# 모바일 스트리밍을 위한 분산 트랜스코딩 시스템의 구현 및 효율적인 자원 모니터링

이성용°, 최창열
강원대학교 컴퓨터정보통신공학과
moota4@mmslab.kangwon.ac.kr°, cychoi@kangwon.ac.kr

# Implementation and Efficient Resource Monitoring of Distributed Transcoding System for Mobile Streaming

Sung Yong Lee°, Chang Yeol Choi
Dept. of Computer, Information and Telecomm. Engineering
Kangwon National University

**요 약**

모바일 기기를 이용하여 다양한 멀티미디어 서비스를 즐길 수 있는 환경이 보편화되면서 더 많은 사용자에게 자연스러운 멀티미디어 스트리밍을 제공하기 위해 모바일 기기의 성능 특성과 무선 대역폭 제약을 고려하여 서비스를 적응시키는 기법들이 강구되고 있다. 본 논문에서는 모바일 멀티미디어 스트리밍을 위한 분산 트랜스코딩 시스템을 구현하고 트랜스코딩시 서버의 자원을 효율적으로 관리하는 새로운 기법을 제안하여 성능을 측정, 분석하였다. 제안된 callback 모니터링에서는 트랜스코딩 서버가 할당된 작업을 모두 마치면 자신의 자원 정보를 스스로 갱신하기 때문에 사용자 응답시간이 최소화되고 서버의 가용 자원을 모두 활용하게 된다.

## 1. 서 론

무선네트워크와 BCN, DMB 기술이 출현하면서 모바일 기기를 이용하여 다양한 멀티미디어 서비스를 즐길 수 있는 환경이 보편화되고 있다. 사용자들이 큰 네트워크 대역폭과 많은 연산을 필요로 하는 멀티미디어 스트리밍 서비스를 요청하면 협소하고 일정하지 않은 무선네트워크 대역폭 특성 때문에 동시에 서비스할 수 있는 사용자 수가 제한된다[1]. 또한 모바일 기기의 연산능력과 저장 능력이 제한되므로, 모바일 기기의 특성이나 네트워크 환경에 모바일 서비스를 적응시키는 전략(adaptation strategy)이 요구된다[1]. 많이 사용되는 적응전략인 트랜스코딩에서는 서버 자원의 동적인 관리가 필요하고, 데이터 전송시 발생하는 오류를 복구하는 기능 또한 필수적이다. 분산 트랜스코딩 서버 환경에서 더 많은 모바일 사용자에게 컨텐츠를 제공하는 효율적인 기법들이 MSM-CDN 등에서 연구되고 있다[1][2][3].

본 논문에서는 모바일 멀티미디어 스트리밍을 위한 분산 트랜스코딩 시스템을 구현하고, 트랜스코딩시 서버의 자원을 효율적으로 모니터링하는 새로운 기법을 제안하여 성능을 측정, 분석하였다.

## 2. 자원 모니터링

모바일 기기에서 대용량의 멀티미디어데이터를 재생할 때 네트워크나 컴퓨팅 능력이 모자라 원래 데이터의 자연스러운 재생이 어려울 때 서버에서 트랜스코딩을 한다[4]. 트랜스코딩은 복잡한 계산을 통해 멀티미디어데이터를 원하는 형식으로 변경하므로 사용자의 요청이 있으면 시스템 관리자는 자원 모니터링을 통해 가용 자원이 가장 많은 트랜스코딩 서버를 선택한다. 그러므로 자원 모니터링은 신속하고 정확하게 이루어져야하고 트랜스코딩 서버로의 오버헤드를 최소화해야 한다.

### 2.1 Poll 기반의 자원 모니터링[3]

클라이언트가 새로운 작업을 요청하면 서버 시스템 관리자에 등록되어 있는 모든 트랜스코딩 서버에게 자원(CPU, 메모리, 네트워크 대역폭)의 상황을 보고하는 폴링 메시지를 보낸다. 알고리즘의 이해나 구현이 단순하다는 장점이 있는 반면, 모든 트랜스코딩 서버에게 폴링 메시지를 보내고 자원에 대한 상황을 보고받을 때까지 많은 시간이 소요되어 클라이언트의 서비스 대기시간이 길어지거나 연결이 끊어지는 현상이 발생할 수 있다.

2.2 Table 기반의 자원 모니터링[3]

트랜스코딩 서버의 자원 요소들을 테이블로 작성한 뒤 트랜스코딩 서버가 주기적으로 자원의 상황을 보고하는 기법이다. 이 기법은 poll 기반 기법에서의 서비스 지연 현상을 해결할 수 있지만 테이블에 저장되어 있는 트랜스코딩 서버의 자원 정보의 실시간성이 부족하고 네트워크 트래픽이 주기적으로 발생하는 단점이 있다.

