

CDMA 망에서의 실시간 동영상 서비스를 위한 MPEG-4 비디오 인코더

정희원 이용희*, 송준호**, 김인권***, 종신회원 신현식*

Real-time MPEG-4 Video Encoder for Live Video Service over CDMA network

Yonghee Lee*, Joonho Song**, Inkwon Kim*** *Regular Members*
Heonshik Shin* *Lifelong Member*

요 약

이동통신에서의 멀티미디어 데이터 서비스는 매우 중요한 응용으로 떠오른 지 오래이다. 예전에는 이동전화를 위한 음성서비스에 국한되었으나, 근래의 기술발전으로 동영상을 서비스하기에 충분할 정도로 대역폭이 넓어졌다. 기술경쟁이 치열하고, 발전속도가 빠른 만큼, 동영상서비스에 대한 요구는 점점 늘어갈 것으로 예상된다. 본 논문에서는 이동통신에서 라이브 동영상 서비스를 제공하기 실시간 MPEG-4 비디오 인코더와 이를 위한 통신망의 구성에 대하여 서술한다. 통신망의 구성에 대한 가정을 최소로 했기 때문에 새로운 형식의 이동통신 기술이 대두된다 하더라도 본 논문에서 기술하는 동영상 서비스 시스템은 쉽게 적용 가능하다.

Key Words : CDMA, 라이브 동영상, RTP, MPEG-4 비디오

ABSTRACT

One of the most promising services on the wireless network is multimedia data service. With recently emerged wireless communication technologies which conventionally were devoted to mobile phone services, pre-encoded contents as well as live video data can be transmitted via the same network. As there is enough room in the improvement of data transmission bandwidth in wireless network, video data service is likely to be more demanding. In this paper, real time MPEG-4 video encoder is described as apart of a whole system for live video services over wireless networks. As there are minimal assumptions on the underlying networks, presented system and service can be easily supported by different network system.

1. 서론

음성교환을 필두로 시작되었던 이동통신 서비스는, 기술의 발전에 따라 통신 대역폭이 점점 확대됨에 따라 단순한 음성통화 이상의 서비스 제공이 가능하게 되었다. CDMA(Code Division Multiple Access)에서 제공 가능했던 대역폭이 76.8kbps이었던

것에 비하여 CDMA2000 1x에서는 307kbps로 늘어났고, CDMA2000 1x EVDO(Evolutionary Data Only)에서는 2.4Mbps까지 가능하게 되었다. GSM(Global System for Mobile)의 경우에도 GSM에서 GPRS(Global Packet Radio Service), EDGE(Enhanced Data GSM Environment), 그리고 WCDMA(Wide CDMA)를 거치면서 거의 비슷한 수준의 발전을 이룩

* 서울대학교 전기컴퓨터공학부 (yhlee@cslab.snu.ac.kr, shinhs@snu.ac.kr)

** 삼성전자 종합기술연구소 (joonho71.song@samsung.com), *** 바로비전 뉴미디어연구소 (inkwonkim@varovision.com)

논문번호 : KICS2006-06-259, 접수일자 : 2006년 6월 8일, 최종논문접수일자 : 2006년 8월 1일

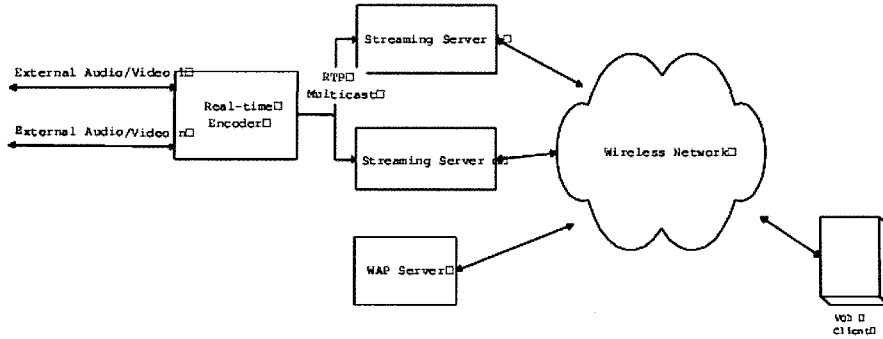


그림 1. 전체적 시스템 구성도

했다¹⁾. 이와 같이 확장된 전송 대역폭을 이용하여, 문자메세지서비스(SMS : Short Messaging service)나 컴퓨터 이미지, 정지 영상 등의 간단한 서비스에서 발전하여 음악이나 동영상 등의 데이터 전송량이 많은 서비스의 제공이 가능하게 되었다.

