

이동 사용자를 위한 네트워크 적응적 실시간 트랜스코더를 이용한 VOD 서비스의 구현

방한민*, 한우람*, 허난숙*, 서동만*, 정인범*

*강원대학교 컴퓨터학부

e-mail: hmbang@snslab.kangwon.ac.kr

The Implementation of VOD Service Using Network Adaptive Realtime Transcoder for Mobile Users

Han-Min Bang*, Woo-Ram Han*, Nan-Sook Heo*,
Dong-Mahn Seo*, In-Bum Jung*

*Department of Computer Science and Engineering,
Kangwon National University

요 약

무선 인터넷의 발달에 따라 이동 사용자의 수가 급증하면서 무선 환경에서도 질 높은 미디어 스트리밍 서비스를 받고자 하는 수요가 증가되고 있다. 하지만 이동 단말은 일반 컴퓨팅 환경과는 상대적으로 제한된 시스템 자원을 가지며, 무선 네트워크는 유선 환경보다 대역폭이 낮고, 변화가 크다. 본 논문에서는 이러한 이동 단말에게 질 높은 미디어 스트리밍 서비스를 제공하기 위해서 AIMD를 적용한 NAAT 알고리즘을 이용하여 실시간으로 스트리밍 할 미디어 데이터의 비트율을 적응적으로 조절하여 이동 사용자에게 스트리밍 서비스를 제공하는 VOD 서비스를 구현 한다.

1. 서론

최근 무선 네트워크의 발달로 인해 이동 사용자의 수가 급증하면서 무선 네트워크 환경에서도 유선 환경에서와 같이 질 높은 미디어 스트리밍 서비스를 받고자 하는 수요가 증가하고 있다. 그러나 무선 환경은 유선 환경에 비해 상대적으로 낮은 네트워크 대역폭을 가지며, 사용자의 위치 이동에 따른 대역폭의 변화가 크다[1].

멀티미디어 콘텐츠 스트리밍의 경우 일정 수준 이상의 넓은 네트워크 대역폭을 필요로 하므로 대역폭의 변화가 잦은 무선 네트워크에서 끊임 없는 미디어 스트리밍 서비스를 제공하기에는 어려움이 있다. 따라서 끊임 없는 미디어 스트리밍 서비스를 제공하기 위해서는 네트워크 적응적인 미디어 스트리밍 기법이 필요하다.

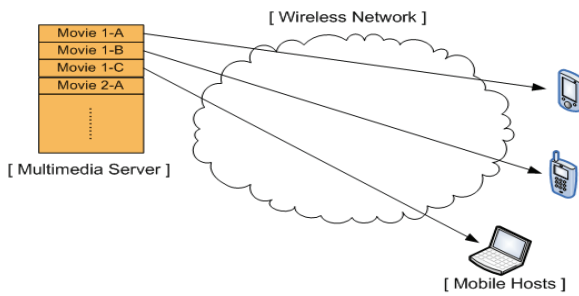
최근 이러한 네트워크 적응적인 미디어 스트리밍을 위해 트랜스코딩 기법이 보편적으로 사용된다. 다양한 환경의 사용자에게 미디어 스트리밍을 제공하기 위한 방법으로 그림 1과 같은 정적 트랜스코딩 방법을 보편적으로 사용하고 있다[2]. 미디어 스트리밍을 제공하는 서버는 하나의 미디어 데이터에 대해 여러 가지 등급으로 트랜스코딩된 데이터를 보유하고 있다가 사용자로부터 서비스 요청 시 네트워크 환경 및 단말기의 종류에 따라 미리 준비된

영상을 선택적으로 제공한다. 그러나 이러한 방법은 하나의 미디어 데이터를 여러 등급으로 제작하여 저장함으로써 저장 공간을 낭비하는 결과를 초래한다. 이 문제점을 해결하기 위한 방법으로 그림 2와 같이 미디어 데이터의 프레임율(Frame Rate), 비트율(Bit Rate), 영상 크기(Video Resolution) 등을 변경하는 동적 트랜스코딩에 대한 연구가 이루어지고 있다[2, 3]. 하지만 이러한 동적 트랜스코딩 기법 또한 사용자의 서비스 요청시의 대역폭과 이동 단말의 해상도와 같은 초기 정보만을 이용하여 트랜스코딩하므로 네트워크 대역폭의 변화가 많은 이동 단말에게 서비스를 제공하기에는 어려움이 있다.

