

# TMO모형을 이용한 분산 실시간 워게임 시뮬레이션 모델의 개발

## Development of The Distributed Real-Time Wargame Simulation Using TMO Model

°박현규, 김윤곤, 박영선 : 전투지휘훈련단

°Park Hyun Kyoo, Kim YG, Park YS : BCTP

### 요약

시뮬레이션을 이용한 워게임 체계는 실 기동훈련체계를 효과적으로 보완할 수 있는 육군의 부대훈련체계로서 정착되고 있으며, 이를 위하여 실시간에 전장상황을 처리하고 필요시 진행 시간 조정, 상황 저장, 상황 재현 등의 임의 통제가 가능한 워게임 모델 개발에 대한 요구가 증가하고 있다. 본 연구에서는 다기능, 다체대 동시훈련이 가능한 분산형 워게임 시뮬레이션 모델 개발을 수행한 내용으로, 연대전투모델에서 분산 처리가 가능한 분야를 도출하고, 이를 실시간 처리 기준에 맞도록 모델링에 반영하였다. 분산 워게임 모델 구현을 위하여 실시간 분산객체 기술의 한 분야인 TMO(Time Triggered Message Triggered Object) 모델을 기반으로 분산 처리 모델을 설계하였고, 논문에서는 현재까지 분산형 워게임 모델 개발에 대한 연구 결과와 향후 연구 방향을 제시하고자 한다.

### 1. 서론

“연대전투모델”은 Unix 운영체제를 기반으로 작성된 워게임 프로그램으로, 각 기능별 모의를 위하여 모듈화된 클래스 객체로서 C++ 언어를 위주로 구현되었다. 육군 전투지휘훈련단에서는 워게임을 위한 실시간 시뮬레이션 분야에서 분산 객체 기술의 적용을 통하여 개발된 프로그램의 재사용과 코드의 확장 및 개선을 포함한 유지보수의 효율성을 달성할 수 있는 연구를 수행하여 분산 워게임 모델의 개발을 추진 중에 있다.

이에 따라 연대급 이하의 전투지휘훈련을 위한 연대전투모델의 제한사항을 극복하고 다기능, 다체대 동시훈련이 가능한 실시간 분산형 워게임 모델에 필요한 기반 연구로서 TMO 분산객체 모델을 이용하였다.

본 연구에서는 워게임시 분산 객체화 가능한 모듈을 도출하고, 이를 실시간 처리가 가능하도록 모델링에 반영하였다. 논문에서는 이를 궁극적으로 객체 프레임워크를 통하여 분산 워게임 모델로 구현하기 위한 현재까지의 결과와 향후 연구 방향을 정리하였다.

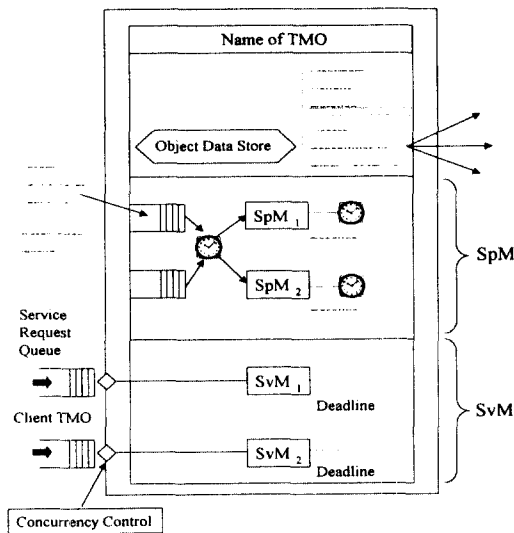
### 2. 관련 연구

#### 2.1 연대전투모델

연대전투모델은 육군에서 운용 중에 있는 실시간 워게임 시뮬레이션 체계이다. 이는 이벤트 처리와 타이머 등을 제공하는 주모듈과 각 전장기능별 모의처리를 담당하는 기능모듈로 이루어져 있으며, Ethernet 네트워크 기반에서 주전산기로 Sun 워크스테이션, 플레이어용 단말기로는 PC와 더미터미널을 사용하고 있다. 연대전투모델은 주전산기에서 모든 연산 및 데이터 처리가 이루어지며 시간 진행에 따라 각 플레이어들은 네트워크에 연결된 단말기를 통하여 대화형으로 워게임을 진행하게 된다. 실시간 대화형 모의처리를 위하여 게임 처리를 위한 주모듈과 플레이어용 모듈은 Pipe를 통하여 배타적으로 통신이 이루어지며 게임에 쓰이는 데이터는 Shared Memory와 Memory Map을 이용하여 데이터 처리에 쓰이는 시간을 최소화 시켰다.

