

그리드 환경을 위한 TMO 기반의 실시간 원격 제어 시스템

김철근⁰, 정갑주, 이한구, 김문희, 전세길
건국대학교

{kimchulgoon⁰, sgjeon}@imc.konkuk.ac.kr, {jeongk, hlee, mhkim}@konkuk.ac.kr

A TMO-Based Tele-Operation Model: Supporting Real-Time Applications in Grid Environments

Chulgoon Kim⁰, Karpjoo Jeong, Hanku Lee, MoonHae Kim, Segil Jeon
Konkuk University, Seoul, Korea

요약

요즘 들어 그리드 컴퓨팅 환경에서 실시간으로 지역적으로 분산된 기기, 실험 장비, 데이터 베이스, 인적 자원에 접근해야 되는 필요성이 강조되고 있다.. 그러나 현실에서 제어되지 않는 분산환경에 실시간 모델을 구현하는 것과 실시간 시스템으로부터 외부시스템으로 통신하는 인터페이스를 정의하기 매우 힘들다. 아래 논문에서 그리드 환경 위에 쉽게 사용할 수 있는 TMO기반의 실시간 제어를 할 수 있는 모델을 제안하고자 한다. 이 제안된 모델을 사용해서 이런 TMO기반의 원격제어 시스템을 설계하고 개발함으로써 공학 기계 장비나 우주항공 실험 등 실제적인 장비에 사용하려고 한다.

1. 서론

그리드 컴퓨팅 환경이 개선됨에 따라서 지역적으로 분산된 원격 실험 장비, 데이터 베이스, 인적 자원, 고성능 컴퓨터에 현지에서 제어하는 것처럼 접근하는 것이 가능하게 되었다. 이런 원격 접근이 매우 안정적이고 보안적이라고 할지라도 다른 방면의 문제를 초래한다. 어떻게 이런 지역적으로 분산된 실시간 시스템의 장비나 디바이스의 데이터를 동기화 할 것인가? 전통적인 구현방법으로는 제어되지 않는 분산시스템에 실시간적인 모델을 구현하고 외부 시스템과 실시간 시스템의 통신을 디자인하고 그 인터페이스를 구현하는 것이 매우 어려운 일이다.

이 논문의 주요 목적은 어떻게 그리드 컴퓨터 환경에 실시간 애플리케이션을 통합하는 것이다. 즉 TMO기반의 실시간적인 분산 프로세스 기술을 설계하고 TMO 기반의 원격 제어 모델을 구현하는 것이다. 제안하고자 하는 TMO 기반의 원격 제어 모델은 건설 장비, 우주 탐측 장비, 쓰나미 탐측 장비에 사용할 수 있다. 예를 들면 한 엔지니어가 원격 장비를 제어하고 관찰하는 것이 마치 실험 현장에 있듯이 할 수 있게끔 하는 것이 우리 제안하고자 하는 시스템이다.

다음 장에는 TMO, Distributed Object-oriented Freeway Simulator(DOFS), 등에 관련연구에 대해 논의할 것이며 그 이어서는 TMO 기반의 원격 장비 제어 모델의 설계 및 구현에 대해서 논의하겠다.

2. 관련 연구

Time-Triggered Message-Triggered Object(TMO)는 일찍

1990년에 김건 등에 의해서 개발된 Object Structuring Scheme이다. 이 모델은 적시성 서비스 기능의 디자인 단계 뿐만 아니라 실시간 시스템이 가지는 시간적인 행동, 메시지에 의한 기능적인 행동에 대한 추상화 등을 지원한다. 이 모델은 기본적인 객체 모델을 경성 실시간 어플리케이션 시스템에서 높은 효율성을 보일 수 있는 객체 모델로 확장하기 위한 연구에서 나온 결과이다. [1,2,4,5]

