

네트워크 적응적 QoS를 위한 오토노믹 멀티미디어 트랜스코딩 시스템의 설계 및 구현

Design and Implementation of Autonomic Multimedia Transcoding System for Network Adaptive QoS

서 동 만* 정 인 범**
Seo, Donh-Mahn Jung, In-Bum

Abstract

The recent advance in wireless network technologies has enabled the streaming media service on the mobile devices such as PDAs and cellular phones. Since the wireless network has low bandwidth channels and mobile devices are actually composed of limited hardware specifications, the transcoding technology is needed to adapt streaming media to given mobile devices. Furthermore owing to the diversity of bandwidth in the wireless network by reason of mobile users' movements and environments, it is difficult to provide stable QoS. In this paper, the autonomic multimedia transcoding system is proposed in order for users to provide network adaptive QoS. Our proposed system is based on the estimation of available bandwidth in wireless network for seamless multimedia streaming service. The proposed system is designed and implemented for various mobile clients. In experiments, we evaluate its seamless multimedia streaming and the adaptation transcoding bit rate according to the changes of bandwidth in wireless network.

키워드 : 트랜스코딩, QoS, 이동 단말, 무선 네트워크, 가용 대역폭
Keywords : transcoding, QoS, mobile client, wireless network, available bandwidth

1. 서론

최근 멀티미디어와 정보통신망의 발전에 따라 영상 정보 서비스에 대한 요구가 날로 다양해지고 있다. 멀티미디어 서비스의 급속한 발전으로 사용자는 유선망 이외에 무선망을 통하여 무선 이동 단말기로 스트리밍 미디어를 전송하고 재생하는 서비스를 받을 수 있게 되었다. 그러나 스트리밍 서비스를 위해서는 영상 정보의 양이 다른 일반

데이터의 정보량에 비하여 매우 크기 때문에 광대역 네트워크 대역폭 및 고성능의 컴퓨터를 필요로 하고 있다[1, 2, 3].

무선망에서는 네트워크 대역폭이 유선망보다 상대적으로 열악한 환경을 가지고 있으며, 이동 단말기의 낮은 컴퓨팅 파워와 시스템 자원은 서버로부터 전송되는 높은 품질의 스트리밍 미디어를 적절하게 처리할 수가 없다. 이러한 문제점을 해결하기 위하여 최근에 스트리밍 미디어를 이동 단말기에 적합한 품질로 바꾸는 트랜스코딩 기술이 연구되고 있다[4, 5]. 트랜스코딩은 멀티미디어 콘텐츠를 최초 인코딩된 상태에서 목적하는 단말에 적합하게 변환시키는 기술이다. 변환 종류로는 단말 사양에 맞게 스트리밍 미디어의 프레임율, 해상도, 디스플레이 크기, 비트율의 조절을 포함하여

* 강원대학교 대학원 컴퓨터정보통신공학과 박사과정
** 강원대학교 컴퓨터정보통신공학과 교수, 공학박사

MPEG-1, 2 미디어를 MPEG-4 미디어로 변환시키는 요구도 포함한다. 또한 정지 화상의 경우 JPEG을 GIF 형식으로 변환하는 작업을 수행하기도 한다.

트랜스코딩 시스템은 인코딩된 영상 데이터를 가지고 있는 멀티미디어 서버와 영상 데이터를 단말 환경에 맞게 변환하는 작업을 수행하는 트랜스코딩 서버로 구성된다. 이동 단말기에서 스트리밍 미디어 서비스 요청을 하게 되면 멀티미디어 서버에 저장중인 영상 미디어를 사용자 단말 환경에 적합한 형태로 변경하기 위하여 트랜스코딩 서버로 전송한다. 트랜스코딩 서버는 전송된 영상 미디어를 이동 단말 환경에 적합한 형태의 스트리밍 미디어로 바꾸어 스트리밍 서비스를 한다.

그러나 낮은 대역폭과 낮은 안정성을 가지는 무선망 환경에서 동작하는 이동 단말기에서는 일정한 네트워크 대역폭을 예약하여 사용하기 어렵다. 이동 단말의 이동하면 AP (Access Pointer)와의 거리가 변하게 되고, 그에 따라 가용 네트워크 대역폭이 일정하게 유지되지 못한다. 따라서 무선망을 이용하는 이동 단말기에서의 스트리밍 서비스는 일정한 QoS (Quality of Service)를 만족하기 어려우며, 미디어 데이터의 연속성을 보장하기 어렵다.

본 논문에서는 무선 네트워크 가용 대역폭에 따라 스트리밍 미디어의 비트율을 조절하는 트랜스코딩 시스템인 NAATS(Network Adaptive Autonomic Transcoding System)를 제안한다. 제안하는 NAATS는 네트워크의 가용 대역폭을 측정하여 실시간으로 트랜스코딩 단계에서 비트율을 조절하여 스트리밍 미디어 서비스를 제공함으로써, 사용자에게 끊김 없는 미디어 스트리밍 서비스를 제공한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 본 논문에 관련연구에 대하여 설명한다. 3장에서는 네트워크의 가용 대역폭을 측정하는 방법에 대해 설명한다. 4장에서는 NAATS의 구성과 구조와 구현에 대해 설명하고, 5장에서는 구현된 NAATS의 성능을 측정하고 분석한다. 마지막으로 6장에서는 본 논문의 결론을 맺고 향후 연구 계획을 설명한다.

