

분산 멀티미디어 스트리밍 시스템 설계 및 구현

김상국*, 신화종*, 김세영*, 신동규*, 신동일*

*세종대학교 컴퓨터공학과

e-mail:{kimsk, shinhj, seykim, shindk, dshin}@gce.sejong.ac.kr

Design and Implementation of a Distribute Multimedia System

Sang-Kuk Kim*, Hwa-Jong Shin*, Se-Young Kim*,
Dong-Kyoo Shin*, Dong-Il Shin*

*Dept of Computer Engineering, Se-Jong University

요약

웹이 등장하면서 지금까지 인터넷 상에서 텍스트와 이미지를 이용하여 정보를 표현하고 전달하는 방법이 가장 많이 사용되어왔다. 그러나 웹 관련 기술의 비약적인 발달과 네트워크 속도의 증가 및 인터넷의 급속한 보급으로 단순한 텍스트와 이미지 중심의 HTML 문서를 이용한 정보의 전달이 아닌 멀티미디어 데이터를 이용한 정보의 표현과 전달이 점차 중대되고 있다. 이에 따라 멀티미디어 데이터를 전송하기 위한 스트리밍 프로토콜도 등장하였다. 최근에는 컴퓨터의 성능 증가 및 네트워크 속도의 증가(초고속 통신 서비스의 보급)에 의해 멀티미디어 데이터의 전송이 가능해짐으로써 기존의 공중파나 CATV 방송국의 형태 지니고 인터넷 상에서 실시간 생방송 서비스와 VOD(Video On Demand) 서비스를 제공하는 인터넷 방송국이 급속하게 생겨나고 있다.[1] 인터넷 방송은 동영상과 오디오의 실시간 전달을 가능하게 하는 멀티미디어 스트리밍 기술과 멀티미디어를 실시간으로 전송할 수 있는 실시간 전송 프로토콜을 기반으로 발전하고 있다. 인터넷 상에서 멀티미디어 스트리밍 서비스를 하는 대부분의 인터넷 방송은 스트리밍 서버로서 RealNetworks사의 RealSystem과 Microsoft사의 WMT(Windows Media Technologies)를 사용하고 있다. 본 논문은 Real Server와 WMT의 비교 분석을 통해 실시간 전송 프로토콜을 지원하고, 멀티미디어 스트리밍 기술을 지원하는 자바를 기반으로 한 분산 서버 구조의 스트리밍 서버, 서버간의 부하를 제어하는 미들웨어, 멀티미디어 스트림을 재생할 수 있는 클라이언트를 설계하고 구현한다.

1. 서론

인터넷 상에서 현재까지는 텍스트와 이미지를 이용하여 가장 많이 정보를 표현하고 전달하였다. 실제로 기존에는 네트워크 상의 전송 속도의 제약과 웹의 제한적인 보급, 주변 기기의 성능의 제약으로 인해 많은 대역폭의 요구 및 컴퓨터의 성능의 부족으로 멀티미디어 콘텐츠 표현 방법의 제약이 많았다.

하지만 최근 들어 네트워크 속도의 증가, 인터넷 사용자의 증가 및 컴퓨터 및 주변기기들의 발전으로 단순한 텍스트나 이미지로의 표현이 아닌 좀 더 다양한 정보 전달 및 표현 방법으로 멀티미디어 콘텐츠를 이용한 정보 전달 및 표현이 가능해졌다. 이로 인해 방송과 통신의 융합 형태인 인터넷 방송국이

등장하게 되었다. 인터넷 방송은 인터넷을 통해 멀티미디어 콘텐츠를 실시간으로 송/수신할 수 있는 시스템을 일컫는다. 인터넷 방송은 "Streaming Media", "Webcasting", "Internet Broadcasting" 등의 기술을 운용하고 있다. 현재 각 방송사들이 이러한 기술을 도입하여 사용하고 있다. 인터넷 방송국은 기존의 방송국과 달리 적은 자본으로 설립할 수가 있고, 또한 일방적인 전파를 통한 방송과 같이 broadcast방식이 아닌 사용자가 원하는 내용을 원하는 시간대에 선택해서 볼 수 있는 장점이 있다 [1]. 인터넷 방송은 최근에 급속히 발전하는 인터넷 인프라와 관련 기술, 아날로그 콘텐츠의 확보와 제작을 통해 발전하고 있다. 또한 최근에 인터넷 인프라는 대용량의 멀티미디어 정보를 수용/전송할 수