TMO 모델은 실시간 시스템의 시간적인 행동을 추상화하기 위한 SpM(Spontaneous Methods, Time-Triggered), 메시지에 의한 기능적인 행동들을 추상화하기 위한 SvM(Service Method, Method-Triggered), 그리고 이들이 공유하는 데이터를 세그먼트 단위로 저장하기 위한 ODSS(Object Data Store Segments) 그리고 데이터 공유를 목표로 하는 RMMC(Real-time Multicast and Memory Replication Channel) 등으로 이루어졌다. 시간적 특성을 가지고 있는 SpM은 다른 실시간 오브젝트와 틀리게 특정한 시간에 깨어나도록 예약할 수 있으며 깨어나서 특정한 SvM을 호출한다. SvM은 deadline을 가진다. RMMC는 멀티 캐스트를 하기 위한 데이터 공유 채널이다.

TMO는 정시 보장 컴퓨팅을 목표로 제안된 실시간 객체 모델로 다음과 같은 특징을 가지고 있다.

1. 경성/연성 실시간 응용뿐만 아니라 일반적인 분산 병행 프로그램 응용에도 사용할 수 있는 객체 모델이다.
2. 설계 시 시간 보장 개념을 제공한다.
3. TMO객체에 나타난 메소드는 deadline을 갖는다.
4. TMO객체에 포함된 실시간 데이터는 MVD(Maximum Validity Duration)가 지나면 쓸모가 없게 된다.

TMO 객체의 디자이너는 SvM의 SPEC에 deadline을 나타내줌으로써 클라이언트 객체의 디자이너에게 시간 서비스 능력에 대한 보장을 제공해 줄 수 있다.

DOFS(Distributed Object-oriented Freeway Simulator)는 TMO객체를 사용하여 그 유효성을 증명하는 고속도로 교통정보 시뮬레이터이다. DOFS 시스템은 고도의 정확성과 해결방법을 제시해줄 수 있는 고속도로 시뮬레이션이다. DOFS 시스템은 심지어 교통관리를 해줄 수 있는 시스템으로 발전할 수 있다. 예를 들면 일부부분 환경 시뮬레이션 부분을 제공하고 일부부분은 도로 교통 상황을 실시간으로 모니터링 하면서 그 정보를 서로 공유한다. 이런 시스템은 운전자들을 도와서 교통상황을 실시간으로 파악하여 정확한 도로를 선택할 수 있게끔 도와준다.

3. TMO Based Tele-Operation Model

3.1 모델 구조

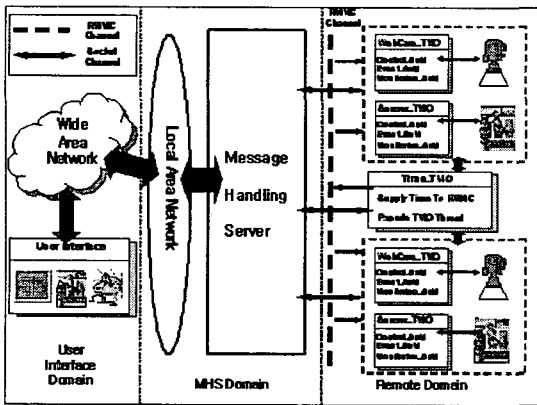


그림 1: TMO 기반의 원격제어 모델의 구조

인터넷 기술과 그리드 컴퓨터 환경의 고속적인 발전에 따라서 직접 현지에 가서 원격 장비, 컴퓨터 자원 및 인적자원을 다루게 될 필요성이 없게 되었다. 엔지니어들이 원격에서 원격 장비나 자원을 현지에 있는 것처럼 다루는 것이 가능하게 되었기 때문이다. 아무튼 지역적으로 분산된 그리드 기반의 애플리케이션에 시간적 특성과 실시간 제어를 가하는 것이 필요하다.

그림 1의 구조는 위에서 제안된 TMO기반의 원격제어 시스템의 모델 구조이다. 제안된 모델의 중요한 포인트는 TMO를 실시간 응용프로그램 분야에서 보편적인 기법으로 디자인하고 구현하기 힘들다는 것이다. 위에 그림에서 제시한 것처럼 그림은 세 가지 부분으로 나뉘는데 그 세 부분으로는 Remote Domain, Message-handling-service Domain, User interface Domain 이다.