이동통신망에서 동영상 서비스를 제공하기 위해서는 상업적인 용도로 사용 가능할 정도의 고화질을 지원할 정도의 높은 대역폭이 필요하다. 하지만 이동통신에서는 서비스환경의 변화에 따라 대역폭의 변화가 매우 크다. 대역폭의 변화에 따른 동영상품질의 심한 변화를 막기 위해서는, 서비스 가능한 최대 대역폭보다는 안정적으로 지원할 수 있을 정도의 낮은 대역폭을 선택해야 한다. 예를 들어 CDMA2000 1x EVDO에서 2.4Mbps까지 제공 가능하더라도, 이 대역폭은 신호의 세기, 이동 속도, 동시접속자수 등의 변수에 매우 민감하다. 이와 같은 요구사항을 모두 고려했을 때 동영상 서비스를 위한 비트율은 대략 128kbps 근처에서 정해지는 것이 타당하다고 본다²⁾.

이동통신 환경에서 동영상 서비스를 위한 비디오 표준으로는 MPEG-4 Video와 H.264/AVC(Advanced Video Coding)이 널리 알려져있다. MPEG-4 Video는 원래 그래픽, 정지 영상, 동영상등의 현존하는 모든 비디오 관련 데이터를 객체(Object)라는 개념으로 통합시키려는 프로젝트로서 출발하였다. MPEG-4 Video에서 다루는 비디오의 범위는 22kbps의 매우 낮은 비트율에서부터 8Mbps가 넘는 고품위 텔레비전(HDTV) 까지 포함한다. 하지만 MPEG-4 Video는 H.261, MPEG-1, MPEG-2에 비해 낮은 비트율에서의 압축효율이 현저하게 뛰어나기 때문에 512kbps 이하의 낮은 비트율로 동영상을 제공할 때 주로 사용된다^{3), 4)}. MPEG-4 Video보다 최근에 발표된 H.264/AVC는 MPEG-4에 비하여 더욱 향상된 비디오 압축효율을 보여주므로 화질이 중요시되는 응용에서는

MPEG-4 Video를 빠르게 대체해가고 있는 중이다. 하지만 높은 압축율의 대가로 요구되는 많은 인코딩 및 디코딩 복잡도 때문에 디코딩 시간 및 에너지를 많이 요구하므로 휴대용 장치에서의 사용에 큰 장애가 되고있다^{5), 6)}.

본 논문에서는 전형적인 CDMA 바탕의 이동통신망에서 생방송 동영상 서비스 제공 시스템에 대하여 기술한다. 주용한 응용 분야는 실시간으로 TV 뉴스나 스포츠게임 중계, 그리고 교통 상황 모니터링 시스템 등에 응용될 수 있다. 동영상 서비스 제공시스템의 중요한 부분은 비디오 인코딩을 담당하는 실시간 인코딩 서버와 데이터 전송을 위한 스트리밍 서버이다^{7), 8)}. 제안된 시스템은 CDMA 1x EVDO 시스템 환경에서 설계되고 구현되어 현재 안정적으로 동작하고 있다. 본고의 구성은 다음과 같다. 2장에서 주문형 비디오 서비스를 위한 시스템에 대하여 기술하고, MPEG-4 비디오의 인코딩 서버의 구성과 성능을 측정한다. 결론으로서 지금까지의 논의들을 정리한다.

II. 서비스 환경

2.1 서비스 구조

이동통신망에서 비디오나 오디오등의 멀티미디어 데이터를 보내기 위한 시스템 구조가 그림 1에 나타나있다. 우선 송신측부터 살펴보면 비디오와 오디오의 형태로 입력된 신호들이 실시간 인코딩 서버에(RES : Real-time Encoding Server) 의하여 압축 처리된다. 입력되는 비디오와 오디오 신호의 콘텐츠는 TV 뉴스나 스포츠 게임 중계 또는 감시 목적을 위하여 설치된 비디오 카메라 영상등 다양하다. 인코딩할때 사용하는 매개변수의 정확한 값은 표 1에 나타나있으나, 향후 확장과 변경을 위하여 데이터

표 1. 실시간 인코더의 인코딩 변수들

Video	profile@level	MPEG-44 Simple@L0 MPEG-4 Scalable@L1 MPEG-4 Scalable@L1 with Temporal scalability
	picture size	QCIF(176 x 144), SQCIF(128 x 96) CIF(352 x 288)
	frame rate	0.2fps - 15fps
	bit rate	20kbps - 384kbps
Audio	formats	MPEG-4 AAC LC EVRC MP3

베이스에 저장되고 간단한 질의어를 통하여 쉽게 접근 가능하도록 설계하였다. 인코딩 서버에는 여러 개의 비디오 오디오 입력 카드를 설치할 수 있고 인코더는 여러 개의 입력을 동시에 인코딩하는 것이 가능하기 때문에 서비스하는 채널이 늘어나더라도 채널의 숫자만큼 서버가 늘어나지는 않는다.

압축된 데이터는 사용자 단말기로의 실제적인 데이터를 전송하는 역할을 하는 스트리밍 서버(SS: Streaming Server)로 멀티캐스팅된다. 하나의 스트리밍 서버는 동시에 약 1,000명의 동시접속된 사용자에게 서비스가 가능하다. 접속하는 사용자가 늘어나게 되면 스트리밍 서버를 더 설치하면 되는데 이 스트리밍 서버는 인코딩 서버로부터 멀티캐스팅 되는 데이터를 수신하면 되므로 쉽게 설치가 가능하다. 이와 같이 인코딩 서버와 스트리밍 서버의 분리를 통하여 동시접속자 수의 변화에 유연하게 대처할 수 있게 하였다.