2. 관련 연구

2.1 무선망 대역폭

유선망에서의 서비스되는 스트리밍 미디어를 무선망의 환경에서 이동 단말기를 통하여 공급하기 위해서는 무선망의 낮은 대역폭 및 낮은 안정성이 고려되어야 한다. 특히 다양한 무선망들을 통하여 기존에 인코딩된 스트리밍 미디어를 트랜스코딩하여 스트림 전송하기 위해서는 무선망 규격에 대

한 조사가 있어야 한다.

무선 통신의 무선 랜 표준규약인 802.11은 IEEE 작업 그룹이 개발한 무선 랜을 위한 규격으로 802.11, 802.11a 802.11b, 802.11g등 4가지 규격이 이에 속한다[6]. 802.11은 기초적인 무선 랜 표준안으로 CSMA/CA를 지원하고 최대 속도는 2Mbps이다. 802.11b는 11Mbps의 최대 속도를 제공하는 무선 랜 표준이다. 많은 이동 단말기 제품이 802.11b의 표준을 지원하고 있다. 802.11g 와 802.11a 는 최대 54Mbps 까지 데이터 전송을 지원하는 표준으로 차세대 무선 랜 지원하기 위한 표준이다. 본 논문에서는 802.11과 802.11b의 규격 속도를 기준으로 연구를 한다.

2.2 MPEG 프로파일

이동 단말기에 따른 컴퓨팅 파워, 메모리, 네트워크 대역폭이 각각 다르기 때문에 스트리밍 미디어 서비스 역시 단말기 환경에 따라 달라져야 한다. 이러한 이동 단말의 등급에 따른 MPEG 디어의 표준 규격이 이미 제시되어있다[7]. 표 1은 스트리밍 미디어 서비스 환경에 따른 해상도, 디스플레이 크기, 프레임율, 비트율 항목을 기반으로 한 MPEG profile을 보여주고 있다.

표1을 보면 MPEG 등급에 따른 규격이 이동 단말기 환경에 따라 화면크기나 비트율이 다르게 설정됨을 알 수가 있다. MPEG 프로파일을 살펴보면 SQCIF(Sub-Quarter Common Intermediate Format), QCIF(Quarter Common Intermediate Format), CIF, 4CIF급으로 나눌 수가 있다. SQCIF 급은 모바일 핸드폰, QCIF급은 PDA, CIF급은 무선 노트북, 4CIF급은 일반 PC급이다.

2.3 멀티미디어 스트리밍 서비스

멀티미디어 데이터를 다운로드하지 않고 멀티미디어 데이터를 실시간으로 스트리밍하여 감상 할 수 있는 서비스는 다양한 분야에 걸쳐 연구 되었다[8, 9, 10, 11].

VODCA는 Video On Demand on Clustering Architecture의 약자로 클러스터 VOD 서버이다[8]. VODCA는 MPEG-1, 2, 4를 지원하며, 고속 순방

표 1 MPEG 등급에 따른 프로파일

등급	Video size	Frame rate	Bit rate (KB/s)
SQCIF	128×96	15	50
QCIF	176×144	15	70
CIF	352×288	26	100
4CIF	704×576	30	200

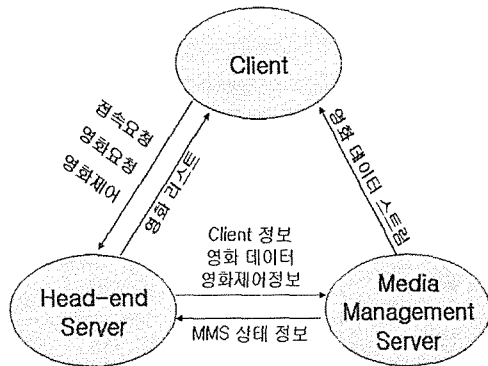


그림 1 VODCA의 구성

향 재생과 고속 역방향 재생, 일시정지 등의 VCR 기능을 지원한다. VODCA는 하나의 HS (Head-end Server)와 다수의 MMS (Media Management Server)로 구성되어진다.

HS 노드는 사용자의 요청을 처리하고, MMS 노드들을 관리, 제어하는 역할을 수행한다. 또한 새로운 영화를 등록하기 위해 비디오 데이터를 분석하여 각 MMS 노드에 분산 저장하는 역할을 수행한다. MMS 노드는 HS의 제어에 따라 사용자에게 비디오 데이터를 전송하는 역할을 수행한다. 2초 간격으로 노드의 상태 정보를 HS에 전송하고, HS로부터 비디오 제어 명령들을 수신하여 수행한다.

VODCA의 클라이언트는 내장형과 범용 PC 형 두 가지로 구분할 수 있다. 모두 리눅스 환경에서 구현되었다. 영화 재생을 위해 Mplayer를 사용하였으며, 사용자 인터페이스는 Qt를 이용하여 구현되었다. 특히 내장형 클라이언트의 경우 내장형 보드에 리눅스를 포팅 하여 구현하였고, 적외선 리모트 컨트롤러를 이용하여 사용자입력을 받도록 구현하였다. 구현된 내장형 클라이언트 시스템은 가정용 TV와 연결하여 서비스가 가능하다.

