

DTS 를 이용한 MPEG-4 미디어 오브젝트 스트리밍 시스템에 관한 연구

한종민*, 정진환, 유 혁
고려대학교 컴퓨터학과
e-mail : jmhan@os.korea.ac.kr

A Study on MPEG-4 Streaming System Using DTS for QoS(Quality of Service)

Jong-Min Han*, Jin-Hwan Jeong, chuck Yoo
Dept. of Computer Science & Engineering, Korea University

요 약

멀티미디어 서버는 클라이언트가 요청한 멀티미디어 데이터 스트림을 효율적으로 제공하기 위해 사용된다. 현재, 정보통신 기술의 발달로 인해 멀티미디어 서버는 멀티미디어 정보를 온라인으로 서비스 할 수 있게 되었다. 하지만 네트워크 상에서 발생하는 Packet Delay 에 때문에 서버에서 사용자에게 연속적이고 엄격한 실시간 제약이 있는 비디오 전송과 같은 멀티미디어 서비스를 제공하는 것은 매우 힘들다. 따라서, 본 논문에서는 서버에서 필요한 Packet 를 먼저 전송하여 Packet Delay 를 줄이는 방법을 제안하였다. MPEG-4 에서 오브젝트의 AU(Access Unit)들의 디코딩 시간을 표시하는 DTS(Decoding Time Stamp)를 참조하여 생성된 Deadline threshold 를 기준으로 Deadline 이 가장 빠른 AU 부터 전송하는 스케줄링 알고리즘을 이용하여 MPEG-4 미디어 오브젝트를 스트리밍한다.

1. 서론

네트워크의 발전 속도와 더불어 인터넷 사용자가 증가하면서 멀티미디어 서비스에 대한 요구가 크게 늘어났다. 이런 요구는 통신 기술의 발달로 인해 문자 정보, 정지화상, 동영상과 같은 멀티미디어 정보에 대한 온라인 서비스를 가능하게 하였다. 하지만, 이런 역할을 하는 멀티미디어 서버에서 제공되는 대부분의 멀티미디어 데이터들은 전송 지연에 민감하기 때문에 실시간 요구 조건을 충족시키면서 연속적으로 제공될 때만 의미 전달이 가능하다[1]. 그러므로 네트워크 상에서 멀티미디어 서비스를 지원하기 위해서는 QoS(Quality of Service) 유지 전송이 필수적이라 할 수 있다[2].

하지만, 네트워크 상에서 주로 발생하는 Packet Delay 와 Packet loss 때문에 서버에서 멀티미디어 서비스를 지속적으로 제공하는 것이 어렵다[3]. 이와 같은 문제점을 해결하기 위해서 서버에서 미디어 오브젝트 스케줄링을 통해 필요한 Packet 를 먼저 전송하여 Packet

Delay 를 줄이는 방법을 제안한다.

본 논문에서 제안하는 방법은 MPEG-4 에서 동기화에 사용되는 DTS[4][6](Decoding Time Stamp)를 사용하여 미디어 오브젝트 AU(Access Unit)들의 Deadline threshold 를 구하고, EDF(Earliest Deadline First)를 이용하여 미디어 오브젝트 AU(Access Unit)들의 Deadline 이 빠른 것부터 전송하는 스케줄링 알고리즘을 이용하는 것이다. 이 방법은 클라이언트에 오버헤드를 가하지 않고, 서버에서 디코딩 시간이 가장 빠른 오브젝트를 먼저 전송해 줌으로써 Continuous Media 에서 중요한 연속적인 비디오 전송 서비스를 제공할 수 있다는 점에 의의가 있다.

본 논문 구성은 다음과 같다. 2 장에서는 DTS 를 설명하는 MPEG-4 시스템 디코더 모델에 대해 설명하며, 3 장에서는 DTS 와 EDF 알고리즘, Object Scheduling 방법을 설명하고, 새로운 스트리밍 시스템 모델을 제시한다. 그리고, 4 장에서 결론과, 5 장에서 향후 계획을 설명한다.