RD(Remote Domain)은 원격장비를 모니터링 하기 위하여 원격장비에서 생성되는 데이터를 수집하는 부분이다. 원격제어 도메인은 TT(Time TMO)와 WT(Working TMOs) 등 두개 부분으로 나뉘는데 TT는 TMO의 RMMC 채널을 이용하여 자신의 시간을 주기적으로 통신 채널에 업데이트 하는 작용을 한다. 그러면 WT에서는 자신이 수집한 영상, 소리, 실험수치 데이터에 TT가 제공하는 시간을 라벨로 붙여서 소켓 채널에 주기적으로 전송하고 있다. TMO가 제공하는 메서드를 사용함으로써 인터넷에서 제공하는 타임서버나 GPS가 제공하는 타임 서비스 보다 더 쉽게 서비스를 제공한다고 생각된다.

를 사용하기 보다 훨씬 간편해지고 코드도 간단해진다. 타임서버 인터넷 타임 제공 서버나 GPS를 이용할 경우 인터넷 트래픽이나 지연 문제 때문에 데이터 동기화를 맞추는 서비스를 제공하기에는 효율성이 떨어진다고 생각된다.

MHDS는 RD와 UID간의 데이터 전송을 돕기 위한 메시지를 처리하는 서버이다. MHDS는 그리드 환경 위에 TCP/IP기반의 클라이언트 서버모델이다. MHDS는 UID와 RD지간의 메시지가 안전하고 정확하게 전송하는 것을 확보하며 사용자에 대한 검증 작용도 한다. MHDS는 서버인 만큼 항상 깨어있어야 하며 UID 단에 대한 제어 메시지를 기다리고 있다가 메시지가 도착하면 RD단과 통신을 시작한다. 통신이 시작되면 사용자단에서 데이터를 요구할 때까지 데이터를 보유하고 있다.

UID단은 사용자 인터페이스를 제공하며 전체 시스템에 대한 상태 메시지를 체크하는 작용을 한다. UID단은 들어가고 나가는 전체 메시지를 체크하며 실제 원격장비를 감시하고 제어하는 명령을 내리는 부분이다. 이 부분은 MFC로 코딩 되어 있다.

3.2 구현

구현 부분에서는 TMO를 이용하여 구현한 RD단을 중심으로 서술하겠다.

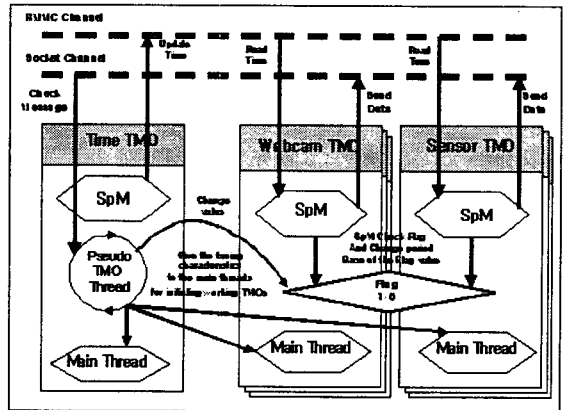


그림2:RD:TMO-based Real-Time Agent Framework

그림 2는 TMO기반의 실시간 에이전트 프레임워크의 기본구조를 보여주고 있다. 즉 Remote Domain의 구조 도이다. TMO 기반의 실시간 에이전트 프레임워크는 TMO Toolkit 기반 위에 구현 되었으며 TT와 WT로 나뉜다 [1]. RD는 세가지 서비스로 나뉘는데 사용자 명령 대기 와 구동서비스, 데이터 동기화를 위한 시간 서비스, 실시간 데이터 처리 서비스 등 세 부분으로 나뉜다

명령대기와 시스템 구동 서비스는 Time TMO의 Pseudo TMO Thread가 UID에서 오는 메시지를 헤드 정보에 있는 타임 메시지에 따라서 시스템을 구동시키거나 폐쇄 시킨다. Pseudo TMO Thread는 구동메시지를 받으면 전체 RD 시스템을 작동시킨다. 깨어난 SpM은 RMMC 채널에 자신의 커널의 시간 정보를 주기적으로 업데이트 시킨다. Pseudo TMO Thread는 SpM과 달리 주기적인 특징을 가지고 있지 않고 이벤트 데이터 처리 방식을 채택하고 있다. 그 과정은 다음과 같다.

