

멀티미디어 스트리밍을 위한 Split 프록시

이종민^U 차호정
연세대학교 컴퓨터학과
{jmlee,hjcha}@cs.yonsei.ac.kr

A Split Proxy for Multimedia Streaming

Jongmin Lee^U Hojung Cha
Dept. of Computer Science, Yonsei University

요 약

본 논문은 멀티미디어 스트림을 Split 하는 기능을 가진 프록시 서버의 설계와 구현에 대하여 기술한다. Split 기능을 통해 프록시와 스트리밍 서버간의 네트워크 트래픽을 감소시킬 수 있으며 스트리밍 서버 부하를 줄일 수 있다. Split 기능을 구현하기 위해서는 클라이언트와 스트리밍 서버간의 제어 메시지의 필터링과 데이터 자료의 복사 및 전송 방법에 대한 연구가 필요하며 프록시에 연결된 클라이언트들에게 서비스의 안정성과 독립성을 보장해 줄 수 있어야 한다. 구현된 프록시는 RTSP, RTP, RTCP 프로토콜을 지원하며 실험을 통해 스트림 Split 기능이 올바르게 동작함을 보인다.

1. 서론

최근 몇 년간 인터넷을 이용한 웹과 멀티미디어 서비스가 급속도로 증가하면서 사용자가 느끼는 네트워크 지연과 혼잡도 증가하였다[1]. 이러한 지연 시간과 사용자 반응시간을 줄이는 방법으로 클라이언트와 서버 사이에 프록시를 두는 방법이 있다. 멀티미디어 프록시 서비스는 기존의 인터넷에서 서비스 되고 있는 스트리밍 서버와 클라이언트의 변경 없이 네트워크의 효율성을 높일 수 있으며 사용자들에게 보다 좋은 서비스를 제공할 수 있다는 장점이 있다[2].

주문형 비디오 서비스의 경우 프록시에서 미디어 캐싱을 수행하여 네트워크 트래픽의 감소와 서버의 부하 감소 효과를 얻을 수 있다. 반면 실시간 방송 서비스의 경우 서비스의 특성상 캐싱의 필요가 없기 때문에 스트림 Split을 이용하여 주문형 비디오 서비스의 캐싱과 같은 성능 향상 효과를 볼 수 있다. 스트림 Split 이란 클라이언트가 실시간 방송 같은 서비스를 요청했을 때 프록시는 스트리밍 서버로부터 자료를 가져와서 클라이언트에게 서비스하며 이후의 다른 클라이언트의 같은 서비스 요구에 대해 서버와의 상호 작용 없이 프록시 자체적으로 서비스를 해주는 기능을 말한다.

본 논문에서는 스트림 Split 기능을 수행하는 프록시를 설계하고 구현하며 실험을 통해 Split 기능이 올바르게 동작함을 보인다. Split 기능을 구현하기 위하여 프록시에서는 제어 메시지 필터링 기능의 구현과 효과적인 미디어 자료의 복사 및 전송 방법으로 모든 클라이언트들에게 안정적인 서비스를 제공하면서 각각의 클라이언트들의 독립성을 보장해 줄 수 있어야 한다. 논문의 구성은 다음과 같다. 2 장에서 프록시의 구조와 각 구성 요소들의 기능들에 대하여 설명하고 3장에서는 결론 및 향후 과제를 기술한다.

2. 프록시 구현

인터넷을 이용한 멀티미디어 서비스를 위하여 기존의 HTTP 같은 웹 기반 프로토콜로도 비디오와 오디오 자료를 받을 수 있지만 스트리밍 클라이언트와 서버는 스트리밍 서비스에 적합한 RTSP 같은 멀티미디어 프로토콜을 사용한다[3].

구현된 프록시 서버는 스트리밍 프로토콜로 RTSP, RTP, RTCP 메시지들을 처리한다. RTSP (Real Time Streaming Protocol) 는 클라이언트와 서버간 Play, Pause 같은 제어 메시지를 주고받는데 사용된다[4]. RTSP 메시지는 중간에 손실되어서는 안 되는 중요한 데이터이기 때문에 일반적으로 TCP를 통하여 전달된다. RTP (Real Time Transport Protocol) 는 네트워크를 통해 실시간 자료를 전송할 때 쓰이며 일반적으로 UDP를 통하여 미디어 자료를 전송한다[5]. RTCP (Real Time Control Protocol) 은 RTP 패킷의 전송을 모니터링 하는 용도로 쓰인다.