이와는 별도로 인증과 콘텐츠 선택을 가능하게 하는 메뉴 시스템을 제공하는 WAP(Wireless Application Protocol) 서버가 별도로 있다. 사용자의 단말기는 일단 WAP 서버를 거쳐서 인증과 콘텐츠에 대한 정보를 얻은 후 스트리밍 서버를 통해 실제 데이터를 받는다. 본 구성을 이용하여 서비스를 실시하는 방법은 3. 연결절차에서 상술한다.

2.2 프로토콜

본 서비스를 위하여 개발된 시스템의 호환성과 이식성 그리고 확장성을 최대화 하기위하여 고유한 프로토콜을 개발하기 보다는 기존에 발표된 규약들을 최대한 이용하였다. TCP/IP 기반의 인터넷에서는 멀티미디어 데이터를 보내기에 적절하지 않으므로 여러 개의 보완적인 프로토콜이 개발 발표되었는데 이중에 RTP, RTCP, RTSP등이 있다.

· RTP(Real Time Transport Protocol)

RTP는 오디오와 비디오등의 멀티미디어 데이터를 전송하기 위하여 개발된 것으로 데이터 전송의 품질을 확인하기위하여 RTCP와 결합하여 사용되고 있다. RTP에서는 전송하고자하는 패킷이 발생했을 당시의 타임스탬프를 사용하여 실시간성을 지원한다. RTP나 UDP 자체는 보내는 패킷의 실시간 전달을 보장하지 않으므로 수신부에서는 타임스탬프를 이용하여 전송된 패킷의 원래 시간을 복원하여 패킷이 적절한 속도로 재생되도록 제어한다. 타임스탬프는 다른 종류의 미디어들끼리의 동기화를 지원하는데도 사용된다. RTP의 하부 프로토콜인 UDP는 전송 패킷의 순서적인 전달을 지원하지 않으므로 헤더필드의 'Sequence number'를 이용하여 수신된 패킷의 순서를 새로 맞추고, 또 전송중 손실된 패킷의 유무를 검출한다. RTP의 패킷의 자세한 포맷은 H.263, MPEG-1, MPEG-2등의 특정 비디오 압축포맷마다 모두 다르게 규정되어있다.

· RTCP(Real Time Control Protocol)

RTP로 연결된 전송중에는 주기적으로 RTCP 패킷을 전송하여 데이터 전송의 품질을 체크한다. 이를 위한 표준인 RFC 3550(구 RFC 1889)에는 5개의 패킷형태가 정의되어있는데 이중에서 RR(Receiver Report)과 SR(Sender Report)이 가장 많이 사용된다.

- RR(Receiver Report) : 전송된 패킷의 수, 전송된 패킷들간의 시간차이(inter arrival jitter)등에 대한 정보를 송신측으로 전달한다
- SR(Sender Report) : 미디어 사이의 동기화정보 및 전송된 총 패킷의 수등의 정보를 수신측으로 전달한다.

이와 같은 패킷을 통하여 스트리밍 서버는 네트워크의 혼잡상태나 수신측의 버퍼 상태를 알 수 있다. 알아낸 정보를 토대로 하여 서버측에서는 인코딩의 비트율 조정등을 통하여 능동적으로 네트워크나 사용자 단말기의 상태에 적응할 수 있다.

· RTSP(Realtime Streaming Protocol)

미디어 서버와 클라이언트사이의 연결을 설정하고 제어하는 역할을 한다. RTSP는 VCR 형태의 제어 기능을 지원한다. 맨 처음에는 "DESCRIBE"와 "SETUP"을 통하여 연결을 설정하고 "PLAY"를 통하여 재생을 시작하게 한다. 서버와 클라이언트 사이의 연결설정을 위한 구체적인 메시지들을 다음

절에서 자세하게 다룬다.

2.3 연결절차

동영상 서비스를 받기 위해서는 사용자가 자신의 휴대폰 등의 단말기로 지정된 무선 인터넷 서버에 접속해야 해야 한다. 무선 인터넷 서버는 WAP(Wireless Internet Protocol)을 사용하여 접속 가능하고, 접속 되는 페이지는 정보 전송량을 줄이기 위해 WML(Wireless Markup Language)로 구성되어있다. 트리 형태로 구성된 메뉴를 사용하여 사용자가 원하는 서비스를 선택한다. 이 정보는 무선인터넷 서버에 의해 암호화되어 사용자의 단말기로 전달된다. 이 암호화된 정보에는 사용자가 선택한 메뉴 및 사용자에 대한 정보가 들어있으므로 인코딩 서버와 스트리밍 서버에 직접 연결가능하다. 단말기는 일단 무선인터넷 서버와의 연결을 끊고 수신된 정보를 통하여 인코딩 서버로 직접 접속하게 된다. 사용자의 연결 요구를 접수한 인코딩 서버는 사용자의 단말기로 “DESCRIBE”에 해당하는 패킷을 보내며 접속을 시도하는데 이 패킷에는 인코딩 콘텐츠와 패러미터가 들어있다. 최종적으로 “SETUP” 패킷의 교환을 통하여 연결이 설정되고, 인코딩된 데이터는 “PLAY”요구에 의하여 단말기로 전송된다. 데이터의 전송이 완료되거나, 사용자에게 의하여 중단되면, “TEARDOWN” 메시지의 전달에 의해 연결은 해지된다.

