

실시간 멀티미디어 스트리밍 구조

조은환*, 김문희

건국대학교 컴퓨터·정보통신공학과

e-mail: ehjo, mhkim@konkuk.ac.kr

Real-time Multimedia Streaming Architecture

Eun Hwan Jo*, Moom Hae Kim*

*Dept of Computer Science and Engineering, Konkuk University

요 약

분산 멀티미디어 기술이 궁극적으로 지향하는 것은 사용자들에게 선명한 화질과 뚜렷한 음성을 인터넷으로 전달하는 것이다. 이를 위해서, 대부분 멀티미디어 스트리밍 기술을 사용한다. 멀티미디어 스트리밍 기술은 최소한의 지연(delay)과 지터(jitter)를 갖는 네트워크 상에서 time-based media인 오디오와 비디오를 연속적으로 전달 및 처리하는 기술을 의미한다. 하지만, 지금까지의 멀티미디어 스트리밍 기술은 "Guarantee" 서비스가 아닌, "Best of quality" 서비스에 가깝다. 따라서, 본 논문에서는 "Guarantee" 서비스 지원 및 처리가 가능한 실시간 멀티미디어 스트리밍 구조를 설계하였다. 특히, MMStream TMO는 멀티미디어 데이터의 입출력 및 변환을 실시간으로 처리하는 TMO 객체로써, 복잡한 분산 멀티미디어 응용프로그램 개발이 용이하고, 신뢰성 있는 멀티미디어 스트리밍 서비스를 보장하도록 설계되었다.

1. 서론¹⁾

기존의 실시간 시스템은 자동차 제어 시스템, 공장 자동화 시스템, 항공/항만 관리시스템, 최신 무기 시스템 등 특정 도메인에 해당하던 기술이었다. 하지만, 고성능 장비가 저가로 공급되고 초고속 인터넷 인프라가 급성장함에 따라서, 분산 멀티미디어 처리 기술이 새로운 실시간 시스템 도메인에 포함될 수 있게 되었다.

분산 멀티미디어 시스템이 궁극적으로 지향하는 것은 인터넷 망을 통해서 사용자들에게 선명한 화질과 뚜렷한 음성을 신뢰성 있게 전달하는 것이다. 분산 멀티미디어 시스템은 이미 저장된 미디어는 물론 실시간으로 디지털타이핑(digitizing) 된 미디어 데이터를 연속적인 흐름상에서 처리 및 전달하는 스트리밍 기술을 사용한다.[1] 하지만, 대부분의 스트리밍 서비스는 네트워크의 지연(delay)으로 인한 지터(jitter) 발생 때문에 만족할 만한 서비스를 제공하지 못하고 있다.[3] 즉, "Guarantee"가 아닌 "Best of

quality"서비스에 의존하고 있다.

따라서, 본 논문에서는 이러한 문제를 보상하고 신뢰성 있는 서비스를 제공하기 위해서 TMO 기반의 실시간 멀티미디어 스트리밍 방법을 제시한다.

본 논문의 내용을 살펴보면 다음과 같다. 우선 2장에서는 본 연구의 접근방법으로 사용된 TMO 모델에 대해서 설명한다. 그리고 3장에서는 멀티미디어 스트리밍 기술에 대한 장단점 및 요구사항에 대해서 기술하고, 4장에서는 TMO 기반의 실시간 멀티미디어 스트리밍 구조에 대해서 설명한다. 특히 실시간 스트리밍 객체인 MMStream TMO에 대해서 자세히 설명한다. 마지막으로 5장에서는 본 논문의 결론과 향후 과제에 대해서 기술한다.

2. 관련 연구

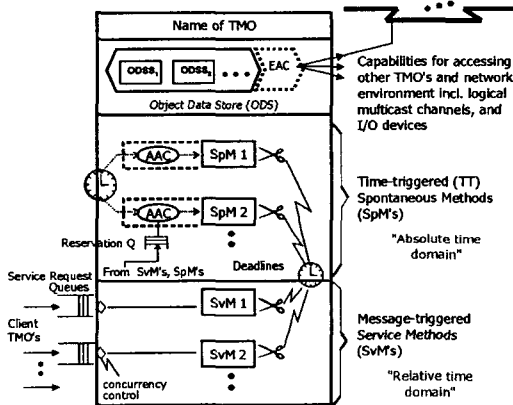
본 연구에서는 실시간 객체 모델인 TMO를 기본 접근방법으로 사용하고 있다. 따라서 본 장에서는 TMO의 기본구조와 특성에 대하여 살펴본다.[2,5,6]

2.1 TMO 모델

본 연구는 한국과학재단 목적기초연구(R01-2000-00284)와 정보통신부 ITRC 지원으로 수행되었음.

