를 정의한다. 주요 고려사항으로는 첫째, 입출력 변수의 수를 정의한다. 둘째, 변수 이름을 정의한다. 화면 구성은 메뉴와 입력변수 아이콘, 규칙 편집기 아이콘, 출력변수 아이콘으로 구성되어 있다. 메뉴는 file, edit, view로 구성되어 있다. 그리고 각 아이콘을 선택하면 해당 편집기가 열린다. <그림 4-6>은 FIS 편집기의 사용자 인터페이스 화면이다.

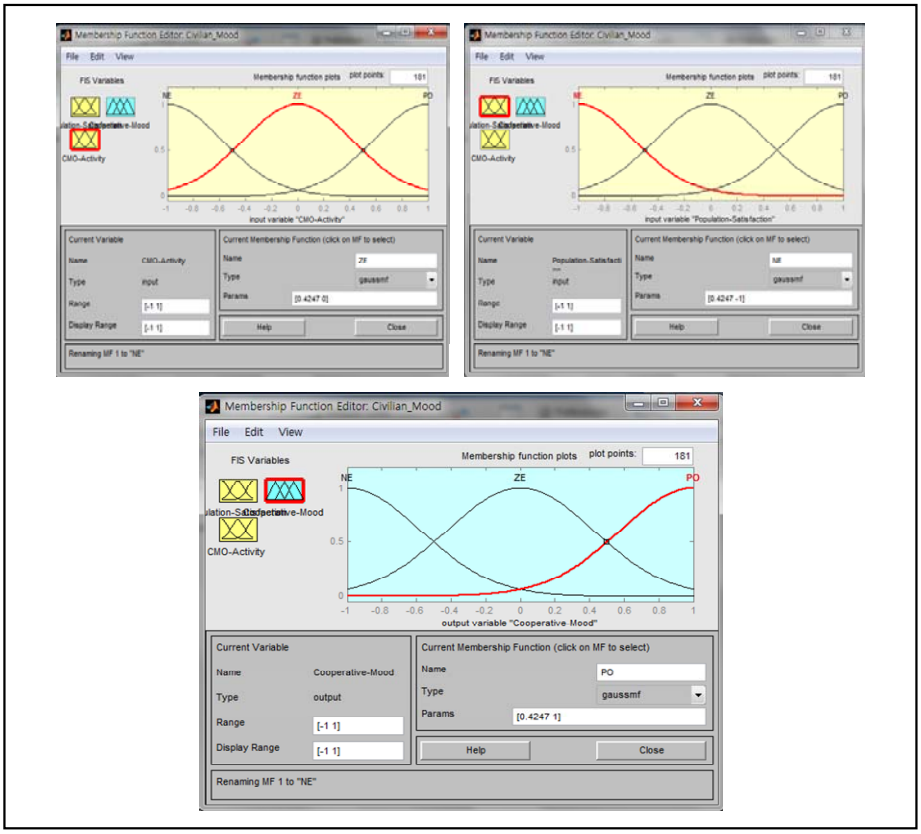


<그림 4-6> FIS 편집기 사용자 인터페이스 화면

(2) membership function editor

소속함수(membership function) 편집기는 모든 소속함수의 형태를 정의한다. 편집기 활성화 방법은 먼저, FIS Editor 메뉴에서 Edit을 선택하여 소속함수를 활성화한 다음, FIS 편집기 윈도우에서 출력변수의 아이콘을 더블 클릭하여 활성화한다. 그리고 명령줄(command line)에서 mfedit을 입력하여 활성화한다.

소속함수 설정방법은 다음과 같다. 먼저, 입력변수의 아이콘을 더블 클릭하여 소속함수 편집기를 활성화한다. 그런 다음, 소속함수 편집기에서 range 와 display range fields에 입출력 변수의 최대치 및 최소치 범위를 입력한다. 마지막으로, 입력변수에 대한 소속함수를 생성한다. <그림 4-7>은 소속함수 편집기의 사용자 인터페이스 화면이다.



<그림 4-7> 소속함수 편집기 사용자 인터페이스 화면

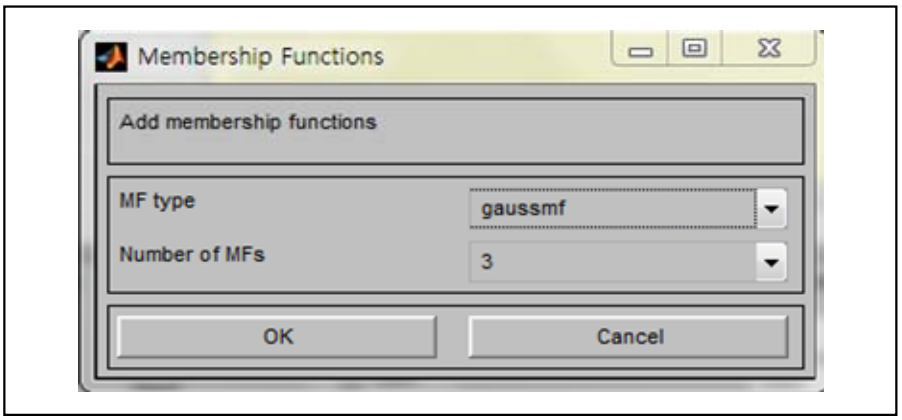
소속함수 생성 방법은 edit 선택 후 remove all MFs를 선택하여 기존 함수를 먼저 삭제한다. 그리고 다시 Edit 선택 후 Add MFs를 선택하여 소속함수 대화상자를 활성화한다. 입출력 변수는 다음 [표 4-3]과 같이 3개의 소속함수로 정의한다.

[표 4-3] 입출력 변수의 소속함수 정의

소속함수 이름	함수설명	소속함수 타입	소속함수 범위	파라메타 범위
NE	• Negative, 불만족(부정적)	gaussmf	−1 ~ 1	−1 ~ 0.4
ZE	• Zero, 변화없음	gaussmf	−1 ~ 1	0 ~ 0.4
PO	• Positive, 만족(긍정적)	gaussmf	−1 ~ 1	0.4 ~ 1.0

이 때, 대화상자에서 MF type으로 gaussmf를 선택한다. 민간요소에 대한 수학적 모델링의 경우 비선형적인 특성을 가진 gaussian 함수가 적합하기 때문이다. 소속함수의 갯수는 대화상자에서 number of MFs를 원하는 수대로 선택한다. 본 연구에서는, 각 입출력 변수의 소속함수 갯수를 3개로 정의하고 Number of MFs를 3으로 입력한다.

