

인터넷상에서의 실시간 주문형 비디오 설계 및 구현

이 종철, 탁영봉

경상대학교 전자재료공학과

자동화및컴퓨터응용기술연구소 연구원

Tel:(0591)751-5363, Fax:(0591)762-2952, tyb@nongae.gsnu.ac.kr

A Design and Implementation of Real Time Video on Demand on Internet

Jong-Chul Lee, Young-Bong Tak

Dept. of Electronic Materials Engineering, Gyeongsang National University

Researcher, Research Inst. of Automation and Computer Engineering

Tel:(0591)751-5363, Fax:(0591)762-2952, tyb@nongae.gsnu.ac.kr

Abstract

In implementing real time video on demand(VOD), the increase of user on internet causes a network traffic congestion. In this paper, we programmed a CGI able to login in VOD home for limiting the number of user in solving the problem, and also applied an adaptive multimedia synchronization technique for controlling video and audio data in a network. In addition, a real time multimedia player was designed and implemented in a personal computer operating at Window95/98/NT.

I. 서론

최근의 컴퓨터 및 통신기술 및 컴퓨터와 관련된 하드웨어와 소프트웨어 기술의 발전으로 음성, 문자, 영상 등의 다양한 정보를 일반 사용자에게 제공하는 것이 가능하게 되었다. 그 중에서 일반인에게 가장 친숙한 멀티미디어 응용으로는 VOD, 화상회의, 원격진료 및 원격교육등이 있다.

이러한 멀티미디어 데이터는 기존의 자료들과 다른 특성이 있다. 우선 기존의 데이터는 출력시 정해진 마감시간이 없는 반면 오디오 및 비디오 데이터는 정해진 마감시간 내에 출력이 되지 않으면 의미가 없는 데이터의 연속성을 가지고 있다. 또 멀티미디어 데이터는 그 용량이 대용량이다. 그리고 이러한 대용량의 데이터를 전송하기 위해서는 고대역폭이 요구된다.

본 논문에서 논의하게 되는 VOD는 이러한 멀티미디어의 특성들을 모두 만족하여야 한다. 그리고 VOD서비스를 인터넷상에서 구현하기 위해서 네트워크에 연결된 회선을 인지하고 그 회선 속도에 맞게 적절하게

동영상의 프레임 수를 조절하고 또 VOD 성능에 많은 영향을 미치는 사용자 수를 조절하기 위해 CGI 프로그램을 이용하여 홈페이지 상에서 로그인 할 수 있도록 작성한다.

VOD서비스의 성능향상을 위해 본 논문에서는 위의 두가지 외에도 멀티미디어의 배치방법, 디스크에서의 검색기법과 캐싱(caching)방법을 제안하고자 한다.

II. 주문형 비디오 서비스

최근 초고속 정보 통신망과 같은 통신망 기술의 발달과 컴퓨터의 처리 능력의 발달에 힘입어 새로운 형태의 멀티미디어 응용이 나타났고, 그 중 가장 대표적인 응용으로 주목받고 있는 것이 VOD이다. 인터넷의 급속한 발달에 따라 현재는 인터넷을 통한 주문형 비디오 서비스 형태의 응용이 연구 개발되고 있다.

주문형 비디오 서비스는 사용자가 필요할 때 언제든지 비디오 관련 서비스를 통신망을 통하여 제공받을 수 있는 대화형 서비스이다. 즉, 사용자가 선택한 비디오

오를 통신망을 통하여 비디오 서버로부터 전송 받아 사용자의 요구에 따라 가상 VCR 기능을 이용하여 원하는 서비스 내용을 대화형으로 탐색할 수 있는 서비스이다. 여기서 가상 VCR 기능이란 재생, 정지, 일시 정지, 빨리 감기, 빨리 되감기 및 임의 재생 기능과 같은 기존의 VCR과 유사한 기능을 의미한다.