그림 2에서 동영상 서비스를 위한 수신자와 송신자간 상호작용의 전 과정을 보여주고 있다. 이를 더 자세하게 설명하면 다음과 같다.

단계 1: 스트리밍 서버에 “DESCRIBE” RTSP 메시지를 전송하며 특정 서비스를 요구한다. 이 메시지는 원하는 종류의 멀티미디어 서비스에 대한 정보와 사용자 단말기에 대한 자세한 정보를 제공하는데, 사용자 단말기에 대한 정보에는 단말기의 고유 식별번호, 디스플레이 장치의 크기 및 표현 가능 색채 수등이 포함되어야 한다.

단계 2: 스트리밍 서버는 전달된 “DESCRIBE” 메시지에 응답하여 SDP(Session Description Protocol)로 응답한다. SDP 메시지는 각각의 미디어에대한 자세한 정보가 들어있다. 만약 사용자가 생방송 비디오 서비스를 원했다면 오디오, 비디오의 기본 계층(base layer), 고도 계층(enhanced layer), 그리고 문자정보등에 대한 데이터가 모두 포함된다.

단계 3: 사용자 단말기가 전달된 미디어에 대하여

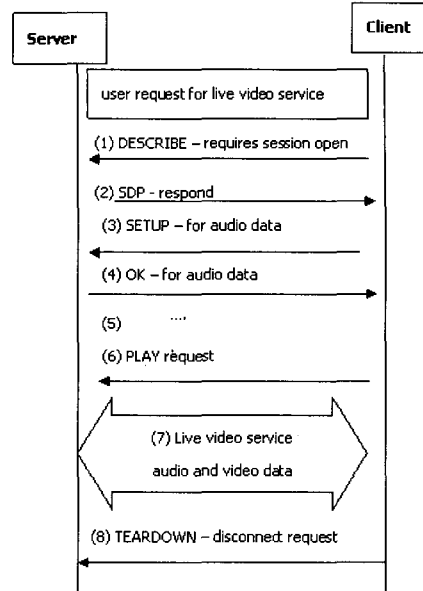


그림 2. 동영상 서비스를 받기위한 사용자와 서버간의 통신 과정

동의한다면 특정 미디어에 대한 요구를 포함하는 ‘SETUP’ 메시지를 보낸다. ‘SETUP’은 RTSP 메시지중의 하나로서, RTP와 RTSP를 위한 포트번호가 포함되어있다.

단계 4: 스트리밍 서버는 “OK” 메시지를 통해 포트 번호들에 대하여 동의한다.

단계 5: 서비스를 원하는 모든 미디어 타입에 대하여 스텝 3과 스텝 4를 반복한다. 예를 들어 생방송 동영상 서비스의 경우에는 문자, 오디오, 비디오의 기본 계층(base layer), 고도 계층(enhanced layer)등에 대하여 모두 같은 절차를 거쳐야 하고 각 미디어의 전송 포트번호는 서로 달라야한다.

단계 6: 단말기와 서버사이에 “PLAY”와 “OK”에 해당하는 RTSP 패킷을 교환함으로써 상호 합의된 포트 번호를 통하여 실제 데이터가 전송되기 시작한다.

단계 7: 멀티미디어 데이터 자체는 RTP를 통해서 전송되고 제어 데이터는 RTCP를 통해 전송된다. 사용자 단말기는 RR 메시지를 적어도 1초에 한 번씩 서버측으로 보낸다.

단계 8: 사용자의 중단요구가 있을 경우, “TEARDOWN” 메시지를 보냄으로써 연결을 해지한다.