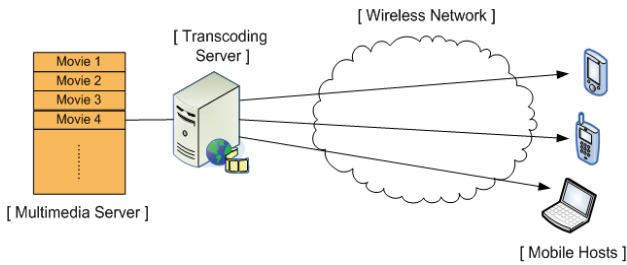
본 논문에서는 네트워크 대역폭이 유동적인 이동 단말기의 특성을 고려하여, 미디어 스트리밍 서비스 도중 이동 사용자의 수신 Data 양을 측정하고, 적응적으로 트랜스코딩하여 이동 사용자에게 제공하는 AIMD(Additive Increase, Multiplicative Decrease)를 적용한 NAAT(Network Adaptive Autonomic Transcoding) 알고리즘을 이용하여 네트워크 적응적 VOD(Video On Demand) 서비스를 구현한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 본 논문과 관련된 연구에 대해 알아보고 3장과 4장에서는 네트워크 적응적 VOD 서비스의 구조와 구현에 대해 설명한다. 5장에서는 구현한 시스템의 성능을 분석하고 6장에서는 본 논문의 결론을 맺는다.

- 본 연구는 산업자원부와 한국산업기술재단의 지역혁신인력양성사업으로 수행된 연구결과임.



(그림 1) 정적 트랜스코딩 시스템의 구조.



(그림 2) 동적 트랜스코딩 시스템의 구조.

2. 관련 연구

2.1 무선 네트워크 대역폭

무선 네트워크 환경의 호스트들은 이동 사용자의 위치가 변경될 때마다 사용 가능한 네트워크 대역폭의 변화가 크기 때문에 유선 네트워크 환경의 미디어 데이터를 스트리밍 서비스 받기에 적절하지 않다. 따라서 미디어 데이터를 트랜스코딩 할 때 계속해서 변화하는 네트워크 대역폭 중 어느 정도의 대역폭에 맞추어 미디어 데이터를 변환하는 것이 적절한지에 대한 고려가 필요하다.

무선 통신의 무선랜 표준 규약인 802.11은 IEEE 작업 그룹이 개발한 무선랜을 위한 규격 모음으로 802.11, 802.11a, 802.11b, 802.11g 4가지가 있다. 802.11은 기초적인 무선랜 표준안으로 CSMA/CA를 지원하고 최대 2Mbps의 전송 속도를 지원한다. 802.11b는 최대 11Mbps의 전송 속도를 제공하며 많은 모바일 호스트 제품이 802.11b의 표준을 지원하고 있다. 802.11g와 802.11a는 최대 54Mbps까지의 전송 속도를 지원하며 차세대 무선랜을 지원하기 위한 표준이다[4, 5].

2.2 MPEG 프로파일

핸드폰, PDA, 랩탑과 같이 이동 사용자의 단말기 종류에 따라 컴퓨팅 파워, 메모리, 네트워크 대역폭 등의 자원이 각각 다르기 때문에 미디어 스트리밍 서비스 또한 이동 사용자의 단말기 환경에 따라 달라져야 한다. 이러한 환경에 따른 표준 규격을 설정한 프로파일은 표 1에서 보는 바와 같이 미디어 스트리밍 서비스에 따른 영상 크기 (Video Size), 전송 속도(Frame Rate), 비트율(Bit Rate) 등을 설정하고 있다. MPEG 등급에 따른 프로파일에 따라 모바일 호스트 환경에 맞는 영상의 크기나 비트율이 다르게 설정 된다. MPEG 프로파일은 크게 SQCIF(Sub-Quater Common Intermedia Format), QCIF(Quater Common Intermedia Format), CIF, 4CIF 등과 같이 4등

<표 1> MPEG 등급에 따른 프로파일 예.