1. Pseudo TMO Thread는 깨어나서 서버에서 오는 메시지를 체크하면서 만약 작동 정보가 들어있는 메시지를

2. 메시지는 영상, 감지기, 소리 등 여러가지 타입으로 나뉜다.
3. 각 TMO들은 미들웨어의 시간을 동기화 하는 동시에 서로간의 통신채널을 형성한다.
4. TMO 미들웨어가 작동한다.
5. 전체 시스템이 작동된다.

Pseudo TMO Thread는 TMO가 제공하는 메서드가 아니라 우리가 알고 있는 일반적인 소켓채널을 열고 있는 스레드로서 UID에서 전송되는 메시지 내용에 따라서 시스템을 작동시키거나 끄고 또 장비를 제어하는 메시지를 전달하는 작업을 하며 매개 SpM의 주기를 바꾸기 위해서 설정한 플래그의 값을 변경한다.

그 메시지에 따라서 TT의 SpM은 주기적으로 깨어날 때마다 플래그 값을 체크하고 내용에 따라서 자신의 주기를 바꿀 수 있다. 예를 들면 인터넷에 자주 일어나는 트래픽에 의해서 시스템에 영향을 줄 때 우리는 SpM의 주기를 1초부터 10초로 바꿔줌으로써 전체 인터넷에 미치는 부하를 줄여줄 수 있다. 이런 주기를 바꿔줄 수 있는 특성은 이 시스템에 유연성이라는 특징을 부가해준다.

데이터를 위한 시간 서비스는 다른 TMO를 위해 제공하는 시간 서비스이다. 신뢰성이 있는 믿음직한 데이터를 얻어내기 위하여 우리는 동기화를 위한 시간 서비스가 필요하다. TT는 자신의 시간을 주기적으로 RMMC의 Critical Memory Section에 업데이트 한다. 그러면 다른 WTS들은 RMMC채널의 메모리에 접속하여서 그 시간 데이터와 자신이 캡처한 데이터와 메시지 정보를 알려주는 메시지 타입과 같이 소켓으로 MHDS에 전송한다.

RMMC채널을 사용함으로써 인터넷 타임 서버나 GPS를 이용하는 것보다 간편하며 편리해졌다는 좋은 점이 있다. RMMC의 특성을 사용하여 타임 서버 개념을 구현함으로써 전체 시스템에서 동기화 구조를 이루는데 매우 중요한 의미를 가지고 있다.

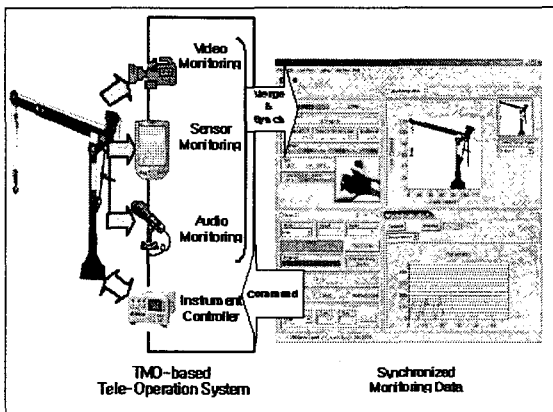


그림 3: A TMO-Based Tele-Operation System
그림 3은 제안된 구조대로 구현된 TMO-based tele-operation system이다. 이 시스템은 실시간으로 원격제어와 원격 모니터링 하는 시스템이다. 이 시스템을 이용하여 엔지니어들은 현장에서 장비를 다루고 현장에서 실험을 볼수 있듯이 본 시스템을 이용하여서 자신의 연구를 할수 있는 것이 그 특징으로 된다. 먼저 사용자는 자신의 인터페이스에서 어떤 서비스들이 제공되는지 본다. 다음 작동된 기기로부터 전송되는 영상과 실험