Ⅲ. MPEG-4 비디오 인코더

MPEG-4 비디오는 이동통신이나 무선환경에서의

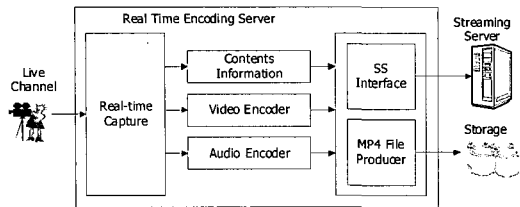


그림 3. MPEG4 실시간 인코더 시스템 구성도

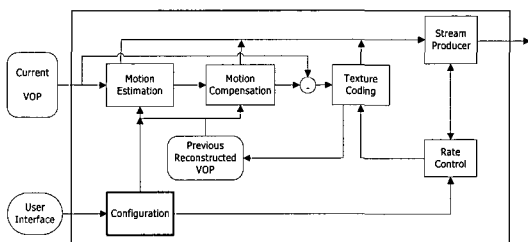


그림 4. MPEG-4 비디오 인코더 구성도

비디오 서비스에 적합하는데, 그 이유는 낮은 비트율에서의 높은 압축율과 내장된 오류 내성(error resilience), 그리고 콘텐츠를 객체(object)개념을 통하여 조작가능하기 때문이다. 예를 들어 영상의 내용과 배경을 분리하여 각각 별개의 객체로 지정할 수 있고, 각 객체의 상대적인 중요도에 따라 압축비율을 다르게 설정할 수도 있고, 전송과정에서 우선순위에 차별을 둘 수 있다. 객체개념을 사용하는 것은 매우 매력적인 기능임에도 불구하고 압축효율을 높이기 위하여⁹⁾, 제안된 시스템에서는 채택되지 않았다. 이 기능을 활용하지 않은 또 하나의 중요한 이유는 제안된 서비스의 확산을 최대화하기 위해서인데, 대개 사용자의 휴대폰이나 PDA 등에 탑재되기 마련인 MPEG-4 비디오 디코더를 최대한 간단하게 하려고 했기 때문이다. 오디오 비디오 인코딩과 스트리밍 및 저장을 위한 인코딩 서버의 전체적인 구조는 그림 3에 제시되었고, 이중에 특히 본 논문에서 제시하는 인코더의 구조는 그림 4에 나타나있다.

제안된 비디오 인코더는 MPEG-4 비디오 표준에 적합한 비트스트림을 생성함은 물론이고, 본 인코더의 고유한 특징은 다음과 같다.

3.1 매우 낮은 비트율에 최적화 됨

MPEG-4 비디오의 표준은 20kbps 이하의 매우 낮은 비트율에서부터 20Mbps 고비트율까지의 매우 넓은 범위를 지원하고 있다. 개발된 실시간 인코더는 표준에서 제시하는 모든 영역에서의 인코딩이 가능하다. 비록 이동통신의 대역폭은 점점 넓어지고 있지만 위성방송이나 유선상의 인터넷속도와 비교해

서는 매우 낮은 수준이다. 개발된 인코딩 서버는 이러한 점을 고려하여 20kbps와 384kbps의 비트율에서 최적의 성능을 내도록 고안되었다. 아직까지는 안정적으로 서비스 가능한 CDMA 통신망에서의 속도가 192kbps 이하라고 볼 때, 제안된 인코딩 서버는 기본적으로 128kbps의 비트율에서 한 프레임의 크기를 QCIF 크기인 160 X 120으로 하고 초당10 프레임의 압축된 동영상을 생성하도록 되어있다. 가능한 최대한의 고화질을 만들기 위해 MPEG-4 비디오 표준에서 제공되는 대부분의 압축도구(tools)가 모두지원된다. 지원되는 특징중 몇 개만 열거하자면, I-VOP, P-VOP, AC/DC 예측, 4개의 움직임 벡터 (motion vector), 제한없는 움직임 추정(unrestricted ME), 그리고 짧은 헤더 모드(short header mode)등이 있다¹⁰⁾.

3.2 빠른 인코딩 성능

MPEG-4 비디오 인코딩 서버는 인텔 프로세서를 장착한 PC 서버급에서도 충분히 활용 가능할 정도로 높은 성능을 보이는데 PC 서버들은 시장에서 저렴하게 구입 가능한 제품들이다. 여러 개의 입력에 대해서도 동시에 각각의 입력신호를 압축하는 것이 가능하므로 서비스 채널이 늘어나더라도 요구되는 서버의 개수에 대한 부담이 줄어든다. MPEG-4 표준위원회에서 공개한 MPEG-4 참조 소프트웨어¹⁶⁾의 성능과 비교해볼 때 약 12배 내지 50배의 성능 향상을 기록한다. DCT, IDCT, 움직임 추정, 비트 조작등과 같이 자주 사용되는 모듈은 모두 MMX등의 미디어 명령어로 대체되었다¹¹⁾. 움직임 추정의 기법은 기본적으로는 전부 찾기 (full search)를 채택하고 있으나, 빠른 찾기(fast search)로도 설정할 수 있도록 되어있어서 비교적 느린 기계에서도 충분한 성능을 보일 수 있도록 하였다. 인코딩 속도의 개선은 많은 부분 화질의 열화가 전혀 없이 이루어졌다. 하지만 일정 부분에서는 인코딩 속도와 화질간의 트레이드 오프를 피한 부분이 있는데 이와 관련된 성능평가에 대해서는 다음 섹션에서 자세하게 기술한다.

