

분산 실시간 응용 분야에 TMO 기반 객체그룹 모델의 적용 및 분석

(Applying TMO-Based Object Group Model to Area of Distributed Real-Time Applications and Its Analysis)

신 창 선[†] 정 창 원^{**} 주 수 중^{***}

(Chang-Sun Shin) (Chang-Won Jeong) (Su-Chong Joo)

요약 본 논문에서는 분산 환경에서 TMO(Time-triggered Message-triggered Object) 기반의 객체그룹 모델을 구축하고, 본 모델을 적용한 분산 실시간 응용 시뮬레이터를 개발하여 제공된 객체그룹 모델의 분산 실시간 서비스에 대한 수행성을 분석 및 평가한다. TMO는 실시간 특성을 자체적으로 갖는 실시간 서버객체이다. TMO 객체그룹의 정의는 네트워크상에 물리적으로 분산된 하나 또는 그 이상의 TMO들을 주어진 분산응용에 따라 논리적으로 재구성한 객체들의 집합이다. 이들 서버객체들의 그룹관리를 지원하기 위해, 제안한 TMO 기반의 객체그룹 모델은 임의의 객체그룹에 서버객체를 그룹 구성원으로 등록/탈퇴 및 클라이언트로부터 서버객체의 접근권한의 추가/삭제 기능을 제공한다. 또한, 우리 모델은 단일뿐 아니라 중복 TMO들에 대한 적정객체 선정 및 동적바인딩 서비스를 지원하고, 실시간 객체인 TMO로부터 서비스를 요청하는 클라이언트들에 대한 실시간 스케줄링 서비스를 지원하도록 설계 및 구현되었다. 마지막으로, 본 모델을 적용하여 분산 실시간 응용의 한 예인 적기침입방어시스템(Defence System against Invading Enemy Planes, DSIEP) 시뮬레이터를 개발하고, 이로부터 TMO 기반의 객체그룹 모델이 제공할 수 있는 그룹 구성요소들에 대한 분산 서비스 정책들의 적용성과 실시간 서비스의 수행성을 분석하였다.

키워드 : 분산 서비스, 분산 실시간 응용, TMO, 객체그룹, 객체그룹 모델, 중복객체, 동적바인딩

Abstract In this paper, we construct the TMO-based object group model on distributed environment, and analyze and evaluate the executability for distributed real-time service of our object group model by developing the distributed real-time application simulator applying the model. The Time-triggered Message-triggered Object(TMO) is a real-time server object having real-time property itself. The TMO-based object group is defined as a set of objects which logically reconfigured the physically distributed one or more TMOs on network by a given distributed application. For supporting group management of the server objects, the TMO-based object group we suggested provides the functions which register and withdraw the server objects as a group member to an arbitrary object group, and also provides the functions which insert and delete the access rights of server objects from clients. Also, our model was designed and implemented to support the appropriate object selection and dynamic binding service for a single TMO as well as the duplicated TMOs, and to support the real-time scheduling service for the clients which are requesting the service. Finally, we developed the Defence System against Invading Enemy Planes(DSIEP) simulator as a practical example of distributed real-time application by applying our model, and evaluated the adaptability of distributed service strategies for the group components and the executability of real-time services that the TMO-based object group model provides.

Key words : Distributed Service, Distributed Real-Time Application, TMO, Object Group, Object Group Model, Duplicated Object, Dynamic Binding

· 본 연구는 한국과학재단 지역대학우수과학자지원연구(R05-2004-000-12006-0)로 수행되었음

† 정 회 원 : 원광대학교 전기·전자 및 정보공학부 교수
csshin@wonkwang.ac.kr

** 비 회 원 : 전북대학교 차세대 LBS 응용 연구센터 교수

mediblu@chonbuk.ac.kr

*** 총신회원 : 원광대학교 전기·전자 및 정보공학부 교수

scjoo@wonkwang.ac.kr

논문접수 : 2003년 6월 9일

심사완료 : 2004년 5월 13일

1. 서론

최근의 광역 컴퓨팅 환경에서는 분산 실시간 응용의 질적 및 양적인 서비스 향상에 대한 사용자의 요구가 증대되고 있다. 이러한 사용자의 요구를 충족시켜주기 위해서 서비스를 지원하는 객체의 위치나 타입에 관계 없이 응용에 부여된 시간제약을 만족하고 다양한 분산 응용의 지원정책들이 적용될 수 있는 분산 실시간 객체 컴퓨팅 환경이 필요하다[1,2]. 이전의 실시간 응용은 단일 프로세스 환경에서 단순한 시간제약을 가지고 동작했다. 그러나, 현재 항공전자공학이나 분산 방위시스템 등과 같은 분산 실시간 응용들은 하나의 서비스를 위해서도 연관된 하나 이상의 분산 서비스 객체(이후부터 분산객체라 부름)들이 논리적인 그룹으로 재구성되며, 그룹 내에서 이들 분산객체들간의 상호작용을 통해 클라이언트의 요청에 대해 실시간제약을 만족하기 위한 응용의 적시성(timeliness)과 주어진 마감시간 내에서 산출된 수행결과의 정확성을 함께 요구한다[3,4]. 이러한 분산 실시간 응용에 대한 요구사항을 만족시키기 위해, 본 논문에서는 분산응용을 구성하는 물리적 네트워크에 분산된 TMO(Time-triggered Message-triggered Object)들을 COTS(Commercial Off-The-Shelf) 미들웨어 상에서 논리적인 그룹으로 관리하고, 그룹 내에 단일 뿐 아니라 중복 특성을 가지는 TMO들에 대한 적정객체 선정 및 동적바인딩 서비스와 실시간 서비스 객체인 TMO로부터 서비스를 요청하는 클라이언트들에 대한 실시간 스케줄링 서비스를 제공하는 TMO 기반의 객체 그룹 모델을 설계 및 구축한다. 여기서 사용된 TMO 스킴은 University of California at Irvine의 DREAM 연구실[5-7]에서 개발한 실시간제약에 대한 특성을 자체적으로 지원할 수 있는 객체로서, 본 연구에서는 TMO를 이용하여 실시간 응용 서비스를 지원한다. TMO 스킴에 대한 세부적인 설명은 3장에서 기술한다.

TMO 기반의 객체그룹 모델을 구축하기 위해, 본 논문에서 우리는 TMO 스킴의 개념과 TMO 객체그룹의 구조를 정의하고, 객체그룹 내의 컴포넌트들의 기능과 그들간의 상호작용을 설계한다. 또한 본 모델에서는 클라이언트들의 요청에 대해 중복객체 중 적정객체를 선정하는 동적 객체 선정 및 바인딩 서비스와 임의의 서비스를 수행하는 TMO로부터 클라이언트들의 요청을 처리하기 위한 실시간 스케줄링 서비스를 제공하기 위해 객체그룹 내 동적바인더객체(Dynamic Binder object)와 스케줄러객체(Scheduler object)를 구현한다. 마지막으로 분산 실시간 응용의 한 예인 적기침입방어시스템(Defence System against Invading Enemy Planes, DSIEP) 시뮬레이터를 본 모델을 적용하여 개발하

고, 이로부터 TMO 기반의 객체그룹 모델이 제공할 수 있는 다양한 분산 실시간 서비스들의 적응성과 이에 대한 실시간 수행성을 평가 및 분석한다.

논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서 분산객체 관리와 실시간 컴퓨팅에 대한 기존 연구방향을 살펴보고 문제점을 기술하며, 3장에서 TMO 스킴과 TMO 객체그룹의 구조를 정의하고, 객체그룹 내 컴포넌트의 기능과 상호작용을 설계 및 구현한다. 4장과 5장에서는 TMO 객체그룹 모델을 적용하여 분산 실시간 응용의 예인 DSIEP 시뮬레이터를 구현하고, 우리가 제안한 모델이 분산 실시간 응용을 개발하는데 적합한지 실시간 서비스의 수행평가를 통해 검증한다. 끝으로, 본 논문에 기술된 연구에 대한 결론과 향후 연구내용 및 방향을 6장에서 기술한다.

2. 관련연구 및 문제점

분산 실시간 응용의 지원을 위해, 많은 연구개발자들은 응용 서비스를 지원하는 분산객체 모델이나 분산객체들의 관리, 그리고 분산환경에서 객체의 동작에 대해 실시간 특성을 만족시키기 위한 실시간 컴퓨팅 지원 플랫폼에 관련된 연구에 초점을 맞추어왔다.