TMO 모델은 Time-triggered Message-triggered Object의 약자로서, Kane Kim 등에 의해서 개발된 Object Structuring Scheme이다. TMO는 기존의 객체 모델을 의미적으로 확장한 모델로써, 실시간 시스템이 가지는 시간적인 특성과 행동을 쉽게 추상화할 수 있는 구조를 가진다. TMO 모델의 구조는 다음 4개의 부분으로 구성된다.

- Object Data Store(ODS) : 실시간 데이터를 저장하기 위한 부분으로 Object Data Store Segment (ODSS) 단위로 관리된다.
- Environment Access Capability(EAC) : 외부와의 논리적인 통신 채널, 그리고 I/O 디바이스 인터페이스 등에 대한 연결 부분이다.
- Spontaneous method(SpM)
- Service method(SvM)



(그림 1) TMO 기본구조

(그림 1)은 TMO 객체 모델의 기본적인 구조를 보여주고 있으며, 기존의 객체 모형과는 다른 다음과 같은 특징들을 가지고 있다

- (1) 분산 컴퓨팅 컴포넌트
멀티노드의 TMO 객체들은 non-blocking 형태의 remote method call을 통하여 분산 처리를 수행한다.
- (2) Spontaneous method (SpM)
Time-triggered method인 spontaneous method (SpM)는 클라이언트의 서비스 요청에 의해서 실행되는 Service method(SvM)와는 달리 TMO 설계시에 명세한 시간이나 주기가 되면 실시간 클럭(clock)에 의해 실행되는 메소드다. SpM의 시간 조건은 다자인 시에 Autonomous Activation Condition(AAC)에 상수로 명세 된다. 다음은 AAC의 예를 보여주고 있다.

"for t = from 9:00am to 9:30am every 20min start-during (t, t+1min) finish-by t+5min"

- (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. 이때 SpM이 SvM 보다 더 높은 우선순위를 갖는다
- (4) 종료시간과 데드라인 보장
디자이너가 메소드의 시작시간, 종료시간 그리고 데드라인을 명세함으로써 시스템의 적시 서비스 능력 (Timely Service Capabilities)을 디자인 단계에서 보장할 수 있도록 지원한다

2.2 TMO 접근방법의 이점

본 연구와 관련하여 TMO 접근방법이 제공하는 이점은 다음과 같다.

- TMO는 복잡한 분산 멀티미디어 시스템을 쉽게 설계 및 구현할 수 있도록 하는 추상화 메커니즘을 제공한다.
- TMO는 분산 멀티미디어 시스템에서 가장 중요한 스트림 동기화 시간을 분석하여 정확히 명세 할 수 있도록 한다.
- 스트림의 동기화(intra-media synch, inter-media synch, lip synch) 처리를 실시간으로 지원하는 TMO 처리 엔진(TMOSM)을 제공한다.
- 실시간 응용프로그램 개발에 필요한 상위수준의 API 제공한다.

3. 멀티미디어 스트리밍 특성 및 요구사항

스트리밍(Streaming)이란 하나의 연속적인 흐름 상에서 live 또는 미리 저장된 데이터를 실시간으로 전달하는 클라이언트/서버 기술을 말한다. 특히, streaming networked multimedia는 실시간으로 압축된 live media 또는 이미 저장된 비디오 및 오디오 내용을 서버로부터 사용자 클라이언트에게 IP 네트워크를 통해서 전달하는 것을 말한다. 여기서, 네트워크를 통해 전송되는 패킷의 시퀀스(Sequence)가 데이터 스트림(stream)이다.

멀티미디어 스트리밍 기술이 포함하고 있는 기능적 의미는 다음과 같다.

- 연속적인 멀티미디어 스트림을 source(file, device, network)에서 sink(file, device, network)로 전달
- 연속적인 멀티미디어 스트림을 sink로 전달하기

전에 미디어 변환 및 처리 작업(filtering, encoding, decoding, multiplexing, de-multiplexing, mixing, synchronizing)들을 수행

멀티미디어 스트리밍이 고품질 서비스를 제공하기 위해서는 다음과 같이 중요한 몇 가지 요구사항을 만족해야 한다.