그림 1 은 Split 프록시의 작동 과정을 보여준다. 스트리밍 서버는 실시간 방송 등을 수행하는 서버이다. 스트리밍 클라이언트는 프록시를 통해 서비스를 요청하며 세션 연결 요청을 하게 된다. 프록시는 클라이언트의 요구를 분석하여 해당 스트리밍 서버로 서비스 요구를 하게 되며 서비스 요구가 허가되면 프록시와 스트리밍 서버간 세션이 성립되며 스트리밍 서버는 프록시로 멀티미디어 자료를 스트리밍한다. 프록시는 클라이언트에게 세션에 연결되었음을 알리고 스트리밍 서버로부터 받은 미디어 데이터를 클라이언트에게 전송하게 된다. 이후 다른 클라이언트가 프록시에 같은 서비스를 요구하면 프록시는 해당 클라이언트를 위한 세션을 스트리밍 서버와 새로 연결하지 않고 기존의 프록시와 스트리밍 서버간의 세션 정보를 이용하여 새로운 클라이언트를 위한 세션을 프록시와 클라이언트간 맺게 된다. 결론적으로 프록시와 스트리밍 서버간의 세션은 하나만 유지하면서 프록시와 클라이언트들 간의 다중 세션을 유지하게 된다. 이렇게 함으로서 프록시와 스트리밍 서버간

* 본 연구는 정보통신부에서 지원하는 대학기초연구지원사업으로 수행하였음 (과제번호 : 2001-076-3).

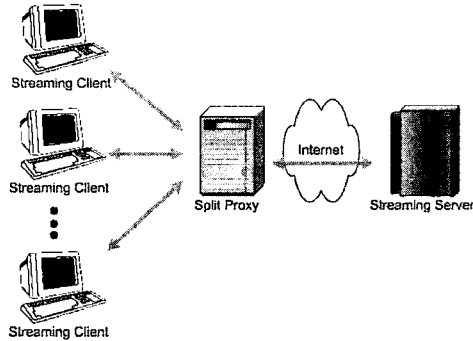


그림 1. 스트리밍 Split 프록시

의 네트워크 사용량을 줄일 수 있으며 스트리밍 서버의 부하도 줄일 수 있게 된다.

그림 2는 프록시의 구조를 보여준다. 프록시는 크게 시스템의 데몬으로 실행되는 데몬 프로세스와 Split 기능을 수행하는 Split 프로세스들로 구분된다. 데몬 프로세스는 클라이언트의 RTSP 서비스 요구를 받아들이는 Listener, 클라이언트의 RTSP 요구를 해석하는 RTSP 메시지 처리자, 클라이언트와 프록시, 프록시와 서버간의 세션 관리를 담당하는 세션 관리자, Split 프로세스를 관리하는 프로세스 관리자로 구성된다. Split 프로세스는 데몬 프로세스로부터 서비스 요구를 받는 Object Receiver, 쓰레드 관리를 수행하는 쓰레드 관리자 이외에 RTSP Message Filter, RTCP Message Filter, RTP, RTCP Duplicator로 구분된다. RTSP Message Filter는 클라이언트와 서버간의 RTSP 메시지 처리를 담당하며 각각의 클라이언트들의 독립성을 보장해준다. RTCP Message Filter는 클라이언트의 RTCP 메시지 처리를 담당하며 RTP, RTCP Message Duplicator는 서버로부터의 RTP, RTCP 메시지를 복사하여 서비스 중인 클라이언트들에게 전송하는 역할을 수행한다. 각각의 모듈들의 세부적인 작동과정은 다음과 같다.

RTSP Message Filter 서버와 클라이언트간의 RTSP 메시지를 분석하여 이를 처리하는 부분이다. 클라이언트의 서비스 요청에 대한 RTSP 요청 메시지에 대해 서버의 RTSP 응답 메시지를 테이블 형태의 RTSP Message Map을 만들어 관리한다. 클라이언트로부터 RTSP 요청 메시지가 오면 프록시는 RTSP Message Map을 참고하여 해당 RTSP 요청 메시지에 대한 응답 메시지가 존재하는지를 검사한다. 응답 메시지가 존재하지 않는다면 해당 RTSP 요청 메시지에 대한 RTSP Message Map을 예약하고 서버로 RTSP 요청 메시지를 전송한다. 서버로부터 오는 RTSP 응답 메시지는 예약된 RTSP Message Map에 저장되어 RTSP 요청 메시지와 이에 대한 RTSP 응답 메시지가 일대일로 대응되어 관리될 수 있도록 한다. 다중 스트림이 포함된 서비스를 클라이언트가 요청할 경우 각각의 스트림에 대한 같은 종류의 RTSP 요청 메시지가 발생할 수 있다. 이러한 경우 RTSP Message Map에서 다른 RTSP 요청 메시지를 동일