이들 연구들에 대한 세부내용을 살펴보면, 먼저 분산 환경에서 각 시스템 상에 존재하는 서버객체들을 효과적으로 관리하기 위한 연구로 TINA-C(Telecommunications Information Networking Architecture-Consortium)의 TINA[8]와 OMG(Object Management Group)의 CORBA(Common Object Request Broker Architecture)[9] 모델이 제안되었다. TINA에서는 다수의 컴퓨팅 노드에 위치하는 분산객체들을 하나의 논리적인 집합으로 관리하는 객체그룹(Object Group) 개념을 정의하여 서버객체들을 개별 객체로 관리하는 대신에 하나의 그룹 단위로 관리하고자 했다. OMG에서는 분산환경을 위한 표준 소프트웨어 규정인 CORBA를 정의하여 분산응용 구현을 위한 분산객체의 유연성(flexibility), 확장성(scalability), 재사용성(reusability) 등을 개선하고자 했다. 그러나, TINA에서의 객체그룹은 분산환경을 지원하기 위한 구성요소와 명세만을 정의했고, 또한 분산환경에서 실시간 서비스의 지원방안도 정의되지 않았으며, OMG-CORBA의 명세에서도 같은 상황이었다.

이후, 미들웨어 관점에서, OMG는 실시간 컴퓨팅 지원 연구로써 RT-SIG(Real-Time Special Interest Group)를 설립하고 실시간 서비스를 제공할 수 있도록 Real-Time CORBA 명세서를 발표했다[10]. 그러나, Real-Time CORBA 기반 연구에서는 실시간 요구에 대한 시간규약들을 정의하기 위해 분산 서비스의 핵심

인 ORB(Object Request Broker)를 직접 수정하거나 확장해야하므로 특정 시스템이나 운영체제에 의존적일 수밖에 없었다.

위에서 언급한 연구들에 대한 문제점을 해결하기 위해, 우리는 OMG-CORBA 명세를 기반으로 독립적인 플랫폼 상에서 분산 실시간 서비스를 지원하는 실시간 객체그룹(Real-Time Object Group, RTOG)[11-13,21]에 대한 연구를 진행해왔다. RTOG는 표준 CORBA 상에 ORB의 수정 없이 TINA의 객체그룹 개념을 기반으로 분산 실시간 서비스를 제공하는 모델로, 기존의 ORB 상에서 분산된 객체들의 체계적인 그룹관리와 실시간 서비스 지원을 위해 분산객체들에게 과중 되는 관리절차를 간소화하여 분산응용 개발의 복잡성을 줄였다. 그러나, RTOG는 객체그룹 개념과 실시간 스케줄링 외에 분산환경에서 필요로 하는 다양한 요구사항들을 채택하거나 적용을 시키지는 못했다.

따라서, 본 논문에서는 위의 연구들에서 나타난 문제들을 극복하기 위해 TINA의 객체그룹 개념을 수용했으며, 특정 프로토콜이나 플랫폼에 종속되지 않고 분산환경에서 실시간 객체인 TMO를 사용하여 다양한 분산 실시간 서비스 정책들의 적용이 가능한 TMO 기반의 객체그룹 모델을 제안한다. 그리고 본 모델의 실시간 서비스 지원 능력을 확인하기 위해 분산 실시간 응용 시뮬레이션에 이를 적용시켜 모델이 제공할 수 있는 다양한 분산 실시간 서비스들의 적용성과 이에 대한 실시간 수행성을 평가 및 분석한다.

3. TMO 기반의 객체그룹 모델

TMO 기반의 객체그룹 모델은 분산객체들의 그룹관리와 실시간 서비스를 지원하는 모델로, TINA의 객체그룹 정의를 기반으로 실시간 서비스를 수행하는 TMO들을 COTS 미들웨어 상에서 하나의 논리적인 그룹으로 관리하고, 이들간의 실시간 요구사항을 만족하도록 지원한다. 본 장에서는 TMO 객체그룹 내의 실시간 서비스를 책임지는 TMO와 제안한 분산 실시간 지원 TMO 기반 객체그룹 모델의 구조를 정의한다.

3.1 TMO 스킴

객체그룹 내에서 분산 실시간 응용을 구성하는 서비스 객체인 TMO는 기존 객체 모델 내에 실시간 규약을 정의함으로써, 객체 자체적인 실시간 특성에 따라 능동적으로 동작하도록 설계된 객체이다. 즉, 기존 객체는 클라이언트의 서비스 요청 메시지에 의해서만 수동적으로 동작했지만, TMO는 기존 객체 모델이 가지고 있는 클라이언트의 서비스 요청에 의해 동작되는 메소드인 SvM(Service Method) 이외에 객체 자체에 정의된 시간에 능동적으로 동작하는 새로운 메소드인 SpM

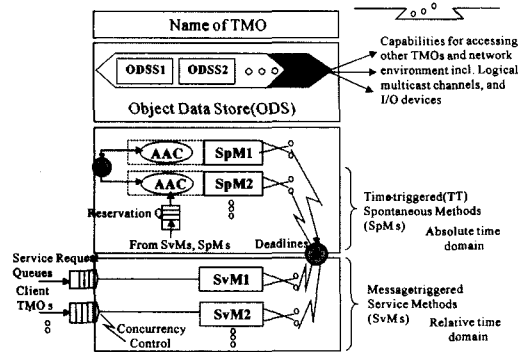


그림 1 TMO 스킴

(Spontaneous Method)을 추가적으로 가진다. SpM을 지원하기 위하여 기존 객체와 달리 TMO의 기본 구조는 그림 1과 같고, 5가지의 특징적 요소들로 이루어졌다 [5,6]. 이를 간단하게 기술하면, 구조의 상위에 정의되는 ODS(Object Data Store)는 각 TMO의 상태나 속성정보 저장용 위한 공통정보 저장소이다. EAC(Environment Access Capability)에는 원격 TMO의 메소드 호출을 위한 게이트(gates) 리스트가 정의되며 논리적인 통신채널과 I/O 장치 인터페이스를 명세한다. 그리고 AAC(Autonomous Activation Condition)에는 TMO의 실시간 제어와 주기적인 동작을 위한 조건이 제공되며, 이 조건 값은 절대 전역시간(absolutely global time)이다. SpMs는 AAC에 정의된 조건에 따라 주기적으로 실시간 동작하는 시간 트리거 메소드(time-triggered method)의 리스트이다. TMO 스킴의 구조에서 SpM 부분에 선언된 AAC에 SpM의 동작 시간을 명세함으로써 기존 객체와 구별되는 실시간 객체로 정의된다. 마지막으로 SvMs는 기존 객체에서 제공되던 서비스 메소드로서 외부 클라이언트의 서비스 요청에 대해 응답하는 메시지 트리거 메소드(message-triggered method)의 리스트이며, 클라이언트에 의한 각 TMO의 요청시간은 상대시간(relative time)으로 정의된다.

앞서 설명한 ODS는 SpM과 SvM에 의해 접근되는 공통정보 저장소로서, 이에 대한 동시접근을 방지하기 위해 BCC(Basic Concurrency Constraint)에 따라 동시에 접근할 경우 SpM이 SvM보다 접근 우선권을 갖도록 하였다. 본 논문에서 위와 같은 특성을 갖는 TMO 스킴을 기반으로 분산 실시간 응용 시뮬레이션을 위한 서버객체들을 구현한다. 여기에서 서버객체의 구현을 위해 TMO 스킴을 채택한 이유는, TMO는 분산 실시간 응용뿐 아니라 비실시간 응용도 지원 가능하기 때문이다. 즉, 서버객체의 구현 시 SpM을 사용하지 않고 SvM만 정의할 경우 클라이언트의 요청에 의해서만 동

작되는 기존 객체 모델의 동작과 동일한 특성을 갖는 분산응용을 구성할 수 있다. 이러한 TMO 모델은 실시간 요구사항을 만족하는 실시간 객체 모델로 항공, 군사 응용이나 교통운송응용과 같은 실시간 시뮬레이션 분야에 적용되어 활발한 연구가 진행 중에 있다[14,15].

3.2 TMO 기반 객체그룹모델의 구축

인트라넷이나 인터넷들의 확장과 연동으로 광역 분산 시스템 체제가 구축되면서, 클라이언트들의 요청에 대한 서비스 자원(분산객체)들과 네트워크의 공간은 증가되고 있다. 이러한 환경에서 하나의 분산응용을 수행시키기 위해 사용하게 될 자원들을 사전에 논리적으로 그룹화한다면 보다 효율적인 분산 서비스를 지원할 수 있을 것이다. 본 연구에서는 분산응용 서비스를 수행하는 하나 또는 그 이상의 분산객체들과 이들 객체들에 대한 관리 및 서비스를 지원하는 객체들을 하나의 집합으로 재구성한 단위를 객체그룹이라고 정의한다. 객체그룹 모델은 이러한 객체그룹을 어떤 분산응용 환경에 적용하는가에 대한 방법론이다. 객체그룹이 필요한 이유는 물리적 광역환경이 아닌 분산응용 서비스를 수행하기 위해 설정된 논리적 영역 내에서 관련객체들의 그룹관리와 그룹 내에 다양한 서비스를 효율적으로 제공할 수 있기 때문이다. 관리관점에서 본 객체그룹은 그룹 내에 속한 객체들에 대한 생성, 등록 및 탈퇴관리, 접근보안관리, 이동성관리, 그리고 이름과 속성관리 등을 제공할 수 있다. 또한, 서비스 관점에서 본 객체그룹은 객체들의 그룹관리를 기반으로 네이밍 및 트레이딩, 동적바인딩, 중복객체지원, 고장허용지원, 부하균형화, 이주 및 이동성 서비스들 그리고 객체그룹들간의 연동 서비스 등을 제공할 수 있다.

