

유무선 네트워크망에서 적응형 멀티미디어 서비스를 위한 이중 캐싱 프록시

백장운^o 서대화

경북대학교 전자공학과

kutc@palgong.knu.ac.kr dwseo@ee.knu.ac.kr

Dual Caching Proxy for Adaptive Multimedia Service in Heterogeneous Network

Jangwoon Paek^o Daewha Seo

Dept. of Electronics Engineering, Kyungpook National University

요 약

본 논문에서는 트랜스코딩과 미디어캐싱 기법을 적목한 프록시 시스템인 DCMS(Dual Caching proxy for adaptive Multimedia Streaming service)를 제안한다. 미디어 데이터 특성을 이용해서 DCMS는 전체 파일 중 파일의 시작 부분만을 미리 캐시에 저장하여 클라이언트가 미디어 서비스를 요청하면, 서버를 대신해 데이터를 클라이언트로 전송해주면서 데이터 불족의 첫부분부터 미리 선반입(Pre-fetching)함으로써 미디어 재생에 끊김이 없도록한다. 그리고 미디어 데이터를 네트워크 대역폭, 무선단말기 수용성과 사용자 선호도를 고려한 트랜스코딩을 통해 미디어 데이터의 질을 레벨화하여 저장함으로써 각 클라이언트에 적합한 미디어 데이터를 바로 제공한다

1. 서 론

무선 통신 기술의 발전으로 무선망에서 멀티미디어 서비스 수요가 급격히 증가하고 있으며 서비스 질에 대한 요구 또한 증가하고 있다. 하지만 모바일 컴퓨팅 환경에서는 무선 링크의 취약성과 멀티미디어의 특성으로 인해 서비스의 질을 보장하기가 어렵다.

멀티미디어 스트림은 일반적으로 데이터 용량이 크기 때문에, 다수의 클라이언트가 멀티미디어 스트림을 재생할 때, 네트워크 트래픽이 증가하고 서버에 부하가 많이 걸리며, 데이터 응답 시간이 길어진다. 기존 웹 캐싱 방법으로 멀티미디어 파일 전체를 캐시에 저장하는 것은 비효율적이고 디스크 낭비가 심하다. 그리고 많은 종류의 데이터를 프록시 서버의 디스크에 캐싱하지 못하기 때문에 히트율(hit ratio)가 떨어진다. 이러한 문제를 극복하기 위해 미디어 데이터를 캐싱하는 하는 새로운 기법이 요구된다.[1]

프록시 서버가 지리적으로 모바일 호스트에 가까운 곳에 위치하여 모바일 호스트가 요청한 데이터를 프록시에서 서버를 대신하여 처리하면 데이터요청에 대한 응답 시간을 줄이고,서버에 걸리는 부하를 줄일 수 있다. 또한, 프록시 서버의 캐싱은 서버에서 전송되는 트래픽을 줄임으로써 네트워크 상은 트래픽을 줄이고 네트워크 병목현상을 해소시켜 준다.

본 논문에서는 트랜스코딩과 미디어캐싱 기법을 접목한 프록시 시스템인 DCMS(Dual Caching proxy for adaptive Multimedia Streaming service)를 제안한다. 미디어 파일 접근 패턴을 보면, 파일의 시작부분을 소비하지 않고 파일

이 사용되는 경우는 거의 없으며 대부분의 파일 액세스가 파일의 시작부터 끝 부분까지 순차적으로 이루어진다. 이러한 특성을 이용해서 DCMS는 전체 파일 중 파일의 시작 부분만을 따로 캐시에 저장한다. 클라이언트가 미디어 서비스를 요청하면, 프록시 서버는 파일의 초기부분을 클라이언트로 전송해주고 서버로부터 미리 다음 부분을 반입하여 이후 데이터를 바로 클라이언트로 데이터를 전송할 수 있게 한다. 또한 미디어 파일의 초기 부분을 네트워크 대역폭, 무선단말기 수용성과 사용자 선호도를 고려한 트랜스코딩을 통해 미디어 데이터의 질을 레벨화하여 저장함으로써 각 클라이언트에 적합한 미디어 데이터를 제공한다.