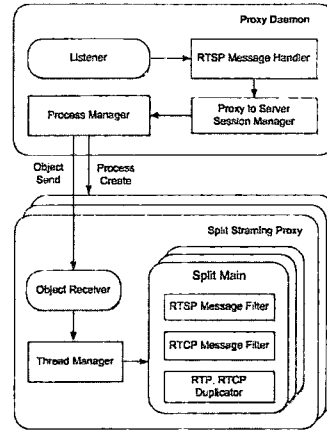


그림 2. 프록시 구조

하게 취급할 수 있다. 이를 처리하기 위해 RTSP 요청 메시지와 RTSP 응답 메시지의 일대일 대응이외에 시퀀스 번호도 같이 대응시켜 종류는 같으나 내용이 다른 RTSP 요청 메시지에 대해서도 올바르게 작동하도록 한다. 클라이언트의 RTSP 요청 메시지에 대한 RTSP 응답 메시지가 이미 RTSP Message Map에 존재한다면 해당 RTSP 요청 메시지는 서버로 보내지 않고 RTSP Message Map에 저장된 응답 메시지를 클라이언트로 전송한다. 다중 클라이언트를 지원하기 위해서는 저장된 RTSP 응답 메시지를 그대로 사용하지 않고 각각의 클라이언트에 맞도록 RTSP 응답 메시지의 내용을 수정해 주어야 한다. 수정하는 내용으로는 클라이언트 및 서버의 Port 번호 등이 있으며 RTSP 메시지를 분석하여 클라이언트나 서버에 독립적인 내용이 있다면 이를 알맞게 수정하는 작업이 필요하다.

서비스 일시 중지를 요청하는 PAUSE 나 서비스 종료로 요청하는 TEARDOWN 같은 RTSP 메시지의 경우 RTSP Message Map을 완성하기 위해 이러한 메시지들을 서버로 보내면 이는 곧 프록시에 연결된 전체 클라이언트에게 영향을 미치게 된다. 이를 방지하기 위해 PAUSE와 TEARDOWN 같은 메시지들은 특별한 예외처리를 하여 클라이언트의 요청에 대해 서버로 메시지를 보내지 않고 프록시 내부에서 동적으로 응답 메시지를 생성하여 해당 클라이언트에게 보내준다. 이러한 방법으로 프록시와 연결된 전체 클라이언트들의 서비스 안정성과 독립성을 보장해 줄 수 있다.

RTCP Message Filter 프록시에 연결된 다수의 클라이언트들로부터 RTCP 메시지를 받아 이들 중 대표 RTCP 메시지를 선정하여 서버에 전송하는 역할을 한다. 대표 RTCP 메시지 선택은 특정 클라이언트를 대표자로 선정하여 대표자 클라이언트에서 오는 RTCP 메시지를 중심으로 서버와 통신하는 방법이다. 그러나 이러한 방법은 대표자 클라이언트와 프록시간의 네트워크 불안정 등의 이유로 인하여 미디어 자료가 제대로 전달되지 않아 서비스가 불안정한 경우 같은 서비스를 받는 다른 클라이언트들도 대표자 클라이언트와 같은 불안정한 서비스를

받을 수 있는 단점이 있다. 이러한 점을 해결하기 위해 구현된 프록시에서는 특정 대표자 클라이언트를 선정하지 않고 모든 클라이언트가 보내는 RTCP 메시지 중 가장 먼저 도착한 RTCP 메시지를 대표 RTCP 메시지로 선택하여 대표 RTCP 메시지를 서버로 전송하는 방법을 택한다. 이러한 경우 네트워크 상태가 좋은 클라이언트의 RTCP 메시지가 가장 먼저 도착하게 되며 이를 기준으로 미디어 자료를 전송하므로 프록시와 서버간의 연결은 현재 클라이언트와 프록시와 가장 먼저 연결된 상태를 유지하게 된다. 이러한 방법으로 프록시에 연결된 다른 모든 클라이언트들에게 서비스의 안정성을 보장 할 수 있다. 이상적인 RTCP Message Filter 는 프록시에서 RTCP 메시지를 동적으로 생성하여 프록시와 서버간의 최상의 연결을 유지하는 것이다.

RTP, RTCP Duplicator 서버로부터 받은 RTP, RTCP 메시지를 현재 프록시에 연결된 같은 서비스를 받은 모든 클라이언트들에게 같은 내용을 복사하여 전송하는 역할을 한다. Split 이 적용되는 스트림은 실시간 방송 같은 서비스에만 적용되므로 서버로부터 오는 RTP, RTCP 메시지의 내용을 그대로 복사하여 클라이언트로 전송하여도 모든 클라이언트가 올바르게 동작한다. 프록시와 스트리밍 서버간의 네트워크 상황을 서비스를 받고 있는 전체 클라이언트에게 영향을 미치게 된다. 이상적인 RTP, RTCP Duplicator 의 구현은 프록시에서 동적으로 RTCP 메시지를 생성하여 프록시와 서버간 최상의 연결을 유지하면서 이와 동시에 클라이언트들로부터 오는 RTCP 메시지를 분석하여 각각의 클라이언트들에게 알맞게 RTCP 메시지를 동적으로 생성하여 전송하는 방법이다.

