

Video Playback 스트림의 Quality Adaptation을 위한 분산 프록시 모델

윤수미, 김상철
한국 외국어 대학교 컴퓨터 공학과 멀티미디어 정보통신 연구실
ysmi@san.hufs.ac.kr, kimsa@maincc.hufs.ac.kr

Distributed Proxy Model for Quality Adaptation of Video Playback Stream

Yoon Soo Mi , Kim Sang Cheul
MIT Lab. Dept. of Computer Science, Hankuk University Of Foreign Studies

요 약

프록시 서버는 점차 다양해지고 있는 클라이언트의 이질성(heterogeneity)과 이에 따른 서버와 네트워크의 과부하를 해결하기 위한 방법으로 제시되고 있다. 본 연구에서는 분산된 프록시 서버 환경에서 주어진 프록시들의 부하 균형을 위하여 각 비디오 객체의 계층(layer)들을 서로 다른 프록시에 분리하여 저장하였다가 필요시 전송함으로서 네트워크 환경에서 특정 프록시 서버로의 집중과 혼잡성을 줄이도록 한다. 이로서 적용적인 화질(Quality Adaptation)을 보장하기 위한 계층적 코딩(layered coding) 스트리밍 서비스를 보다 효율적으로 제공할 수 있다.

1. 서론

인터넷은 점차 멀티미디어 환경속에 급속한 발전을 더해가고 있다. 특히 동영상을 중심으로 한 연구와 개발이 많은 연구와 관심의 대상이 되고 있다. 동영상은 위주로 한 인터넷 서비스는 네트워크 환경에서 많은 대역폭(bandwidth)을 필요로 하므로 혼잡성과 폭주에 대한 대책이 필요하다. 또한, 동영상은 사용자가 불편과 어색함을 느끼지 않을 정도의 화질을 제공하도록 최선(best effort)의 서비스를 하여야 한다. 따라서, 가능한 대역폭과 네트워크의 전송률내에서 최대의 화질을 보장하며, 혼잡성을 제어(congestion control)할 수 있는 네트워크 모델이 필요하다.

프록시 서버는 점차 다양해지고 있는 클라이언트의 이질성(heterogeneity)과 이에 따른 서버와 네트워크의 과부하를 해결하기 위한 방법으로 제시되고 있다. 클라이언트와 서버사이에 프록시 서버를 두면 호스트서버뿐만 아니라 네트워크 전반의 과부하(overhead)를 줄일 수 있다. 또한 계층적 스트리밍(layered streaming)서비스를 제공할 경우 동적으로 변화하는 네트워크의 대역폭에 따라 적용적으로 최대한의 화질을 보장할 수 있다. 계층적 스트리밍이란 주어진 VOD 스트림을 영상의 질에 따라 크기조절(scalability)하여 계층(layer)별로 나누어 전송하는 것을 말한다.[5]

본 논문에서는 계층적 스트리밍 서비스를 제공하는 VOD 서버를 대상으로 네트워크의 효율적인 전송과 최선의 영상 화질을 목표로 하는 분산 프록시 서버 모델을 제안한다.

기존의 연구모델들은 분산된 프록시 구조환경에서 하나의 프록시가 한 VOD 스트림의 모든 계층(layer)들을 관리하였으나 본 연구에서는 한 VOD 객체 스트림의 여러개 계층들을 분산된 프록시들에 나누어 저장함으로서 동일한 프록시로의 집중과 혼잡성을 방지할 수 있다. 분산된 프록시들은 서로간의 대화(communication)과 연결을 통하여 다음과 같은 기능을 한다.