또한 네트워크의 대역폭이 클러스터 서버의 성능 향상의 제한 요인인 점을 감안하여 RTP/RTSP와 멀티캐스트를 이용하여 보다 적은 네트워크 자원을 이용 하여 보다 많은 사용자에게 서비스를 지원할 수 있는 시스템이 있다[9].

Microsoft사에서 제공하는 고품질 WMV (Windows Media Video)를 VODCA 시스템에서 서비스하는 연구가 있었다[10,11]. 고품질 WMV 파일의 포맷 분석을 통해 키 프레임 추출하고, 이를 기준으로 데이터를 분할하여 각각의 MMS 노드에 분산 저장하여 서비스 하도록 구현 하였다. 서버는 기존의 VODCA 서버에 장착되어 서비스가 가능하다.

고품질 WMV VOD 서비스를 위하여 별도의 클라이언트를 개발하였다. 고품질 WMV 파일을 재

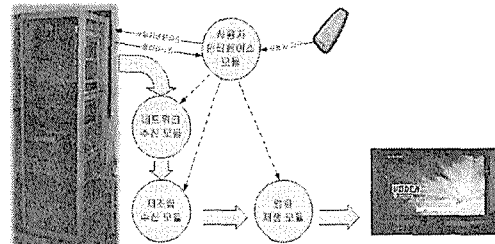


그림 2. VODCA 클라이언트의 구성



그림 3 고품질 WMV 서비스의 동작

생하기 위해서는 고사양의 PC가 필요하기 때문에 기존의 내장형 클라이언트에서는 재생이 불가능하였다. 현재 시중에서 쉽게 구할 수 있는 배어본 PC와 리눅스, Qt, Mplayer를 이용하여 구현하였다.

그림 3은 고품질 WMV 서비스의 동작 화면을 나타낸다. 좌측 상단의 화면은 WMV용 클라이언트 프로그램을 수행하였을 때 처음 화면에 나타나는 VODCA-HD의 초기 화면이다. 우측 상단의 화면은 이후 영화의 종류를 선택하는 화면이다. 좌측 하단의 화면은 실제 영화 리스트를 보여주고, 사용자의 선택을 기다리는 화면이다. 우측 하단의 화면은 고품질 WMV 데이터가 네트워크를 통해 전송되어 클라이언트에서 재생되고 있는 화면이다.

2.4 트랜스코딩 시스템

일반적인 트랜스코딩 시스템의 구조는 그림 4와 같다. 사용자는 트랜스코딩에 필요한 정보를 트랜스코딩 서버에 전송을 한다. 트랜스코딩 서버에서는 요구된 미디어 스트림의 원본을 미디어서버에서 읽어 사용자가 요구한 영상크기, 비트율, 프레임율에 따라서 트랜스코딩한 후 사용자에게 전송한다. 예를 들면 트랜스코딩 서버로부터 CIF(352X288)등급의 25프레임/초, 비트율 100kbps의 비디오 스트리밍을 QCIF(176X144)등급의 15프레임/초, 비트율 50kbps의 스트리밍으로 사용자에게 전송할 수가 있다. 트랜스코딩 서버에서는 무선망의 특성에 적합하도록 비트율, 해상도, 프레임율을 가변적으로 줄일 수가 있다.

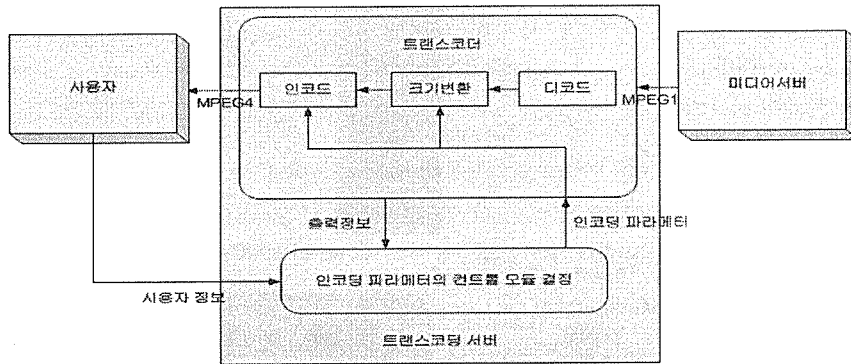


그림 4 트랜스코딩 시스템 구조

기존의 트랜스코딩 시스템을 구축하는 방법들은 소스기반 정적 인코딩 시스템, 트랜스코딩 서버 시스템이 있다[12]. 그림 5는 소스기반 정적 인코딩 시스템 방식을 보여준다. 이 방식은 사용자의 요구에 대하여 미디어 파일들을 미리 사용자 등급별로 트랜스코딩 하여 서버에 저장하여 사용하는 방식이다. 이러한 시스템은 스트리밍 미디어를 실시간으로 트랜스코딩 하여 전송하는 방식보다 서버의 부하가 심하지 않다는 장점이 있으나 무선랜 환경에서 사용자의 이동에 의한 네트워크 변화에 적용할 수 없다는 단점이 있다. 또한 모든 미디어 파일들을 각 등급별로 트랜스코딩 하여 각각의 다른 미디어 파일들로 저장해야 한다는 부담이 있다.