등급	Video size	Frame Rate	Bit Rate
SQCIF	128×96	15	50
QCIF	176×144	15	70
CIF	352×288	26	100
4CIF	704×576	30	200

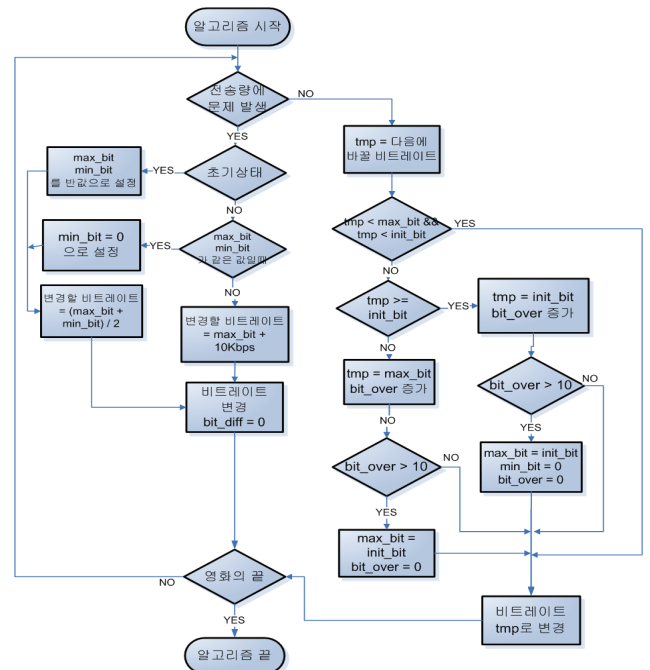
급으로 나눌 수 있다. SQCIF는 모바일 핸드폰, QCIF는 PDA, CIF는 무선 노트북, 4CIF는 일반 데스크톱 급으로 볼 수 있다. 따라서 트랜스코딩 시스템에서의 트랜스코딩 등급 역시 표 1과 같은 MPEG 프로파일에서 설정한 등급으로 나누어 적용할 수 있다[1].

3. 네트워크 적응적 VOD 서비스의 구조

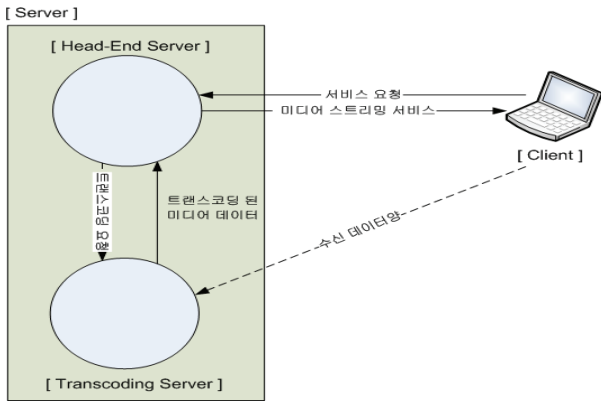
무선 네트워크 환경에서는 사용자의 이동에 따른 가용 대역폭의 변화가 크기 때문에 실시간으로 사용자의 수신 Data 양을 측정하여 적응적으로 트랜스코딩을 해주는 것이 중요하다. 본 논문에서는 이러한 사용자의 수신 Data 양을 실시간으로 측정하고 적응적인 트랜스코딩을 위해 AIMD기반의 NAAT 알고리즘을 인용하여 서비스를 구현하였다. 그림 3은 NAAT의 알고리즘의 순서도를 나타낸 것이다.

NAAT는 사용자와 서버 사이의 대역폭을 서버의 데이터 송신량과 클라이언트의 데이터 수신량을 비교함으로써 네트워크 대역폭의 변화를 예측한다. 두 송·수신량의 차이가 발생할 경우 대역폭의 변화로 인지하고 미디어 데이터의 비트율을 현재의 최고치와 최저치의 중간값으로 설정한다. 송·수신량이 같을 경우 대역폭에 여유가 있음을 가정하고 스트리밍할 미디어 데이터의 비트율을 단계적으로 증가 시킨다.