이러한 주문형 비디오 서비스를 제공하는 시스템은 제공되는 비디오 서비스의 종류에 따라 구분할 수도 있고 시스템의 사용자 사이에 허용되는 상호작용성의 정도에 따라 다음과 같이 구분할 수 있다.^[1]

- NO-VOD 시스템: 기존의 TV방송 시스템과 유사한 것으로서 사용자는 수동적인 참여밖에 할 수 없으며 세션에 대해서 어떠한 제어 능력도 가지지 않는 형태의 서비스이다.

- Pay-Per-View 시스템: 기존의 CATV 중 유료 영화 채널과 유사한 것으로서 사용자가 CATV 채널에 가입하고 특정 서비스 프로그램에 대해 요금을 지불하는 형태의 시스템이다.

- Quasi VOD 시스템: 관심이 비슷한 사용자들을 그룹으로 구분하여 각 그룹에게 특정 서비스 프로그램을 제공하는데 사용자가 속한 그룹을 바꾸는 정도로 시간적 제약성을 극복할 수 있는 시스템이다.

- Near VOD 시스템: 동일한 서비스 프로그램을 보통 5분의 배수로 설정된 약간의 시간차를 두고 다중 채널로 제공하는 것으로 이산적인 시점에서만 빨리 감기 및 되감기 기능 등을 수행할 수 있는 시스템이다.

- True VOD 시스템: 사용자는 가상 VCR 기능을 이용하는 등 세션에 대해서 완벽한 제어 능력을 갖는 시스템으로 단지 하나의 채널만으로 서비스를 제공받을 수 있다.

III. 로그인 시스템

VOD 서비스에서 사용자의 수는 서비스의 질에 많은 영향을 미치게 된다. 따라서 VOD 서버에 접근할 수 있는 사용자를 제한하기 위해 홈페이지상에서 로그인할 수 있도록 CGI (Common Gateway Interface)로 로그인(login) 할 수 있도록 한다.

CGI 프로그램은 사용자의 요구를 입력받아 조건에 맞게 데이터를 처리할 수 있는 언어라면 어떤 것이라도 가능하다. 현재 CGI 개발언어로 많이 사용되는 언어로는 C/C++, 비주얼베이직, Perl Script 등이 있다. 본 논문에서는 이 언어들 중 가장 기본이 되고 사용하기에 쉬운 비주얼베이직을 사용하여 CGI 프로그램을 작성하였다.^[2]

CGI 프로그램의 구동 원리는 사용자가 웹 브라우저를

통해 웹서버에 자료를 요청하면, 웹서버는 CGI를 실행시켜 사용자의 요구에 적합한 결과를 웹서버를 통해 웹브라우저로 출력하게 된다.