있는 초고속 정보통신망의 구축과 서비스를 통해 인터넷상에서 멀티미디어를 제공할 수 있는 기반을 제공하고 있고, 인터넷 관련 기술은 동영상과 오디오의 실시간 전달을 가능하게 하는 스트리밍 기술의 발전과 멀티미디어를 실시간으로 전송할 수 있는 실시간 전송 프로토콜에 의해 실시간으로 인터넷 방송이 가능하게 되었다. 현재 인터넷 방송국을 지원하기 위한 스트리밍 기술로 Real Network사의 Real Server와 Microsoft의 WMT기술이 많이 사용되고 있다. 본 논문은 실시간 전송 프로토콜[4][5]과 분산 환경의 서버/클라이언트 구조를 소개하고, 개발 중인 자바 기반의 실시간 방송 서비스와 VOD 서비스를 제공하는 스트리밍 서버와 미들웨어, 스트리밍 미디어 재생기(클라이언트)에 대한 전체 시스템을 설계하고, 각 모듈별 특성에 대해서 논의하고, 결론 및 향후 개발 발전 방향에 대해서 살펴본다.

2. 관련 연구

2.1 실시간 프로토콜

웹상에서 TCP 기반 HTTP 프로토콜은 데이터 전송/수신시에 데이터의 안정성에 중점을 두고 있어서 멀티미디어 콘텐츠 전송시에는 전송 오버헤드, 네트워크 지연, 멀티미디어에 대한 timestamp 정보나 기능에 대한 취약함등의 단점을 지니고 있다. 이러한 단점을 보완하기 위해서 멀티미디어 콘텐츠 전송/수신에서 사용되는 실시간 전송 프로토콜은 UDP 프로토콜 기반에서 설계된다[4]. UDP 프로토콜은 데이터 전송시 완전한 데이터 전송(안정성)을 보장하지 않지만 이러한 기능은 수신측(클라이언트)의 부담으로 남겨두고 네트워크 전송 오버헤드나 지연에 관한 적은 제약으로 인해 UDP 프로토콜을 사용한다.

2.1.1 RTP(Real-Time Transport Protocol)

RTP[4]는 비디오, 오디오 스트림과 같은 실시간 데이터 전송에 대한 지원을 제공하는 IP 기반 프로토콜이다. RTP에 의해서 제공되는 서비스들은 time reconstruction, loss detection 그리고 content identification을 포함한다. 지원되는 전송 방식은 multicast와 unicast 두 가지 방식을 제공한다. 멀티미디어 콘텐츠를 수신하여 재생하기 위해서는 적절한 타이밍을 요구하는데 RTP는 이를 위해서 timestamping, sequence numbering 과 같은 메커니즘을 제공한다. 이 메커니즘을 이용하여 RTP는 종단간 실시간 데이터 전송을 하여 어플리케이션 측에서 timestamp, sequence number를 이용하여 서로 다른 스트림을 동기화 시키게 되고 sequence

number를 통하여 데이터 수신시에 패킷의 순서를 재정렬하게 된다. 또한 payload type을 이용하여 수신되는 데이터의 종류를 식별하게 된다.

2.1.2 RTCP(RTP Control Protocol) 프로토콜

RTP 프로토콜은 QoS(Quality of Service)나 전송 제어에 관한 메커니즘을 지원하지 않기 때문에 이를 지원하기 위한 프로토콜로 RTCP를 사용한다. RTP session에서 참가자들은 데이터 전송의 quality에 대한 feedback, membership의 정보를 전달하기 위해 RTCP packet들을 주기적으로 보낸다. 지원되는 서비스는 QoS 모니터링과 congestion 제어, source 식별, 미디어들간의 동기화, control information scaling이 있다.