2. 배경 설명

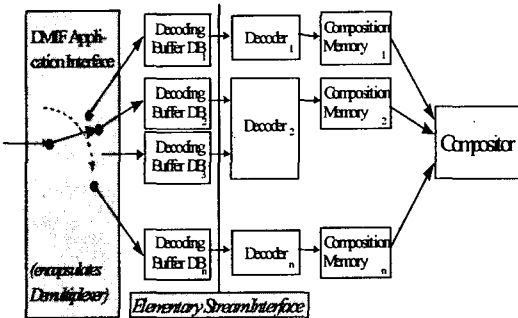
이 장에서는 DTS 와 EDF 적용한 MPEG-4 미디어 오브젝트 스트리밍 기법을 논하기에 앞서서 DTS 와 관련된 MPEG-4 시스템 디코더 모델에 대해서 간략히 살펴보겠다.

2.1. Systems Decoder Model 에 대한 고찰

Systems Decoder Model (SDM)의 적용 목적은 다음과 같다. 이는 송신 측에서 수신 측이 어떻게 버퍼를 관리하는 지와 미디어 오브젝트들 간의 동기화 문제에 대해서 어떻게 처리를 하는지를 예측할 수 있는 모델을 제시해준다. 또한 Systems Decoder Model 은 timing model 과 buffer model 을 포함하고 있다. 이러한 Systems Decoder Model 은 다음사항을 제시한다[4].

- Demultiplexing 된 data stream 을 제어할 수 있는 인터페이스
- 각각의 Elementary Stream 에 대한 압축된 데이터를 decoding 하기 위한 버퍼
- 미디어 오브젝트 decoder 에 대한 특성
- 각각의 미디어 오브젝트에 대한 압축된 데이터를 위한 Composition Memory

Systems Decoder Model 은 [그림 1]과 같다.



[그림 1] Systems Decoder Model

Systems Decoder Model 은 Access Unit[3]가 패킷화 될때에 그 패킷 헤더부에 동기 관리를 위한 시간정보가 부가 되는데 그 중에 하나가 DTS 이다. [그림 1]에서 디코딩 버퍼에서 미디어 오브젝트 디코더로 옮겨가는데 DTS 를 이용한다[4].

Systems Decoder Model 의 구성은 다음과 같다[3].

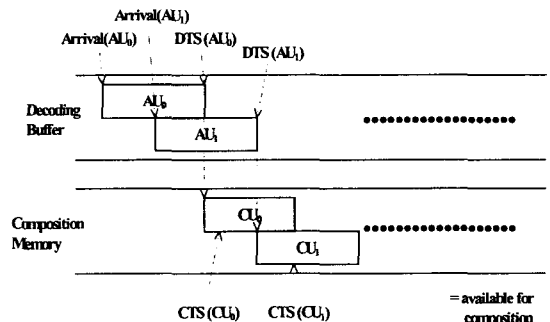
- Stream Multiplex Interface (SM) - DMIF 와의 인터페이스 제공
- SL-Packetized Stream (SPS) -
- Access Units (AU) - ES 을 분할하여 얻음, 디코딩과 합성을 위한 시간관리 및 동기화를 위한 처리 단위가 된다.

- Decoding Buffer (DB) - AU 를 보존하는 버퍼
- Elementary Streams (ES) - 개별 부호화 비트 스트림, MPEG-4 비주얼등의 인코더, 디코더 입출력 해당
- Elementary Stream Interface (ESI)
- Media Object Decoder - AU 를 입력으로 하여 Compositoin Unit 를 출력
- Composition Units (CU) - MPEG-4 비주얼에서 VOP 에 해당
- Composition Memory (CM) - 합성을 위하여 CU 를 보존하는 메모리, Random Access 가 허용
- Compositor - 장면 기술을 기초로 CU 를 합성