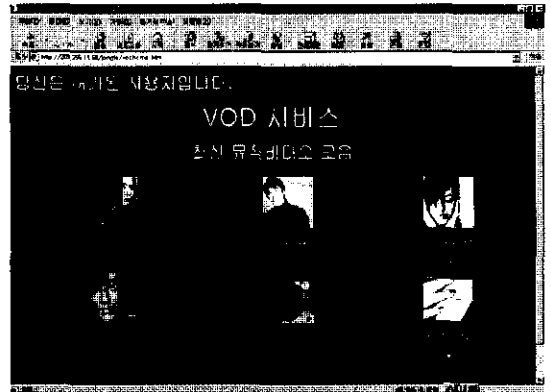


그림1. 로그인에 성공한 VOD 홈페이지

IV. 저장시스템

VOD 서비스는 대용량과 고속의 전송을 요구한다. 예를 들면 1024×768, true color(24bit)를 가진 120분 비디오 데이터플 초당 30 프레임씩 출력할 경우 디스크 용량은 474GB이고 전송속도는 566Mbps가 필요하다. 그러나 MPEG등으로 데이터를 압축할 수 있으므로 실제로는 이보다 낮은 전송속도로 처리 가능하다. 120분 비디오 프로그램을 MPEG로 인코딩한 경우 약 3.5GB의 저장용량을 차지하며, MPEG-2 비디오 신호를 HDTV 형태로 보기 위해서는 40Mbps의 전송속도가 필요하다. 디지털 비디오를 처리할 수 있는 대역폭을 갖는 여러 가지 디스크들이 현재 개발되고 있다. 디스크 저장장치를 구성하는 방법은 크게 디스크 팜(farm)방식과 RAID 방식으로 나눌 수 있다. 디스크 팜 방식에서는 각 디스크 드라이브가 몇 개의 영화를 저장한다. 서로 다른 디스크들을 표준화된 방법으로 하나로 묶는 것을 RAID(Redundant Array of Independent Disk)라고 한다. RAID는 여러개의 디스크들을 하나의 저장 시스템으로 간주하여 처리하므로 데이터의 처리 속도, 데이터의 중복성 등 많은 이점이 있다. 그러나 본 논문에서는 PC상에서 가격대성능비가 우수한 디스크 팜(farm)방식을 사용하였다. VOD 서버는 언제든지 다수의 사용자로부터의 요구를 받을 수 있다. CATV와 같이 한 채널에 대해 모든 사용자가 동시에 같은 비디오 정보를 요구한다면 방송 형태로 처리할 수 있으나, 보통은 같은 시간대에 사용자마다 서로 다른 비디오 정보를 요구할 것이다. 진정한 VOD

서비스는 각 사용자의 요청에 대해 개별적 단계로 처리해 주어야 하나, 이를 지원하기 위해서는 과도한 저장장치 및 네트워크 대역폭을 필요로 한다. 그래서 최대 대기 시간 이내에 같은 비디오 정보의 요구들이 오면 이들에게 멀티캐스팅하는 방법이 제안되었다. 이와 같이 하여 서버의 부하를 줄이는 것을 준(near 또는 quasi) VOD라고 한다. 그러나 멀티캐스팅하는 경우보다는 사용자들로부터의 요구를 수용할 수 있는 구조를 갖고 있어야 한다.

V. 간단한 주문형 비디오 시스템의 구현

현재 인터넷 환경에서 동작하는 주문형 비디오 서비스 형태의 응용이 유닉스를 기반으로 워크스테이션 상에 구현되어 있다. 이러한 시스템들은 인터넷 환경에서 MPEG으로 압축된 오디오, 비디오 데이터들을 실시간으로 검색, 전송, 재생하는 기능을 가진다. 본 논문에서는 인터넷 환경에서 Window95/98/NT를 OS로 하는 PC상에 주문형 비디오 시스템의 간단한 형태의 응용으로 구현한 실시간 미디어 재생기를 구현하였다.^[34] 이 실시간 미디어 재생기는 인터넷 환경에서 MPEG으로 부호화된 오디오, 비디오 스트림을 실시간으로 재생하는 것을 목표로 하여 개발하였다. 구현한 시스템은 클라이언트/서버 구조로 클라이언트와 서버 사이의 통신은 현재 널리 이용되고 있는 소켓 인터페이스를 적용하여 window상에 구현된 winsock 루틴을 사용하였다. 사용한 프로토콜 스택은 IP위에 전송 프로토콜로 TCP와 UDP를 사용하였다. 미디어 스트림의 전송에는 UDP를 사용하였고, TCP는 제어 신호의 전송에 사용하였다.

프로그램 수행 과정은 크게 초기화 과정과 재생 중의 동기화 과정으로 나눌 수 있다.

• 초기화 과정

미디어 서버에서는 비디오 스트림내에 미리 정의되어 있는 초당 프레임 수를 고려해 각 프레임간의 전송 간격을 결정하고 각 프레임이 전송을 시작해야 할 시점을 결정한다. 각각의 비디오 프레임은 자신이 전송되어야 할 시점에 패킷을 형성하여 전송된다. 사용자의 요구에 의해 미디어 서버에서는 패킷의 전송을 시작하고 클라이언트에 도착하는 패킷은 디코딩 버퍼에 쌓이게 된다. 이때 도착속도가 바뀐 패킷에 대해서는 순서의 재정렬이 일어난다. 일정량의 패킷이 디코딩 버퍼에 쌓여 디코딩 버퍼의 레벨이 버퍼 크기의 중간값이 되면 디코더로 보내 디코딩을 시작한다. 이때 최초 프레임의 디코딩 시작 시간을 구해서 이후 프레임에 대한 디코딩 시작 시간을 결정한다. 따라서 디코딩 버퍼