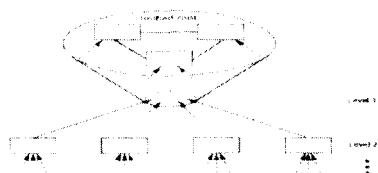
- Quality of delivered stream 의 최대화
- 서버와 네트워크의 load 최소화
- 프록시 서버의 히트률의 최대화와 평준화

. 2. 관련연구

2.1 프록시 캐싱(caching)

프록시 서버의 가장 중요한 기능은 캐싱(caching)이다. 캐싱(caching)의 기본 개념은 자주 사용되는 웹 내용들(contents)을 클라이언트 가까이에 있는 저장장

소에 임시 저장(storage)함에 있다. 즉, 시간 지역성(temporal locality)과 공간 지역성(spatial locality)을 이용하여 서버로부터의 직접 전송에 따른 과부하를 줄이는 데 있다. Andrew Cormack은 분산된(distributed) 캐싱 메카니즘을 크게 두 가지로 나누었다.[1] 즉, 단순 캐싱(simple caching)과 상호 협력 캐싱(co-operative caching)이 그것이다. 단순 캐싱은 클라이언트의 브라우저가 지정된 호스트 캐쉬로 1:1 연결되어 있으며, 만일 지정된 캐쉬에서 미스(miss)가 발생하면 에러 메시지와 함께, 호스트 서버로부터의 직접 연결이 이루어지게 된다. 상호 협력 캐싱은 몇 개의 캐쉬들이 같은 레벨로 구성되고 이러한 레벨은 계층구조(hierarchy) 혹은 트리구조(tree structure)로 구축되어, 클라이언트의 요구가 발생하면 해당 프록시나 같은 레벨의 그룹 프록시들 또는 상위나 하위 구조 레벨의 프록시들 중에서 필요한 웹 객체(object)를 찾아서 서비스한다. [그림2]는 트리구조를 같은 상호 협력 캐싱 구조의 모습이다.



[그림1] 상호 협력 캐싱의 다단계 트리 구조

2.2 프록시 서버의 화질 보장(Quality Adaptation)

동영상과 같은 비디오 데이터 전송의 경우, 프록시 서버의 중요한 역할은 단순한 저장의 역할 뿐만 아니라, 주어진 네트워크 환경 하에서 최대한의 화질을 보장하여야 한다. 이러한 기능을 “적응적 질(quality adaptation) 제공”이라고 한다. 적응적 화질을 보장하는 프록시 서버는 다음과 같은 종류가 있다.

- 트랜스코딩 프록시(transcoding proxy)

트랜스코딩 프록시(transcoding proxy)는 서버로부터 전송되는 데이터의 형식(format)과 코드의 내용등을 클라이언트의 요구나 환경에 맞도록 중간에서 변환하는 트랜스코딩 작업을 수행하는 프록시이다.[4] 클라이언트의 다양성에 적극적으로 대처할 수 있지만 트랜스코딩 작업 시 많은 처리 능력과 시간을 필요로 한다는 단점이 있다.

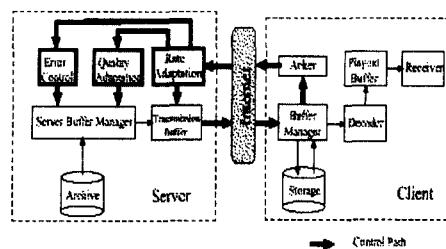
- 다중 해상도 모듈(multi-resolution engine) 프록시 서버

다중 해상도 프록시 서버는 클라이언트의 환경에 따라 각각 다른 해상도 버전(version)의 웹문서를 만들어 전송하고 이를 저장함으로서 클라이언트의 요구에 따라 해당 버전의 스트림을 제공하도록 한다[3]. 이러한 방법은 클라이언트의 하드웨어 기기들과 요구가 다양해짐에 따라

같은 스트림의 데이터를 각각 다른 버전의 데이터들로서 관리 저장하여야 하므로, 프록시 서버의 부담이 된다.

