

TMO기반의 실시간 다중 상대 원격 모니터링 시스템

정 학⁰ 정갑주¹ 김광식²

건국대학교

zealotm@gcslab.konkuk.ac.kr⁰ jeongk@konkuk.ac.kr¹

beast000@gcslab.konkuk.ac.kr²

TMO-based Real-time Multi-target Tele-monitoring System

Zheng Xue⁰ Karpjoo Jeong¹ Kwangsik Kim²

Konkuk University

요 약

최근 온라인 원격실험이 하나의 이슈로 되면서 지역적으로 분산된 실험 장비, 데이터베이스, 작업현장 등을 접근 하는 다양한 방식이 제안되고 있다. 다양한 모니터링 시스템이 존재하고 또한 개발 되고 있는 현황에서 본 논문은 분산 시스템 환경과 실시간 시스템을 어떻게 접목을 시키고, 여기에 Grid환경에서 제공하는 인증체계를 도입하는 모델을 구상하고 있으며, 실질적인 사용가치를 갖는 멀티 타겟 실시간 원격 모니터링 시스템을 제안한다. 실시간 시스템은 보다 정밀한 시간을 제공함으로써 실시간 적인 모니터링과 차후 저장된 데이터에 의한 세밀한 리뷰가 가능하게 한다. 본 시스템은 실시간 미들웨어(TMO)에서 제공하는 시간적 정확성 및 실시간과 Grid인증의 접목에 착안점을 두고 있으며 환경분야 실험모니터링 시스템이라는 현실적 모델의 구현을 통하여 본 시스템을 검증한다.

4장에서 구현에 대해서 기술한다. 제5장에서는 본 시스템의 장단점을 요약하고 제6장에서는 결론 및 향후연구에 대해서 기술한다.

1. 서 론

실시간 시스템(real time system)이란 진행 중인 현상과 동일한 속도로 입력 및 출력이 진행되는 시스템이다. 다시 말해 데이터의 발생과 출력 및 처리를 짧은 시간에 처리하는 방식으로, 은행의 창구 업무나 좌석 예약 업무에서처럼 요구가 발생한 즉시 결과가 나오게 되어 있다. TMO[1](Time-Triggered Message-Triggered Object)는 Kane.Kim 등에 의해서 개발된 실시간 미들웨어이다. 실시간 시스템의 척도는 시간이다. 즉 시스템이 제공해주는 시간의 정밀도가 어떠한 단위까지 가능한지에 따라 성능이 평가되고 처리 할 수 있는 일의 특성이 변하게 된다. 실시간적 특성이 다른 시스템과 구별이 되는 한 가지가 정밀한 시간정보이다.

본 논문은 실시간 시스템과 원격 모니터링 및 그리드 인증체계의 접목에 대한 현실적 모델을 목표로 삼고 있으며 실시간 시스템과 그리드환경, 두 개의 큰 시스템의 결합을 실현할 것이다. 뿐만 아니라 실제로 사용가치가 있는 환경모니터링 시스템을 현실 모델로 삼고 시스템의 구현을 함으로써 그 의미를 진일보 확대 할 수 있다. 그 의미는 다음과 같이 정리 할 수 있다.

- ①. 실시간시스템 차원에서 진행되는 원격 모니터링 시스템이다.
- ②. 멀티 타겟(부동한 종류의 센서, 카메라 등)을 동기화 하여서 분석 할 수 있다.
- ③. TMO에 대한 검증과 한계분석의 실례이다.
- ④. 실제 모델검증을 거친다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 제 2장에서는 관련연구에 대해서 기술하고, 3장에서 TMO기반의 실시간 다중 상대 원격 모니터링 시스템의 설계에 대해서 설명한 후

2. 관련연구

2.1 TMO

TMO는 Kane.Kim 등에 의해서 개발된 Object Structuring Scheme이다.

TMO는 기존의 객체 모델을 경성 실시간 시스템에서 높은 효율성을 보일 수 있는 객체 모델로 확장하기 위한 연구에서 나온 결과이다. 따라서 TMO는 실시간 이 가지는 시간적인 특성과 행동을 쉽게 추상화 할 수 있는 구조를 가지고 있을 뿐 아니라, 적시 서비스 능력(timely service capability)을 시스템 설계 단계에서부터 보장할 수 있다.

TMO의 특징은 아래와 같이 요약할 수 있다.