3. 새로운 스트리밍 모델

3.1. DTS(Decoding Time Stamp)

Systems Decoding Model 를 참조하면 MPEG-4 에서 동기화를 맞추기 위해서는 DTS 와 CTS(Composition Time Stamp)를 사용한다[4][5]. DTS 는 지터(jitter)나 비트율의 변화를 수용하기 위해서 미디어 데이터의 디코딩 시에 동기화를 맞추어 주기 위해서 사용된다. 이런 DTS 를 맞추기 위해서 임시로 데이터를 저장할 수 있는 공간이 필요한 데 이 공간을 디코딩 버퍼로 정의해서 사용한다[그림 2][4]. 반면 CTS 의 경우에는 MPEG-4 데이터의 재생 순서와 디코딩 순서의 차이에서 생기는 시간 문제나 각 AU(Access unit)이 디코딩 시간에 생길 수 있는 시간 차이 등에서 발생하는 오류를 막기 위해서 재생 시에 한번 더 시간 정보를 맞추어 주기 위한 것이다.



[그림 2] Access Unit and Composition Unit

이처럼 DTS 와 CTS 두 개의 시간 정보를 사용하던 사용자 인터페이스 상에서 가장 최적의 동기화를 구현 할 수 있으나 클라이언트의 오버헤드가 커지고[6], 서버에서는 Deadline threshold 를 구하기 위한 계산량이 커지므로 DTS 만을 이용하는 것이 효율적이다.

3.2. EDF(Earliest Deadline First) 알고리즘

본 논문에서 참고하는 EDF 는 비디오 패킷 스케줄링 기법에 사용된 것이다[7][8]. MPEG-1, MPEG-4, H.263 과 같은 비디오 데이터의 경우 가장 중요한 비디오 데이터 1 프레임에 우선 순위를 두고, 나머지는

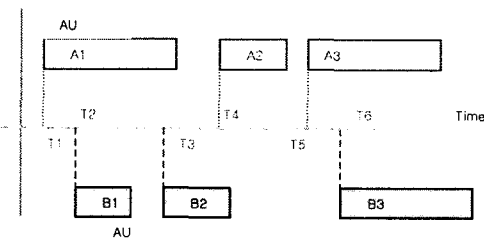
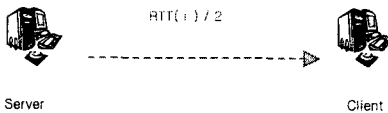
프레임들은 각 프레임 재생 시간과 관련되어 계산된 Deadline threshold 에 따라 패킷 스케줄링을 하는 방법이다. 이러한 비디오 패킷 전송 스케줄링을 통해서 클라이언트의 버퍼를 효율적으로 사용할 수 있는 이점을 얻을 수 있다. 본 논문에서는 DTS 에서 구한 Deadline threshold 를 미디어 오브젝트 AU 에 적용하여 스케줄링을 하고자 한다.

3.3. Object Scheduling 알고리즘

단순히 각 미디어 오브젝트들의 AU(Access Unit)를 FIFO(First-in First-out)대로 서비스하게 되면, 디코딩 타임이 빠른 AU 들이 제때에 전송되지 못하고 기다리는 경우가 발생할 수 있다. 따라서, 각 미디어 오브젝트들의 AU 의 DTS 를 이용하여 Deadline threshold 를 정하고, EDF 를 알고리즘을 참조하여 효과적인 스케줄링 알고리즘을 제안하였다.

같은 오브젝트내에서 AU 들을 $\{a_0, a_1, a_2, \dots\}$ 이라고 가정하고 각 AU 들의 DTS 을 $\{t_0, t_1, t_2, \dots\}$ 이라고 하자. 그리고 서버와 클라이언트 사이의 RTT 값을 r 이고, a_0 가준으로 한 현재 시스템 시간을 θ 이라 하자.

a_0 가 전송 된 후, a_1 이 전송되어야 하는 시간의 Deadline 은 $t_1 - t_0 = r/2$ 가 되는 시간까지 가능하다[그림 2] 참조. $t_1 - t_0 > r/2$ 되면 a_0 가 이미 디코딩 버퍼에서 없어져 버린다. 그리고 a_0 가 전송 된 후 경과 된 시간을 알아야 하기 때문에 $t_0 + \theta$ 이 $t_1 - t_0 - r/2$ 되기 전에 a_1 이 전송되어야 한다. 따라서 a_1 의 Deadline threshold 는 $2t_1 - t_0 + \theta$ 이 된다. $t_1 > 2t_1 - t_0 + \theta$ AU 를 skip 하게 되고, 반대로 $t_1 < 2t_1 - t_0 + \theta$ 이면 전송하게 된다.