3.3 여러 내성 강화

이동통신 환경에서는 통신 대역폭의 시간에 따른 현저한 변화뿐만 아니라 전송 에러율이 매우 높다는 문제가 심각한데 이는 무선 LAN보다 매우 높다¹³⁾. 이러한 점에 대비하고자 MPEG-4 비디오에서 제공하는 여러 내성 도구들이 모두 지원된다. 여러 내성 도구들에는 RM(Resynchronization Marker), HEC

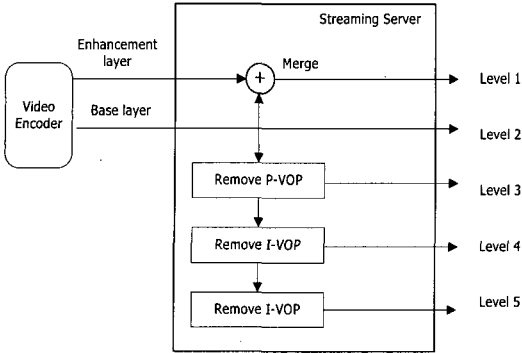


그림 5. 시간적 범위성(temporal scalability)을 지원하기 위한 스트리밍 서버의 동작

(Header Extension Code), DP(Data Partitioning), RVLC(Reversible Variable Length Coding)등이 있다. 기존의 연구결과에서 전송에러가 발생했을 때, 이러한 도구들을 모두 사용하면 10%정도의 화질 향상이 있는 것으로 보고되었다^[14, 15].

3.4 초당 프레임수와 화질간의 균형

MPEG-4 비디오의 실시간 인코더에는 화질과 초당 프레임수와 관련하여 두가지 선택사항을 지원하고 있다. 첫번째는 일반적으로 행해지는 것으로써, 초당 프레임수를 유지하며 인코딩 하는 방법이다. 예를 들어 초당 20프레임으로 인코딩 하라는 사용자의 설정이 주어지면 사용자의 설정에 따라 최대한 프레임수를 유지하며 인코딩한다. 다만 인코더나 디코더의 버퍼가 넘칠 경우에는 다음 프레임을 건너뛰게 되는데, 이러한 프레임 건너뛰기를 최소화하도록 설정되어있다. 이에 비해 초당 프레임수보다 각 프레임의 화질을 우선시 하는 모드도 지원된다. 사용자가 각 프레임이 허용할 수 있는 최소 화질을 설정해 놓으면 인코딩된 각각의 프레임을 유지하도록 하고 다음 프레임을 인코딩하려고 할 때 적절한 양의 버퍼가 남아있지 않으면 프레임을 건너뛰게 설정되어있다. 서비스의 종류나 사용자의 요구에 따라 두 가지 설정중 자유로이 선택할 수 있다.

3.5 네트워크상태에 따른 적응성

데이터 전송의 대역폭이 시간에따라 많이 변한다는 이동통신의 특성을 고려하여 시간적 범위성(temporal scalability)를 지원하도록 설계하였다. MPEG-4 비디오 인코딩 서버에서는 시간적으로 기본계층(base layer)과 고도계층(enhanced layer)을 모두 생성하고 스트리밍 서버에 전달한다. 실제로 네트워크 상황을 파악하고, 파악된 네트워크 상황에 적절하게 데이터를

표 2. 성능측정 실험에 사용된 인코딩 인자들

profile@l	MPEG-4 Simple@L3
picture size	QCIF(176 x 144)
frame size	10 fps
bit rate	64k, 96k, 128k, 256kbps
M (distance between P vops)	1 (I, P, P, P,...)
N (distance between I vops)	30 (3 seconds)
motion search range	32 pixels
quantizer scale type	2nd inverse quantization method (H.263 scale)

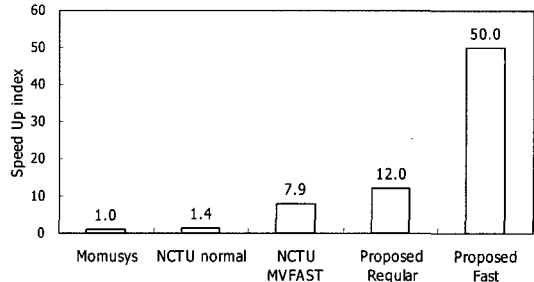


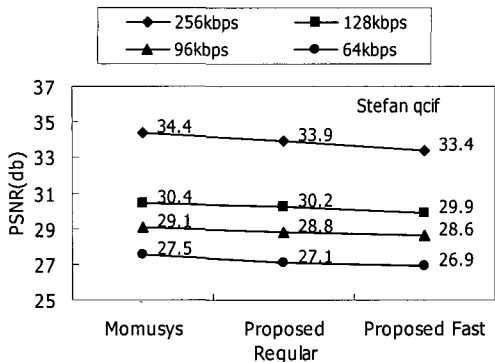
그림 6. 개발된 인코더의 성능비교

보내는 역할을 담당하는 것은 스트리밍서버가 처리한다. 그림 5에서 보여지는 것처럼 스트리밍 서버는 출력가능한 5개의 레벨중 사용자와의 연결상태에 가장 적합한 것을 선택하여 전송한다. 레벨 1이 가장 전송량이 많으며 화질이 좋고, 레벨이 높아질수록 전송량이 적어지며 화질도 떨어진다.