①. 분산 컴퓨팅 컴포넌트

TMO 모델의 설계 개념 중 가장 두드러진 특징은 "RTCS(Real-Time Computing System)는 항상 TMO들로 구성된 네트워크의 형태를 취한다."라는 것이다. 다시 말해서, TMO들은 서버에 있는 서비스 메소드에 대한 클라이언트 호출을 통해서 서로 상호작용을 한다. 이때, 멀티노드의 TMO객체들은 non-blocking 형태의 RMI(Remote Method Invocation)를 통하여 분산 처리를 수행한다.

②. Spontaneous method (SpM)

Time-triggered method인 SpM은 클라이언트의 서비스 요청에 의해서 실행되는 SvM과는 달리 TMO 설계 시에 명세한 시간이나 주기가 되면 실시간 클럭(clock)에 의해 자동으로 실행되는 메소드다. SpM의 시간 조건은 디자인 시에 Autonomous Activation Condition(AAC)에

상수로 명세 된다.

SpM이 스케줄 될 수 있는 방법에는 두 가지가 있는데 프로그램시에 AAC를 정의하여 SpM이 정적으로 스케줄 되도록 하는 정적인 방법과, 설계 시에 다 수의 AAC를 선언하고, 시스템 수행 중에 후보로 등록된 AAC중 하나를 선택하여 SpM이 수행될 수 있도록 하는 동적 스케줄 방법이 있다.

③. Basic concurrency constraint (BCC)

TMO들의 시간적인 서비스 능력을 보장하기 위한 제약 조건으로써, SpM과 SvM이 공유데이터 ODS를 동시에 접근하려고 할 때 발생할 수 있는 충돌을 방지하기 위한 수행 규칙이다.

④. 종료시간과 데드라인 보장

디자이너가 메소드의 시작시간, 종료시간 그리고 데드라인을 명세함으로써 시스템의 적시 서비스 능력(timely service capabilities)을 디자인 단계에서 보장할 수 있도록 지원 한다.

현재 TMO 객체모델은 실시간 처리를 필요로 하는 군사, 공장제어, 교통, 그리고 멀티미디어 등의 응용과 실시간 시뮬레이션 분야에 적용되어 활발한 연구가 진행 중이다

2.2 그리드 컴퓨팅 (Grid Computing)

그리드(Grid)란 용어는 미국 시카고 대학의 컴퓨터공학과 교수 Ian Foster가 1998년 6월에 저술한 'The Grid: Blueprint for a new computing Infrastructure'가 발단이 되어 사용하기 시작했으며 현재는 지리적으로 분산된 각 기관의 자원(컴퓨팅 자원, 데이터, 실험장비, 센서, etc.)을 네트워크로 묶은 분산 컴퓨팅 하부구조를 이용한 서비스의 총칭으로 사용되고 있다.

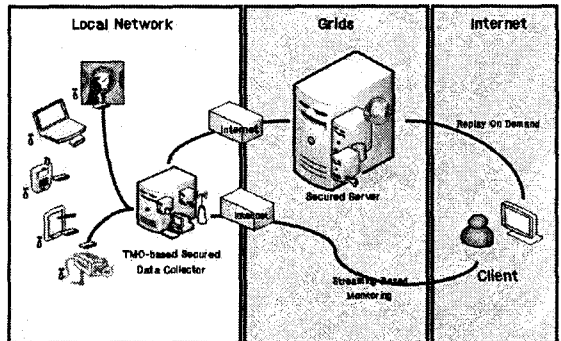
그리드는 단일 자원만을 이용하는 현재의 WWW(World Wide Web)와는 다른 서비스를 제공한다. 이것은 분산된 자원의 공유를 통한 협업, 데이터 공유, 계산 등을 목적으로 한다. 그리드는 자원의 공유를 통해 현재 하나의 슈퍼컴퓨터나 여러개의 노드로 구성되어 있는 클러스터만을 가지고 수행할 수 없는 공학·물리·생물·기상·우주항공 등 여러 분야에 활용할 수 있다.

지리적으로 분산된 컴퓨팅 자원에 접근하기 위해서는 사용자는 자원에 접근하기 위해서 인증(Authentication)과 권한(Authorization)관리가 필수적이다. 더욱이 기관간 사이를 넘어서는 그리드의 구조상 안전한 보안 메카니즘의 필요성은 더욱 요구된다. 이러한 오픈된 분산 네트워크상에서 그리드 자원에 대한 안전한 인증과 통신을 가능하게 하기 위해 Globus 툴킷은 GSI(Grid Security Infrastructure)를 제공한다. GSI는 그리드 시스템 간 인증, 접근 제어, 무결성, 부인방지 와 같은 표준 보안 기능을 가능하게 하는 하부구조를 제공한다. GSI는 전송되는 정보의 비밀 보장과 선택된 수신자만이 정보를 접근할 수 있는 접근 제어, 전송되는 정보의 변경되지 않음을 보장하고, 전송자의 신분을 증명하며, 사후 자신의 행위에 대한 부인을 방지하기 위한 효율적인 수단이 된다.