#### 2.2 TMO 모델

분산 시물레이션을 위하여 연구된 TMO 모델은 기존의 객체 모델에 대한 확장으로 기본적인 구조는 <그림 1>과 같다. TMO객체의 Method는 두 가지로 구분된다. 하나는 객체의 설계 시에 명시한 시간이나 주기가 되면 실시간 클럭에 의하여 실행되는 SpM(Spontaneous Method)과 다른 하나는 클라이언트로 부터 온 메시지에 의하여 수행되는 SvM(Service Method)이다. SpM의 구동 방식은 설계단계에서 상수로 명시되는 AAC(Autonomous Activation Condition)를 사용하고, AAC는 정적인 Always와 동적인 If-demanded 방식으로 나누어진다. Always 방식은 설계 시 완전히 결정되며, If-demanded 방식에서는 시스템의 수행 중에 SvM에서 요청되는 방식이다. SpM은 다수의 후보 AAC중에서 하나를 SvM에 의하여 활성화된다. TMO들은 서버에 있는 서비스 메소드에 대하여 클라이언트들의 호출을 통하여 상호작용하며, 호출자는 SpM 또는 SvM일 수 있다. 호출은 기본적으로 "Blocking (Synchronous) Call"을 사용하거나, 서버 객체와의 동시 실행을 용이하게 하기 위해서 "Non-blocking(Asynchronous) Call" 방식을 사용할 수 있고, 시간적인 분석에 대한 단순성 및 TMO 그룹에 대한 투명성을 제공하기 위해서 "Client Transfer Call" 방식을 사용할 수 있다.



<그림 1> TMO 모델 구조

또한 TMO들의 시간적인 서비스 능력을 보장하기 위하여 BCC(Basic Concurrency Constrains) 제약조건으로 SpM과 SvM의 충돌을 방지한다. 즉 ODSS(Object Data Store Segment)를 동시 액세스하는 경우 SpM이 SvM보다 우선 순위를 부여한다.

### 2.3 DREAM 커널

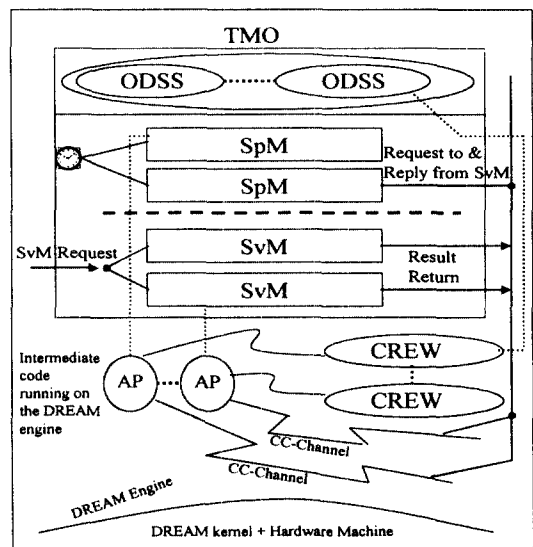
DREAM(Distributed Real-time Ever Available Micro-computing) 커널은 UCI에서 개발된 TMO객체 및 기존의 프로세스를 지원해 주기 위한 실행엔진 모델로서, Ethernet 네트워크를 사용하는 PC에서 실행된다. DREAM 커널은 L0부터 L4까지 5계층으로 이루어져 있으며, 각 계층은 하위계층에서 사용하고 남은 시간을 사용하도록 구성되어 있다. 커널의 구조는 <그림 2>와 같고 커널에는 아래와 같은 4가지의 Thread가 존재한다.

OCT : Outgoing Communication Thread

ICT : Incoming Communication Thread

WTMT : Watchdog&TMO Mgt. Thread

MT : Main Thread



<그림 2> DREAM 커널 구조

OCT와 ICT는 Ethernet상의 분산된 각 노드에 존재하는 DREAM 커널간의 메시지를 관리하는 Thread이며, WTMT는 TMO객체에 존재하는 메소드의 구동을 관리하거나 데드라인에 대한 위반이 있는지를 검사하는 Thread이다. MT는 응용 프로그램에 대한 프로세스를 관리하기 위한 프로세스 스케줄러의 역할을 하는 스레드이다. 이러한 네 가지의 스레드는 DREAM커널의 마지막 계층에 존재한다.