앞에서 언급한바와 같이, 분산 실시간 응용에 적용이 가능한 객체그룹 모델을 구축하기 위해 객체그룹은 하나 또는 그 이상의 실시간 서비스를 수행할 수 있는 TMO들과 이들 객체들에 대한 관리 및 서비스를 지원하는 관리객체들을 하나의 집합으로 재구성한다. 이 모델을 우리는 TMO 기반의 객체그룹 모델이라 부른다. 분산응용을 구현하기 위해, 우리가 제안한 모델은 다음과 같은 일반 요구사항을 가진다[16,22].

- 객체그룹은 논리적인 서비스 영역을 정하며, 분산응용 서비스를 제공하기 위해 물리적 영역과 무관하게 분산투명성과 확장성을 제공해야한다.
- 각 객체그룹은 그룹을 전반적으로 관리하는 객체를 가지며, 이는 그룹 내 모든 관리객체들과 서비스 관련 객체들을 책임 관리한다.
- 하나의 객체그룹은 자체 내에 상위 객체그룹과 구조와 기능이 동일한 서브객체그룹들을 포함할 수 있다. 서브객체그룹은 분산응용의 서비스 범위가 광역화되고

복잡한 경우 하나의 분산 서비스를 책임지게 되며 상위 객체그룹의 관리를 받게 된다.

- 그룹 내 관리객체들은 서비스를 지원하기 위한 제반 기능을 가지며, 서버객체들은 서비스를 수행하는 기능을 가진다. 이는 실제 적용된 분산응용에 따라 관리객체들과 서버객체들은 기능에 맞도록 구현될 수 있다.
- 객체그룹 내에 동일한 속성을 갖는 서버객체들이 중복되어 존재가 가능하다.

TMO 기반의 객체그룹 모델은 분산 실시간 응용의 수행목적에 맞도록 개발된 모델이다. 본 모델의 구성요소들은 구체적으로 관리와 실시간 지원 객체들로 나뉜다. 객체그룹의 자체관리를 위해 그룹관리자객체(Group Manager object, GM), 보안객체(Security object), 정보저장소객체(Information Repository object), 동적바인더객체(Dynamic Binder object)를 포함하며, 실시간 서비스의 지원을 위해, 실시간 객체인 TMO들, 실시간 관리자객체(Real-Time Manager object, RTM)들과 스케줄러객체(Scheduler object)들을 가진다. 실시간 객체인 TMO들 중 일부는 같은 서비스 특성을 가진 중복객체로서 존재할 수 있다. TMO 객체그룹 모델의 기본 구조는 그림 2와 같으며, 그룹 내 구성요소들의 설계, 객체 또는 객체그룹간의 상호연동 및 모델의 구현에 대한 연구는 이미 여러 논문[13,16,17,22]에서 기술되었으므로 생략한다. 본 논문에서는 우리가 제안한 모델을 기반으로 분산 실시간 응용 시뮬레이터를 구현하고, 시뮬레이터 상에서 객체그룹 모델 구성요소들에 대한 기능성과 분산 서비스에 대한 수행성을 평가한다.

4. 분산 실시간 응용 시뮬레이터

본 장에서는 TMO 기반의 객체그룹 모델을 적용하여 분산 실시간 응용의 한 예인 적기침입방어시스템(Defence System against Invading Enemy Planes, DSIEP)의 시뮬레이터를 구현했으며, 5장에서 DSIEP로부터 TMO 기반의 객체그룹 모델이 제공할 수 있는 다양한 실시간 서비스들의 적용성과 이에 대한 실시간 수행성을 평가하였다.

4.1 DSIEP의 시뮬레이션 환경

DSIEP 시뮬레이터는 적기공격을 사전에 저지시키기 위해 지상에서 레이더를 사용하여 해당 공간영역에 침입한 적기를 탐지하고, 주어진 시간 내에 미사일을 발사하여 적기를 파괴시키는 분산 방어시스템이다. DSIEP는 그림 2에서 정의한 객체그룹 관리객체들과 적기침입에 대한 방어를 실시간으로 수행할 수 있는 실시간 지원 TMO들로 구성된다. 여기에서 사용된 TMO들과 그 주요기능들을 세부적으로 살펴보면, 공간객체(Space TMO)는 시뮬레이터 상에 적기를 진입시키며 3차원 비

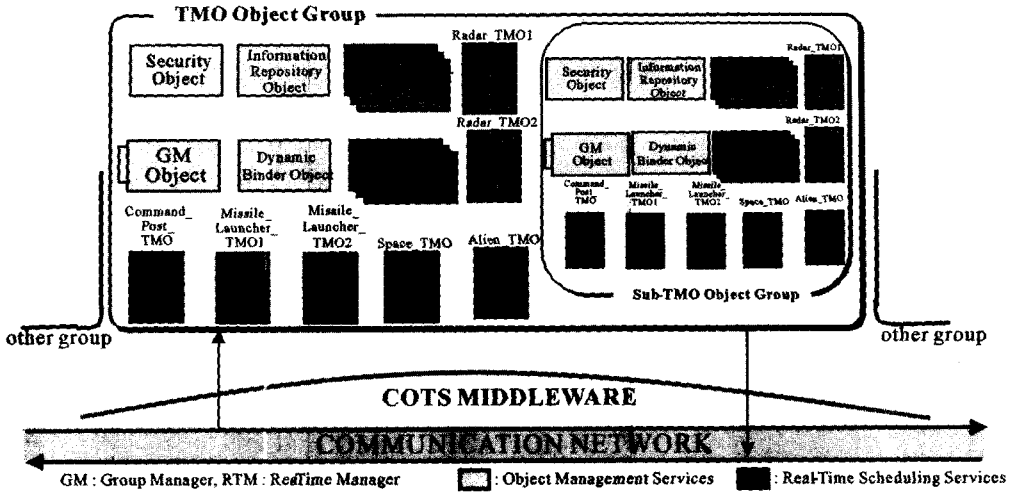


그림 2 TMO 객체그룹 모델의 구조

행위치의 실시간 좌표를 구성한다. 외부객체(Alien TMO)는 적기를 주기적으로 생성시킨다. 레이더객체(Radar TMO)는 주어진 탐지영역 내에서 적기의 위치를 주기적으로 검사하여 탐지정보를 통제사령부객체(Command Post TMO)에게 알린다. 통제사령부객체는 레이더객체들로부터 적기 탐지정보를 전달받아 그룹관리자객체에게 요청을 수행할 미사일 발사기객체(Missile Launcher TMO)의 레퍼런스를 요청한다. 이때, 적기가 공유영역(Shared Domain) 상공에서 탐지되면, 중복 미사일 발사기 중 적정 기지를 선정하기 위해 동적바인더객체를 통하여 동적 객체 선정 및 바인딩 서비스 수행 후 바인딩 우선순위에 따라 반환 받은 레퍼런스를 참조하여 선정된 미사일발사기객체에 요청 서비스를 요청한다. 미사일발사기객체는 통제사령부객체로부터 요청을 받아 실시간 스케줄링 서비스 수행 후 요청 우선순위에 따라 해당 적기를 요청한다. 그림 3은 TMO 기반의 객체그룹모델을 적용하여 구현된 DSIEP 시뮬레이터의 수행환경을 보여준다.

DSIEP 시뮬레이터 상에서 각 서비스를 수행하는 TMO의 클래스 구조 및 동작 조건을 세부적으로 살펴보면 다음과 같다.