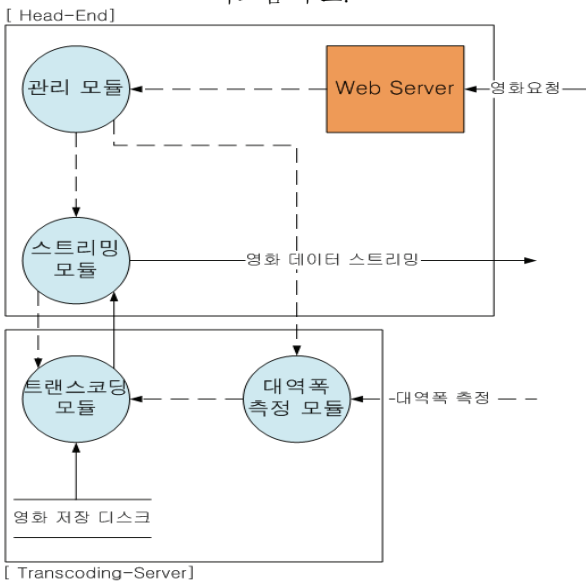
그림 4는 본 논문에서 구현한 시스템의 구조를 나타낸



(그림 3) NAAT 알고리즘.



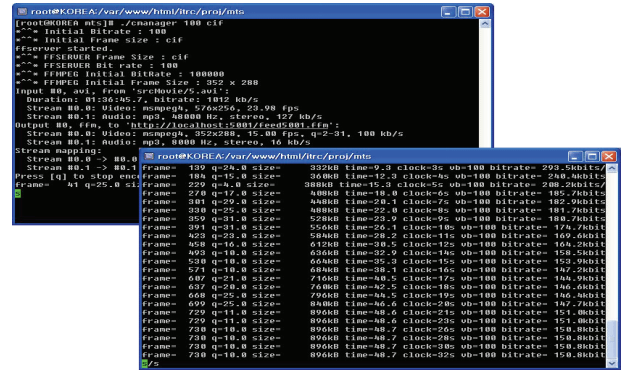
(그림 4) 실시간 트랜스코딩을 이용한 VOD 서비스 시스템 구조.



(그림 5) 트랜스코딩 서버의 구조.

다. 서버 부분은 사용자의 요청을 받아들이고 트랜스코딩된 서버를 제어하는 HS(Head-end Server)와 미디어 데이터의 트랜스코딩 작업을 수행하는 TS(Transcoding Server)로 구성된다. 클라이언트와 트랜스코딩 서버 사이에는 실시간 트랜스코딩을 위한 NAAT 모듈이 있다.

실시간 트랜스코딩 서버의 구조는 그림 5와 같다. 사용자의 서비스 요청 및 다른 모듈을 제어 및 관리하는 HS와 트랜스코딩을 수행하는 TS로 구성된다. HS는 사용자의 스트리밍 요청을 받아들이고 웹서버와 트랜스코딩 서버의 다른 모듈들을 제어하는 관리 모듈로 구성된다. 웹 서버에 구축된 웹페이지를 통하여 사용자에게 스트리밍 서비스가 가능한 미디어 데이터의 목록을 보여준다. 사용자는 웹페이지를 통해서 원하는 미디어 데이터에 대해 스트리밍 서비스를 요청하고 웹 서버는 관리 모듈을 구동시켜 TS에 사용자가 요청한 미디어 데이터의 정보와 사용자 정보를 전송한다. 트랜스코딩 서버는 스트리밍 모듈, 트랜스코딩 모듈, NAAT 모듈로 구성된다. NAAT는 HS의 관리 모듈로부터 전송받은 사용자의 정보를 참조하여 클라이언트의 수신 데이터양을 받아 송신 데이터양과 비교하여 트랜스코딩 비트율을 결정한다. 트랜스코딩 모듈



(그림 6) 트랜스코더 서버 실행 화면

은 디스크에 저장된 미디어 데이터를 실시간으로 가져와 NAAT 모듈에서 일정한 비트율을 반영하여 미디어 데이터의 비트율을 조정하는 트랜스코딩을 수행한다. 트랜스코딩된 데이터를 스트리밍 모듈로 전송하여 사용자에게 미디어 스트리밍 서비스를 제공한다.