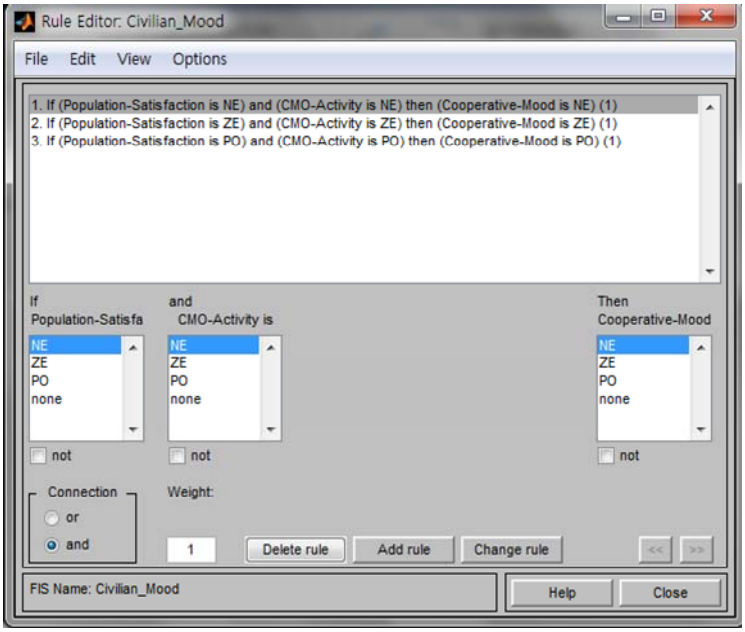
<그림 4-8>은 소속함수 대화상자의 사용자 인터페이스 화면이다.



<그림 4-8> 소속함수 대화상자 사용자 인터페이스 화면

(3) rule editor

규칙 편집기는 규칙을 정의한다. 규칙 편집기의 활성화 방법은 edit 메뉴에서 Rules을 선택하거나 명령창에 ruledit을 입력한다. 규칙을 정의하는 방법은 다음과 같다. 먼저, 각 입출력 변수 상자에서 변수를 선택하고 한 개 규칙 연결을 완료 후 add rule을 선택한다. 그 다음, 주어진 규칙에서 변수를 제외할 경우 none을 선택하고 규칙 삭제는 삭제하고자 하는 규칙을 선택 후 delete rule을 선택한다. 그리고, 규칙 편집은 변경하고자 하는 규칙을 선택 및 수정 후 change rule을 선택하고 가중치 설정은 가중치 0 ~ 1 선택하며 미설정 시 default 값은 1이다. <그림 4-9>는 규칙 편집기의 사용자 인터페이스 화면이다.



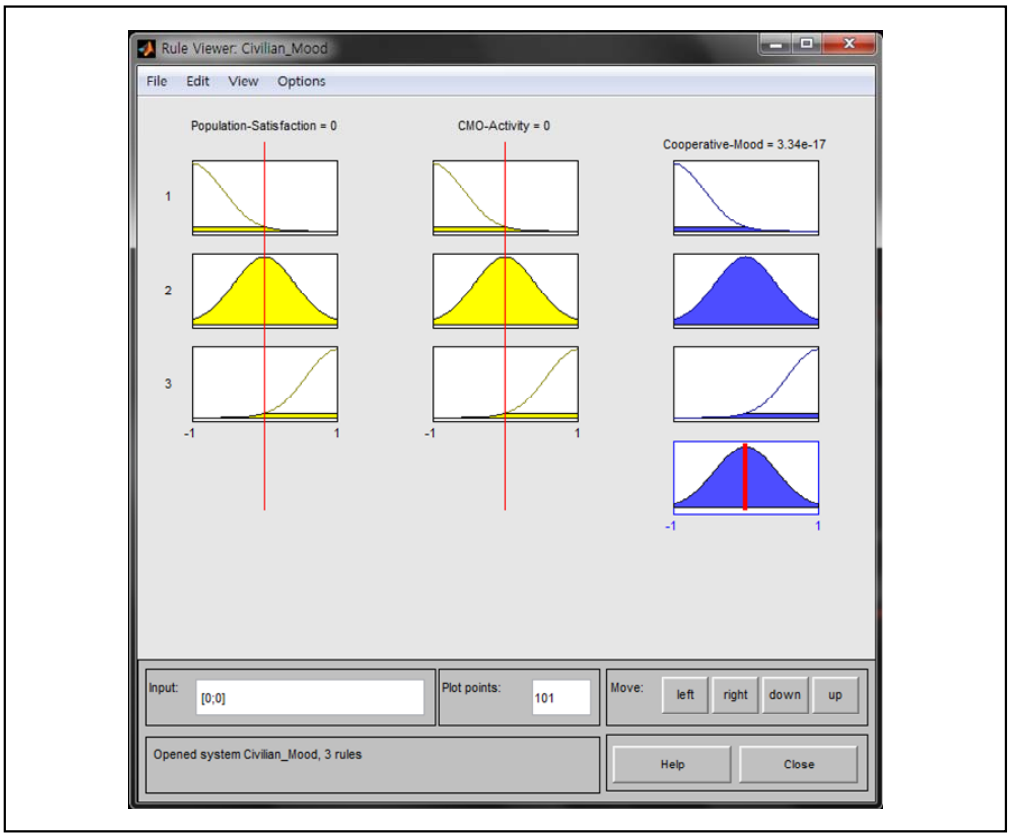
<그림 4-9> 규칙 편집기 사용자 인터페이스 화면

본 연구에서는 3장 선행연구 사례분석을 참고하여 소속함수의 규칙을 다음과 같이 가정하였다. 먼저, 민군작전 활동정도가 매우 미흡(NE)하고 민간인 집단의 만족도가 매우 불만(NE)이라면 주민 협조성향은 매우 비협조(NE)로 나타나도록 하는 조건을 생성한다. 다음 조건으로, 민군작전 활동정도가 변화없음(ZE)이고 민간인 집단의 만족도가 변화없음(ZE)이면 주민 협조성향은 변화없음(ZE)으로 조건을 생성한다. 그리고, 민군작전 활동정도가 매우 활발(PO)하고 민간인 집단의 만족도가 매우 만족(PO)이면 주민 협조성향은 매우 협조적(PO)으로 조건을 생성한다.

(4) rule viewer

규칙 전시기는 입력에 대한 퍼지 추론 다이어그램 전시한다. 즉, 규칙이 활성화된 퍼지 추론 다이어그램을 전시한다. 그리고 개별 소속함수 형태가 결과에 미치는 영향을 전시한다.

<그림 4-10>은 rule viewer의 사용자 인터페이스 화면이다.