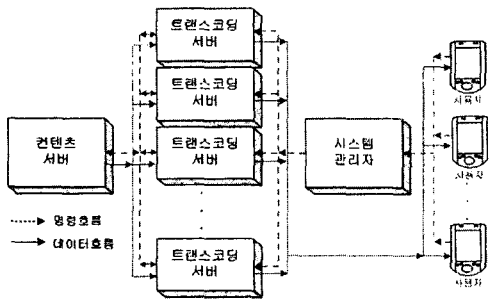
2.3 Callback 자원 모니터링

트랜스코딩은 소모되는 데이터의 양에 따라 속도를 조절하기 때문에 트랜스코딩 서버가 사용하는 자원의 양도 변한다. 트랜스코딩 서버의 자원 낭비를 최소화하고 연산능력을 최대화하는 callback 자원 모니터링은 poll 기반 자원 모니터링이나 table 기반 자원 모니터링처럼 폴링메시지나 주기적인 정보 전송을 요청하지 않는다. 즉, 시스템 관리자가 선택한 트랜스코딩 서버가 할당된 작업을 모두 마치면 자신의 자원 정보를 스스로 갱신하도록 설계하였다. 이와 같이 callback 자원 모니터링은 트랜스코딩 서버에 미치는 부하가 최소화되어 트랜스코딩이 빨리 이루어져 사용자 요청에 대한 응답시간이 최소화되고 서버의 가용 자원을 모두 사용하게 된다.

## 3. 설계 및 구현

3.1 시스템 구성

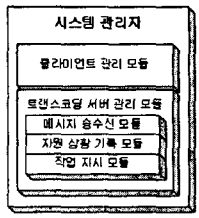
전체 모습이 <그림 1>과 같은 모바일 미디어 스트리밍 시스템을 구축하였다. 이 시스템은 멀티미디어 컨텐츠를 생성/저장하는 컨텐츠 서버, 사용자의 요청에 맞게 파일을 변경하는 트랜스코딩 서버, 사용자의 요청을 수신하고 트랜스코딩 서버에 작업 지시를 하는 시스템 관리자로 구성된다.




<그림 1> 전체 시스템 구성도

3.2 시스템 관리자

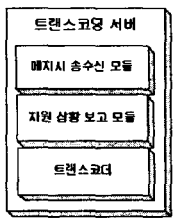
시스템 관리자는 <그림 2>와 같이 클라이언트 관리 모듈과 트랜스코딩 서버 관리 모듈로 구성된다. 클라이언트 관리 모듈은 시스템에 접속하는 클라이언트의 정보를 저장하고 클라이언트가 작업을 요청하면 트랜스코딩 서버 관리 모듈로 메시지를 전달한다. 트랜스코딩 서버 관리 모듈은 트랜스코딩 서버에 명령을 전달하거나 트랜스코딩 서버에서 전달되는 메시지를 수신하는 메시지 송수신 모듈, 클라이언트가 작업을 요청하면 등록되어 있는 트랜스코딩 서버 정보를 바탕으로 작업을 수행할 트랜스코딩 서버를 선택하고 명령을 전달하는 작업 지시 모듈, 트랜스코딩 서버가 시스템에서 정의한 자원 모니터링 기법에 따라 자신의 여유 자원을 보고하면 그 정보를 가공하는 자원 상황 기록 모듈로 구성된다.




<그림 2> 시스템 관리자의 구성

3.3 트랜스코딩 서버

트랜스코딩 서버는 <그림 3>과 같이 메시지 송수신 모듈, 자원 상황 보고 모듈, 트랜스코더로 구성된다. 메시지 송수신 모듈은 시스템 관리자와 메시지 통신을 하는 모듈이고, 자원 상황 보고 모듈은 시스템에서 정의한 자원 모니터링 기법에 의해 자신의 여유 자원을 시스템 관리자에 보고하는 모듈이다. 트랜스코더는 트랜스코딩 서버의 핵심 모듈로서 멀티미디어 데이터를 서로 다른 파일 포맷이나 해상도로 변경하는 기능을 담당한다. 트랜스코더로는 오픈소스인 ffmpeg 0.5.8을 사용했다.




<그림 3> 트랜스코딩 서버

## 4. 성능 평가

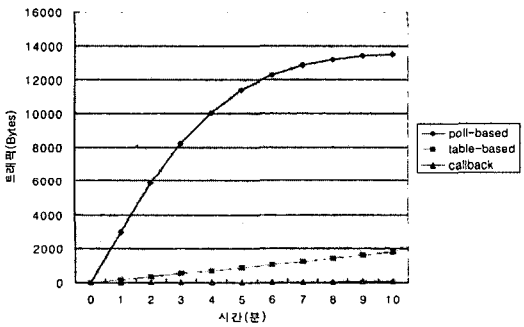
4.1 시험환경 및 평가항목

자원 모니터링 기법이 네트워크 트래픽에 미치는 영향을 보기 위해, 1대의 트랜스코딩 서버가 자원 상황을 보고하기 위해 일정 시간동안 시스템 관리자에게 보내는 데이터의 양을 측정하였다. 클라이언트의 작업 요청 빈도는 Zipf 분포[5]를 따르며, 자원 모니터링 기법의 정확성을 평가하기 위해서 트랜스코딩 서버가 자원 상황을 보고할 때의 정보 전송시간( =라운드 트립 시간(RTT)+지