- 계층 스트림(layered stream) 프록시 서버

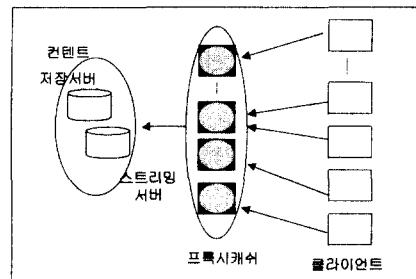
서버는 동영상 콘텐츠들을 기본계층(base layer)과 향상계층(enhancement layer)들로 나누어 저장하고 클라이언트의 요청시 필요한 계층들의 스트리밍 서비스를 제공한다. 그리고, 네트워크 환경에 따라 적응적인 화질을 보장하도록 크기조절(scability)이 이루어진다. 다중 계층 스트림(multi-layered stream)을 갖는 객체들은 분산된 캐쉬 프록시에 저장되고 네트워크의 환경에 따라 프록시는 계층들을 추가(add)하거나 제거(drop)하여 클라이언트에게 전송한다.



[그림2] 계층적 코딩(layered coding) 스트림 전송의 예

3. Quality Adatation을 위한 분산 프록시 모델

3.1 Architecture

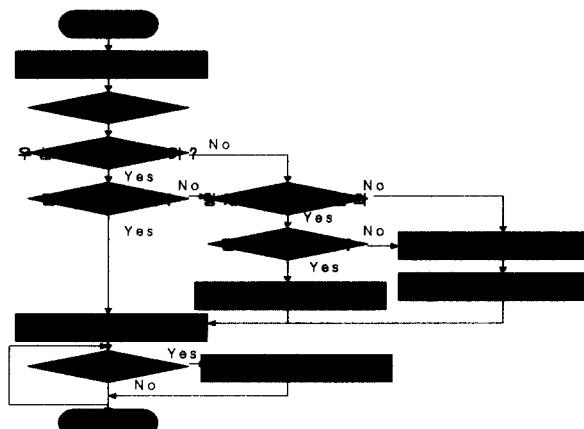


[그림 3] 분산 프록시 architecture

[그림3]은 전체적인 네트워크의 구조로서 서버와 클라이언트, 그리고 1단계의 프록시 캐쉬 그룹들로 구성된다. 서버는 컨텐츠 객체들을 계층별로 코딩하여 각각의 스트림을 만든 후, 요청한 프록시 캐쉬로 전송한다. 프록시 캐쉬의 그룹은 각 클라이언트로부터 가장 먼저 연결되는 우선(primary) 캐쉬와 그의 형제(sibling) 캐쉬들로 구성된다. 여기서, 우선(primary) 캐쉬는 요청한 객체의 기본 계층(Layer 0) 스트림을 가진 프록시를 분산 프록시들 중에서 찾아주는 역할을 하는 캐쉬를 의미한다.

3.2 프록시 캐쉬의 동작

클라이언트로부터 요청(request)받은 동영상 서비스는 먼저 우선 프록시 캐쉬에서 검색된다. 우선 프록시 캐쉬는 저장된 객체들중 요청받은 문서의 기본계층을 검색하여 찾아낸 후 전송이 가능한지를 살펴본다. 그리고 전송이 가능한 상태라면 클라이언트에게 바로 서비스한다. 만약, 우선 캐쉬가 요청한 기본 스트림을 저장하고 있지 않거나 전송이 불가능한 상태라면 분산된 형제 프록시 캐쉬들에게 질의를 보낸다. 그리고, 전송이 가능한 프록시 캐쉬에게서 hit 응답이 오면 클라이언트에게 해당 프록시 캐쉬에게 재요청을 보내도록 지시한다. 클라이언트는 새로운 서비스요청을 해당 프록시 캐쉬에 전송하고 연결된 프록시 캐쉬로부터 기본 스트림을 전송받는다. 그리고 뒤이어 연결된 다음 향상계층의 스트림 서비스를 전송받는다. 프록시 캐쉬 그룹내 hit 캐쉬가 없거나 연결 전송 가능한 프록시가 없을 때 우선 프록시는 서버로 직접 요청을 하여 호스트 서버로부터 스트림을 전송받고 이를 저장한다.