### 3. 분산형 위게임 모델의 구현 및 평가

연대전투모델을 분산처리 실시간 위게임 시물레이션 모델로 전환하기 위하여 앞서의 TMO모델을 이용하여 객체지향 모델링, 지형과 부대이동을 분산 객체화한 시스템의 구성, 데이터의 실시간 처리, 처리 결과 데이터의 전시(Display)에 대한 연구를 수행하였다. 먼저 이상의 개념

을 실제로 각 지역의 속성, 지형정보등을 가지고 있는 지역 TMO(Land TMO)와 부대이동 TMO(UnitMove TMO)로서 구현하였다. 이들 지역 객체들은 상위 객체로 유지되며, 지역 객체들을 하나의 객체 그룹으로 유지하고 모니터링 하도록 GSM(Group Server & Monitor) 객체를 두고 있다. 지역 GSM을 통하여 호출과 이에 대한 응답이 이루어지는 지역 TMO의 위치에 대한 투명성을 제공하고 지역 객체와 지역 내에 존재하는 모든 객체들과의 Client-Server 개념으로 상호작용 하도록 구성하였다.

### 3.1 지역 TMO (Land TMO)

위게임 시뮬레이션의 가장 중요한 데이터의 하나는 지형이다. 지형은 지형속성과 도로망, 수목의 형태, 고도, 도시화 정도 등 다양한 정보로 이루어져 있으며, 이 데이터 값의 변화는 시뮬레이션의 결과에 결정적인 영향을 미치게 된다.

현재 구현된 지역 TMO는 시간 속성이 없고 부대이동 TMO의 호출에 의하여 서비스를 해 줄 수 있는 세 가지 기본 SvM을 가지고 있다.

첫 번째 SvM은 부대이동 TMO로부터 부대 ID, 행군 장경, 출발지점, 경유지점, 최종 목적지에 대한 정보를 입력으로 하여 소구간 이동 개시시간과 중간 경로 지점을 클라이언트 부대이동 TMO에게 전달한다. 그리고 두 번째 SvM은 부대 ID, 이동 속도, 다음 경로지점 등의 입력을 받아 다음 소구간 지점 좌표, 도착시간 그리고 지형에 따른 이동 속도 등을 처리후 전달하며, 마지막으로 세 번째 SvM은 부대 ID와 행군 장경등을 입력받아 현재 부대가 이 지역내에 점유하고 있는 공간에 대하여 알려주는 서비스를 수행한다. 또한 데이터에는 경로 설정을 위한 도로 정보를 유지하게 된다.

### 3.2 부대이동 TMO (UnitMove TMO)

부대이동 TMO는 부대이동을 위한 시간적인 특성을 갖는 두 개의 SpM과 부대이동 상황에 대한 다른 객체로부터 온 요청에 대하여 서비스하기 위한 두 개의 SvM을 갖는다.

부대이동 TMO의 첫 번째 SvM은 부대이동 상황에 대한 요청에 대하여 서비스하기 위한 SvM으로서 부대ID, 부대 상태, 행군장경, 이동 속도 등에 대하여 서비스를 요청한 객체에게 전달한다. 두 번째 SvM은 부대이동 명령 변경에 대한 처리를 수행하는데 경유지, 목적지, 그리고 이동 변경 개시시간 등을 입력으로 받아 이를 ODSS에 저장한 후 부대이동 상태를 유지하여 SpM이 ODSS를 확인하여 소구간 이동을 변경하게 된다.

### 3.3 지역(Land) GSM TMO

지역 GSM TMO를 구현하기 위하여 그림 에 나타나 있는 것처럼 세 가지의 기본적인 메커니즘을 사용한다.

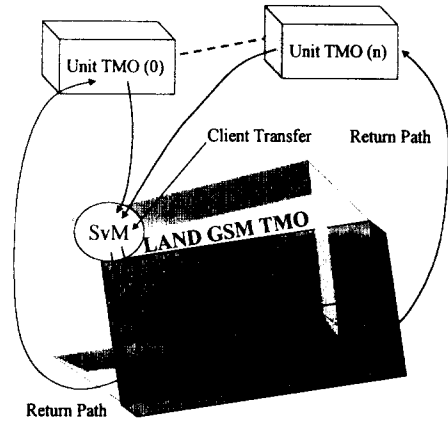
Blocking Call :

부대이동 TMO → 지역 TMO

Client Transfer Call :