[그림 3] Object Scheduling

[그림 3]에서 Time 은 시스템 시간을 나타낸다. A1 이 처음 전송 되기 시작되는 시간이 T1 이 된다. 그리고 AU 간의 차이(T1 과 T2)는 DTS 차이가 된다. [그림 2]와 달리 DTS 를 AU 앞에 표시한 이유는 서버에서는 Sync Layer 에서 Header 를 채울 때, DTS 값을 얻어 오기 때문이다.

본 논문에서 제안한 알고리즘을 이용하면 [그림 3]

과 같이 두 개의 미디어 오브젝트를 스케줄링 할 때 A1 이 전송 된 후에, 상대적으로 DTS 차이가 작은 B1 이 전송 된 후에 B2 가 전송된다.

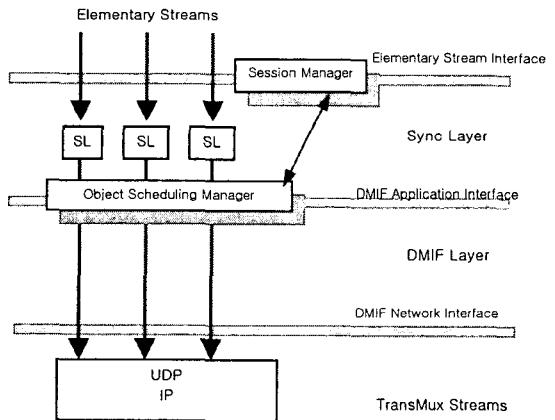
3.4. 미디어 오브젝트 스트리밍 시스템 모델 설계

Object Scheduling 알고리즘을 이용하여 MPEG-4 데이터의 전달계층에 관하여 정의하고 있으며 전송매체에 대한 통합된 환경을 지원하는 DMIF 를 사용하는 멀티미디어 서버를 설계하고자 한다.

3.4.1. Object Scheduling Manager 구조

Object Scheduling 를 제어하는 부분은 Elementary Stream 를 AU 로 패키징 시키는 Sync Layer 와 DMIF Layer 사이에 위치한다.

MPEG-4 응용 계층에 위치한 Session Manager 와 ObjectScheduling Message 를 주고 받으며 상호 작용을 한다.



[그림 4] Object Scheduling Manager 구조

3.4.2. DMIF 서버 구조

Sync Layer 는 스트리밍 데이터의 동기화를 위하여 각 미디어의 Elementary stream 을 SL 패키징 스트림으로 만드는 기능을 수행한다[9]. 시스템 디코더 모델을 이용하기 때문에 [그림 4]와 같이 elementary Stream 를 AU 로 패키징 하는 동안 스케줄링에 필요한 Deadline threshold 를 얻는데 시스템에 다른 오버헤드가 걸리지 않는다.

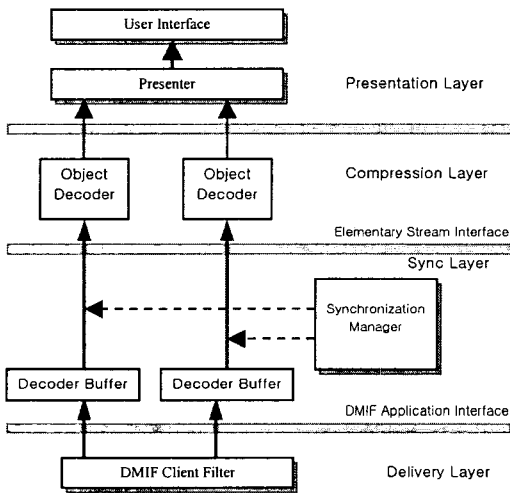
Delivery Layer 는 미디어 데이터를 전송하고, 클라이언트에서 서버측으로 전달되는 업 스트림을 수신하여 Session Manager 에게 알리는 기능을 한다.