- Space TMO는 시뮬레이션을 위한 공간환경을 제공한다. Space TMO의 ODS에는 적기의 식별자와 위치정보가 저장되며, SpM에는 메소드의 자체 동작시간과 Space TMO의 공간정보 업데이트 기능을 상실한다. SvM에는 Alien TMO로부터 받은 적기정보, Radar TMO로부터 받은 레이더 빔 정보, Missile Launcher TMO로부터 받은 요청정보들을 시뮬레이션 공간상에

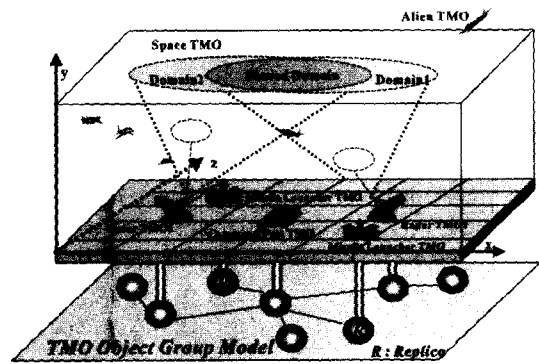


그림 3 DSIEP의 수행환경

- 반영하기 위한 메소드들이 정의된다.
- Alien TMO는 외부로부터 시뮬레이션 환경에 진입하는 적기정보를 주기적으로 생성하며 ODS에 적기 정보를 저장한다. SpM에는 Alien TMO의 동작을 위한 시간 명세가 정의되고, 생성한 적기 정보를 Space TMO에게 보낸다. 객체 외부로부터의 요청 메시지가 존재하지 않기 때문에 SvM은 정의되지 않았다.
- Radar TMO들의 ODS에는 레이더 빔의 영역정보가 저장되어 있다. SpM은 Radar TMO의 동작을 위한 시간 명세와 Radar TMO의 상태를 업데이트 시키는 동작을 한다. 또한 주기적인 레이더 빔의 이동으로 적기를 발견하고 발견된 적기 정보를 Space TMO와 Command Post TMO에게 보낸다.
- Command Post TMO는 ODS에 Radar TMO에서 전송된 적기의 탐지정보가 저장된다. SpM은 객체의 동작을 위한 시간명세를 포함하며 Command Post

TMO의 상태 정보를 업데이트하고, 그룹관리자객체에 게 서비스를 수행 할 Missile Launcher TMO의 레퍼런스를 요청한 후 적정 객체 레퍼런스를 반환 받아, 해당 미사일 발사기객체에 적기의 요격을 요청한다. SvM에는 Radar TMO로부터 탐지된 적기정보와 Missile Launcher TMO로부터 적기 요격정보를 전달 받아 동작되는 메소드들이 정의되어 있다.

- Missile Launcher TMO는 적기의 상태정보와 실시간 스케줄링 서비스를 위한 시간계약 정보를 ODS에 저장한다. SpM에는 객체의 자체적 동작을 위한 시간이 명세되고, 객체 상태정보를 업데이트 한다. 또한 적기를 요격하고 해당 요격정보를 Space TMO와 Command Post TMO에게 보낸다. SvM에는 Command Post TMO로부터 적기정보를 전달받는 메소드가 정의된다. 다음 그림 4는 DSIEP에서 실시간 서비스를 수행하는 TMO들간 상호작용을 보여주는 전반 클래스도이다.

4.2 DSIEP의 실시간 제약조건

DSIEP의 실시간 수행 특성상 분산 환경에서 실시간

제약사항들이 우선적으로 정의되어야 한다. 가령, 레이더에서 적기를 탐지하고 요격 가능한 시간을 산정하여 마감시간 내에 적기의 요격이 이루어져야만 한다. 즉, DSIEP는 실시간 특성을 갖는 분산응용으로 시간계약조건을 가지고 동작한다. 이를 위해 주어진 영역 내에서 레이더기지에서 적기를 탐지한 시간으로부터 적기의 비행속도를 고려하여 미사일 발사기에서의 요격까지 시간을 요청마감시간(Request Deadline, RD)으로 정한다. 예로서, 적기를 탐지하는 두 곳의 레이더 기지(Radar TMO1, Radar TMO2)에서 서로 교접을 통해 주어진 영역 안에서 출현한 적기를 탐지할 경우, 한 레이더 기지인 Radar TMO1이 영역1(Domain1), 다른 기지인 Radar TMO2의 영역2(Domain2)를, 그리고 Radar TMO1과 Radar TMO2가 두 영역에 교접하는 지역인 공유영역(Shared Domain)으로 같이 탐지한다. 미사일 요격영역도 탐지영역과 같다고 가정하면, 미사일 요격시, 공유영역에 있는 적기를 어느 미사일 발사기에서 요격시킬 것인가를 결정해야 한다. 우리의 연구에서는 미사일 기지들이 위치하는 시스템들의 부하균형화를 통

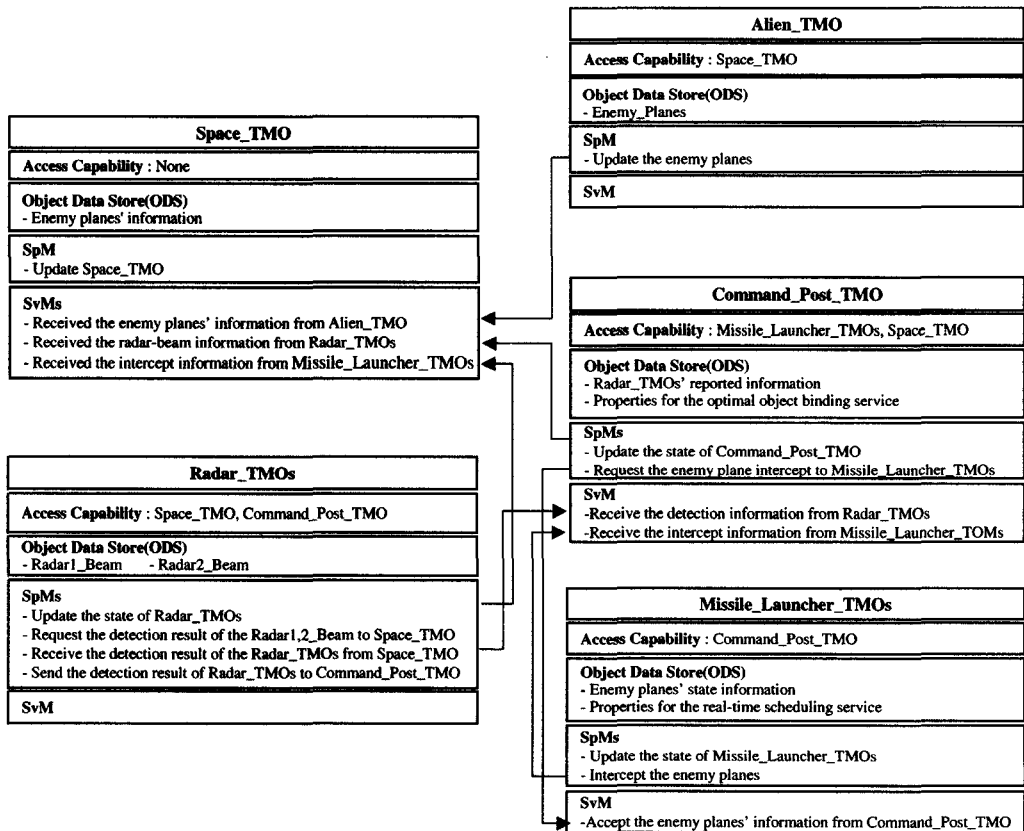


그림 4 DSIEP를 구성하는 TMO들의 클래스도

하여 적정 미사일 기지를 선정하도록 했다. 적기 탐지역역을 레이더와 미사일 발사기지를 기준으로 3 영역들로 분리하여 요청마감시간을 얻기 위한 세 가지 공간할당 유형(A-type, B-type, C-type)을 정의했다. 다음 그림 5는 DSIEP에서의 공간할당유형에 따른 마감시간 영역을 보여준다.

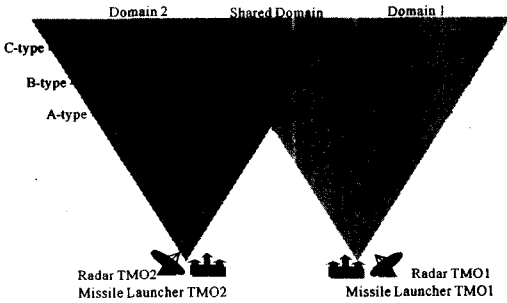


그림 5 공간할당유형에 의한 요청마감시간 범위

영역1에서 적기가 먼저 탐지되는 경우, A-type의 요청마감시간은 공유영역을 포함한 지점까지를 고려해서 1차 요청마감시간(RD1) 산출하고 마감시간 내 요격이 불가능한 경우 2차 요청마감시간(RD2)의 산출한다. B-type의 요청마감시간은 공유영역 이전 지점까지 고려해서 1차 요청마감시간(RD1) 산출하고 마감시간 내 요격이 불가능한 경우, 공유영역을 포함시킨 영역2에 대한 2차 요청마감시간(RD2)의 산출한다. C-type의 요청마감시간은 공유영역 이전 지점까지 고려해서 1차 요청마감시간(RD1) 산출하고, 마감시간 내에 적기 요격이 불가능한 경우, 공유영역에 대한 2차 요청마감시간(RD2)을 산출한다. 그래도 요격이 불가능한 경우 영역2에 대한 3

차 요청마감시간(RD3)의 산출한다. 역으로 영역2에서부터 적기가 탐지되는 경우는 위와 반대로 요청마감시간들을 산출한다. 공유영역에서는 두 미사일발사기지(Missile Launcher TMO1, Missile Launcher TMO2)에 부과되는 부하를 고려하여 선정된 기지에서 미사일을 발사한다. 이를 위해 본 연구에서 구축한 TMO 기반의 객체그룹 모델에서는 동적바인더객체에 기존 객체 선정 알고리즘[18]을 확장하여 우리가 개발한 바인딩 우선순위 알고리즘(Binding Priority Algorithm)[16,17]에 따라 동적 객체 선정 및 바인딩 서비스를 통하여 지원하도록 하였다. 동적바인더객체에 적용되는 객체 선정 알고리즘은 성능이 우수한 다른 알고리즘으로 대체 가능하다.