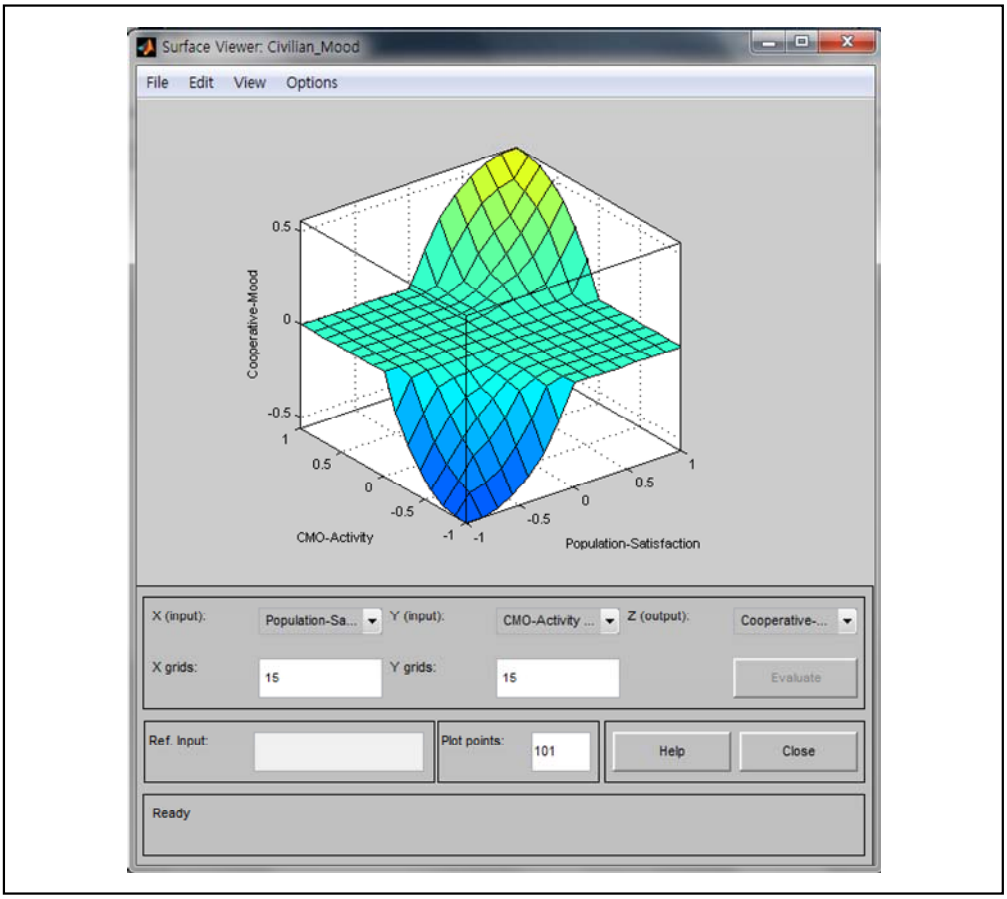


<그림 4-10> rule viewer 사용자 인터페이스 화면

(5) surface viewer

표면 전시기는 입력에 대한 출력의 종속적인 관계를 3차원 형태로 전시한다. 즉, 2개 입력에 대한 1개 출력의 종속적인 관계를 전시한다. 그리고 출력에 대한 3차원 형태로 생성 또는 편집할 수 있는 기능을 제공한다.

<그림 4-11>은 surface viewer의 사용자 인터페이스 화면이다.



<그림 4-11> surface viewer 사용자 인터페이스 화면

나) MATLAB 최적화 도구상자를 활용한 규칙집합 최적화기능 설계방안

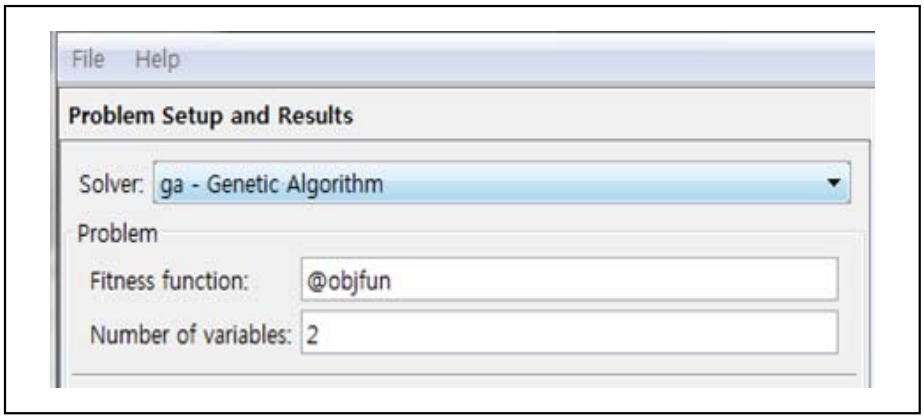
(1) solver 선택

global optimization toolbox에서는 최적화 문제를 해결하기 위하여 다음과 같이 6개의 solver를 제공한다.

- ga(genetic algorithm)
- globalearch

- multitart
- patternsearch, also called direct search
- simulannealbnd(simulated annealing)
- gamultiobj

본 연구에서는 solver 특성을 고려하여 ga를 선택하기로 한다. ga solver의 특성은 다음과 같다. 첫째, 확률적으로 반복처리를 수행한다. 둘째, 병행 실행이 가능하다. 셋째, 집단을 기반으로 한다. 넷째, 목적함수와 제약조건으로만 정의한다. 다섯째, 시작 집단(start population)을 자동으로 생성한다. <그림 4-12>는 문제설정 및 결과 사용자 인터페이스 화면에서 ga solver를 선택하는 것이다.

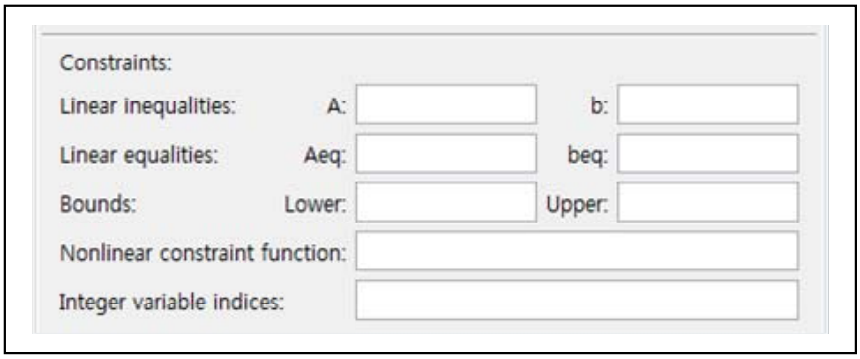


<그림 4-12> 문제설정 및 결과 사용자 인터페이스 화면

(2) 목적함수와 제약조건 정의

global optimization toolbox를 사용하기 위해서는 먼저 최적화하고 하는 함수를 작성해야 한다. 일반적인 Solver의 경우 이를 목적함수(objective function)라고 한다. 특히, ga Solver의 경우 이를 적합도 함수(fitness function)라고 한다. <그림 4-12>는 문제설정 및 결과 사용자 인터페이스 화면에서 적합도 함수를 불러오는 것과 변수의 개수를 설정하는 것을 나타낸 것이다.