2장에서는 논문의 배경에 대해서 설명하고 기존 연구의 문제점을 제시한다. 3장에서는 본 논문에서 제시하는 이중 캐싱 구조 및 동작에 대해 설명하고, 4장에서 시뮬레이션을 통해 결과를 분석한다. 마지막으로 5장에서 결론을 맺고 향후과제를 제시한다

2. 배 경

사용자 요청에 대한 응답시간을 향상시키고 네트워크의 트래픽을 줄이기 위하여 프록시 서버에서는 캐싱 기법을 사용한다. 프록시는 어떤 데이터 서비스의 사용빈도에 따라 애플리케이션의 데이터를 캐시에 저장해 둔다. 프록시는 메모리 내에 캐시 인덱스를 유지하고 있으면서 주기적으로 디스크를 업데이트 하게 된다. 모바일 호스트에서 데이터 서비스 요청이 있으면 프록시 서버는 먼저 캐시 인덱스를 검사하고 캐시의 상태(states)에 따라 데이터 서비스를 제공하게 된다. 선반입(prefetch)와 백그라운드

(background) 전송 메커니즘을 이용해서 서비스 성능을 향상시킬 수 있는데, prefetch operation을 위해 할당된 대역폭을 이용해서 프록시는 사용자의 데이터 서비스 사용 유형을 바탕으로 자주 사용되는 데이터를 미리 캐시에 저장해 두는 방법이 일반적이다.[2]

멀티미디어 데이터는 대용량이라는 속성과 실시간적인 속성을 갖기 때문에 연속 미디어 스트림 서비스를 지원하기 위해서는 충분한 대역폭과 많은 기억용량, 일정 수준 이상의 프로세싱 능력이 요구된다. 하지만 무선망의 대역폭은 멀티미디어 서비스를 원활하게 제공할 수 있을 정도로 크지 않으며 사용자의 이동성으로 인해 시간과 공간에 따른 자원의 변동이 심하다. 또한, 무선 단말기의 종류는 다양하며 그에 따른 수용성도 저마다 다르다.

무선 환경에서의 단말기의 다양성과 무선망의 취약성으로 인해 발생하는 문제를 극복하기 위해 프록시 서버의 트랜스코딩 기법을 이용하였다. 프록시 서버는 일반적으로 무선망과 유선망의 경계부분에 위치한다. 프록시 서버는 서버로부터 받은 데이터를 네트워크 환경과 모바일 호스트의 디바이스 수용성에 맞게 변형한 후 모바일 호스트로 전송한다.[3]

3. 멀티미디어 이중 캐싱 프록시

3.1 기본 아키텍처

본 논문에서는 미디어 파일의 초기 부분을 레벨화하여 캐싱하는 DCP(Dual Caching Proxy)를 제안한다. 그림2는 DCP의 시스템 아키텍처를 보여준다.

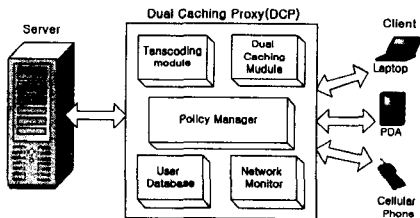


그림2 Dual Caching Proxy Architecture

DCP는 미디어 파일의 초기부분만을 각 레벨에 따라 트랜스코딩하여 이중 캐시에 저장한다. 클라이언트의 요청에 따라, DCP는 캐시에 저장된 데이터를 클라이언트에게 전송해 주거나 서버에게 데이터를 요청한다. DCP는 디스크의 효율성을 최대한 높이고 클라이언트의 환경에 적합한 미디어 데이터를 전송하기 위해서 다음과 같은 모듈을 포함하고 있다.