4. 네트워크 적응적 VOD 서비스의 구현

4.1 서버

서버의 모든 모듈은 리눅스 환경에서 C 언어로 구현하였다. 사용자에게 스트리밍 가능한 미디어의 목록을 보여주고 사용자의 요청을 받아들이는 웹서버의 웹페이지는 PHP[6]로 구현되었다. 사용자의 네트워크 환경과 이동 단말의 종류에 따른 적응적 트랜스코딩을 위해 오픈 프로젝트로 개발 진행 중인 ffmpeg v0.4.8과 ffserver v0.4.8를 사용하였다[7]. ffmpeg는 avi, mpeg 등의 동영상 포맷을 다른 포맷으로 변환할 수 있으며 미디어 데이터의 비트율, 프레임율, 해상도 등을 조절 할 수 있는 트랜스코딩 프로그램이다. 본 연구에서는 사용자에게 끊임 없는 스트리밍 서비스를 위해 미디어 데이터의 비트율만을 조절한다. 실시간으로 미디어 데이터의 비트율을 조절하기 위해 ffmpeg의 Rate Control 부분의 양자화 파라미터를 NAAT 알고리즘을 이용하여 변경하는 모듈을 추가하였다. ffserver는 ffmpeg에 기본적으로 포함되어 있는 프로그램으로 avi, mpeg 등의 여러 가지 포맷의 동영상을 asf 형태로 스트리밍 서비스를 할 수 있도록 해주는 스트리밍 서버이다. 본 연구에서는 트랜스코딩 된 미디어 데이터를 스트리밍 모듈로 전송하여 스트리밍 모듈의 ffserver를 통해 사용자에게 스트리밍 서비스를 제공하는데 사용하였다. 그림 6은 트랜스코딩 서버 실행 화면이다.

4.2 클라이언트

랩탑 클라이언트는 서비스 가능한 미디어 데이터의 목록을 확인할 수 있는 메뉴 부분과 스트리밍 서비스를 받는 미디어 데이터를 출력하는 재생 부분으로 구성된다. 랩탑은 MPEG 프로파일의 4CIF에 해당하는 해상도의 재생 화면을 제공한다. 랩탑 클라이언트는 리눅스 운영체제 환경에서 Embedded Qt 3.0 [8]을 이용하여 구현하였으며, 미



(그림 7) 랩탑 클라이언트 미디어 재생 화면.

디어 재생은 mplayer v1.0[9]를 수정하여 구현 하였다. 그림 7은 클라이언트에서 미디어 스트리밍시의 재생화면이다.

서버에서는 전송받은 대역폭의 수치를 바탕으로 NAAT 알고리즘을 사용하여 미디어 데이터 트랜스코딩시의 비트율을 조절한다.

5. 성능 분석

사용된 서버와 클라이언트의 제원은 표 2와 같다. 성능 측정을 위한 시나리오는 다음과 같다. 로컬 무선 네트워크에서 클라이언트는 서버에 미디어 스트리밍 서비스를 요청하고, 서비스 도중 네트워크 대역폭의 변화를 위해 수시로 사용자의 위치를 이동 시킨다. 서버는 NAAT 모듈을 통해 미디어 데이터의 비트율을 조절하고 사용자에게 제공한다.

그림 8은 로컬 무선 네트워크 환경에서 일정 시간동안 클라이언트의 위치 이동으로 인해 대역폭이 수시로 변화하는 상황을 NAAT 알고리즘을 사용하여 재생 영화의 비트율의 변화를 나타낸 것이다.

사용자의 이동에 따른 대역폭의 변화가 있을 경우 미디어 데이터의 비트율을 조절하여 트랜스코딩 실행한다. 그로인해 끊김 없는 스트리밍 서비스를 제공함을 알 수 있었다.