그림 6은 일반적인 트랜스코딩 서버 시스템을 보여주고 있다. 이 방식은 이동 단말기를 사용하는 사용자와 연결된 무선기지국에서 가장 가까운 트랜스코딩 서버를 선택하고 스트리밍 서비스를 받게 된다. 이 방법은 트랜스코딩 서버를 선택하는 조건으로 사용자와의 근접도 이외에 서버를 선택하는 기준이 없기 때문에 특정 트랜스코딩 서버에 부하가 집중될 수 있는 단점이 있다.

2.5 네트워크 적응적 QoS 지원 기법

인터넷은 기본적으로 호스트들 사이에 세그먼트를 전달하기 위한 최선의 노력을 하지만 어떠한 보장도 제공하지 못한다. 따라서 QoS를 지원하는

위한 다양한 연구가 진행되고 있다. 그 중 멀티미디어 스트리밍 서비스에서 QoS를 지원하기 위한 다양한 연구들이 진행되고 있다. 클라이언트와 서버간의 RTP 기반 스트리밍 서비스를 하면서 RTCP의 정보 중 패킷 손실에 기반하여 클라이언트의 형태를 구분하고 서버의 전송율을 조절하는 기법이 연구 되고 있으며, CBR(Constant Bit Rate)이 아닌 VBR(Variable Bit Rate) 환경의 VOD 시스템에서 특정 프레임이 다른 프레임 보다 현저하게 비트 수가 큰 경우가 발생함에 따라 QoS 보장이 어려운 점을 개선하기 위해 전송율을 일정하게 유지하는 평활화 기법이 연구되고 있다. 또한 인터넷 환경에서 효율적인 서버 활용을 위해 핵심이 되는 몇몇 지역에 에지 서버를 두고 클라이언트와 가장 가깝고 패킷 손실이 적은 에지 서버로 접속하도록 하는 방식, 패킷의 전송 간격 및 데이터그램의 크기 등에 변화를 주는 방법으로 QoS를 제공하는 기법 등이 연구되고 있다.

이러한 기법들은 일부 스트리밍 데이터의 특징이나 환경에 맞는 QoS 보장 기법을 정의하여 해당 환경에서만 QoS를 보장하는 효과를 얻을 수 있으며 네트워크의 상태를 실시간으로 반영하지 못하기 때문에 실시간으로 멀티미디어 데이터의 처리하지 못하며, 또한 네트워크 상태가 지속적으로 낮은 대역폭을 유지할 경우에 클라이언트에서 정상적인 QoS를 제공받지 못하는 문제가 발생한다. 본 논문에서 제안하는 네트워크 적응적 QoS를

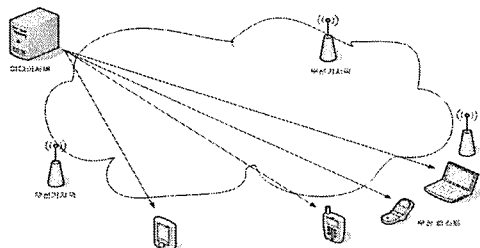


그림 5 소스기반의 정적 인코딩 시스템

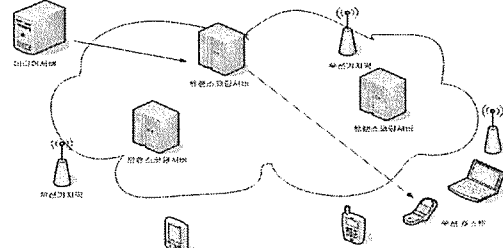


그림 6 일반 트랜스코딩 서버 시스템

위한 오토노믹 멀티미디어 트랜스코딩 시스템에서는 어플리케이션 레벨에서 실시간 대역폭 변화를 반영하여 멀티미디어 스트리밍 서비스를 제공함으로써, 네트워크 대역폭 상황에 따라 적합한 품질의 서비스를 끊임없이 제공하는 장점을 가진다. 또한 어플리케이션 레벨에서 네트워크 적응적 QoS를 지원하기 때문에 기존의 다른 기법들을 그대로 적용하여 함께 서비스가 가능하다.

3. 가용 네트워크 대역폭의 측정

IGI(Initial Gap Increasing)과 PTR(Packet Transmission Rate)[13, 14]은 두 종단 사이의 사용 가능한 네트워크 대역폭을 측정하는 알고리즘이다. 사용 가능한 네트워크 대역폭이란 네트워크 링크가 가지는 대역폭 전체 수용능력 중 현재 사용되고 있는 부분을 제외한 남은 대역폭을 말한다. IGI와 PTR 알고리즘은 네트워크 대역폭을 측정하기 위한 수신측에 연속적으로 패킷을 전송한다.