3. 시스템의 설계

3.1 시스템 구조

이 시스템은 크게 3개의 도메인으로 구성된다. Local Network, Grid, Internet 도메인에서 각각의 작업이 진행이 되며 중앙에 서버를 하나 두어서 중계 및 사용자의 요청에 응답을 준다. 기존에 있는 모니터링 시스템과 다른 점이라면 TMO 엔진을 토대로 그 위에 그리드 인증체계를 더 함으로써 실시간 모니터링, 그리드 수준의 보안과 데이터 관리가 가능하게 해준다.

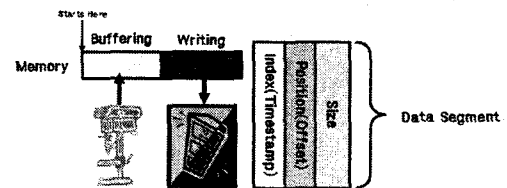


<그림 1>. 전체 시스템 구조

각각의 도메인의 기능은 다음과 같다.

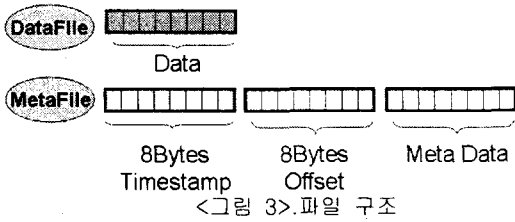
① 로컬 도메인의 다중 데이터 수집자.

TMO 엔진이 타임 매니저 역할을 을 하며, 10ms 단위의 정확도 제공을 목표로 한다. 이것은 모든 이동 가능한 센서를 쉽게 시스템에 연동할 수 있도록 있게 설계되었다. 이러한 다중 데이터 수집자는 GSI 인증을 통해 그리드 환경 상에 존재하는 데이터 저장소로 모니터링 데이터를 전송한다. 미세단위로 수집되는 데이터는 메모리에 버퍼링 되면서, 로컬 저장장치에 저장되며, 주기적으로 그리드 데이터 서버로 전송된다. 이렇게 하는 이유는 미세한 단위로 수집되는 데이터를 구조화하고 저장하는데 있어서 TMO의 데드라인 제약과 네트워크의 전송시간 사이의 충돌을 피하기 위한 것이다. 파일 구조는 아래와 같다.

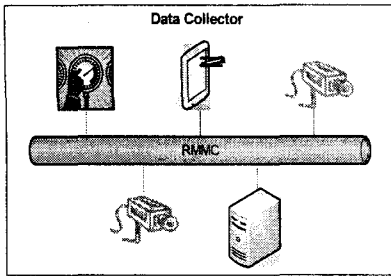


<그림 2>. 메모리 버퍼링 구조

파일은 데이터 파일과 메타파일로 나뉘어 저장 된다. 여기서 메타 파일은 크게 세 가지 정보로 구성되는데 여기에는 영상 혹은 센서데이터의 Timestamp, 데이터파일 내부에서의 위치(Offset), 해당영상의 검색을 위한 메타 정보 등이 저장된다. 그 구조는 다음과 같다.



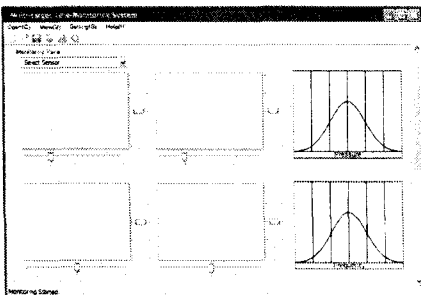
구조적으로 볼 때 데이터 수집자는 하나의 기본 클래스를 가지고 하위 센서는 기본 클래스로부터 상속을 받는다. 실제 센서는 또한 기본 클래스 밑에 있는 센서 별 기초 클래스에서 상속을 받아 확장을 하여 센서의 추가를 최대한 쉽게 하였으며 시스템의 재개발 효율을 증가시켰다.



통신방면에서 볼 때 센서와 데이터 수집자 사이에는 TMO 모듈웨어가 제공하는 RMMC채널을 통하여 센서들이 데이터를 구조화 하여 주기적으로 채널에 공유하게 되고 이것을 데이터 수집자가 일정한 간격을 두고 읽어 가는 형식을 취하고 있다.