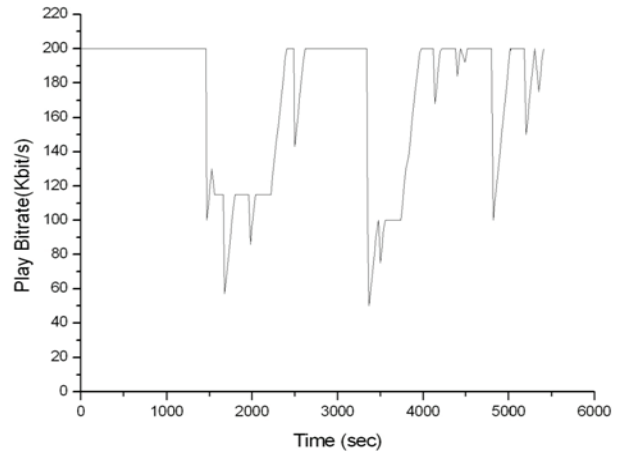
6. 결론 및 향후 연구

본 논문에서는 낮은 컴퓨팅 파워와 적은 메모리, 무선 네트워크의 유동적이고 낮은 대역폭을 가지는 이동 컴퓨팅 환경의 단말에게 끊김 없는 미디어 스트리밍 서비스를 제공하기 위해 NAAT 알고리즘 기반의 네트워크 적응적인 트랜스코딩을 통해 미디어 스트리밍 서비스를 구현하였다.

무선 네트워크의 유동적인 네트워크 대역폭을 사용하

<표 2> 서버와 클라이언트 환경.

	서버	클라이언트
CPU	AMD Athlon MP 2200+ 1.8Ghz	Intel Pentium 4 Mobile 1.8Ghz
Memory	1GB	768MB
Network	100Mbps	IEEE 802.11 b/g
리눅스커널	2.6.9-71	2.6.9-34



(그림 8) 재생 영화의 비트율 변화.

는 사용자에게 제공될 미디어 데이터의 비트율을 조절하여 트랜스코딩 됨을 확인 하였고, 또한 트랜스코딩된 미디어 데이터를 통해 끊김 없는 미디어 스트리밍 서비스를 제공함을 알 수 있었다.

트랜스코딩 작업은 서버의 많은 컴퓨팅 파워를 필요로 하므로 과도한 서비스 요청이 집중될 경우 미디어 스트리밍 서비스의 QoS 보장에 어려움이 있다. 향후에는 컴퓨팅 파워를 많이 필요로 하는 트랜스코딩 서버를 병렬로 구성하고 각 트랜스코더에 균등하게 작업을 분배하므로써 사용자의 QoS가 보장 될 수 있는 병렬 트랜스코딩 서버에 대해서 연구할 계획이다.

참고문헌

- [1] Dongmahn Seo, Joahyoung Lee, Yoon Kim, Changyeol Choi, Hwangkyu Choi, Inbum Jung "Load Distribution Strategies in Cluster-based Transcoding Servers for Mobile Clients." Lecture Notes in Computer Science, Vol 3983, pp. 1156-1165, May 2006.
- [2] Ilhoon Shin, Kern Koh "Hybrid Transcoding for QoS Adaptive Video-on-Demand Services." IEEE Transactions on Consumer Electronics, Vol. 50, No.2, May 2004.
- [3] H.Bhradvaj, A. Joshi, S. Auephanwiriyaikul "An active transcoding proxy to support mobile web access." International Conference on Reliable Distributed System, pp 118-123, 1998.
- [4] Behrouz A. Forouzan "Data Communications and Networking 2nd." Mc Graw Hill.
- [5] 임강진, 신재호, 권병희 "Network Bible 3rd." 영진출판사.
- [6] PHP (<http://www.php.net>).
- [7] ffmpeg (<http://ffmpeg.mplayerhq.hu>).
- [8] trolltech "Qt/Embedded Whitepaper." (<http://trolltech.com/products/embedded/>).
- [9] mplayer (<http://www.mplayerhq.hu>).