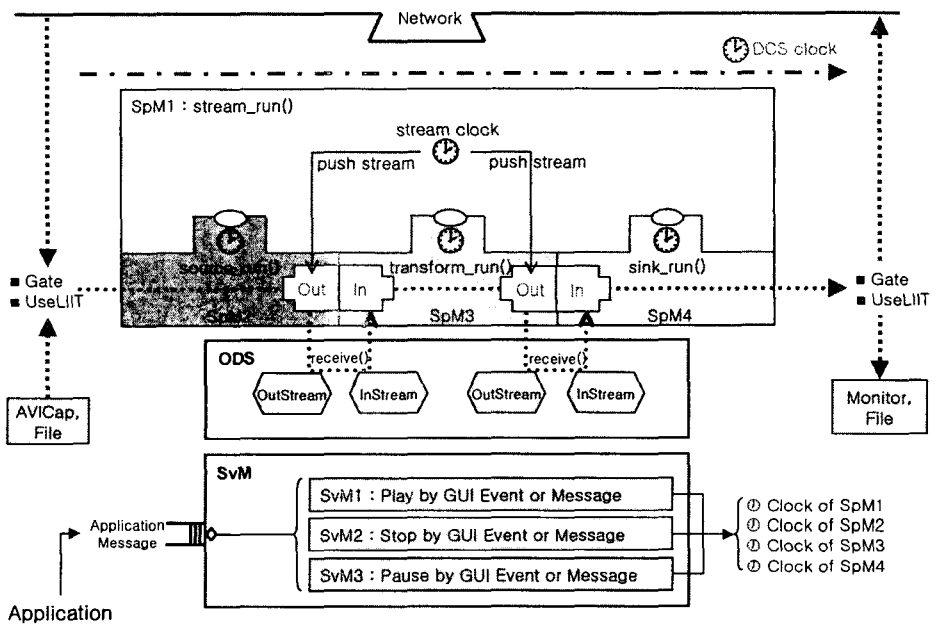
- 대용량 멀티미디어 데이터 스트림을 되도록 빨리 처리해야 한다.
- Intra-media synch, Inter-media synch, Lip synch 등의 동기화 조건이 정확히 지켜져야 한다.
- Local file, Network, I/O Device와 같은 다양한 Source와 Sink로의 입출력이 가능해야 한다.
- 프로그래머는 하위수준의 시스템 및 미디어 특성에 관계없이 응용프로그램을 구현 가능해야 한다.

멀티미디어 스트리밍 서비스는 주문형(On-Demand) 서비스와 생방송(Live Broadcasting) 서비스로 구분하며, 다자간 원격화상회의, VoD, 인터넷 방송 등 다양한 분야에 적용이 가능하다. 특히, 의료, 군사 분야에 적용할 경우에는 적시 서비스가 보장되는 멀티미디어 스트리밍 기술이 필수적이다. 이를 위해서, 4장에서는 TMO 기반의 실시간 멀티미디어 스트리밍 구조를 설계하였다.

System)으로 구분했었다.[4] 하지만, 멀티미디어 스트리밍 기술을 고품질 서비스 분야에 적용하기 위해서는 멀티미디어 스트림 데이터도 hard deadline 조건을 만족하도록 처리되어야 한다.

따라서, 본 논문에서 TMO 기반 실시간 멀티미디어 스트리밍 구조를 설계하는 목적은 분산 네트워크 환경에서 time-dependent media를 액세스, 동기화, 변환(transform) 등을 실시간으로 처리할 수 있도록 하기 위해서다. (그림 2)는 본 논문에서 설계한 MMStream TMO 구조를 보여주고 있다.

MMStream TMO는 응용프로그램 개발에 필요한 프로그래밍 인터페이스(API, GUI 형태의 개발 도구, 그리고 미들웨어 형태의 TMO 처리엔진[4,7]과 함께 분산 멀티미디어 응용프로그램 개발을 위한 프레임워크를 구성한다. 본 장에서는 실시간 멀티미디어 스트리밍의 핵심 부품인 MMStream TMO 설계 내



(그림 2) MMStream TMO 기반의 실시간 멀티미디어 스트리밍 구조

4. TMO 기반의 실시간 멀티미디어 스트리밍

본 장에서 제시하는 실시간 멀티미디어 스트리밍 기술이란 분산 멀티미디어 시스템이 적시 서비스 능력을 보장할 수 있도록 하는 TMO 기반의 스트리밍 기술이다. 기존의 멀티미디어 스트리밍 기술은 Time-based media인 비디오 및 오디오 데이터를 처리하는 연성 실시간 시스템(Soft Real-time

용에 대해서 자세히 기술한다.