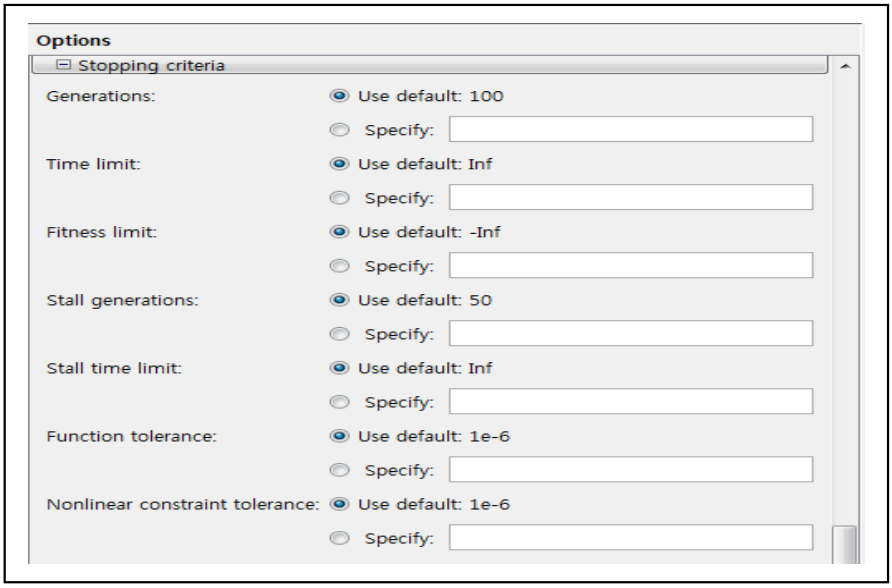
제약조건(constraint function)은 최적화가 이루어지는 범위(bound) 제약조건, 선형(linear) 또는 비선형(nonlinear) 제약조건을 정의한다. ga solver의 경우, 범위 제약조건은 하위(lower) 범위에 0, 상위(upper) 범위에 1을 각각 기본값으로 정의한다. <그림 4-13>은 제약조건을 설정하는 사용자 인터페이스 화면을 나타낸 것이다.



<그림 4-13> 제약조건 사용자 인터페이스 화면

(3) 적합 조건 설정

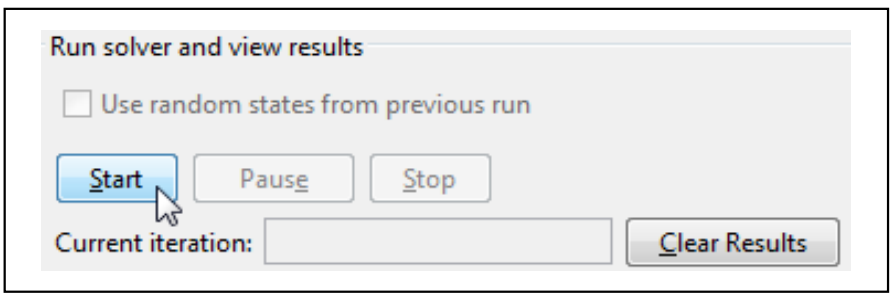
유전자 알고리즘을 적용한 경우, 적합 조건(appropriate options)은 실행 중지 조건(stopping criteria), 세대 선택(selection) 조건, 재생산(reproduction) 조건, 교배(crossover) 및 돌연변이(mutation) 조건을 설정한다. 예를 들어, 실행중지 조건에서 진화 세대수 제한 (generations), 시간제한(time limit), 적합도 제한(fitness limit) 등을 설정 한다. <그림 4-14>는 실행중지 조건을 나타나는 사용자 인터페이스 화면이다.



<그림 4-14> 실행중지 조건 사용자 인터페이스 화면

(4) solver 실행

<그림 4-15>와 같이 solver 실행(run solver) 사용자 인터페이스 화면에서 실행(start)을 선택한다.

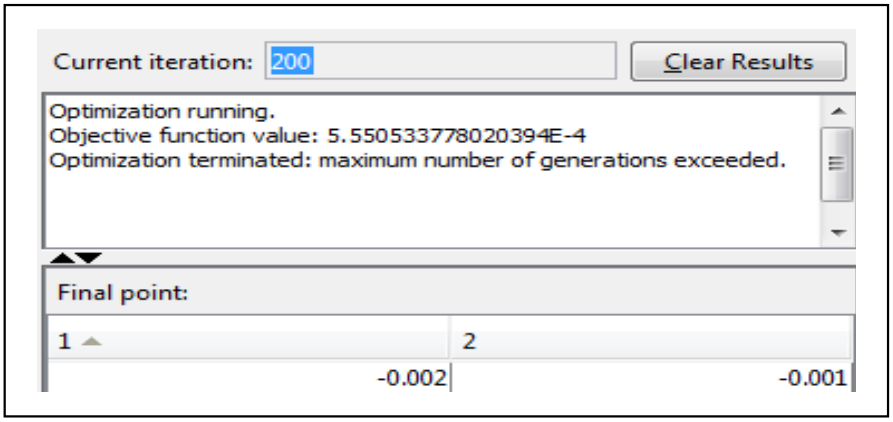


<그림 4-15> solver 실행 사용자 인터페이스 화면

알고리즘이 실행되는 동안, 현재까지 진화된 세대 수가 반복현황(current iteration)에 전시된다. 그리고 일시중지(pause)를 선택하여 일시적으로 알고리즘 실행을 중지할 수 있다. 이 경우에는 계속(resume)을 선택하여 일시중지된 시점으로부터 알고리즘을 재실행할 수 있다.

(5) 결과분석

알고리즘 실행이 끝나면, <그림 4-16> 결과보기(view results) 사용자 인터페이스 화면과 같이 실행결과가 전시된다. 이 때, 결과값은 매 실행 때마다 다르게 나타나는 데, 이는 유전자 알고리즘이 확률적인 특징을 갖고 있기 때문이다.



<그림 4-16> 결과보기(view results) 사용자 인터페이스 화면

(6) 최적화 조건 수정 및 재실행

<그림 4-16>과 같이 나타난 결과를 분석하여 실제 최소값에 근접한 결과를 얻을 수 있는 방법으로 최적화 조건 수정 및 재실행이 있다. 최적화 조건 수정 방법에는 초기 범위 설정과 돌연변이 수량 설정, 최대 세대 수 설정 등이 있으며 최적화 조건 수정 후 재실행한다.

다) KANO 모델을 활용한 적합도 함수 관리기능 설계방안

(1) AHP 기법을 적용한 적합도 함수 선정

적합도 함수 선정은 전문가 설문조사에 의한 정성적 분석을 위해 AHP[65] 기법을 활용한다. AHP 기법은 계층적 분석기법이라고 하는 데 먼저, 계층구조를 설정하고 전문가를 대상으로 설문조사를 실시한다. 그 다음, 쌍대비교를 통해 가중치를 산출하고 일관성 검증을 거쳐 최종 가중치를 선정하는 절차로 진행하면 된다. [표 4-4]는 계층적 분석기법(AHP) 적용 절차를 나타낸 것이다.