4.3 DSIEP의 분산객체 관리 서비스

TMO 기반의 객체그룹 모델을 적용한 DSIEP에서의 분산객체 관리 서비스는 분산응용을 구성하는 TMO들에 대해 본 모델에서 제공하는 분산 서비스들의 지원 절차를 의미이다. 본 TMO 객체그룹 모델은 분산객체들을 관리하기 위해 객체그룹 지원 서비스와 동적 객체 선정 및 바인딩 서비스를 제공한다. 객체그룹 지원 서비스는 TMO의 객체그룹 등록/탈퇴와 클라이언트의 TMO에 대한 접근권한의 추가/삭제 기능을 수행하며, 동적 객체 선정 및 바인딩 서비스는 동일한 서비스 특성을 갖는 중복 TMO들에 대해 서비스 수행에 적절한 객체를 선정하여 바인딩하도록 한다. DSIEP에서는 위와 같은 분산객체 관리 서비스가 그룹 관리객체들과 시뮬레이션을 위한 TMO들의 상호작용을 통해 수행된다. 그림 6은 DSIEP에서의 분산객체 관리 서비스 절차를 도식한 ETD (Event Trace Diagram)이다. 전반적인 DSIEP의 객체간 상호동작 절차로써, Space TMO에서 생성된 적

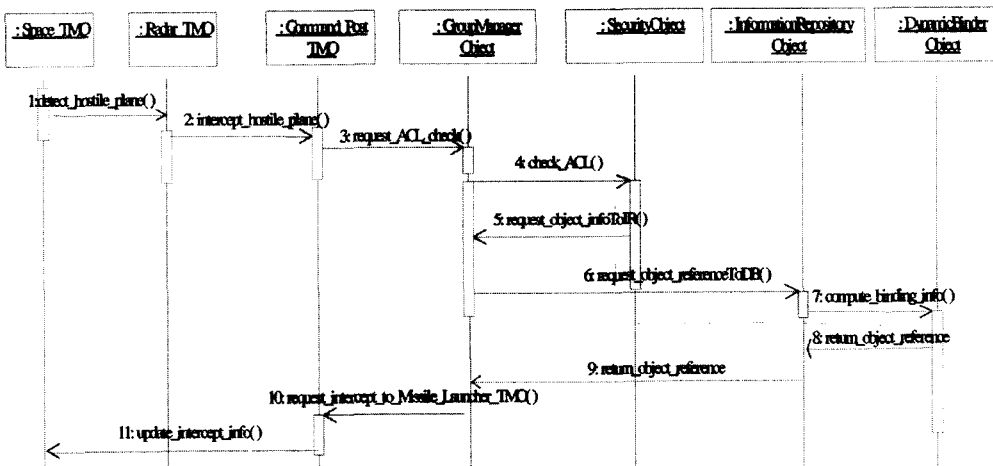


그림 6 DSIEP의 분산객체 관리 서비스 절차

기를 Radar TMO에서 적기의 위치탐지 및 이로부터 채택한 실시간규약 조건에 따라 영역별로 산출된 요청 마감시간 정보를 Command Post TMO에 전송하여 적기요격을 요청한다. Command Post TMO는 Radar TMO로부터 받은 적기정보로 그룹관리자객체에게 Missile Launcher TMO의 객체 레퍼런스를 요청한다. 그룹관리자객체는 보안객체를 통해 Command Post TMO의 Missile Launcher TMO에 대한 접근권한 검사 후, 권한이 허가된다면 정보저장소객체로부터 해당객체의 레퍼런스를 얻어 Command Post TMO에게 반환한다. 이때, 그림 5의 C-type에서 보인 공유영역에서는 적기 요격을 위해 Missile Launcher TMO1 또는 Missile Launcher TMO2 중 한 객체를 선정할 필요가 있다. 위와 같이 서비스 객체가 중복으로 존재하는 경우, 동적바인더객체를 통해 적정 Missile Launcher TMO의 레퍼런스를 얻어야한다. 즉, 동적바인더객체는 동적 객체 선정 및 바인딩 서비스 수행 후 정보저장소객체와 그룹관리자객체를 통하여 Command Post TMO에 적정 미사일 발사기지의 객체 레퍼런스를 반환한다. 동적 객체 선정 과정은 동적바인더객체 내에 구현된 부하균형화 전략에 의해 동작된다.

4.3.1 객체그룹 지원 서비스

객체그룹 지원 서비스는 서버객체인 TMO들을 객체그룹으로 등록하거나 그룹에서 탈퇴시키는 기능을 제공하며, 클라이언트들로부터의 TMO에 대한 접근권한을 설정한다. 객체그룹 등록과 탈퇴 기능은 TMO가 수행하는 서비스명과 객체레퍼런스를 참조하여 이루어지며, 서버객체인 TMO의 접근권한 추가/삭제 기능은 클라이언트명과 서버객체가 수행하는 서비스명을 속성으로 갖는 ACL(Access Control List)을 참조하여 수행된다. 다음 그림 7은 제안한 모델에 적용한 DSIEP에서 객체그룹 지원 서비스의 설정을 위한 GUI(Graphic User Interface)를 보여준다. ①과정에서 TMO의 그룹 등록 및 탈퇴 기능과 클라이언트의 TMO 접근권한을 설정한다. ②에는 ①과정에 대한 객체그룹 지원 서비스의 수행결과가 나타난다. 수행 예로서, Missile Launcher TMO1과 Missile Launcher TMO2가 'intercept'라는 서비스명으로 그룹에 등록된 후, 클라이언트인 Command Post TMO가 이들을 접근할 수 있도록 접근권한을 추가한 과정이 보인다. 또한 이후 Missile Launcher TMO1과 Missile Launcher TMO2가 그룹에서 탈퇴되었고 Command Post TMO의 서버객체들에 대한 접근권한이 삭제되었음을 보인다. ③과정에서 요청마감시간을 위한 공강할당유형과 서버객체가 중복객체인 경우 그 중 한 객체의 선정에 위한 동적바인딩 알고리즘의 채택여부, 그리고 실시간 스케줄링 알고리즘을 선택한다. 본

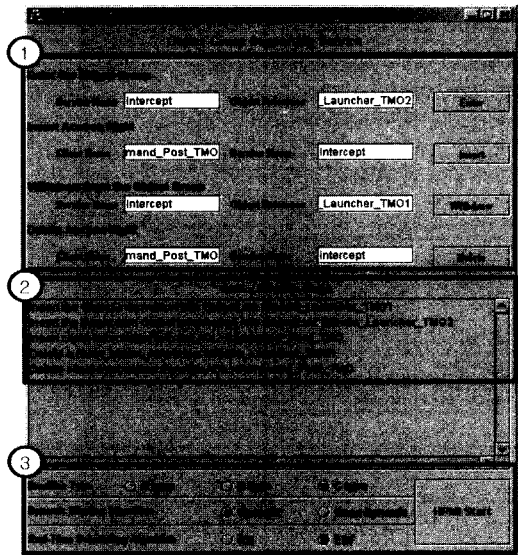


그림 7 객체그룹 지원 서비스 설정 GUI

모델에서 제시한 동적바인딩 알고리즘과 실시간 스케줄링 알고리즘들은 모델의 수행분석을 위해 적용된 알고리즘이며, DSIEP 시뮬레이터의 성능을 높이기 위해서 다른 우수한 알고리즘으로 대체 및 적용이 가능한 구조로 구현하였다.