송신측은 가능한 작은 양의 패킷을 전송하기 시작하여 점차 그 양을 증가시키고, 수신측에서 받은 패킷의 양과 송신측에서 보낸 패킷의 양이 같아질 때까지 계속 패킷을 전송한다. 송신측에서 보낸 패킷의 양과 수신측에서 받은 패킷의 양이 같아지는

표 2 IGI 알고리즘의 유사코드

```

Algorithm IGI {
/* initialization */
probe_num = PROBENUM;
packet_size = PACKETSIZE;
gB = GET_GB();
init_gap = gB / 2;
gap_step = gB / 8;
src_gap_sum = probe_num * init_gap;
dst_gap_sum = 0;

/* look for probing gap value
at the turning point */
While(!GAP_EQUAL(dst_gap_sum,
src_gap_sum)) {
init_gap += gap_step;
src_gap_sum = probe_num * init_gap;
SEND_PROBING_PACKETS(probe_num,
packet_size, init_gap);
dst_gap_sum = GET_DST_GAPS();
}
/* compute the available bandwidth
using IGI fomula */
inc_gap_sum = GET_INCREASED_GAPS();
c_bw = b_bw * inc_gap_sum / dst_gap_sum;
a_bw = b_bw - c_bw;
}
    
```

지점을 터닝 포인트(Turning Point)라고 하고, 이 지점의 패킷 양이 현재 네트워크에서 사용 가능한 대역폭이 된다. 표2는 IGI 알고리즘을 유사코드의 형태로 표현한 것이다.

4. NAATS

4.1 NAATS의 구조

본 논문에서 제안하는 NAATS (Network Adaptive Autonomic Transcoding System)의 구조를 그림 7에 나타내었다. NAATS는 서버와 클라이언트를 포함하는 종합적인 스트리밍 서비스 시스템으로 영화정보, 인증 등의 처리를 담당하는 http 서버와 웹 클라이언트, 그리고 실제 스트리밍 서비스를 제공하는 오토노믹 트랜스코더와 클라이언트로 구성된다.

서버관리 모듈서버의 다른 모듈을 제어하는 역할을 수행하며, 웹 서버는 사용자의 미디어 스트리밍 요청을 받아들이고, 스트리밍 서비스를 제공한다. 웹서버에 구축된 웹페이지를 통해 사용자에게 스트리밍 서비스가 가능한 미디어 데이터의 목록을 보여준다. 사용자는 웹페이지를 통해서 원하는 미디어 데이터의 스트리밍 서비스를 요청하고 웹 서버는 서버 관리 모듈을 구동하여 오토노믹 스트리밍 서버에 사용자가 요청한 영화 정보와 사용자 정보를 전송한다.

오토노믹 스트리밍 서버는 http 스트리밍 전송 모듈, 오토노믹 트랜스코더, QoS 관리 모듈로 구성된다. QoS 관리 모듈은 서버 관리 모듈로부터 전송받은 사용자 정보를 참조하여 클라이언트와 서버 사이의 네트워크 대역폭을 실시간으로 측정한다. 오토노믹 트랜스코더는 디스크에 저장된 미디어 데이터를 읽어 실시간으로 측정된 네트워크 대역폭을 반영하여 사용자가 적절하게 처리할 수

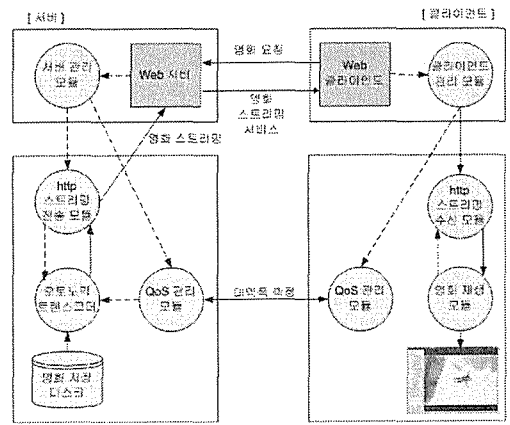
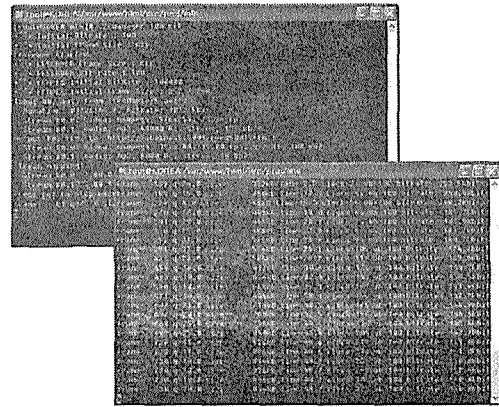
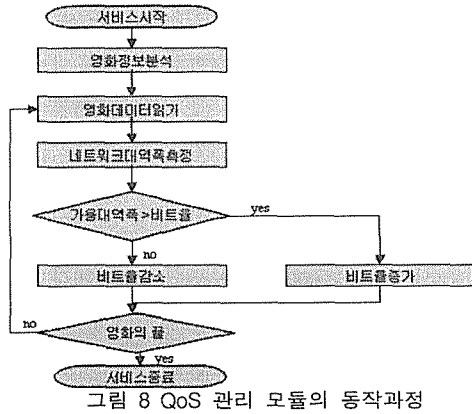


그림 7 네트워크 적응적 스트리밍 서비스 시스템의 구조



있는 수준으로 트랜스코딩한다. http 스트리밍 모듈은 트랜스코딩 된 미디어 데이터를 웹서버로 전송하여 사용자에게 스트리밍 서비스를 제공한다.

클라이언트는 스트리밍 수신을 위한 스트리밍 수신 모듈과 미디어 디코딩을 위한 디코딩 모듈을 포함한다.

NAATS에서 가장 중요한 모듈인 QoS 관리 모듈의 동작 과정을 그림 8에서 보여주고 있다. 네트워크 대역폭 측정 부분은 표2의 알고리즘을 사용하였다.