클라이언트의 서비스 요구를 받아들여 스트림 Split 하는 과정은 다음과 같다. 클라이언트의 서비스 요구는 Listener를 통해 들어온다. Listener를 통해 들어온 클라이언트의 서비스 요구는 RTSP Message Handler를 통해 해석되며 세션 관리자를 통해 현재 요청된 서비스를 처리중인 Split 프로세스가 있는지 검사하게 된다. 요청된 서비스가 수행중이지 않다면 해당 서비스를 위한 새로운 프로세스를 생성하여 새로운 서비스 요구를 수행 할 수 있도록 한다. 요청된 서비스가 현재 실행되고 있는 Split 프로세스에서 이미 수행중이라면 프로세스 관리자를 통해 적절한 프로세스에게 새로운 클라이언트가 같은 서비스를 요구함을 알린다. Split 프로세스의 Object Receiver 는 프로세스 관리자로 부터 새로운 클라이언트에 대한 서비스 요구를 받아들이며 쓰레드 관리자에 새로운 클라이언트를 등록시키게 된다. 클라이언트의 RTSP 서비스 요구는 RTSP Message Filter 의 RTSP Message Map 의 내용에 의해 응답되어진다. 서버로부터 스트리밍 되는 미디어 자료는 RTP, RTCP Duplicator 에 의해 동일하게 복사되어 Split 프로세스내의 모든 클라이언트들에게 전송되며 클라이언트로부터 전송되는 RTCP 메시지는 RTCP Message Filter 에 의해 우선적으로 도착된 대표 RTCP 메시지가 서버로 전송되게 된다.

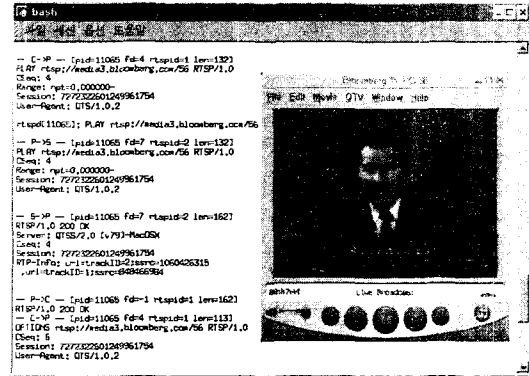


그림 3. RTSP 메시지와 클라이언트 화면

3. 결론

Split 기능의 프록시는 리눅스 시스템에서 동작한다. 실험에 사용된 서버와 클라이언트는 Apple 사의 DarwinServer, QuickTime Player 이다. RTSP, RTP, RTCP 표준을 따르므로 QuickTime 이외의 RTSP, RTP, RTCP 를 사용하는 서버와 클라이언트라면 모두 적용이 가능하다.

그림 3 은 프록시를 통한 RTSP 메시지가 전달되는 과정과 실제 Split 된 스트림을 받는 클라이언트의 화면을 보여준다. 프록시에서 출력되는 RTSP 메시지 전송 내용을 통해 클라이언트의 요청 RTSP 메시지가 프록시를 통해 서버로 전송되는 과정과 서버의 RTSP 응답 메시지가 프록시를 통해 클라이언트로 전송 되는 과정을 확인 할 수 있으며 클라이언트에서 올바르게 스트리밍 비디오가 재생되는 것으로 RTP, RTCP 메시지가 제대로 전송되며 Split 기능이 올바르게 동작함을 확인 할 수 있다.

향후 연구 과제로는 RTCP Message Filter 와 RTP, RTCP Message Duplicator에서 RTCP 메시지의 동적 생성하는 방법 과 스트림 Split 기능으로 인한 네트워크 트래픽 감소 정도의 측정을 위한 정확한 네트워크 모니터링 방법에 대한 연구가 있다.

참고문헌

- [1] Subhabrata Sen, Jennifer Rexford, Donald F. Towsley, "Proxy Prefix Caching for Multimedia Streams", INFOCOM, No. 3, pp. 1310-1319, 1999.
- [2] Stephan Gruber, Jennifer Rexford, Andrea Basso, "Design Considerations for an RTSP-based Prefix-Caching Proxy for Multimedia Streams", ATT&T Labs, September 7, 1999.
- [3] Gruber S., Rexford J., Basso A., "Protocol considerations for a prefix-caching Proxy for multimedia streams", Proc. 9th International World Wide Web Conference, Amsterdam, 2000.
- [4] H. Schulzrinne, A. Rao, R. Lanphier, "Real Time Streaming Protocol (RTSP)", Internet RFC 2326, Apr, 1998.
- [5] Schulzrinne A., Casner S., "RTP: A Transport Protocol for REAL-Time Applications ", Internet Engineering Task Force, Internet Draft, Oct. 20, 1993.