4.3.2 동적 객체 선정 및 바인딩 서비스

TMO 기반의 객체그룹 모델을 적용한 DSIEP에서의 동적 객체 선정 및 바인딩 서비스는 동적바인더객체에서 수행되며, 우리는 중복객체가 존재할 때 그중 하나의 최적객체를 선정하기 위한 바인딩 우선순위 알고리즘 [16,17,22]을 제안하였다. DSIEP 환경에서는 Missile Launcher TMO1과 Missile Launcher TMO2는 같은 서비스명으로 등록되어 있어 중복객체의 의미를 갖으며, 이들 중 어느 객체가 미사일을 발사하여 적기를 요격할 것인가를 위 알고리즘의 수행을 통해서 결정한다. 아래 그림 8은 적기들을 탐지 후 요격을 위해, Command Post TMO의 요청에 의해 동적바인더객체에서 미사일 기지객체들(Missile Launcher TMO1 또는 Missile Launcher TMO2)에 대한 바인딩 우선순위 정보와 이들 객체들로부터 선정된 높은 바인딩 우선순위를 가진 객체의 레퍼런스를 보여주고 있다. 이 알고리즘의 수행 결과, 적기(Plane) 1,3,6,7은 Missile Launcher TMO1에 의해 요격되고, 적기 2,4,5,8은 Missile Launcher TMO2에 의해 요격될 것이다. 여기에서 사용한 바인딩 우선순위 알고리즘의 입력 매개변수 값은 C-type의 요청마감시간 산출 범위를 통해 얻어진 요청마감시간과 Missile Launcher TMO1과 Missile Launcher TMO2


```

Plane 1 takes Dynamic Binding Service
Request_Headline(MB):1.0509232254598E12, Deadline_Inteval(MI):3264.590224609375
Client_name:Command_Post_TMO, object_reference:Missile_Launcher_TMO1
-->TMO1's priority:28.8, TMO2's priority:25.2

Plane 2 takes Dynamic Binding Service
Request_Headline(MB):1.050923236910676E12, Deadline_Inteval(MI):24623.695868369275
Client_name:Command_Post_TMO, object_reference:Missile_Launcher_TMO2
-->TMO2's priority:14.68, TMO1's priority:14.70

Plane 3 takes Dynamic Binding Service
Request_Headline(MB):1.0509232596774734E12, Deadline_Inteval(MI):72349.47230667190
Client_name:Command_Post_TMO, object_reference:Missile_Launcher_TMO1
-->TMO1's priority:12.92, TMO2's priority:9.516

Plane 4 takes Dynamic Binding Service
Request_Headline(MB):1.0509232627070080E12, Deadline_Inteval(MI):84305.00200751749
Client_name:Command_Post_TMO, object_reference:Missile_Launcher_TMO2
-->TMO1's priority:6.060, TMO2's priority:7.301

Plane 5 takes Dynamic Binding Service
Request_Headline(MB):1.050923266007916E12, Deadline_Inteval(MI):32671.79162697666
Client_name:Command_Post_TMO, object_reference:Missile_Launcher_TMO2
-->TMO1's priority:14.89, TMO2's priority:29.90

Plane 6 takes Dynamic Binding Service
Request_Headline(MB):1.05092326955951E12, Deadline_Inteval(MI):20025.54020200704
Client_name:Command_Post_TMO, object_reference:Missile_Launcher_TMO1
-->TMO1's priority:26.79, TMO2's priority:9.622

Plane 7 takes Dynamic Binding Service
Request_Headline(MB):1.05092329476406777E12, Deadline_Inteval(MI):53100.679705005409
Client_name:Command_Post_TMO, object_reference:Missile_Launcher_TMO1
-->TMO1's priority:11.12, TMO2's priority:11.00

Plane 8 takes Dynamic Binding Service
Request_Headline(MB):1.050923261607916E12, Deadline_Inteval(MI):70093.79162697666
Client_name:Command_Post_TMO, object_reference:Missile_Launcher_TMO2
-->TMO1's priority:4.653, TMO2's priority:4.520

```

그림 8 동적바인딩 서비스의 수행과정

들이 존재하는 각 시스템의 부하량(CPU 이용율)을 고려하였으며, 시뮬레이션을 위해 각 시스템의 CPU 이용율을 10%로 설정하였다. 시스템들간의 통신비용에 대한 부하는 네트워크의 타입에 따라 무시되거나 가변적이므로 고려하지 않았다.

4.4 DSIEP의 실시간 스케줄링 서비스

DSIEP에서의 실시간 스케줄링 서비스는 동적 객체 선정 및 바인딩 서비스 이후에 동작된다. Command Post TMO는 동적 객체 선정 및 바인딩 서비스를 통하여 반환 받은 Missile Launcher TMO의 레퍼런스를 이용하여 해당 객체에게 탐지된 적기를 요격하도록 요청한다. 이때, 해당 Missile Launcher TMO에게 돌아오는 요격요청이 많을 경우, 요격요청들에 대한 실시간 스케줄링이 요구되어야 한다. 이를 위해, Missile Launcher TMO는 실시간관리자객체에게 각 요청의 서비스마감시간을 계산하도록 하고, 이를 스케줄러객체에

```

Missile Launcher TMO1
-> Plane_ID:1, Service_Headline:1.0509515536617931E12
Missile_Launcher_TMO1
-> Plane_ID:1, Service_Headline:1.0509515536617931E12
-> Plane_ID:3, Service_Headline:1.0509515543617639E12
Missile_Launcher_TMO1
-> Plane_ID:6, Service_Headline:1.0509515540615232E12
-> Plane_ID:3, Service_Headline:1.0509515543617639E12
Missile_Launcher_TMO1
-> Plane_ID:5, Service_Headline:1.0509515543617639E12
-> Plane_ID:7, Service_Headline:1.0509515571194702E12
Missile_Launcher_TMO1
-> Plane_ID:7, Service_Headline:1.0509515571194702E12

Missile Launcher TMO2
-> Plane_ID:2, Service_Headline:1.0509515370006146E12
Missile_Launcher_TMO2
-> Plane_ID:2, Service_Headline:1.0509515370006146E12
-> Plane_ID:4, Service_Headline:1.050951530750435E12
Missile_Launcher_TMO2
-> Plane_ID:5, Service_Headline:1.0509515377006726E12
-> Plane_ID:4, Service_Headline:1.050951530750435E12
Missile_Launcher_TMO2
-> Plane_ID:6, Service_Headline:1.050951530750435E12
-> Plane_ID:8, Service_Headline:1.0509515526140414E12
Missile_Launcher_TMO2
-> Plane_ID:8, Service_Headline:1.0509515526140414E12

```

그림 10 실시간 스케줄링 서비스 수행 결과

전달하여 실시간 스케줄링을 통해 작업우선순위를 계산한다. 계산된 작업우선순위에 따라 Missile Launcher TMO는 적기들은 요격하고, 실행결과를 Command Post TMO에게 반환한다. 실시간 스케줄링 서비스 절차는 ETD로 도시하여 그림 9에 보였다.

위 그림 10은 동적바인딩 서비스의 수행 이후, Missile Launcher TMO1 또는 Missile Launcher TMO2에 의해 요격하도록 선정된 적기 1,3,6,7 또는 적기 2,4,5,8의 작업우선순위를 스케줄러객체에 EDF (Earliest Deadline First) 알고리즘으로 적용하여 실시간 스케줄링한 수행결과를 보이고 있다. 한 예로 Missile Launcher TMO1에 바인딩 된 적기 1,3,6,7의 스케줄링 결과로서 작업우선순위에 따라 적기 1,6,3,7 순으로 요격하게 될 것이다.

5. TMO 기반의 객체그룹 모델의 성능분석

TMO 기반의 객체그룹 모델을 적용하여 적기침입방

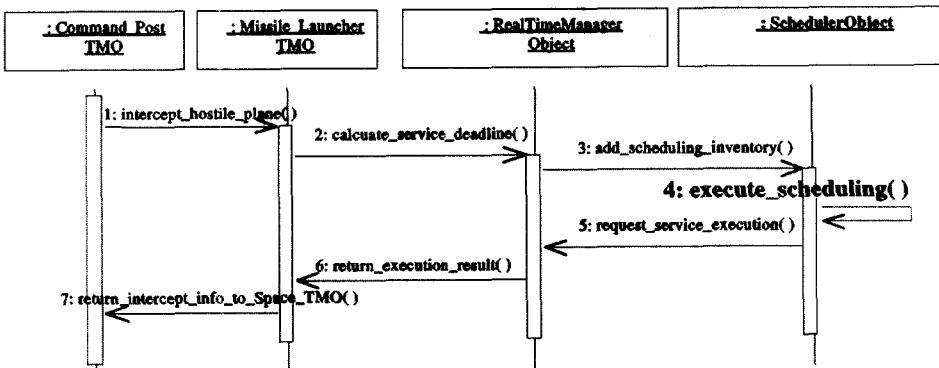


그림 9 실시간 스케줄링 서비스의 수행과정

어시시스템(DSIEP) 시뮬레이터를 구현하고, 시뮬레이터로부터 동적 객체 선정 및 바인딩 서비스, 그리고 실시간 스케줄링 서비스를 위해 적용된 알고리즘들을 통해 TMO 기반의 객체그룹 모델이 제공할 수 있는 다양한 분산 실시간 서비스 적용성과 수행성을 분석하였다. 구현된 DSIEP 시뮬레이터의 GUI 화면은 그림 11과 같으며, 세부적으로 설명하면, ①부분은 이동하는 적기들의 실시간 비행위치의 3차원 좌표를 보여준다. ②부분에서는 레이더에 발견된 적기의 위치좌표가 표시된다. ③부분은 동적 객체 선정 및 바인딩 서비스의 수행 결과를 나타내며, ④부분은 미사일 발사기지에 들어오는 적기 요격요청들에 대한 실시간 스케줄링 결과를 보여준다. ⑤부분은 미사일 발사기지에서 해당 마감시간 내에 적기 요격을 실패한 위반 정보를 나타낸다. 아래 결과화면에서 적기 1,2,3,6의 요격 요청에 대해 바인딩 우선순위 알고리즘에 따라 Missile Launcher TMO1의 레퍼런스를 반환 받았으며, 적기 5와 7은 Missile Launcher TMO2의 레퍼런스를 반환 받는다. 실시간 스케줄링 서비스를 위해 분산 실시간 제약조건에서 3가지 마감시간 유형 중 C-type의 요청마감시간과 실시간 스케줄링 기법으로 EDF 알고리즘을 적용하였다. Missile Launcher TMO1에서는 적기 1의 요격이 먼저 수행되고, 그 후에 적기 2의 요격이 수행되고 있다. Missile Launcher TMO2에서는 적기 5의 요격이 수행되고, 이후 들어온 적기 7의 요격요청이 해당 알고리즘에 의해 계산된 작업 우선순위에 따라 수행될 것이다. 마지막으로 ⑤부분에서 적기 6이 1차 요청마감시간을 위반한 상황을 보이고 있다. 이 시뮬레이터를 통해 제안한 TMO 기반의 객체그룹 모델이 지원하는 분산 서비스인 동적 객체 선정 및 바인딩 서비스와 실시간 스케줄링 서비스 지원에 대한 수행결과를 분석했다. 수행분석 내용으로, 우리는