4.2 NAATS의 구현 및 동작

서버의 모든 모듈은 리눅스 환경에서 C언어로 구현하였다. 스트리밍 서비스가 가능한 미디어 데이터의 목록을 보여주고 사용자의 서비스 요청을 받아들이는 웹서버의 웹페이지는 웹프로그래밍 언어인 PHP를 이용하여 구현하였다.

또한 트랜스코딩 서버의 트랜스코딩 모듈과 스트리밍 모듈은 오픈 소스 프로젝트 개발 중인 ffmpeg[15]와 ffserver 소스를 이용하였다. ffmpeg는 avi, mpeg 등의 동영상 포맷을 다른 포맷으로 변환할 수 있는 프로그램이다. 본 연구에서는 사용자의 요청에 만족할 수 있는 서비스를 제공하기 위해 고화질 미디어 데이터의 전송 속도, 비트율, 해상도 등을 변경하는 트랜스코딩 작업에 사용하였다. ffserver는 ffmpeg에 기본적으로 포함되어 있는 프로그램으로 avi, mpeg 등 여러 가지 포맷의 동영상을 asf 형태로 스트리밍 서비스 할 수 있도록 해주는 스트리밍 서버이다. 본 연구에서는 트랜스코딩 서버의 트랜스코딩 모듈에서 ffmpeg를 통해 트랜스코딩 된 미디어 데이터를 Head-End 서버의 웹서버로 전송하여 사용자에게 스트리밍 서비스를 제공하는데 사용하였다.

트랜스코딩 서버와 클라이언트 사이의 네트워크 대역폭을 측정하는 대역폭 측정 모듈로는 igi-ptr 프로그램의 igi-client가 사용되었다. igi-ptr 프로그

램은 사용 가능한 네트워크의 대역폭을 측정하는 프로그램으로 클라이언트에 실행 중인 igi-server와 통신하며 실시간으로 사용 가능한 네트워크 대역폭을 측정하고 그것을 트랜스코딩 모듈인 ffmpeg에 전달한다.

그림 9는 트랜스코딩 서버의 실행 화면이다. 사용자의 스트리밍 서비스 요청이 들어왔을 경우, 실시간으로 사용 가능한 네트워크 대역폭을 측정하고 그것을 반영하여 트랜스코딩 작업을 수행하고 있는 동작 화면이다.

PDA는 Laptop이나 데스크톱에 비해 상대적으로 좁은 해상도로 MPEG 프로파일의 QCIF에 해당하는 해상도의 재생 화면을 제공한다. 좁은 해상도를 고려하여 메뉴 조작 부분과 재생 부분을 따로 두지 않고 초기 화면을 네 등분하여 네 가지의 메뉴를 보여준다. 사용자가 서비스 받고자 하는 영화를 선택하면 전체 화면으로 영화를 재생한다.

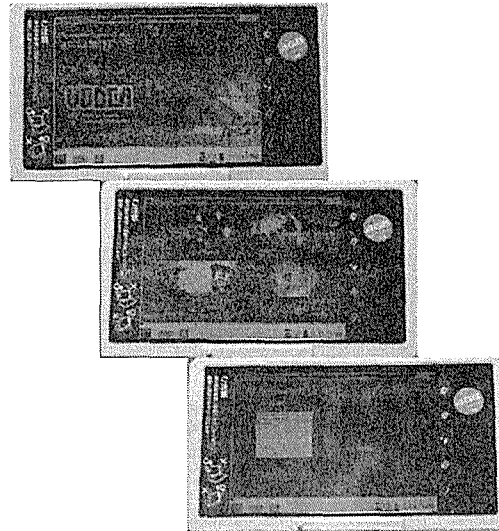




그림 11 NAATS의 노트북용 클라이언트 실행 화면

Laptop 클라이언트는 서비스 가능한 미디어 데이터의 목록을 확인할 수 있는 메뉴 부분과 스트리밍 서비스 받는 미디어 데이터를 출력하는 재생 부분으로 구성된다. PDA보다 상대적으로 넓은 해상도를 가지는 Laptop은 MPEG 프로파일의 4CIF에 해당하는 해상도의 재생 화면을 제공한다.

PDA는 리눅스 운영체제 환경에서, Laptop은 윈도우 운영체제 환경에서 구현되었다. 사용자에게 사용하기 쉽고 편리한 GUI 환경을 제공하기 위해 PDA는 리눅스 프레임 버퍼 상에서 동작하는 윈도우 개발 환경인 Embedded Qt 3.0을 사용하였다. 또한 Laptop용 클라이언트는 Microsoft Visual C++6.0을 이용한 윈도우 프로그래밍으로 구현하였다.

두 클라이언트 모두 적응적 트랜스코딩 시스템에서 서버와 통신하며 실시간으로 현재 사용 가능한 네트워크 대역폭을 측정한다. 각 클라이언트에는 igi-ptr 프로그램의 igi-server가 실행되고 서버의 igi-client와 통신하며 실시간으로 네트워크 대역폭을 측정하여 서버에 전달한다.

그림 10은 Laptop 클라이언트의 실행 화면이다. 좌측의 메뉴 부분을 조작하여 현재 서비스 받을 수 있는 미디어 데이터의 목록을 볼 수 있으며, 특정 영화를 선택하여 영화를 감상할 수 있다.