(그림 2)에서처럼, MMStream TMO는 멀티미디어 스트림을 실시간으로 처리하도록 만들어진 공장 과도 같아서, 정해진 시간에 맞춰서 자동으로 멀티미디어 스트림을 처리함으로써, 신뢰성 있는 서비스를 생산하도록 한다. 이를 위해서는 우선, 멀티미디어 서비스의 재료인 raw media data를 다양한 소스

(Capture Device, Disk File, Network)로부터 읽어온 이후에 MMStream TMO 내부에 있는 여러 개의 transform filter를 통해서 자동으로 가공처리 한다. 특히, 이러한 처리과정에 있어서 가장 중요한 것이 시간이다. 기계들이 정확한 시간에 동작해야만 상품의 품질을 유지할 수 있기 때문에, 각 filter들의 동기화 시간이 정확히 지켜져야 함은 물론, 주어진 deadline 안에 처리되어야 한다. MMStream TMO는 처리된 멀티미디어 스트림을 다양한 목적지(Display Device, Disk File, Network)로 보냄으로써 스트리밍의 모든 과정을 끝마치게 된다.[8]

MMStream TMO의 내부 구성요소와 역할은 다음과 같다.

- ODS : 데이터 스트림을 저장하기 위한 부분으로서, SpM filter들을 연결하는 역할을 한다. ODSS인 OutStream과 InStream은 RTStream 객체를 상속함으로써 구현이 가능하다. 그리고 ODSS간에 스트림 이동은 push 동작을 통해 이루어지며, SpM1이 이 동작을 제어하게 된다.

- SpM : 스트리밍에 참여하는 MMStream TMO의 SpM은 기본적으로 스트리밍 흐름을 제어하는 역할을 한다. 이때, SpM1은 전체적인 데이터 흐름을 조절하는 기능을 담당하고, SpM2, SpM3, SpM4는 Source, Transform, Sink 필터 역할을 각각 담당하게 된다. Filter SpM들은 내부적으로 Out과 In이라는 포인터를 사용하여 ODSS에 접근할 수 있다. 그리고 각각의 SpM들은 미디어 특성 및 QoS 조건에 맞는 AAC에 의해서 자동으로 활성화(activation) 된다.

- SvM : 응용프로그램의 메시지 요청에 따라, 스트리밍을 진행(Play), 일시정지(Pause), 정지(Stop)시키는 역할을 한다. 이때, SvM은 SpM들의 AAC를 목적으로 트리거(trigger)시킴으로써 스트리밍 흐름 제어가 가능해진다.

5. 결론 및 향후계획

MMStream TMO는 멀티미디어 스트리밍 기술에서 필요한 요구사항과 문제점을 해결하기 위해서 디자인된 실시간 멀티미디어 스트리밍 모델이다.

결국, 본 논문에서 설계한 MMStream TMO는 미디어 동기화, 하드웨어 특성, 데이터 전송 등의 복잡성을 응용프로그램 개발로부터 분리시켜서 실시간 멀티미디어 응용프로그램 설계 및 구현을 쉽게 할 수 있도록 한다. 그리고 TMO 특성에 따라, 정확한

동기화 처리가 가능한 구조를 갖는다.

현재, MMStream TMO가 제공할 API를 정의하고 있으며, 본 논문에서 제시한 구조를 TMOSM 환경에서 구현함으로써 실시간 멀티미디어 스트림 처리를 검증할 계획이다.

참고문헌

- [1] IONA Technologies, Plc, Siemens-Nixdorf AG, and Lucent Technologies, Inc, "Control and Management of Audio/Video Streams", OMG RFP Submission, Supported by Fore Systems, Inc, May 7 1997.
- [2] Kim, K and Kopetz, H., "A Real-Time Object Model RTO.k and an Experimental Investigation of Its Potentials", Proc. COMPSAC'94, Nov. 1994, Taipei, pp.392-402.
- [3] Kadur, S., Golshani, F., and Millard, G, "Delay-jitter control in multimedia application", Multimedia Systems, No. 4, 1996, pp.30-39.
- [4] Kim, J.G., Kim, M.H., Min, B.J., and Im, D.B., "A Soft Real-Time TMO Platform - WTMOs - and Implementation Techniques", Proc. ISORC'98, Kyoto, Japan, April 1998.
- [5] Kim, K., "Toward New-Generation Object-Oriented Real-Time Software and System Engineering", SERI Journal, Vol. 1, No. 1, Korea, January 1997, pp.1-13.
- [6] Kim, K., "Object Structures for Real-Time Systems and Simulators", IEEE Computer, August 1997, pp.62-70.
- [7] Kim, K., "Object-Oriented Real-Time Distributed Programming and Support Middleware", Proc. ICPADS 2000, Iwate, Japan, July 2000, Keynote paper, pp.10-20.
- [8] Microsoft Corporation. "Microsoft DirectX8.1: DirectShow", MSDN Library, 2002, http://msdn.microsoft.com/library/default.asp?url=/library/en-us/dx8_c/directx_cpp/htm/directshow.asp