[표 4-4] 계층적 분석기법(AHP) 적용 절차

구 분	내 용
1단계	계층 구조 설정 : 유형 1, 유형 2, 유형 3, 유형 4, 유형 5 * KANO모델의 품질속성 5가지 유형 기준으로 설정
2단계	전문가 대상 설문 실시 : 20명 내외 · 민군작전 또는 심리전과 관련된 병과요원 · 해당병과는 아니지만 관련분야 전문가 * 품질속성 요소를 2개 쌍으로 이루어 설문 작성
3단계	· 쌍대비교 행열 작성 및 각 열 합계 산출 · 가중치의 합이 1이 되도록 가중합 산출
4단계	일관성 검증 : 전문가가 일관성 있게 판단하였는지 검사
5단계	최종 가중치 산출, 가중치가 높은 유형의 품질속성 함수 선정

이 때, 전문가 집단구성은 군 기관에서 합참 민군작전과, 군사령부 및 특전사령부 민군작전과와 정부기관에서 통일부와 안전행정부 부처 내 자유화 응전계획 담당자들로 구성하는 것이 적절하다.

65) AHP(Analytical Hierarchy Process) : 계층적 분석이라고 하며, 전문가 설문을 실시하여 설문요소의 중요 효과도를 상대적으로 비교 판단하기 위한 방법이다.

(6) 전문가 대상 설문조사 실시

민군 5대 기능과 KANO모델의 품질속성 5가지 요소와 쌍대비교가 가능하도록 전문가를 대상으로 설문조사를 실시한다. <그림 4-17>은 전문가 대상 설문조사 예시이다.

민군 5대 기능의 구호기능에 대한 주민 만족도는 KANO모델의 품질속성 중 어느 요소가 더 중요하다고 생각하십니까?																		
	매우 중요							동일							매우 중요			
유 형 1 품질속성	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	유 형 2 품질속성
유 형 1 품질속성	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	유 형 3 품질속성
유 형 1 품질속성	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	유 형 4 품질속성
유 형 1 품질속성	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	유 형 5 품질속성

<그림 4-17> 전문가 대상 설문조사(예)

(7) 쌍대비교행렬 작성 및 각 열 합계 산출

쌍대비교행렬을 작성하고 각 열 합계를 산출한다. [표 4-5]는 쌍대비교행렬 작성 및 각 열 합계 산출 예시이다.

[표 4-5] 쌍대비교행렬 작성 및 각 열 합계 산출(예)

구 분	유 형 1 품질속성	유 형 2 품질속성	유 형 3 품질속성	유 형 4 품질속성	유 형 5 품질속성
유형 1 품질속성	1	2	3	5	8
유형 2 품질속성	1/2	1	3	6	5
유형 3 품질속성	1/3	1/3	1	3	4
유형 4 품질속성	1/5	1/6	1/3	1	3
유형 5 품질속성	1/8	1/5	1/4	1/3	1
합계	2.16	3.70	7.58	15.33	21.00

(8) 정규화된 쌍대비교행렬 산출

작성된 쌍대비교행렬을 각 열 합계로 나누어 정규화된 쌍대비교행렬을 구한다. [표 4-6]은 정규화된 쌍대비교행렬 예시이다.

[표 4-6] 정규화된 쌍대비교행렬(예)

구 분	유 형 1 품질속성	유 형 2 품질속성	유 형 3 품질속성	유 형 4 품질속성	유 형 5 품질속성
유형 1 품질속성	1/2.16	2/3.70	3/7.58	5/15.33	8/21
유형 2 품질속성	0.5/2.16	1/3.70	3/7.58	6/15.33	5/21
유형 3 품질속성	0.33/2.16	0.33/3.70	1/7.58	3/15.33	4/21
유형 4 품질속성	0.20/2.16	0.17/3.70	0.33/7.58	1/15.33	3/21
유형 5 품질속성	0.13/2.16	0.20/3.70	0.25/7.58	0.33/15.33	1/21

(9) 가중치 산출

각 행의 합을 행의 수로 나누어 평균값을 가중치로 구한다. 예를 들어 [표 4-5]의 각 유형별 품질속성에 대한 상대적 중요도는 다음과 같다.

- 유형 1 품질속성의 상대적 중요도 : $\frac{1+2+3+5+8}{5}=0.421$
- 유형 2 품질속성의 상대적 중요도 : $\frac{1/2+1+3+6+5}{5}=0.305$
- 유형 3 품질속성의 상대적 중요도 : $\frac{1/3+1/3+1+3+4}{5}=0.153$
- 유형 4 품질속성의 상대적 중요도 : $\frac{1/5+1/6+1/3+1+3}{5}=0.078$
- 유형 5 품질속성의 상대적 중요도 : $\frac{1/8+1/5+1/4+1/3+1}{5}=0.043$

(10) 일관성 검증

일관성 검증은 전문가가 일관성 있게 판단하였는지 검사하는 것이다. 일반적으로 일관성 비율(Consistency Ratio, CR)를 계산하여 그 비율이 10% 초과 시 '일관성결여'로 판정한다. 일관성 비율은 일관성 지수(Consistency Index, CI)를 확률지수(Random Index, RI)로 나눈 값이다. 일관성 비율 계산하는 식은 다음과 같다.

$$CR = \frac{CI}{RI}$$

여기서, 평가요소 수에 따른 확률지수는 다음 [표 4-7]과 같이 주어진다.

[표 4-7] 확률지수(RI)

평가요소 수	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
RI	0.0	0.0	0.58	0.90	1.12	1.24	1.32	1.41	1.51	1.48

일관성 지수(CI)를 구하는 공식은 다음과 같다.

$$CI = \frac{\lambda \max - n}{n-1}$$

여기서, n은 평가요소 수이며 [표 4-6]과 [표 4-7]의 예시로부터 λmax 값을 구하면 다음과 같다. 먼저, 쌍대비교행렬에 가중치 벡터를 곱한다.

$$\begin{bmatrix} 1 & 2 & 3 & 5 & 8 \\ 1/2 & 1 & 3 & 6 & 5 \\ 1/3 & 1/3 & 1 & 3 & 4 \\ 1/5 & 1/6 & 1/3 & 1 & 3 \\ 1/8 & 1/5 & 1/4 & 1/3 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0.421 \\ 0.305 \\ 0.153 \\ 0.078 \\ 0.043 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 2.222 \\ 1.656 \\ 0.800 \\ 0.393 \\ 0.221 \end{bmatrix}$$

그리고, 상기 계산 결과로터 얻어진 벡터의 요소값을 가중치로 나누어 평균을 구하면 다음과 같이 λmax를 산출한다.

$$\frac{2.222/0.421 + 1.656/0.305 + 0.8/0.153 + 0.393/0.078 + 0.221/0.043}{5}$$

산출된 ⋋max를 가지고 다음과 같이 일관성 지수(CI)를 구한다.

$$CI = \frac{5.225 - 5}{5 - 1} = 0.056$$

평가요소가 5개이므로 RI값은 1.12이며, 앞에서 다룬 공식에 따라 다음과 같이 일관성 비율(CR)을 구한다.

$$CR = \frac{CI}{RI} = \frac{0.056}{1.12} = 0.05$$

따라서, CR값이 0.1보다 작으면 일관성이 있다고 판단한다.