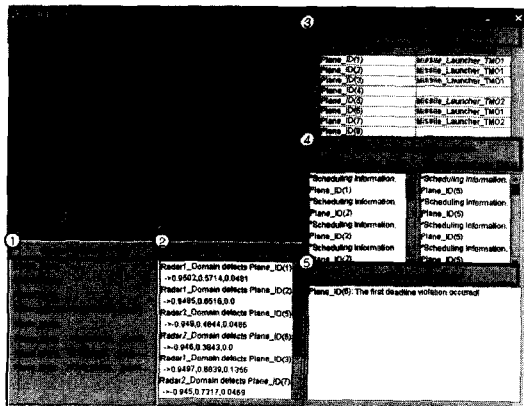


그림 11 DSIEP 시뮬레이터의 수행결과

태스크(task:적기의 탐지 및 요격까지 작업들의 집합)에 대한 평균수행시간(Average Execution Time, AET)과 주어진 요청마감시간에 대한 영역별 위반율(Deadline Violation Rate, DVR)을 분석하였다.

5.1 평균수행시간(AET) 분석

본 DSIEP 시뮬레이터로부터 TMO 기반의 객체그룹 모델의 분산 실시간 수행성을 분석하기 위해 서비스 요청작업에 대해 실시간 제약조건에 따라 평균수행시간을 분석한다. 여기에서 평균수행시간이란 공간영역을 통과하는 적기를 레이더를 통해 탐지한 후 미사일에 의해 요격 완료한 시간들의 평균값을 말한다. 다음 그림 12는 객체그룹 모델 기반에서 공간할당유형에 따라 태스크들을 주기적으로 생성시키면서 각 유형별로 산출되는 요청마감시간을 동적바인더객체와 스케줄러객체에 구현된 알고리즘의 입력변수로 전달하여 서비스 수행 후 적기를 요격하기까지 태스크 수에 따라 평균수행시간을 얻었다. Missile Launcher TMO1과 Missile Launcher TMO2를 수행시키는 각 시스템의 초기 CPU 이용율은 10%로 하였다.

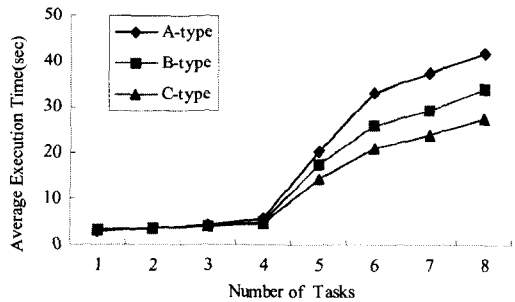


그림 12 태스크들의 평균수행시간

3가지 공간할당방법들(A-type, B-type, C-Type)에 따라 전체 요격요청에 대한 평균수행시간을 산출하면, A-type에서 적기 요격 요청에 대한 평균수행시간은 18.72(sec)이고, B-type에서는 15.32(sec), C-type에서는 12.75(sec)로 각각 나타났다. 위의 그림에서 보는바와 같이 적기 수가 4대까지는 영역에 관계없이 평균수행시간이 거의 동일하게 산출됐으나, 적기 요격요청 작업수가 증가할 수록 동적 객체 선정 및 바인딩 서비스를 적용한 C-type의 평균수행시간이 A-type이나 B-type의 평균수행시간보다 단축됨을 확인할 수 있다. 결과적으로 A-type이나 B-type보다 C-type에 의해 얻어진 평균수행시간을 태스크 요청에 대한 서비스 수행시간으로 정한다면 보다 마감시간 위반율을 줄일 수 있을 것이다.

5.2 요청마감시간 위반율(DVR) 분석

다음 그림 13은 평균수행시간 분석에서와 같이 3가지 공간할당방법에 따라 적기의 탐지 후 주어진 마감시간 까지 요격을 실패하는 태스크들에 대한 요청마감시간 위반율을 분석한 결과이다. 요청마감시간 위반율 분석을 위해 적기의 탐지에서 요격까지의 서비스 수행시간은 5.1절에서 얻어진 C-type의 태스크 수별 평균수행시간 값을 사용하였다. A-type과 B-type은 1차, 2차 요청마감시간(RD1, RD2)을 가지며, C-type은 1차, 2차, 3차 요청마감시간(RD1, RD2, RD3)을 가진다. A-type과 B-type에서의 2차 요청마감시간 위반과 C-type에서의 3차 요청마감시간 위반은 적기를 전체 요격 가능 범위에서 두 개의 미사일 발사 기지가 최종적으로 요격하지 못함을 나타낸다. C-type에서의 2차 요청마감시간 내에 마감시간 위반율을 줄이기 위해 본 객체그룹 모델은 중복 미사일 발사기지객체에 대해 동적 객체 선정 및 바인딩 서비스를 통해 적정 객체를 선정하도록 한다. 초기 DSIEP의 미사일 발사기지들은 유희상태로 존재하며 적기의 요격 요청은 산발적으로 발생하여, 요격 요청이 해당 미사일 발사기지와 상호동작하는 스케줄러객체에 적재되면서 요격에 필요한 수행시간이 증가한다. 이로 인해 요청마감시간 위반이 발생하게 된다. 시뮬레이터로부터 얻어진 요청마감시간 위반율을 보면, A-type에서의 최종 요청마감시간 위반율은 0.11이고, B-type에서는 0.12, C-type에서는 0.03의 요청마감시간 위반율을 보인다. 위의 결과로부터 동적 객체 선정 및 바인딩 서비스를 적용한 C-type에서 적기 요격을 실패하는 요청마감시간 위반율이 현저히 낮아짐을 확인할 수 있다. 이 실험에서 위반율이 크게 나타난 이유는 평균수행시간과 적기 요격에 필요한 요청마감시간의 비가 1에 가깝게 주어졌기 때문이다.

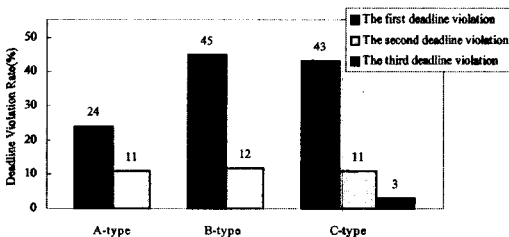


그림 13 공간할당유형 별 요청마감시간 위반율

위의 결과들을 종합해볼 때, 서비스 속성이 동일한 중복객체가 존재하는 분산 실시간 응용에 객체그룹 모델을 적용할 경우 본 모델이 지원하는 분산 서비스들을 통해 분산응용의 적시성과 수행성을 향상시킬 수 있음을 확인했다.

6. 결론

분산 실시간 객체 컴퓨팅은 분산된 객체들의 상호작용 시 실시간 요구사항을 만족시킬 수 있는 환경을 갖추어야 한다. 특히, 분산 환경으로 인한 동일한 이름이나 속성을 갖는 중복된 분산객체들의 관리와 중복객체 중 서비스를 수행할 객체의 선정 및 동적바인딩 방안이 요구되며, 이들 객체들에게 서비스를 요청하는 클라이언트들에 대한 실시간 스케줄링 방안이 지원되어야 한다. 본 논문에서는 위에서 기술한 분산 서비스 방안들을 지원하는 TMO 기반의 객체그룹 모델을 구축했고, 이 모델을 적용한 분산 실시간 응용으로 DSIEP(Defence System against Invading Enemy Planes) 시뮬레이터를 구현하여, 적용된 모델로부터 다양한 분산 서비스 방안과 실시간 알고리즘들의 적응성과 수행성을 분석하였다.