그림 11은 PDA 클라이언트의 실행 화면이다.

표 3 클라이언트 환경

구분	CPU	Memory	Network
Laptop1	Intel Pentium (M) Processor 1.5GHz	768MB	IEEE 802.11b/g
Laptop2	Intel Pentium (M) Processor 1.7GHz	1GB	IEEE 802.11a/b/g
Laptop3	Intel Pentium (M) UVL Processor 1.2GHz	512MB	IEEE 802.11a/b/g

위부터 아래로 각각 초기 화면, 메뉴 화면, 미디어 데이터를 선택할 수 있는 화면이다.

5. NAATS의 성능 평가

5.1 성능 측정 환경

성능 측정에 사용된 서버는 AMD Athlon(tm) 64 Processor 3200+ CPU, 1GB의 메모리와 100Mbps의 네트워크 대역폭을 가진다. 클라이언트는 IEEE 802.11a, 802.11b, 802.11g 등의 무선 랜카드를 사용하는 랩탑 여러 대를 이용하였다. 성능 측정에 사용한 클라이언트 환경은 표 3과 같다. 랩탑 클라이언트에서 로컬 무선 네트워크와 상용 무선 네트워크를 통해 서버에 미디어 스트리밍 서비스를 요청하고, 서비스를 받는 도중에 수시로 위치를 이동시키며 네트워크 대역폭에 변화를 주었다. 서버와 클라이언트 각각의 네트워크 대역폭 측정 모듈을 이용하여 변화하는 네트워크 대역폭을 수시로 측정하였고, 트랜스코딩 서버에서는 그 결과를 반영하여 미디어 데이터를 트랜스코딩하여 클라이언트에 스트리밍 서비스 하였다.

5.2 적응적 트랜스코딩 성능

그림 12와 13은 각각 로컬 무선 네트워크와 상용 무선 네트워크에서 일정 시간동안 클라이언트의 위치 이동으로 인해 네트워크 대역폭이 수시로 변화하는 상황의 네트워크 대역폭을 측정된 것과 그 결과가 얼마나 트랜스코딩 작업에 반영이 되었는지를 시간의 흐름에 따라 나타내는 그래프이다. 그림 14와 15는 각각 로컬 무선 네트워크와 상용 무선 네트워크에서 가용 네트워크 대역폭에 따른 트랜스코딩 비트율이 변화의 비례 관계를 그래프로 표현한 것이다. 트랜스코딩에 적용되는 미디어 데이터의 비트율이 측정된 사용 가능한 네트워크 대역폭과 같은 수준으로 변화하는 것을 볼 수 있다. 이를 통해 변화하는 클라이언트의 네트워크 대역폭을 실시간으로 반영하여 트랜스코딩하고 끊임 없는 미디어 스트리밍 서비스를 제공할 수 있음을 확인하였다.