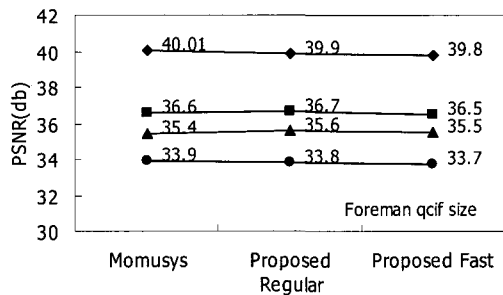
IV. 성능 측정

실험을 위해서는 움직임이 매우 많고 화면의 변화가 심한 ‘스테판’과 상대적으로 움직임이 덜한 ‘아키요’ 등의 두 영상을 사용하였다. 인코딩 성능을 측정하기 위해서 Windows XP 환경에서 인텔 펜티엄 프로세서가 장착한 시스템을 사용하였다. 공정한 비교를 위하여 주요한 인코딩 인자들은 표 2와 같이 고정된 채로 여러개의 인코더를 비교하며 성능을 측정하였다. 본 성능평가에서는 인코딩 속도의 향상과 이와 관련된 화질과의 관계만 파악하였다.

비교는 본 시스템에서 개발된 인코더 소프트웨어의 성능과, MPEG-4 비디오 표준화 그룹에서 발표한 참조 소프트웨어^[6], 그리고 이를 바탕으로 NCTU에서 상당한 정도로 최적화한 소프트웨어^[7]들 사이에서 이루어졌다. MPEG-4 비디오 참조 소프트웨어 보다는 적게는 12배에서 50배까지 성능이 향상되었



(a) 스테판



(b) 아키오

그림 7. 개발된 인코더의 화질 비교

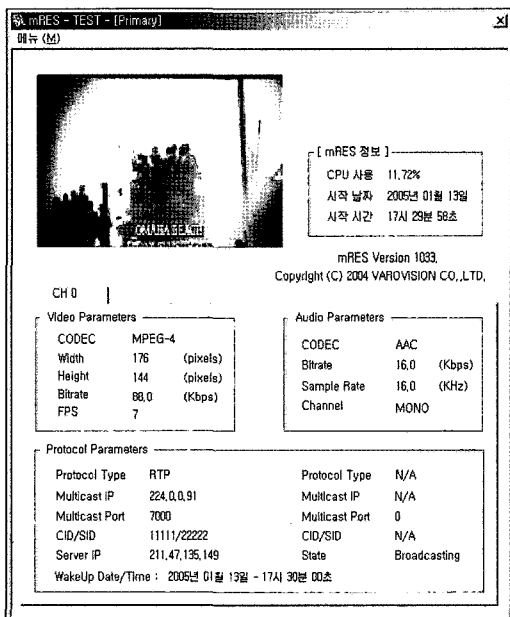


그림 8. 개발된 인코딩 소프트웨어의 실행장면



그림 9. 제안된 시스템을 통하여 실시간 방송을 수신하고 있는 장면

는데, 50배의 성능차이가 나는 것은 빠른 탐색 알고리즘^[12]을 적용했때이다. 인코딩의 속도 뿐 아니라 인코딩된 동영상의 화질을 측정 한 결과, 각각의 영상에 대하여 그림 7과 같은 결과를 얻었는데, 그래프에서 보여지는 것처럼 성능향상의 성과에 비하여 미미할 정도의 화질 저하가 발생된 것을 볼 수 있다.

V. 결론

입력되는 음성과 영상신호를 MPEG-4 비디오 형식에 맞추어 실시간으로 인코딩한 후, 이동통신망을 통하여 사용자에게 전달하는 동영상서비스에 대한

시스템과 비디오 인코더에 대하여 서술하였다. 제안된 시스템에서는 비디오 인코딩 서버와 스트리밍 서버가 분리되어 통신망의 상태나 동시에 접속가능한 사용자의 수등에 대하여 유연하게 대응할 수 있도록 되어있다. 인코딩 성능은 MPEG-4 비디오 그룹의 참조 소프트웨어에 비하여 12배에서 50배까지 빨라졌고 이에 따르는 화질의 열화는 미미하다. 그림 9와 그림 10은 개발된 실시간 인코딩 소프트웨어가 동작하는 장면과, 개발된 시스템을 통하여 사용자의 휴대폰에서 서비스 되는 장면을 보여준다. 이동통신망의 동작과 상태에 대한 가정을 최소화 했으므로 본 시스템은 다양한 형태의 이동통신망은 물론, 유선 환경 통신망에서도 쉽게 적용 가능하다.