3.5. 클라이언트 구조

MPEG-4 참조 소프트웨어인 IM1-2D 플레이어를 기반으로 설계 되었다[그림 5].

클라이언트는 서버측에서 전송되는 데이터를 수신하여 오브젝트 디코더 버퍼(Object Decoder Buffer)에 저장한다. 디코더 버퍼는 데이터가 실제 디코딩이 시작되기 까지 저장되는 버퍼로 Synchronization Manager에 의해서 시간이 체크되고 재생시간을 만족하는 데이터는 각각의 미디어 디코더로 전달 된다.

Synchronization Managers는 일정시간마다 타이머가 동작하여 현재의 시스템 시간을 재생시간으로 변경한 후, 현재 디코더 버퍼에 있는 데이터가 재생시간을 만족하면 각각의 디코더로 전달 될 수 있도록 제어 한다. 각각의 디코더는 데이터가 전달되면, 약간의 디코딩 지연 시간을 가진 후에 사용자 인터페이스 상에 바로 재생이 된다.



[그림 5] 클라이언트 구조

4. 결론

저속의 대역폭에서도 작동이 되는 것을 목표로 설계한 MPEG-4 시스템은 분산되어있는 다수의 미디어 오브젝트들을 통합해서 프리젠테이션 할 수 있는 시스템이다. 그러나 네트워크 상에서 발생하는 Packet Delay 에 의해 서버에서 미디어 오브젝트들을 효과적으로 스트리밍 서비스 하기가 어렵다.

본 논문에서는 이러한 문제점을 해결하기 위하여 오브젝트의 AU 별로 DTS 를 고려하여 생성된 Deadline threshold 를 이용하여 EDF 알고리즘을 응용한 스케줄링 방법을 제시하였다. 이렇게 함으로써 필요한 미디어 오브젝트들을 먼저 전송함으로써 사용자에게 효과적으로 연속적인 비디오 전송을 할 수 있다.

5. 향후 계획

Object Scheduling Manager 는 현재 구현 중에 있다. 먼저 이러한 구현을 가능하게 할 MPEG-4 decoder 로 IMI 이 나와있는데, 이를 이용하여 먼저 실험 환경에

필요한 각각의 레이어의 수정 작업과, 필요한 DMIF 구현 그리고 Object Scheduling Manager 의 구현을 하고 성능 측정을 할 예정이다.

이러한 일련의 연구는 QoS 을 유지하면서 다수의 사용자에게 멀티미디어 서비스를 제공 할 수 있는 시스템 개발에 이바지 할 것으로 보인다.

참고 문헌

- [1] M.H. Vin, P. Goyal and Anshuman Goyal, "A Statistical Admission Control Algorithm for Multimedia Servers," Proc. of the ACM Multimedia 94, pp33-40, Oct. 1994
- [2] Hassn Shojania, Baochun Li, "Experiences with MPEG-4 Multimedia Streaming," MM'01, Oct, 2001
- [3] Special issue on real-time video services in multimedia networks, IEEE Jon Selected Areas in Commun.,vol 15,Aug 1997
- [4] ISO/IEC 14496-1 Information Technology Generic Coding of Audio Visual Objects Part 1 : Systems
- [5] P. Venkat Rangan, Sribari Sampath Kumar, and Sreerang Rajan "Continuity and Synchronization in MPEG", IEEE Journam on selected areas in communications, vol14, NO.1., January 1996
- [6] 이동훈, 이현주, 박지현, 김상욱, "멀티 채널과 DTS 를 적용한 MPEG-4 재생기의 구현", 춘계 정보 과학회, 2000 년 4 월
- [7] 석용호, 이 용, 최양희, 박 현, "실시간 비디오 전송을 위한 패킷 스케줄링 기법", 춘계 정보 과학회, 2000 년 4 월
- [8] Sang H. Kang and Avidesh Zakhor, "Packet scheduling Algorithm for Wireless Video Streaming," PV2002
- [9] ISO/IEC 14496-6 : PDAM 1 Information Technology Very Low Bitrate Audio Visual Coding Part 6 : Delivery Multimedia Integration Framework (DMIF)