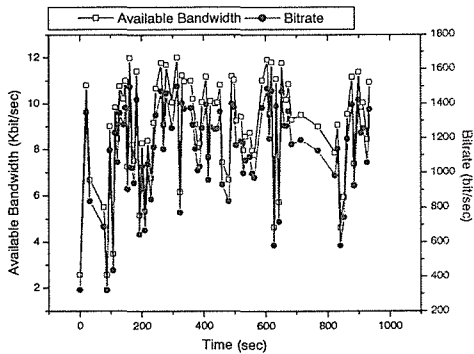


그림 12 로컬 무선 네트워크 환경에서의 사용 가능 네트워크 대역폭에 따른 비트율 변화

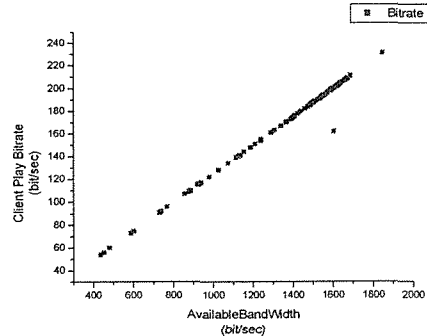


그림 14 상용 무선 네트워크 환경에서의 가용 네트워크 대역폭과 트랜스코딩 비트율의 비례

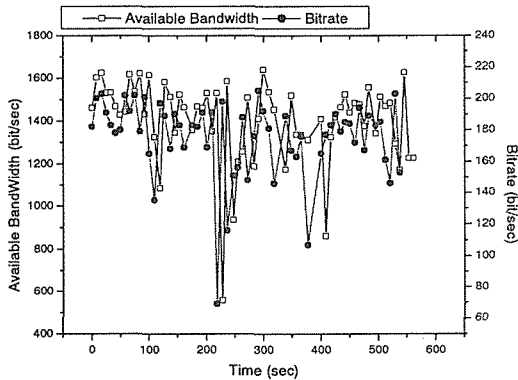


그림 13 상용 무선 네트워크 환경에서의 사용 가능 네트워크 대역폭에 따른 비트율 변화

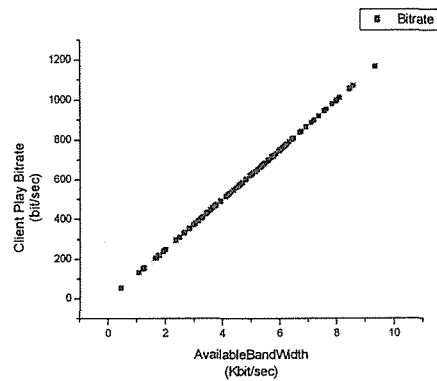


그림 15 무선 로컬 네트워크 환경에서의 가용 네트워크 대역폭과 트랜스코딩 비트율의 비례

6. 결론 및 향후 연구

본 논문에서는 낮은 컴퓨팅 파워와 적은 메모리 등의 자원 제약을 가지며, 무선 네트워크를 사용함에 따라 유동적이고 낮은 대역폭을 가지는 이동 단말기에 질 높은 미디어 스트리밍 서비스를 제공하기 위하여 실시간으로 이동 사용자의 네트워크 대역폭을 측정하고 트랜스코딩함으로써 이동 사용자에게 끊임없는 미디어 스트리밍 서비스를 제공하는 적응적 트랜스코딩 서비스를 설계 및 구현하였다. 랩탑 클라이언트 프로그램을 이용하여 수시로 변화하는 이동 사용자의 네트워크 대역폭을 측정하고 그 값이 트랜스코딩에 적절하게 반영되는지를 실험하여 구현한 시스템이 이동 사용자에게 끊임없는 미디어 스트리밍 서비스를 제공할 수 있음을 확인하였다.

단일 서버로 구성된 트랜스코딩 서버는 과도한 서비스 요청이 집중될 경우 사용자의 QoS가 보장되는 기간 안에 서비스 요청을 처리하는데 어려움이 있다. 향후에는 트랜스코딩 서버를 병렬로 구성하여 각 트랜스코딩 서버에 균등하게 작업을 분배

함으로써 사용자의 QoS가 보장되는 기간 안에 서비스 요청을 처리할 수 있는 병렬 트랜스코딩 서버에 대해서 연구할 계획이다.

참고 문헌

- [1] Dinkar Sitaram, Asit Dan, *Multimedia Servers: Applications, Environments, and Design*, Morgan Kaufmann Publishers, 2000.
- [2] W.C. Feng and M. Lie, "Critical Bandwidth Allocation Techniques for Stored Video Delivery Across Best-Effort Networks", *The 20th International Conference on Distributed Computing Systems*, pp.201-207, 2000.
- [3] D.H.C. Du and Y. J. Lee, "Scalable Server and Storage Architectures for Video Streaming", *IEEE International Conference on Multimedia Computing and Systems*, pp.191-206, June 1999.

- [4] H.Bhradvaj, A. Joshi and S. Auephanwiriyakul, "An active transcoding proxy to support mobile web access", *In Proceedings of International Conference on Reliable Distributed System*, pp 118-123, 1998.
- [5] Vetro. A.; Sun, H., "Media Conversions to Support Mobile Users", *IEEE Canadian Conference on Electrical and Computer Engineering (CCECE)*, 2001.
- [6] <http://www.ieee802.org>
- [7] <http://www.mpeg.org>
- [8] 서동만, 방철석, 이좌형, 김병길, 정인범, "리눅스 기반의 클러스터 VOD 서버와 내장형 클라이언트 구현", *정보과학회 논문지*, 제10권, 제6호, pp.435-447, 2004.
- [9] 이좌형, 최면욱, 방철석, 김병길, 정인범, "멀티캐스트 기반의 RTP/RTSP를 이용한 멀티미디어 스트리밍 시스템에서 VCR기능의 구현", *정보과학회 2004년 춘계 학술발표논문집*, 제31권, 제1호, pp.424-426, 2004.
- [10] 허난숙, 박충명, 서동만, 김윤, 정인범, "VOD 서비스에서 특산품 온라인 쇼핑 시스템의 구현", *정보처리학회 2005년 춘계 학술발표논문집*, 제12권, 제1호, pp.1417-1420, 2005.
- [11] 서동만, 박충명, 김동국, 김윤, 정인범, "이질적인 클라이언트 플랫폼을 위한 클러스터 VOD 시스템", *정보처리학회 2005년 춘계 학술발표논문집*, 제12권, 제1호, pp.1413-1416, 2005.
- [12] Sumit Roy, Michele Covell, John Ankcorn, and Susie Wee, "A System Architecture for Managing Mobile Streaming Media Services", *Takeshi Yoshimura Streaming Media Systems Group, Hewlett-Packard Laboratories, Palo Alto, CA 94304*.
- [13] Ningning Hu, Peter Steenkiste, "Evaluation and Characterization of Available Bandwidth Probing Techniques", *IEEE JSAC Special Issue in Internet and WWW measurement, Mapping and Modeling*, Vol. 21(6), 2003.
- [14] Ningning Hu, Peter Steenkiste, "Estimating Available Bandwidth Using Packet Pair Probing", *Technical Report CMU-CS-02-116*.
- [15] <http://ffmpeg.sourceforge.net>
- [16] Surendar Chandra, Carla Schlatter Ellis and Amin Vahdat, "Differentiated Multimedia Web Services Using Quality Aware Transcoding", *INFOCOMM 2000, 2000*.
- [17] Susie Wee, John Apostolopoulos, Wai-tian Tan, Sumit Roy. "Research and Design of a Mobile Streaming Media Content Delivery Network", *IEEE ICME*, 2003.