- Transcoding module : 정책 관리자가 제시한 트랜스코딩 레벨에 따라 서버로부터 받은 미디어 데이터를 트랜스코딩
- Dual caching module : 미디어 파일의 초기부분을 각 레벨 별로 캐싱
- Policy manager : User database에 저장된 모바일 호스트의 디바이스 정보와 네트워크 모니터링 상태를 바탕으로 미디어 데이터의 트랜스 코딩 레벨 결정
- User database : 사용자 정보와 단말기 수용성 및 사용자 선호도 저장

- Network Monitor : 모바일 호스트와 DCP, DCP와 서버 사이의 현재 이용 가능한 네트워크 자원 모니터링
- Frontdoor : 모바일 호스트와 미디어 스트리밍 서버의 중계자 역할 및 모바일 호스트 인증(authentication) 담당

3.2 Dual Caching Proxy (DCP)

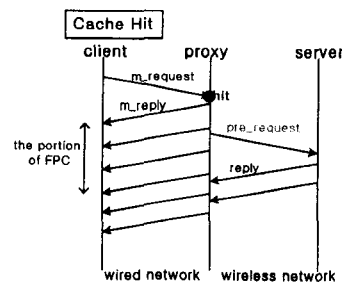
본 논문에서는 캐쉬 효율성과 디스크 유용성을 극대화 하면서 적응형 멀티미디어 서비스를 제공하기 위해 트랜스코딩과 미디어캐싱 기법을 적목한 프록시 시스템인 DCMS(Dual Caching proxy for adaptive Multimedia Streaming service)를 제안한다. DCMS는 전체 파일 중 파일의 시작 부분만을 따로 캐쉬에 저장한다. DCMS는 캐쉬를 두 부분, 즉 FPC(Front Part of Cache)와 RPC(Residual Part of Cache)로 나눈다. 각 미디어 파일의 초기부분은 FPC에 저장되고 나머지 부분은 클라이언트의 서비스 요청에 따라 동적으로 선반입(Pre-fetch)되어 RPC에 저장된다.

3.3 Delivery Procedure

클라이언트가 미디어 데이터를 요청했을 때, 요청한 데이터가 전송되는 방법은 세 가지 경우로 나누어진다.

3.3.1 Cache Hit

캐쉬 히트의 경우, DCP는 서버의 역할을 하고 FPC에서 요청받은 미디어 데이터 스트림을 전송하기 시작한다. DCP는 FPC에서 요청 받은 미디어의 초기부분을 전송하면서 다음에 재생될 미디어 스트림을 서버에 요청하여 선반입한다. 선반입한 데이터를 RPC에 저장하여 클라이언트의 요청시 서버에게 부가적인 요청 없이 바로 전송한다. 또한 클라이언트와 프록시 사이의 급격한 환경 변화로 인해 서버로부터 받은 미디어 데이터 전송이 용이하지 않을 경우 트랜스코딩을 통해 적응적인 서비스를 제공한다.

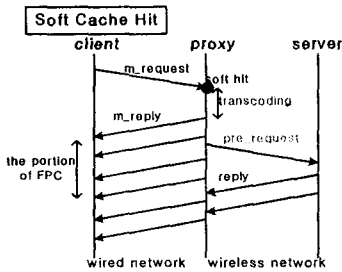


3.3.2 Cache Soft Hit

소프트 히트이란 클라이언트가 데이터를 요청했을 때, 동일한 미디어이고 quality level이 다른 데이터가 DCP에

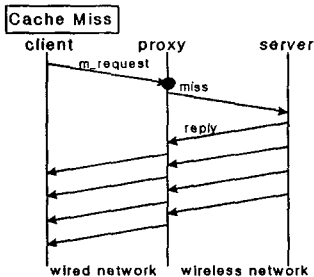
있는 경우, 멀리 떨어진 서버에 전송요청을 하는 대신에 동일한 미디어 파일을 클라이언트의 수용성에 맞게 수정하여 전송함으로써 latency를 줄이는 것을 의미한다.