(11) 최종 가중치 산정

최종 가중치 산정은 5명의 전문가 가중치 결과를 이용한 합의(consensus) 방법으로 구한다. 먼저 CR값을 기준으로 일관성이 높은 5명의 전문가 가중치 결과를 선택하여 배열한다. 그리고, 각 행에 대하여 값이 작은 것부터 좌측에서 우측으로 오름차순 재배열 후 열 합계를 산출한다. 그런 다음, 보간법으로 합이 1.0에 해당하는 가중치를 구한다. <그림 4-18>은 최종 가중치 산정 예시이다. 즉 1은 3열과 4열 사이, 0.98과 1.13사이에 있으며 보간법으로 1.0에 대응하는 값을 찾을 수 있는데, 이것이 가중치이다.

<1 단계> 5명의 전문가 가중치 결과를 유형별 품질속성과 배열

평가기준	전문가1	전문가2	전문가3	전문가4	전문가5
유형1 품질속성	0.475	0.261	0.378	0.286	0.323
유형2 품질속성	0.294	0.221	0.309	0.412	0.288
유형3 품질속성	0.066	0.231	0.227	0.195	0.153
유형4 품질속성	0.071	0.135	0.126	0.100	0.078
유형5 품질속성	0.092	0.072	0.110	0.049	0.043

<2 단계> 각 행에 대하여 값이 작은 것부터 좌측에서 우측으로 재배열 후 열 합계

평가기준	전문가1	전문가2	전문가3	전문가4	전문가5
유형1 품질속성	0.261	0.286	0.323	0.378	0.475
유형2 품질속성	0.221	0.288	0.294	0.309	0.412
유형3 품질속성	0.066	0.153	0.195	0.227	0.231
유형4 품질속성	0.071	0.078	0.100	0.126	0.135
유형5 품질속성	0.043	0.049	0.072	0.092	0.110
합 계	0.662	0.854	**0.984**	**1.132**	1.363

<3 단계> 보간법으로 합이 1.0에 해당하는 가중치 산출

※ 계산법: (1.132−0.984):(0.378−0.323) = (1−0.984):(w1−0.323)

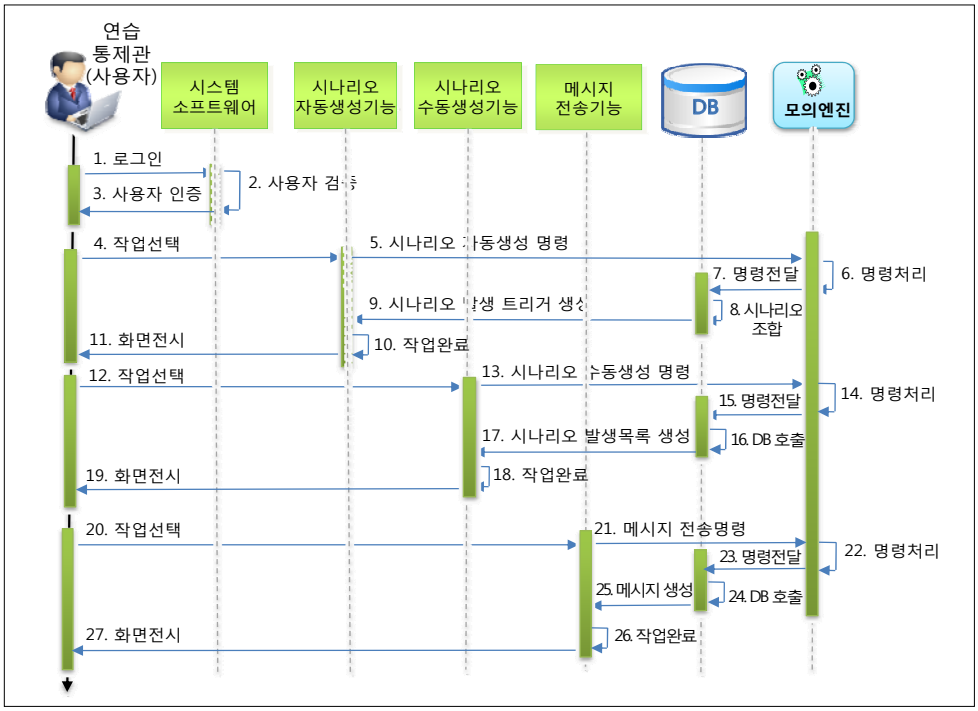
∴ w1 = ((0.055×0.016)÷0.148) + 0.323 = 0.329 (☜ 유형1 품질속성의 가중치)

<그림 4-18> 최종 가중치 산정(예)

3. 시나리오 처리도구

시나리오 처리도구는 모델에서 자동으로 시나리오를 생성하거나, 연습통제관에 의해 수동 생성한다. 그리고 생성된 시나리오를 메시지 형태로 변환하여 전장상황 및 보고 처리모델로 전송하는 역할을 수행한다.

<그림 4-19>는 시나리오 처리도구의 시퀀스 다이어그램이다.



<그림 4-19> 시나리오 처리도구의 시퀀스 다이어그램

[표 4-8]은 시나리오 처리도구의 운용절차 세부내용이다.

[표 4-8] 시나리오 처리도구의 운용절차 세부내용

순번	운용절차 세부내용	Source	Destination
1	• 시스템 소프트웨어 실행 및 사용자 로그인	연습통제관 (사용자)	시스템 소프트웨어
2	• 사용자 검증	시스템 소프트웨어	시스템 소프트웨어
3	• 사용자 인증	시스템 소프트웨어	연습통제관 (사용자)
4	• 시나리오 자동 생성기능 작업선택	연습통제관 (사용자)	시나리오 자동생성기능
5	• 시나리오 자동 생성 명령	시나리오 자동생성기능	모의엔진
6	• 명령처리	모의엔진	모의엔진

순번	운용절차 세부내용	Source	Destination
7	• 명령전달	모의엔진	DB
8	• 시나리오 조합	DB	DB
9	• 시나리오 발생 트리거 생성	DB	시나리오 자동생성기능
10	• 작업완료	시나리오 자동생성기능	시나리오 자동생성기능
11	• 화면전시	시나리오 자동생성기능	연습통제관 (사용자)
12	• 시나리오 수동 생성기능 작업선택	연습통제관 (사용자)	시나리오 수동생성기능
13	• 시나리오 수동생성 명령	시나리오 수동생성기능	모의엔진
14	• 명령처리	모의엔진	모의엔진
15	• 명령전달	모의엔진	DB
16	• DB 호출 • 민군작전 5대 기능 DB 로딩 • 한반도 전역 사회/경제/문화/정치 DB 로딩 • 정부/국제기구, 비정부/민간단체 DB 로딩 • 민군계수 DB 로딩	DB	DB
17	• 시나리오 발생목록 생성	DB	시나리오 수동생성기능
18	• 작업완료	시나리오 수동생성기능	시나리오 수동생성기능
19	• 화면전시	시나리오 수동생성기능	연습통제관 (사용자)
20	• 메시지 전송기능 작업선택	연습통제관 (사용자)	메시지 전송기능
21	• 메시지 전송 명령	메시지 전송기능	모의엔진
22	• 명령처리	모의엔진	모의엔진
23	• 명령전달	모의엔진	DB