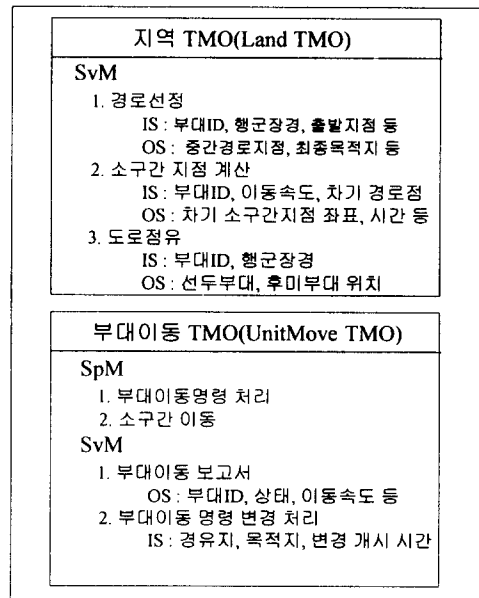
지역 GSM TMO → 해당 지역 TMO

Reply : 해당 지역 TMO → 부대이동 TMO



<그림 4>LAND GSM TMO 메카니즘

지역 GSM TMO가 사용하는 CTC(Client Transfer Call) 방식은 서비스를 요청한 클라이언트에 대한 DFC(Data Field Channel)의 고유번호와 서비스 요청이 이루어진 Time Stamp를 지역 TMO에게 전달하는 방식이다. 이러한 CTC방식을 사용하지 않을 경우 지역 GSM TMO는



<그림 3> 지역 TMO 및 부대이동 TMO

해당 지역 TMO를 선택하여 호출한 후, 지역 TMO가 서비스를 마칠 때까지 어떠한 동작도 할 수 없게 된다.

따라서 지역 GSM TMO는 CTC방식을 사용하여 지역 TMO에 대한 투명성을 제공하며 지역TMO를 보다 효과적으로 관리할 수 있게 된다.

### 3.4 분산객체 운용 평가

본 연구를 통하여 실시간 워게임 모델을 위한 분산객체를 운용하는 기초연구로서 TMO 모델을 활용하여 객체 모델링과 분산처리 모델의 기반 구조 설계를 성공적으로 이루었으며, 따라서 현재 13개의 기능모델로 구성된 연대전투모델의 전 기능을 분산 객체화하여 이를 차기 모델로서 발전시키고 있다.

부가적으로 분산객체의 이용을 통하여 기존의 Unix 운영체제하에서 공유메모리와 Pipe, Memory map을 이용시 제기되었던 주전산기의 부하 분담과 연속적인 Stream에 의한 네트워크의 효율성 문제등에 대한 해결방안도 제시되었다.

최종 사용자 인터페이스를 이용한 전시와 GIS(Geographical Information System)엔진과의 연동 등에 대한 내용은 본고의 범위를 벗어나므로 제외하였으며, 이 부분에 대한 연구도 분산 시뮬레이션의 최종 산출물로서 많은 진전을 이루었으며, 지속적인 연구가 요구되는 분야이다.

## 4. 결 론

분산 실시간 워게임 시뮬레이션 모델 개발에 대한 연구는 현재 계속 진행 중에 있으며, TMO 모델을 이용한 분산객체 구현은 신속하게 프로토타입을 만들어 검증할 수 있으나, DREAM 커널상에서 구현해야 하는 제한사항을 가지고 있다. 지역TMO와 부대이동 TMO의 구현 결과로 연대전투모델의 기능 모듈을 각각 분산 객체화하여 모델링 할 수 있는 기반을 마련하였으며 범용 체계에서 동일한 설계 개념을 구현하는 연구가 이루어지고 있다. 또한 분산형 워게임의 결과를 대화형으로 플레이어에게 전시 및 출력이 가능하도록 하는 직관화된 사용자 인터페이스를 구현하는 연구도 병행 실시되고 있다.

## 참고문헌

- [1] 교육참고 105-11 "연대전투훈련모델 사용자 지침서", 육군 교육사령부, 1997
- [2] Kim, K.H., "Real-Time simulation Techniques Based on the RTO.k Object Modeling", Proc. COMPSAC '96(IEEE CS Software & Application Conf.) 1996.

- [3] Kim, K.H., "Major Research Issues in Real-Time Fault-Tolerant Computing", Proc. PRFTS '95, 1995
- [4] Kim, M.H, 외 "Modeling of a Highly Reliable Real-Time Distributed System using the RTO.k Model and the Monitor Object", IEEE WORDS, 1997.
- [5] Waldo, Jim, et. al., "A Note on Distributed Computing", SMLI TR-94-29, 1994.