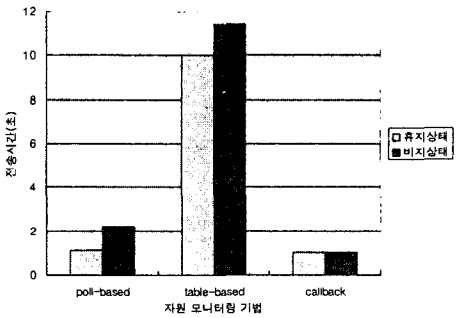
연시간(Delay Time))을 측정하였다. 이때 트랜스코딩 서버가 휴지상태(Idle State)일 때와 비지상태(Busy State)일 때를 비교하였다.

4.2 시험 결과

<그림 4>는 3가지 자원 모니터링 기법에 대해 단위 시간당 발생한 네트워크 트래픽의 누적 양을 보인다. Poll 기반 자원 모니터링은 클라이언트의 요청이 있을 때마다 자원 정보를 전송해야하므로 시간이 지날수록 누적 트래픽이 급속히 증가한다. Table 기반 자원 모니터링은 트래픽이 시간에 비례해 증가하지만 poll 기반 자원 모니터링 보다 많이 작은 것을 볼 수 있다. 하지만 callback 자원 모니터링에서는 트래픽이 트랜스코딩 작업의 횟수에만 영향을 받기 때문에 변화가 거의 없는 것으로 나타났다.




<그림 4> 자원 모니터링을 위한 트래픽




<그림 5> 자원 정보 전송시간

<그림 5>는 자원 모니터링 기법별 자원 상황에 따른 데이터 전송시간을 보인다. Poll 기반과 table 기반의 자원 모니터링에서는 트랜스코딩 서버가 비지상태일때 전송시간이 크게 증가하여 트랜스코딩 서버가 비지상태일 때 여유 자원 상황 보고가 트랜스코딩 서버에 부담을 주게 됨을 알 수 있다. 하지만 제안된 callback 자원 모니터링은 트랜스코딩 작업 중에는 아무런 작업을 하지 않기 때문에 트랜스코딩 서버의 상태에 전혀 영향을 주지 않는다.

## 5. 결 론

무선 네트워크 기술과 멀티미디어 데이터 전송기술이 발전하면서 모바일 기기의 저장능력과 계산능력에 대한 제약도 완화되고 있다. 따라서 모바일 환경에서 멀티미디어 스트리밍처럼 복잡한 연산이 필요한 다양한 서비스에 대한 요구가 급증하고 있다.

본 논문에서는 모바일 사용자에게 원활한 VOD 서비스를 위한 분산 트랜스코딩 서버 기반의 모바일 멀티미디어 스트리밍 시스템을 구현하였다. 여기에 분산 트랜스코딩 서버의 자원을 효율적으로 관리하는 새로운 자원 모니터링 기법을 적용하였다. 제안된 기법은 기존의 자원 모니터링 기법보다 네트워크 트래픽과 데이터 전송시간이 매우 감소하여 우수한 성능을 보였다.

앞으로, 시스템 관리자가 트랜스코딩 서버에 작업을 지시할 때 작업 완료시간을 예측하는 모듈을 구현하고, IEEE1394를 기반으로 컨텐츠 서버에 실시간 컨텐츠를 제공할 예정이다.

## 6. 참고문헌

[1] Susie Wee, John Apostolopoulos, Wai-Tian Tan, and Sumit Roy, "Research and Design of a Mobile Streaming Media Content Delivery Network", *Proc. of IEEE International Multimedia Conference and Expo*, Baltimore, Maryland, July 2003.

[2] Harville, Michael Covell, Susie Wee, "An Architecture for Componentized, Network-Based Media Services", *Technical Report HPL-2003-185*, HP, Aug. 2003.

[3] Sumit Roy, Michele Covell, John Ankcorn, Susie Wee, and Takeshi Yoshimura, "A System Architecture for Managing Mobile Streaming Media Services", *Proc. of Workshop on Mobile Distributed Computing, Providence*, Rhode Island, May 2003.

[4] R. Ramanujan, J. Newhouse, M. Kaddoura, A. Ahamad, E. Chartier, K. Thurber, "Adaptive Streaming of MPEG Video over IP Networks", Proc. of *22nd IEEE Conference on Local Computer Networks*, Nov. 1997.

[5] http://www.useit.com/alertbox/zipf.html