우리가 구축한 TMO 기반의 객체그룹 모델은 네트워크 상에 물리적으로 분산된 객체들을 논리적인 하나의 그룹으로 관리하고, 그룹 내 제공되는 분산 서비스 수행에 대한 투명성과 실시간 특성에 따른 적응성을 제공한다. 이를 위해 본 모델은 새로이 생성되는 객체들의 그룹 내 등록/탈퇴, 클라이언트의 서버객체에 대한 접근권한 설정, 분산 중복객체에 대한 동적 객체 선정 및 바인딩 서비스, 그리고 클라이언트들의 서비스 요청에 대한 실시간 스케줄링 서비스들을 지원한다. 이러한 TMO 기반의 객체그룹 모델을 적용하여 DSIEP를 구현했다. DSIEP는 객체그룹 모델로부터 위의 서비스들을 지원하는 컴포넌트들과 연계될 적기 미사일 탐지 및 요격에 필요한 TMO들로 구성된다. 우리는 구현된 DSIEP를 통해서 TMO 객체그룹 모델에 대한 분산 서비스 지원 방안들의 적응성과 실시간 수행성을 분석하기 위해, 먼저 클라이언트들의 요격요청들에 대한 각 적기의 탐지에서 요격까지의 평균수행시간과 해당 요청마감시간 내에 적기 요격을 실패한 요청마감시간 위반율을 산출했다. 수행분석 결과로, 본 모델의 중복 객체 선정 및 바인딩 서비스와 실시간 스케줄링 서비스를 적용한 C-type의 평균수행시간과 최종 요청마감시간 위반율이 분산 실시간 서비스를 적용하지 않은 A-type, B-type에서의 수행결과보다 현저히 낮아짐을 확인했다.

따라서 본 모델은 분산 실시간 응용 서비스에 적용이 가능할 뿐 아니라 그룹 내에 주어진 관리객체들의 지원으로 실시간 특성에 따라 다양한 분산 실시간 알고리즘을 적용시킬 수 있으며, 최적의 적응을 통해 응용의 성능을 향상시킬 수 있는 객체그룹 지원 분산 프레임워크로 개발이 가능함을 보였다.

앞으로의 연구로 본 모델이 제공하는 분산 실시간 서비스 지원 능력의 객관적인 검증을 위해, 비객체그룹 환

경하에서 제안한 객체그룹 환경과 분산 실시간 응용의 수행성을 비교하고, 분산 중복객체의 선정 방법으로 지능형 동적 부하균형화 지원 분산 객체그룹 모델을 구축하여 지능형 기반의 실시간 응용을 지원할 수 있도록 한다.

참고 문헌

- [1] E.D. Jensen, C.D. Locky, and H. Tokuda, "A Time-Driven Scheduling Model for Real-Time Operating Systems," In Proceedings of the 6th IEEE Real-Time System Symposium, pp.112-122, 1985.
- [2] John A. Stankovic, Marco Spuri, Krithi Ramamrithm, Giorgio C. Buttazzo, Deadline Scheduling for Real-Time Systems, p.31, Kluwer Academic Publishers, 2002.
- [3] M. Takemoto, "Fault-Tolerant Object on Network-wide Distributed Object-Oriented Systems for Future Telecommunications Applications," In IEEE PRFTS, pp.139-146, 1997.
- [4] V. Kalogeraki, P.M. Melliar-Smith, and L.E. Moser, "Dynamic Scheduling for Soft Real-Time Distributed Object Systems," In Proceedings of the IEEE 3rd International Symposium on Object-Oriented Real-Time Distributed Computing, pp.114-121, 2000.
- [5] K.H. Kim, "Object-Oriented Real-Time Distributed Programming and Support Middleware," In Proceedings of the 7th International Conference on Parallel & Distributed System, pp.10-20, 2000.
- [6] K.H. Kim, Seok-Joong Kang, and Yuqing Li, "GUI Approach to Generation of Code-Frameworks of TMO," In Proceedings of the 7th IEEE International Workshop on Object-oriented Real-time Dependable Systems(WORDS), pp.17-25, 2002.
- [7] Eltefaat Shokri, Patrick Crane, and K.H. Kim, "An Implementation Model for Time-Triggered Message-Triggered Object Support Mechanism in CORBA-Compliant COTS Platforms," In Proceedings of the IEEE 1st International Symposium on Object-oriented Real-time dependable Computing(ISORC), pp.12-21, 1998.
- [8] L. Kristiansen, P.Farley, R.Minetti, M. Mampaey, P.F. Hansen, and C.A. Licciardi, "TINA Service Architecture and Specifications," <http://www.tinac.com/specifications>
- [9] Object Management Group, "The Common Object Request Broker: Architecture and Specification 2.2," <http://www.omg.org/corba/corbaCB.htm>, 1998.
- [10] OMG Real-time Platform SIG, "Real-time CORBA A White Paper-Issue 1.0," http://www.omg.org/realtime/real-time_whitepapers.html, 1996.
- [11] W.J. Lee, C.W. Jeong, M.H. Kim, and S.C. Joo, "Design and Implementation of An Object Group in Distributed Computing Enviroments," Journal of Electronics & Computer Science, Vol.2, No.1, 2000.
- [12] C.S. Shin, M.H. Kim, Y.S. Jeong, S.K. Han, and S.C. Joo, "Construction of CORBA Based Object Group Platform for Distributed Real-Time Services", In Proceedings of the 7th IEEE International Workshop on Object-oriented Real-time Dependable Systems(WORDS'02), pp.229-302, 2002.
- [13] S.C. Joo, C.S. Shin, C.W. Jeong, and S.K. Oh, "CORBA Based Real-Time Object-Group Platform in Distributed Computing Environments," Lecture Notes in Computer Science, Vol.2659, 401-411, 2003.
- [14] K.H. Kim, Juqiang Liu, Masaki Ishida, and I.H. Kim, "Distributed Object-Oriented Real-Time Simulation of Ground Transportation Network with TMO Structure Scheme," In Proceeding of the IEEE CS 23rd International Computer Software & Application Conference, pp.130-138, 1999.
- [15] K.H. Kim, "Real-Time Object-Oriented Distributed Software Engineering and the TMO Scheme," International Journal of Software Engineering & Knowledge Engineering, Vol.9, No.2, pp.251-276, 1999.
- [16] C.S. Shin, S.C. Joo, and Y.S. Jeong, "A TMO-based Object Group Model to Structuring Replicated Real-Time Objects for Distributed Real-Time Applications," Lecture Notes in Computer Science, Vol.3033, pp.918-926, 2003.
- [17] C.S. Shin, M.S. Kang, C.W. Jeong, and S.C. Joo, "TMO-Based Object Group Framework for Supporting Distributed Object Management and Real-Time Services," Lecture Notes in Computer Science, Vol.2834, pp.525-535, 2003.
- [18] P.M. Melliar-Smith, L.E. Moser, and P. Narasimhan, "Consistent object replication in the Eternal System," Theory and Practice of Object System, Vol.4, No.2, pp.81-92, 1998.
- [19] C.S. Shin, M.S. Kang, Y.S. Jeong, S.K. Han, and S.C. Joo, "TMO-Based Object Group Model for Distributed Real-Time Services," In Proceedings of the IASTED International Conference Networks, Parallel and Distributed Processing, and Applications(NPDPA'02), pp.178-183, 2002.
- [20] M.H. Kim, C.W. Jeong, C.S. Shin, and S.C. Joo, "Design and Implementation of Distributed Object Management Model," In Proceedings of the IASTED Internatioal Conference Parallel and Distributed Computing and System(PDCS'01), pp.222-227, 2001.
- [21] 김명희, 주수중, "분산 실시간 서비스를 위한 CORBA 객체그룹 플랫폼의 구축", 정보과학회 논문지, Vol.7, No.6, pp.602-613, 2001.
- [22] 신창선, 김명희, 주수중, "분산 실시간 서비스를 위한 TMO 객체그룹 모델의 구축", 한국정보과학회 논문지, 제30권, 5·6호, pp.307-318, 2003.

- [23] 강명석, 신창선, 주수종, "분산 TMO 객체그룹 모델에서 부하를 고려한 바인딩 지원 기법", 한국정보과학회 학술발표논문지, 제29권, 1호, pp.358-360, 2002.



신 창 선

1996년 우석대학교 전산학과 학사. 1999년 한양대학교 컴퓨터교육과 석사. 2004년 원광대학교 컴퓨터공학과 공학박사. 2004년~현재 원광대학교 전기·전자 및 정보공학부 강의교수. 관심분야는 분산 실시간 컴퓨팅, 분산알고리즘, 실시간 객체 모델, 실시간 시뮬레이션



정 창 원

1993년 원광대학교 컴퓨터공학과 학사. 1988년 원광대학교 컴퓨터공학과 석사. 2003년 원광대학교 컴퓨터공학과 공학박사. 2004년~현재 전북대학교 차세대 LBS 응용 연구센터 연구교수. 관심분야는 분산객체 컴퓨팅, 멀티미디어 데이터

베이스



주 수 종

1986년 원광대학교 전자계산공학과 학사. 1988년 중앙대학교 컴퓨터공학과 공학석사. 1992년 중앙대학교 컴퓨터공학과 공학박사. 1993년 미국 University of Massachusetts at Amherst, Post-Doc. 2003년 미국 University of California at Irvine, Visiting Professor. 1990년~현재 원광대학교 전기·전자 및 정보공학부 교수. 관심분야는 분산 실시간 컴퓨팅, 분산객체모델, 시스템 최적화, 멀티미디어 데이터베이스