2.2 멀티미디어 스트리밍

멀티미디어 스트리밍은 인터넷이나 인트라넷상의 멀티미디어 운용 기술 중의 하나로 오디오 또는 비디오와 같은 멀티미디어 데이터를 실시간으로 전송/수신, 재생을 제공하는 것이다. 멀티미디어 스트리밍은 높은 대역폭을 요구하는 멀티미디어 데이터를 전체 수신한 후에 재생하는 것이 아니라 재생할 수 있는 일정량을 버퍼링 한 후에 클라이언트의 메모리상에서 실시간으로 재생하는 방식을 사용함으로써 실시간 표현 멀티미디어 데이터에 적합하다.[10] 이런 멀티미디어 스트리밍을 이용한 서비스에는 멀티미디어 데이터의 실시간 방송 서비스(Live broadcast)와 주문형 서비스(VOD-Vodeo on demand)가 있다[9]. 실시간 방송 서비스는 디지털 비디오 캡처로 영상과 음성을 클라이언트에 실시간으로 제공해주는 서비스이고, 주문형 서비스는 멀티미디어 데이터를 클라이언트가 원할 때 실시간으로 제공해주는 서비스를 말한다. 현재 멀티미디어 스트리밍을 지원하는 상용화 서버로는 RealNetwork사의 RealSystem과 Microsoft의 WMT가 있다. 1998년에 Real Server가 스트리밍 시장의 85%를 점유하고 있었는데, 1999년 12월에는 Real Server와 WMT가 36%와 37%를 점유하게 되었다. 스트리밍 시장의 흐름이 WMT쪽으로 이동하는 추세이다[7]. Real Server와 WMT를 비교 분석하면 첫째, Real Server와 WMT는 유니캐스트와 멀티캐스트, 30fps 이상의 프레임 레이트, 다중 대역 스트림, 1Mbps 이상의 대역폭을 모두 지원한다. 둘째, Real Server는 실시간 스트리밍 프로토콜인 RTSP(Real-Time Streaming Protocol, IETF RFC 2326)와 인터넷상에서 동기화된 멀티미디어 데이터를 표현하기 위한 언어인 SMIL(Synchronized

Multimedia Integration Language)를 지원하고 MPEG 파일의 인코딩도 지원한다. 그러나 WMT는 RTSP, SMIL, MPEG 파일의 인코딩을 지원하지 않는다.

3. 인터넷 기반 실시간 방송/VOD를 위한 분산 멀티미디어 스트리밍 시스템 설계

현재 JMF(Java Media Framework)[1][2], JAVA를 기반으로 개발 중인 인터넷 기반의 실시간 방송/VOD 서비스를 위한 스트리밍 시스템은 인터넷상에서 스트리밍 서비스를 제공할 수 있는 시스템으로서 서버, 미들웨어, 클라이언트(스트리밍 미디어 재생기)로 구성되는 3-tier 방식으로 설계되었다. 기존의 인터넷 방송 서비스를 해주는 서버에서 많이 사용되고 있는 클라이언트와 서버간의 일대 다 관계를 유지하는 2-tier 방식[3]에는 실시간 방송 서비스의 경우 접속자수가 급증하면 단일 서버에 발생하는 부하도 증가하여 서비스 자체에 문제가 발생하게 된다. 이를 보완하기 위해 스트리밍 서버를 여러 개로 분산시키고 분산된 서버를 관리할 수 있는 미들웨어, 즉 부하 분배기를 두어 단일 서버에 발생하는 부하를 여러개의 스트리밍 서버에 분배한다.