순번	운용절차 세부내용	Source	Destination
24	• DB 호출 • 민군작전 5대 기능 DB 로딩 • 한반도 전역 사회/경제/문화/정치 DB 로딩 • 정부/국제기구, 비정부/민간단체 DB 로딩 • 민군계수 DB 로딩	DB	DB
25	• 메시지 생성	DB	메시지 전송기능
26	• 작업완료	메시지 전송기능	메시지 전송기능
27	• 화면전시	메시지 전송기능	연습통제관 (사용자)

제 5 장 결 론

지금까지 비군사적 모의를 중심으로 워게임 모델 시나리오 생성을 위한 시나리오 관리모델 설계방안을 제시해 보았다. 이번 연구는 해외 파병 및 북한의 급변사태 또는 전시 안정화작전의 한 부분인 민군작전 모의에 필요한 비군사적 모의 시나리오 생성방법의 개선을 위해 참조모델인 미군 JNEM 모델의 ISM 기능 분석과 유럽국방연구원(EDA)의 CAPRICORN 프로젝트에 포함된 민군협력 및 심리전 모델의 기능 분석, 창조21모델과 화랑21모델의 민사심리전 기능을 분석하였다. 이를 통해 워게임 시나리오 관리모델의 설계 목표를 세우고 세부적인 기능 구성요소를 식별함으로써 향후 비군사적 모의 분야 발전 방향에 대한 구체적인 개념모델을 제시했다는 데 의미가 있다.

본 연구를 통해서 얻은 결론은 첫째, 민군작전의 정의를 통해 비군사적 모의 개념과 시나리오 운영절차를 이해하고 기존 워게임 모델의 설계방안 적용 시 문제점을 해결할 방안에 대해서 연구하여 워게임 시나리오 관리모델의 정의와 소요기술을 식별하였다.

둘째, 현재 한미 연합연습 시 활용되고 있는 군단급 이상 민군작전 모의모델인 JNEM모델의 민사심리전 기능에서 핵심인 ISM에 대해 분석하였다. 또한, 유럽 국방연구원의 CAPRICORN 프로젝트의 민군협력 및 심리전모델과 한국군의 창조21모델 및 화랑21모델의 민사심리전 기능을 분석하여 문제해결을 위한 참고로 활용하고 워게임 시나리오 관리모델에 적용할 수 있는 방안을 도출하였다.

셋째, 워게임 시나리오 관리모델의 구성요소는 시나리오 입력도구, 시나리오 발생 규칙집합 편집도구, 시나리오 처리도구로 정의하고 각 구성요소별로 구체적인 설계방안은 국방 CBD 방법론과 MATLAB 도구상자와 AHP 기법을 적용하여 제시하였다. 각 기능들의 입력 및 출력에 대해서 정의하고 세부적인 설계방안을 제안하면서 향후 비군사적 모의 분야 워게임 시나리오 관리모델의 기능 개선 및 추가 필요성에 대해 언급하였다.

본 연구의 향후 연구과제는 첫째, 제시된 워게임 시나리오 관리모델의 설계개념에 대해서 전문가 토의를 통해 실제 워게임 모델로 구현할 경우 실현 가능성에 대한 분석을 수행하는 것이다.

둘째, 해외 평화유지 및 안정화작전 이후 분쟁지역 또는 미래 한반도 군사분계선(Military Demarcation Line, MDL) 이북 자유화 지역별 민군 5대 기능 활동 만족도와 주민 협조성향 종합평가 간의 상호관계를 정량적으로 표현하는 모의논리 연구가 필요하다.

셋째, 가까운 장래에 컴퓨터 생성 가상군(Computer Generated Forces, CGF) 개념과 인텔리전트 시스템 및 규칙기반 에이전트 이론을 워게임 시나리오 생성에 적용하고 현재 제시된 기능보다 더 구체화된 워게임 시나리오 관리모델에 대한 연구가 필요하다. 이러한 후속 연구는 보다 실전적인 민군작전상황을 모의할 수 있도록 연구결과의 가치를 높일 것으로 판단한다.

그리고 본 연구를 시작으로 설계개념을 계속 발전시킨다면 비군사적 모의 시나리오에 한정되지 않고 유사한 워게임 모델의 시나리오 관리기능 발전에 기여하기를 기대해본다.

끝으로, 본 연구를 통해 민군작전 모의모델과 같은 비군사적 모의모델의 발전 방향에 대해서 긍정적인 가능성을 제시할 수 있었으며, 향후 워게임 시나리오 관리모델의 비군사적 모의 시나리오 생성을 위한 기초 연구로 활용되기를 기대한다.

【 참고문헌 】

1. 국내문헌

조한승, (2011),『미래전쟁양상에 대비한 해외파병부대 발전방안』, 국방정책연구 제27권 제1호, 한국국방연구원, 138p

이종호, (2007),『JNEM 모델 한미 연합연습 적용 방안 기초연구』, 육사논문집 63(2), pp.305-13

박준석, 명노해, (2004), 감성 만족도의 정량화를 위한 퍼지 소속 함수 개발, 한국인간공학회지 23(2), 38p

장흥엽, (2012),『KANO모델에서 품질특성의 상대적 중요도 결정에 관한 연구』, 성균관대, pp.6, pp.8

김탁곤, (2008),『IEEE 1516 HLA/RTI 기반 연동 Adaptor의 설계 및 구현』, 한국군사과학기술학회, pp.165

임치훈, (2008), 워게임 시스템 개발을 위한 디자인 패턴의 합성 및 적용, 한밭대학교, 석사학위논문, p8.

『국방과학기술조사서』, (2013), 국방기술품질원

『민사작전 모의모델 개발 기초분야 연구』, (2005), 한국국방연구원, pp.25, PP.57

『국방 워게임모델 목록집』, (2009), 국방부 합동참모본부

『창조21모델 모의논리서』, (2004), 육군교육사령부

『화랑21모델 사용자지침서』, (2009), 육군교육사령부

『화랑21모델 운용자지침서』, (2009), 육군교육사령부

2. 국외문헌

Hugh Henry and Robert G. Chamberlain, (2008), Creating and using non-kinetic effects, 1200p

R.M. Aguilar, V. Muñoz and Y. Callero, (2012), Control Application Using Fuzzy Logic: Design of a Fuzzy Temperature Controller, Fuzzy Inference System, University of La Laguna Spain

David Beaslay, (1993), An Overview of Genetic Algorithms : Part 1, Fundamentals, Department of Computing Mathematics, University of Cardiff

_____, (2014), MATLAB Primer R2014a, MathWorks Inc.

Agostino G. Bruzzone, Marina Massei, Alberto Tremori, (2011), CAPRICORN: Using Intelligent Agents and Interoperable Simulation for supporting Country Reconstruction, MISS DIPTEM University of Genoa