[그림4] 프록시 캐쉬의 동작 순서도

4. 실험 예제 및 연구

[예제1]

D1	D2	D3	D4
A layer0	B layer0	C layer0	D layer0
A layer1	B layer1	C layer1	D layer1
A layer2	B layer2	C layer2	D layer2
A layer3	B layer3	C layer3	D layer3

[예제2]

D1	D2	D3	D4
A layer0	A layer1	A layer2	A layer3
B layer3	B layer0	B layer1	B layer2
C layer2	C layer3	C layer0	C layer1
D layer1	D layer2	D layer3	D layer0

[예제1]은 기존의 계층 스트림 서비스를 제공하는 프록시서버모델의 한 예이고, [예제2]는 본 연구에서 제안하는 프록시 모델 예이다. p1에서 p4는 프록시 그룹이고, A에서 D는 비디오 객체가 된다. 각 비디오 객체는 layer0에서 layer3까지 4계층으로 나뉘어 호스트 서버에 저장되어 있다. 서버에서 전송된 스트림은 요청한 프록시에 저장되는데, 이때 객체의 각 계층들은 프록시별로 분리되어 캐싱된다. [예제1]은 한 비디오 객체의 계층들을 하나의 프록시 서버에 모두 저장한 경우이고, [예제2]는 한 비디오 객체의 계층들을 여러개의 프록시에 분산시켜 차례대로 저장해 놓은 경우이다. [예제1]의 경우 한 프록시 서버에서 모든 계층의 스트림 서비스를 관리해야 하므로 부하(load)가 집중될 수 있다. 또한, 다른 클라이언트가 동일한 객체 데이터를 요구할 경우 또는 같은 비디오 객체 스트림 서비스요청이 쇄도할 경우에 버퍼의 오버플로우 등 해당 프록시의 혼잡성과 네트워크의 흐름 저하등의 문제점이 발생한다. 반면에 본 논문에서 제안하는 [예제2]의 구조는 계층들이 분산되어 스트리밍 되므로 클라이언트의 요청에 대비할 수 있으며, 프록시의 히트율을 높일 수 있다.

5. 결론

프록시 서버는 점차 다양해지고 있는 클라이언트의 이질성(heterogeneity)과 이에 따른 서버와 네트워크의 과부하를 해결하기 위한 방법으로 제시되고 있다. 본 연구에서는 분산된 프록시 서버 환경에서 주어진 프록시들의 부하 균형을 위하여 각 비디오 객체의 계층들을 분리하여 저장함으로서 네트워크 환경에서 특정 프록시 서버로의 집중성과 혼잡성을 피할 수 있는 모델을 제안하였다. 시간적인(temporal) 인기도(popularity)와 이에 따른 사용빈도(frequency)의 영향을 많이 받는 VOD서비스의 경우, 분산 계층 프록시 환경은 더욱 유리하며, 이로서 적응적인 화질을 보장하기 위한 계층적 스트리밍 서비스를 보다 효율적으로 제공할 수 있다.

6. 참고 문헌

- [1] Reza Rejaie, Mark Handley "Quality Adaption for Congestion Controlled Video Playback over the Internet", ACM 1999
- [2] K. R. Rao, J. J. Hwang, "Techniques & Standards for Image, Video & Audio Coding", Prentice Hall PTR
- [3] Swarup Achaya, Henry F. Korth, " Systematic Multiresolution and Application to the World Wide Web"
- [4] Surendar Chandra, Carla Schlatter Ellis and Amin Vahdat, "Multimedia Web Services for Mobile Clients Using Quality Aware Transcoding", ACM 1999
- [5] Rui Chang, Shankar L. Regunathan and Kenneth Rose, "Video Coding with Optimal Inter/Intra Mode Switching for Packet Loss Resilience" IEEE Journal of Selected Areas in Communication, 1999