데이터들은 사용자한테 영상과 그래프로 표현된다. 사용자는 진행되는 실험의 필요성에 따라서 원격에서 장비를 제어하고 주기를 바꾸거나 시스템 전체를 다운 시키는 명령을 내릴 수 있다. 차후 버전에는 이런 사용자들의 공동연구를 위해서 미팅을 할 수 있는 부분까지 추가하는 것이 목표이다. 이런 시스템을 구현하는 목적은 연구자들의 공동연구를 촉진하고 연구의 질을 높일 수 있는 환경을 제공하려고 하는데 있다

3.2 장점과 제한 점

TMO가 제공하는 API를 사용함으로써 통신과 스레드의 생성 사용이 간편해졌다. 이런 통신 기능함수를 추가함으로써 TCP/IP 나 UDP 통신을 하기 위한 대량적인 코딩을 줄일 수 있는 동시에 통신의 질을 보장할 수 있으며 스레드의 생성과 관리 및 소멸 작업 등 처리를 면밀히 해줘서 개발자 입장에서는 매우 간편하고 사용하기 쉬운 틀이다. 이 외에도 TMO는 메모리 공유 색션 기능을 제공해줌으로써 실시간 객체간의 데이터 공유를 쉽게 구현하고 객체간의 우선순위를 규정해줌으로써 필요 없는 충돌을 피할 수 있게 되었다. 그 중 가장 특징적인 것은 시간이다. TMO는 기존에 다른 시스템과 달리 정확한 미들웨어 단의 시간을 제공하며 시간 관리에 대한 각종 함수를 제공함으로써 유연한 시간관리의 새로운 방법을 제시한다. 이런 장점을 시스템에 도입함으로써 연구자들이 장시간 실험에 얽매이지 않고 자신의 시간을 유효적으로 사용할 수 있게 하는 예약기능, 그리고 정확한 시간을 제공하여 주기적으로 불리는 SpM을 사용하여 데이터를 처리함으로써 진정한 의미에서의 실시간적인 의미를 부여한다. 제한 점이 있다면 다른 툴킷과 동시에 사용하기 어렵고 개발자를 위한 인터페이스가 존재하지 않는다는 점이다.

4. 결론

실 시간적인 원격 제어 분산 시스템은 아직 유아단계에 있다. 왜냐하면 하드와 현재 다른 프로그래밍 툴킷과 통합하기 힘들기 때문이다. 우리는 여기서 TMO기반의 실시간 원격 제어 시스템을 설계 개발함으로써 실시간 시스템을 접근하는 새로운 방법을 제시하고자 한다. 이런 연구 과정이 아직 성숙되지 않았을 뿐만 아니라 여전히 초급단계에 놓여있다. 때문에 안정적인 시스템을 구축하기 위해서는 많은 노력이 필요하다. 앞으로 우리는 실시간 항공과 쓰나미 등 대형장비 시스템에 실제 적용해서 연구 개발할 예정이다.

5. 참조

1. TMO SL_v4.0_manual_draft <http://dream.eng.uci.edu>
2. Kim,K.H " APIs for Real-Time Distributed Object Programming" IEEE Computer, June 2000, pp.72-80
3. K.H.(Kane) Kim, Juqiang Liu, Masaki Ishida and Inho Kim: " Distributed Object-Oriented Real-Time Simulation of Ground Transportation Networks with the TMO structuring Scheme", Proc.COMPSAC ' 99(IEEE CS Computer Software & Applications Conf.), Phoenix, AZ, Oct, 1999,pp.130-138
4. Kim, K.H, " Real-Time Object-Oriented Distributed Software Engineering and the TMO Scheme", Int'l Jour. Of Software Engineering & Knowledge Engineering, Vol. No 2, April 1999, pp.251-276
5. Kim,K.H " Object Structures for Real-Time Systems and Simulators", IEEE Computer, August 1997, pp.62-70