_____, (2012), CIMIC And Planning Research In Complex Operational Realistic Network(CAPRICORN), MISS DIPTEM University of Genoa

Patricia H. Partnow, Dean S. Hartley III, (2008), Using cultural information to model DIME/PMESII effects

3. 인터넷 사이트

http://www.jcs.mil.kr, 국방부 합동참모본부

http://www.peacekeeping.go.kr, 국방부 『파병공감』 홈페이지

http://dtims.dtaq.re.kr/vps/main.do, 국방기술품질원 국방기술정보 열림정보마당

http://www.nanet.go.kr/03_dlib/01_datasearch/datasearch.jsp, 국회도서관

http://www.riss.kr/index.do, 한국교육학술정보원 학술연구정보서비스

http://kiss.kstudy.com/, 한국학술정보(주) 학술정보서비스

http://www.peostri.army.mil/, US Army Program Executive Office for Simulation, Training & Instrumentation

http://www.mathworks.com/, Mathworks 홈페이지

http://www.simulationteam.com/, MISS DIPTEM University of Genoa 홈페이지

http://www.liophant.org/projects/capricorn, CAPRICORN Project 홈페이지

ABSTRACT

A study on the methodology of designing wargame scenario management model

-focused on a field of non-military simulation-

Kim, Seok Kyoung
Major in National Defense Modeling & Simulation
Dept. of National Defense Modeling & Simulation
Graduate School of National Defense Science
Hansung University

Civil-Military Operation(CMO) is of overall activities of commander dealing with the mutual relationship between the military corps and government administrative agencies, and residents in where is strategy forces stationed, or in the area that is running the strategy operations.

Also, it is a non-military operations dealing with the relationship including five principal functionalities of civil-military operations(such as administration, security, relief, resource management, pacification) of overall versus the private sector.

Some of the typical simulation model for the non-military operations in the exercise and training domain, there is civil-military operations model. This model, in conjunction with Taeguk JOS(Joint Operations Simulation) model which is used to exercise and train a theater level joint operations

for commander and chiefs of ROK(Republic of Korea) JCS(Joint Chief of Staffs), is the theater level functional model which is simulated the non-military mutual relationship between friendly forces and refugees, war suffers, the personnel of governmental and non-governmental organizations, international organizations in the liberalized area at wartime focused on the five principal features of civil-military operations.

Generally, the major components for development of wargame model is consist of scenario management model and specific simulated functions, simulation engine, databases, common operation picture, after action review system, and linked interface system. However, in this study, to be constrained in the wargame scenario management model, a study was conducted to design its conceptual model focused on a field of non-military simulation.

Wargame scenario management model can be generated and modified, deleted non-military scenario interrupted by exercise instructor controller upon quantitative analysis of the mutual relationship between the friendly civil affairs units and residents in the liberalized area at wartime.

According to a trend of modern warfare, it is getting ambiguous to determine the boundary of friendly and enemy forces, the armed forces and civilians. This makes such needs faithfully to study on non-military simulation that reflects research various political, military, economic, social, culture phenomenon etc. In order to study this, there are two problems to be solved.

First, there is a need for research of a wargame scenario management model focused on a non-military field that affects the change of civilian's mood through the conceptual modeling analysis of civil-military operations five principal functionalities in the liberalized area at wartime. Secondly, it is necessary to seek a methodology of rule set generating and optimization techniques for wargame scenario management.

In this study, by exercise instructor controllers at the time of non-military simulated operation who is random to intervene, a study was conducted of the design proposal of "wargame scenario management model" that is able to support creating and changing, deleting a scenario.

A methodology of this study is to utilize the literature research and modeling tools, optimization of fuzzy logic and generic algorithm, applying the method for measuring customer satisfaction.

The components of wargame scenario management model is consist of scenario editor, rule set editor for scenario generating and scenario processing tool. The main function of this model is to edit the rule set of scenario generated from the situational information in the battlefield. Also based on the local database it can change the default scenario information, and can generate evolutionary scenario, performs the function of diffusion throughout the exercise audience.

In this study, there is a need in near future for additional research on propagating reports and on combination of messages that are generated based on the mutual relationship between regional civil-affairs units and civilians' cooperative mood.

【Keyword】 wargame, non-military simulation, civil-military operations, generating scenario, rule set, fuzzy theory, generic algorithm

감사의 글

2014년 새해부터 학위 논문을 어떻게 써야 할지 고민하던 차에, 바쁘신 와중에도 국방 M&S 분야 후학 양성을 위해 노력을 아끼지 않으신 김종만 교수님께 감사드리며 논문 지도교수님으로 모시게 되어 영광이었습니다. 교수님의 지도를 받으면서 바늘구멍 같던 진리 탐구의 문을 통해 혁신적인 도전 과제를 그려볼 수 있게 해주셔서 고맙습니다. 그리고 실시간 시뮬레이션의 이론과 국방 모의훈련체계의 실제 적용에 관하여 군과 산학협력의 중요성을 일깨워주시고 한없이 부족한 제 논문에 생명력과 열정으로 채워주신 이동준 교수님과 김장현 교수님께도 감사드립니다.

시계태엽 같이 바쁘게 돌던 직장생활 중에 주경야독과 형설지공의 비유를 들어 대학원의 길을 알려주시고 끝까지 저를 응원해주신 조성일 부장님과 송인회 이사님, 직장 동료들, 그리고 차진섭 사장님께도 고마움을 표현하고 싶습니다. 또한, 인공지능과 인텔리전트 시스템을 소개 해주시며 큰 도움을 주신 한성대학교 정성훈 교수님께도 감사드립니다.

작년 봄부터 올 겨울까지 처음엔 어색하고 낯설기만 했던 우리 국방 M&S학과 6기생들이 이제 더 넓은 세상 속으로 헤어질 시간이 다가오고 있습니다. 진정한 용자 정경식님, 아들바보 민홍기님, 캡틴 김성운님, 같은 지도교수님 아래 함께 의지하며 도움을 주고받은 논문파트너 조준호님께 깊은 감사의 마음 전합니다. 자나 깨나 못난 막내 걱정만 하시면 한평생을 살아오신 아버지, 어머니께 머리 숙여 감사드립니다. 늦게 시작한 배움이 결실을 맺을 수 있도록 열심히 하라고 응원해준, 세상의 하나밖에 없는 우리 형에게도 고마움을 전합니다. 그리고, 우리 예쁜 첫째 예은이와 귀여운 막내 하은이에게도 부끄럽지 않은 논문을 쓸 수 있게 아빠를 도와줘서 고맙고.

끝으로 대학원 입학 후부터 아빠와의 주말이 사라진 아이들의 자리를 말없이 지켜주며 학업에 전념할 수 있도록 내조를 아끼지 않은 저의 아름다운 아내 장성순에게도 깊이 감사합니다. 늘 그랬듯이.

2014년 12월

김 석 경