소프트 캐쉬 히트의 경우, DCP는 서버의 역할을 하고 FPC에 있는 요청받은 미디어 데이터 스트림을 트랜스코딩하여 전송하기(play back) 시작한다. DCP는 FPC의 미디어의 초기부분을 트랜스 코딩하여 전송하면서 다음에 재생될 미디어 스트림을 서버에 요청하여 선반입(pre-fetching)한다. DCP는 FPC의 미디어 데이터를 트랜스 코딩하여 클라이언트로 적응형 서비스를 제공한다. DCP는 클라이언트로 전송한 FPC의 미디어 초기부분이 얼마 남지 않았을 경우 서버에게 다음에 재생될 미디어 블록을 요청한다. 이때 프록시는 클라이언트의 미디어요청 정보를 서버에게 전송하게 되고, server는 클라이언트의 환경에 적합한 미디어 스트림 전송한다.



3.3.3 Cache Miss

요청한 스트림이 캐쉬에 없을 경우, DCP는 본 서버에게 요청을 한다. 서버는 프록시를 통해 클라이언트에게 스트림을 전송한다. DCP는 클라이언트에게 데이터 패킷을 전달하면서 서버에게 ACK 패킷을 보낸다. 그리하여 DCP는 데이터 패킷을 가로채서 캐싱하는 동안 중단 시스템(end system)에게 투명성(transparency)을 보장한다.



4. Simulation

ns2 네트워크 시뮬레이터를 이용하여 멀티미디어 이중 캐싱 메커니즘을 평가하였다.

성능 척도로 캐쉬 히트율과 사용자 응답 시간을 측정하였다. 그림 9.는 네트워크 노드간 연결을 보여준다.

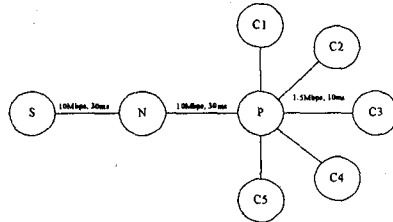


그림 4. Simulation Topology

이중 캐싱 기법을 구현해서 적용하였으며 프록시의 트랜스코딩 기능을 보이기 위해 적응형 멀티미디어 애플리케이션을 생성하였다. 이 애플리케이션은 전송 중에 서비스 질을 동적으로 조절한다.

DCMS적용한 것과 기존 비디오 캐싱에 대해서 시뮬레이션하고 비교하였다. 그림 4.는 캐쉬 사이즈 변동에 따른 히트율을 보여준다.

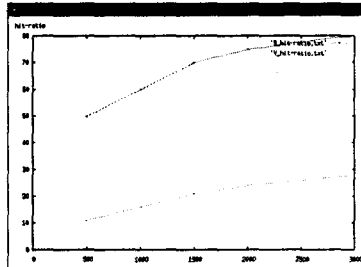


그림 5. hit-ratio

ns trace 파일을 통해 평균 사용자 응답시간을 계산했을 때 DCMS에서 좀더 줄어든 응답시간을 볼 수 있었다.

5. 결론

본 논문에서는 트랜스코딩과 미디어캐싱 기법을 접목한 프록시 시스템인 DCMS(Dual Caching proxy for adaptive Multimedia Streaming service)를 제안한다. DCMS는 전체 파일 중 파일의 시작 부분만을 레벨에 따라 트랜스코딩하여 Dual Cache에 저장함으로써 클라이언트의 미디어 서비스 요청 시에 디스크를 효율적으로 사용하고 응답속도를 줄이면서 적응형서비스를 제공하고자 하였다.

참고문헌

- [1] H. Fabmi et al, *Proxy Server for Scalable Interactive Video Support*, IEEE Computer, Vol.34, pp.54 -60, 2001
- [2] Barron C. Housel, David B. Lindquist, *WebExpress: A System for Reliable Multicast in Heterogeneous Environments*, Proceedings of the 2nd annual international conference on Mobile computing and networking, 1996
- [3] Bruce Zenel, *A general purpose proxy filtering mechanism applied to the mobile environment*, IEEE Wireless Networks 5 pp.391-409, 1999