3.1 시스템 구조

3.2 주요 모듈별 설계

3.2.1 미들웨어(메인모듈 및 부하 분배기)

클라이언트와 VOD 서비스, 실시간 방송 서비스를 위한 스트리밍 서버와의 동적 연결을 위한 정보를 제공한다. 스트리밍 서버의 서비스를 위한 멀티미디어 콘텐츠 리스트(내용)를 가지고 있고 클라이언트 접속시에 정보를 제공한다. 부하 분배기에서는 실시간 방송 서비스시에 접속자의 수가 실시간 방송 서버의 용량을 초과할 경우 VOD 서버가 실시간 방송 서버로부터 수신하여 클라이언트에게 전송하도록 분배한다.

3.2.2 Live Broadcasting 서버

실시간으로 캡처 디바이스(마이크, 카메라)나 TV 수신 카드를 이용하여 멀티미디어 콘텐츠를 캡처링하거나 수신하고 클라이언트에 실시간 방송 서비스를 한다.

3.2.3 VOD 서버

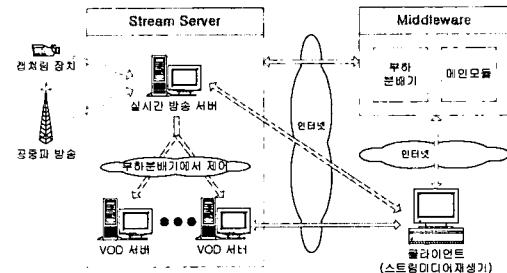
멀티미디어 콘텐츠가 큰 용량을 차지하기 때문에 여러 대의 서버를 증설하여 다양한 멀티미디어 콘텐츠를 확보하고 미들웨어와 연결하여 각 VOD 서버가 서비스를 할 수 있는 콘텐츠의 리스트를 미들웨

어에 전송하여 미들웨어가 저장하고 있도록 한다.

3.2.4 스트림 미디어 재생기

Live Broadcasting 서버나 VOD 서버에서 클라이언트에 보내지는 멀티미디어 스트림을 재생하고 메시지 송/수신(채팅, 푸쉬 서비스 수신)을 한다.

그림 1은 분산 멀티미디어 스트리밍 시스템의 전체 구조도이다.



[그림 1] 분산 멀티미디어 스트리밍 시스템 구조도

3.3 주요 모듈별 기능

3.3.1 미들웨어

가. 클라이언트에 채널 리스트 전송.

스트리밍 시스템에 접속 중인 사용자를 관리하고, 스트리밍 서버(실시간/주문형 서비스 서버)들의 채널 리스트를 부하 분배기로부터 수신 및 관리하고 클라이언트인 스트림 미디어 재생기에 리스트를 푸시해 준다.

나. 채팅 서비스, 맞춤형 정보 푸쉬 서비스

부하 분배기는 클라이언트(스트림 미디어 재생기)와의 연결이 설정된 후 다중 사용자에 대해 채팅 서비스를 제공한다. 클라이언트에 실시간 방송 서버와 VOD 서버의 채널 리스트와 맞춤형 정보를 푸시할 수 있는 푸시 서버의 역할을 한다.

다. 실시간 방송 서버에서 서비스되는 데이터 스트림 저장을 위한 VOD 서버로의 분배

실시간 방송 서버에 의해 캡처된 멀티미디어 데이터를 VOD 서버에 저장시 각 VOD 서버의 접속자 수와 멀티미디어 데이터의 크기등을 고려하여 부하가 적은 VOD 서버에 캡처된 멀티미디어 데이터를 저장하고 미들웨어에 멀티미디어 콘텐츠 리스트를 갱신한다.

라. 실시간 방송 서버의 접속자 제어

실시간 방송 서비스시 실시간 방송 서버에 지원하는 접속자수 이상의 클라이언트가 접속시에 부하 분배기에서 VOD 서버들 중에서

접속자의 수가 적은 VOD 서버가 실시간 방송 서비스를 수신 후 클라이언트에 실시간 전송을 할 수 있는 모듈을 추가하여 실시간 방송 서비스를 한다. 이때 부하 분배기는 클라이언트가 실시간 방송 서비스를 위해 접속시각 VOD 서버를 확인하여 부하가 적은 스트리밍 서버로 연결을 설정하도록 한다.