참 고 문 헌

- [1] Harri Honkasalo, Kari Pehkonen, Markku T. Niemi, and Anne T. Leino, "WCDMA and WLAN for 3G and beyond," IEEE Wireless Communications, April 2002.
- [2] "SK Telecom VOD Service Specification, version 2.3," SK Telecom, 2003.
- [3] Ming-Ting Sun, Amy R. Reibman, Compressed Video over Networks, Marcel Dekker, Inc., 2001.
- [4] King N. Ngan, Chi W. Yap, Keng T. Tan, Video Coding for Wireless Communication Systems, Marcel Dekker, Inc., 2001.
- [5] Joern Ostermann, Jan Bormans, Peter List, Detlev Marpe, Matthias Narroschke, Fernando Pereira, Thomas Stockhammer, and Thomas Wedi, "Video coding with H.264/AVC: Tools, performance, and complexity," IEEE Circuit. System Magazine, First quarter 2004.
- [6] Prasad RSV, Ramkishor Korada, "Efficient implementation of MPEG-4 video encoder on RISC core," IEEE Trans. Consumer Electro. Vol. 49, No. 1, February 2003.
- [7] Bo Yan, Kam W. Nog, "A survey on the techniques for the transport of MPEG-4 video over wireless networks, IEEE Trans. Consumer Electron., Vol.48, No.4, November 2002.
- [8] Dapeng Wu, Yiwei Thomas Hou, Wenwu Zhu, Hung-Ju Lee, Tihao Chiang, "On End-to-End Architecture for Transporting MPEG-4 Video over the Internet," IEEE Trans. Circuit Syst. Video Technol., Vol.10, No.6 pp.923-941 September 2000.
- [9] Douglas Chai, and King N. Ngan, "A Performance Study on MPEG-4 Coder," ISSPA '99, Brisbane, Australia, 22-25 August 1999(Fifth International Symposium on Signal Processing and its Applications).
- [10] Video Codec Group, "On the performance improvement of MPEG-4 Visual for multi-Realtime Encoding System," Varo Vision Technical Report, April 2004.
- [11] "Using Streaming SIMD Extensions 2(SSE2) to implement an inverse discrete cosine transform," Intel Application Note, AP-945, 2000.
- [12] J. Y. Tham, S. Ranaganath, M. Ranaganath and A. A. Kassim, "A novel unrestricted center-biased diamond search algorithm for block motion estimation," IEEE Trans. Circuit Syst. Video Technol., Vol.8, pp.369-377, 1998.
- [13] Yoon Kim, Jae-Young Pyun, Hye-Soo Kim, Sang-Hee Park, Sung-Jea Ko, "Efficient Real-Time Frame Layer Rate Control Technique for Low Bit Rate Video over WLAN" IEEE Trans. Consumer Electron., Vol.49, No.3, pp.621-628 August 2003.
- [14] Yongng Choon CHANG, Salim BEG, Ting Fook TANG, "Performance Evaluation of MPEG-4 Visual Error Resilient Tools over a Mobile Channel," IEEE Trans. Consumer Electro., Vol. 49, No.1 pp.6-13, February 2003.
- [15] Andrea Basso, Byoung-Jo "J" Kim, and Zhimei Jiang, "Performance Evaluation of MPEG-4 Video over Realistic EDGE Wireless Networks," Wireless Personal Multimedia Communications, 2002. The 5th International Symposium on, 3, Oct. 2002 pp.1118-1122 Vol.3.
- [16] Information Technology-Coding of Audio/Video Objects, Part 5: Reference Software, ISO/IEC 14496-5, 2000.
- [17] Optimized MPEG-4 reference software by NCTU at <http://megaera.ee.nctu.edu.tw/mpeg>.

이 용 희 (Yonghee Lee) 정희원
 1987년 2월 서울대학교 컴퓨터공학과 졸업
 1995년 2월 서울대학교 컴퓨터공학과 석사
 1987년 2월~1992년 8월 LG전자 영상미디어 연구소
 1995년 2월~2002년 2월 바로비전 뉴미디어연구소
 <관심분야> 비디오코딩, 모바일 비디오 응용, 저전력 비디오코딩

송 준 호 (Joonho Song) 정희원
 1996년 2월 서강대학교 전자공학과 졸업
 1998년 2월 서강대학교 전자공학과 석사
 2005년~현재 삼성전자 종합기술연구소 연구원
 <관심분야> 비디오 압축 알고리즘, 차세대 비디오 응용시스템

김 인 권 (Inkwon Kim)	정회원	신 현 식 (Heonshik Shin)	종신회원
1992년 2월 서강대학교 물리학과 졸업		1973년 2월 서울대학교 응용물리학과 졸업	
1994년 2월 서강대학교 전자공학과 석사		1980년 2월 미국 텍사스대학교 의공학과 석사	
1998년 8월 서강대학교 전자공학과 박사		1985년 2월 미국 텍사스대학교 전기, 컴퓨터공학과 박사	
현재 바로비전 (주) 뉴미디어연구소 연구소장		1986년~현재 서울대학교 전기, 컴퓨터공학부 교수	
<관심분야> 비디오 커뮤니케이션, 멀티미디어 스트리밍, 인터랙티브 콘텐츠		<관심분야> 실시간 계산, 분산 시스템, 모바일 컴퓨팅, 입출력 처리	