② 그리드 데이터 서버

그리드 데이터 서버는 TMO 기반 데이터 수집자로부터 수집되는 각종 모니터링 데이터의 저장소 역할을 수행한다. 이것은 클라이언트상에서 데이터 서버로의 인증과 보안성 있는 데이터의 접근을 위한 환경을 제공함으로써 데이터의 안전한 관리를 가능하게 한다.

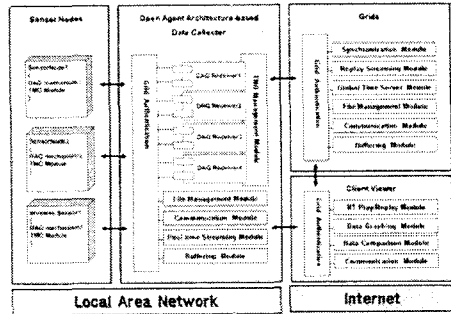


③ 원격 모니터링 뷰어

원격 모니터링 뷰어는 그리드 데이터 서버로부터 저장된 실험 데이터를 전송해와 각 데이터 포맷에 맞는 그래프

나, 테이블의 형태로 사용자에게 보여준다. 이러한 다중 데이터는 각각의 포맷과 시간 차이가 다르므로, 표현 포맷의 통일성과 동기화가 되어 함께 사용자가 볼 수 있도록 설계되었다. 뷰어는 두 가지 방식으로 나뉘는데 하나는 실시간으로 플레이 하는 것이고 다른 하나는 데이터 저장소의 데이터를 불러 동기화 시켜 보는 방식이다.

4.시스템의 구현



①Sensor Node

센서 노드들은 하나의 Base 클래스에서 상속받아서 자기의 특화된 기능을 구현한다. (예: VideoBaseClass, SensorBaseClass 등). 센서 객체와 데이터 수집자 사이는 로컬 네트워크로 연결이 되면 그 사이는 TMO 모듈웨어를 이용하여 통신을 한다. 이미지는 시스템구조의 데이터 수집자 부분을 참조하기 바란다.

통신을 할때 있어서 데이터는 하나의 구조화된 구조체에 포함되고 구조체 단위로 전송을 한다. 아래에 비디오 프레임의 구조를 보자.[표 1]

<표 1> 비디오 프레임 구조

```

typedef struct _SVideoFrame
{
    // the video frame size
    unsigned int nBytes;
    // the video frame ID
    int nFrameID;
    // the size of the codec format
    int CodecFmtSize;
    unsigned char CodecFormat [MAX_SIZE];
    // Pointer to the video frame
    unsigned char Data;
}SVideoFrame;
  
```

②Grid Authentication 모듈

그리드 환경에서 인증서를 받고 인증을 처리해주는 역할을 한다. 여기서 인증서 서버는 중앙에 있는 Central 서버가 담당을 하고 기타 서버/클라이언트는 단지 인증을 할 수 있는 정보를 받아오고 인증을 거칠 수 있는 기능만 갖고 있다.

③File Management Module

파일의 저장과 전송을 담당하는 모듈이다. 로컬영역에서 센서/카메라로부터 받아들여진 데이터를 현지 저장소에 저장함으로써 기기 간에 존재하는 지연 차이를 극복하고자 제안된 것이다.

파일 관리자는 파일을 미리 정해진 구조에 따라서 쓰고 저장된 파일을 중앙서버에 전송하고 클라이언트에서 리플레이 할 수 있도록 보조 작용을 한다.

④Communication Module

데이터 수집자와 중앙서버, 중앙서버와 클라이언트사이의 통신을 담당하며 TCP/IP방식을 취하며 그리드 인종, 스트리밍 등 부분이 해당된다.

⑤Realtime Streaming Module

센서에서 받아온 정보를 바로 클라이언트에 전달을 하여 실시간 모니터링이 가능하게 해준다.

⑥Synchronization Module

여러 개의 데이터 수집자와 중앙서버의 시간을 동기화하기 위한 모듈이다. GPS장비를 이용하여 TMO미들웨어에서 제공하는 시스템 시간과의 편차를 계산하여 각각의 시스템에 보정을 해주며 전반적인 동기화가 이루어 지게 된다.

⑦Data Graphing Module

센서에서 나오는 수치 데이터를 그래프로 화면상에 뿌려 주어 사용자가 편하게 볼 수 있도록 해준다. 참조수치, 갱신 주기 등 옵션이 있다.

⑧Replay Streaming Module

중앙서버에 저장된 구조화된 파일을 사용자의 요청에 의하여 언제 어디서든 다시 볼 수 있게 해준다.