3.3.2 스트리밍 서버

실시간 프로토콜인 RTP, RTCP, RTSP을 지원하고, 실시간으로 멀티미디어 스트림 데이터를 송/수신한다. 부하 분배기에 멀티미디어 데이터 리스트를 전송한다. 스트리밍 서버는 실시간 방송 서비스를 위한 스트리밍 서버와 VOD 서비스를 위한 스트리밍 서버가 있다.

가. 실시간 방송 서비스를 위한 스트리밍 서버는 캡처 장치를 관리하고 캡처 장비를 통해, 또는 TV 수신 카드를 사용하여 멀티미디어 데이터를 캡처해서 실시간으로 클라이언트에 스트림을 전송한다.(실시간 방송 서버)

나. VOD 서비스를 위한 서버는 VOD 서버마다 스트리밍 서비스 모듈이 추가되어 클라이언트가 메인 서버를 통해 접근시 해당 클라이언트에게 유니캐스트와 멀티캐스트를 지원한다.(VOD 서버)

3.3.3 스트림 미디어 재생기

클라이언트는 스트리밍 서버로부터 수신되는 멀티미디어 스트림을 재생하고, 미들웨어와의 연결을 설정하고 미들웨어로부터 푸시 데이터를 수신한다. 그리고 스트리밍 시스템에 접속자들과 채팅할 수 있는 메시지 송/수신 기능을 추가한다.

4. 결론 및 향후 연구방향

본 논문에서는 현재 인터넷상에서 멀티미디어 데이터의 송/수신시 사용되는 실시간 프로토콜인 RTP와 RTCP를 지원하고, 멀티미디어 스트리밍을 이용한 실시간 / 주문형 서비스를 제공하는 스트리밍 시스템을 설계하였다. 스트리밍 시스템은 3-tier방식을 사용하여 실시간 서비스를 제공하는 서버와 VOD 서비스를 제공하는 서버, 미들웨어, 클라이언트(스트림 미디어 재생기)로 구성된다.

향후 연구방향은 클라이언트와 스트리밍 서버에 버퍼링과 캐싱 알고리즘을 적용하여 보다 안정적인 스트리밍을 지원하고, 스트리밍 서버와 클라이언트

에 동기화된 멀티미디어를 표현하기 위한 언어인 SMIL(Synchronized Multimedia Integration Language)[12]을 지원하도록 한다.[6][8]

참고 문헌

- [1] "Java Media Framework API Guide", Sun Microsystems, 9, 1999
- [2] "JMF를 응용한 나만의 인터넷 방송국", 마이크로소프트웨어, 2, 3, 4, 2000
- [3] Franck Rousseau, Andrzej Duda, "Streaming Support in an Advanced Multimedia Infrastructure for the WWW", IEEE, 1999
- [4] H. Schulzrinne, S. Casner, R. Frederick, V. Jacobson, "RTP : A Transport Protocol for Real-Time Applications", IETF RFC 1889, January, 1996.
- [5] H Schulzrinne, A. Rao, R. Lanphier, "Real-Time Streaming Protocol(RTSP), IETF RFC 1889, January, 1996.
- [6] 김두현, 김지용, 황승구, "차세대 웹 상에서의 멀티미디어", 정보처리학회지, 5, 1999
- [7] 김의경, "상업적인 멀티미디어 스트리밍 솔루션", 프로그램 세계, 4, 2000
- [8] 김지용, 고동일, 김두현 "웹 기반 멀티미디어 프로그래밍 동향", 정보과학회지, 4, 2000
- [9] 이승현, "인터넷 방송을 실현한 멀티미디어 스트리밍", 프로그램 세계, 4, 2000
- [10] 정찬관, 이승룡, "통합 스트리밍 프레임워크의 설계", 경희대학교, 1998
- [11] 오정숙, "국내 인터넷 방송 현황", 정보통신 정책 연구원, 4, 1, 2000
- [12] SMIL(Synchronized Multimedia Integration Language) 1.0 Specification, <http://www.w3.org/TR/REC-smil>