⑨RT Play/Replay Module

해당 서버에 실시간 스트리밍, 다시 보기 요청을 하고 영상을 화면에 보여준다.

⑩Data Comparison Module

특정된 시간의 여러 센서거나 특정된 센서의 부동한 시간의 데이터를 비교하여 보여주는 모듈이다.

5. 본 시스템의 장점점

TMO기반의 실시간 멀티 타겟 모니터링 시스템은 객체간 통신 및 실시간성의 보장, 작업스케줄링, 보안 등 면에서 여러 가지 장점을 가지고 있다.

장점은 아래와 같다.

①본 시스템의 가장 큰 특징은 실시간을 보장하는 데 있다. 실시간 미들웨어로서의 TMO는 XP환경하에서 10ms 단위의 정확도를 제공하며 각각의 메소드에 데드라인을 줌으로써 작업의 시작, 주기, 종결 등을 예측성 있게 보장을 해준다.

②세밀한 단위의 시간을 사용함으로써 영상/센서데이터의 정확도와 참고가치가 있다. 10ms레벨의 작업 정밀도를 갖고 있어 차후 분석 시 사용자의 요구에 따라서 세부사항 참조가 가능하다.

③그리드 인종을 제공함으로써 그리드 환경의 보안을 실시간 시스템에 적용을 시킨 모델이다. 원격 실험의 중요한 문제인 보안에 대해서 GSI인종을 도입함으로써 실험 데이터에 대한 보안성을 유지시켜준다.

④RMMC[1](Real-time Multicast & Memory Replication Channel)을 제공함으로써 센서들 사이의 데이터 멀티캐스트와 공유를 쉽게 해준다.

이런 장점을 가지고 있는 반면 아래와 같은 제약도 가지고 있다.

①본 시스템의 객체는 동시에 시작을 하여야 한다. 예를 들어서 3개의 노드가 있다고 가정을 하면 2개의 노드만 따로 작업을 할 수 없다. 즉 모든 노드가 연결이 되었을 때만 비로소 미들웨어가 작용을 하기 시작한다.

②본 시스템의 특성상 다른 외부 객체와의 접촉이 다소 난이하다. TMO객체는 특정의 Gate를 통하여 내부통신과 외부 통신을 담당하고 있으며 단방향통신(외부->내부)만 지원이 된다.

③시간을 많이 소요로 하는 작업의 대량 처리가 어렵다. 실시간 미들웨어 특성상 데드라인의 우선순위가 매우 높다. 모든 작업은 데드라인이 되면 무조건 소멸되는데 시간을 소요로 하는 작업의 경우 별도의 방법을 취해야 한다.

6. 결론 및 향후 연구계획

본 논문에서는 TMO기반의 실시간 멀티 타겟 모니터링 시스템을 설계하고 온라인 모니터링과 실시간 시스템, 그리드 인종, 삼자를 결합하여 환경분야 실험모니터링 시스템을 구현한 것이다. 이 시스템은 멀티 타겟, 실시간 시스템, 그리드 환경 세 가지를 결합한 실제 응용모델로서 실시간 미들웨어(TMO)에 대한 한계분석을 하였고 현실적 응용을 통하여 검증할 것이다.

향후 시스템의 안정성과 동적인 센서와의 연동, 초고속 통신망에서의 고화질 카메라(HD Camera)의 원격 모니터링에 대해서 연구할 것이며 또한 여러 개의 분산된 센서 망을 동기화하고 통합하는 방법에 대한 연구도 진행 할 것이다.

참고문헌

[1]TMOSL_v4.18d_Manual
<http://dream.eng.uci.edu/TMOdownload/>
 [2]Kim, K.H., and Li, Y.Q., "Toward Easily Analyzable Sensor Networks via Structuring of Time-Triggered Tasks", Proc. FTDCS 2003 San Juan, Puerto Rico, May 2003, pp. 344-351.
 [3]Kim, K.H., im, C.S., M.C. Kim, Y.Q. Li, S.M. Yoo, and L.C. Zheng, "A Software Architecture and Supporting Kernel for Largely Synchronously Operating Sensor Networks", in B. Kleinjohann et al. eds., 'Design Methods and Applications for Distributed Embedded Systems' Kluwer, pp.133-144
 [4]Kim, K.H., "Toward New-Generation Object-Oriented Real-Time Software and System Engineering", Invited paper, SERI Journal, Taejon, Korea, Vol.1, No.1, Jan. 1977, pp.1-23.
 [5]Kim, K.H. and Subbaraman, C., "The TMO Structuring Approach and its Potential for Telecommunication Applications", Proc. ASSET '98 Richardson, TX, March 1998, pp.108-115.