의 출력률은 미디어가 가지는 초당프레임 수로 일정하게 된다. 만약 프레임이 디코딩 버퍼에서 출력될 때 디코딩이 가능하지 않으면 폐기된다. 디코더에서 디코딩된 프레임은 재생 버퍼에 저장되어 일정량을 버퍼링하고 다른 미디어와 동기를 맞추어 재생을 시작한다. 이때도 역시 두 번째 프레임부터는 최초의 프레임 재생시간으로부터 프레임간 시간간격을 기준으로 재생시간을 결정한다. 이러한 방식을 피드백 메시지를 이용한 적응적 제어 방식이라 한다.

• 재생중의 동기화

서버에서 송신되어 클라이언트에서 수신한 패킷은 디코딩 버퍼에서 디코더를 거쳐 한 프레임의 비디오 데이터를 형성한다. 이 비디오 프레임은 재생버퍼에 저장된 후 다른 미디어와 동기를 맞추어 재생된다. 만약 도착된 패킷의 순서번호가 현재 재생중인 프레임의 순서 번호보다 앞선다면, 즉 현재 디스플레이 중인 프레임보다 이전의 프레임인 경우 버퍼 상태에 관계없이 폐기한다. 망에서의 지연의 변이로 인해 순서가 바뀐 프레임이 있으면 디코딩 버퍼에서 프레임의 재정렬이 일어난다. Pre-decode controller는 디코딩 버퍼의 평균 레벨을 검사해서 평균레벨이 임계치를 넘어가면 송신측으로 예측한 망 상태를 피드백한다. 이와 같은 피드백 메시지를 이용하여 비디오 데이터의 프레임 수를 줄이는 방식을 적응적 제어 방식이라 한다. 재생중의 동기화를 구현함에 있어 MPEG으로 부호화된 미디어 데이터의 특성에 적합한 동기화 제어 방식이 필요하게 된다. MPEG-1 표준에서는 재생의 단위로 picture를 가지는데 picture는 서로 다른 압축 비율로서 3가지로 나뉘어진다.^[5] I-picture(Intra-coded picture)는 단일프레임 내에서 독립적으로 부호화 되고 P-picture(Predictive-coded picture), B-picture(Bidirectionlay predictive picture)가 참고할 정보를 제공한다. P-picture, B-picture와 비교할 때 I-picture는 비디오 디코딩과 재생 품질에 매우 중요한 역할을 한다. 만약 전송중에 I-picture가 손실되면, 손실된 I-picture를 참고로 하는 GOP(Group Of Picture)내 모든 프레임의 재생 품질 저하가 발생하게 된다. 전송 중에 B-picture가 손실된 경우, 이것은 단지 이 한 프레임의 재생 품질 저하를 가져온다. 따라서 한정된 디코더의 자원을 고려할 때 우선순위에 따른 제어가 필요하다고 할 수 있다. 우선순위에 관한 정보는 부호화된 스트림의 특별한 데이터 구조, 즉 picture 종류를 나타내는 헤더 필드에 들어 있다. MPEG-1에서는 I-picture가 높은 우선순위를 가진 것으로 취급하고 B-picture가 낮은 우선순위로 취급된다. 따라서 만약 버퍼 범람, 프레임의 생략, 프레임 폐기 등의 경우 프레임간의 우선순위에 따라 낮은 우선순위의 프레임부터 제어하여 급격한

재생 품질의 저하를 방지할 수 있다.

VI. 프로그램의 동작

본 논문에서 개발한 실시간 미디어 재생기는 클라이언트/서버 구조로 Ethernet LAN 환경에서 MPEG 비디오 스트림을 실시간으로 전송, 재생하였다.

클라이언트와 서버의 프로그램 동작은 우선 로그인을 위한 홈페이지로 접속한 후 접속에 성공하면 VOD 홈으로 들어오게 된다. 그후 홈에 있는 Movie를 클릭해 주면 실시간 미디어 재생기가 실행되고 서버는 사용자가 요구한 파일 전송을 준비한 후 Play 신호가 오기를 기다린다. 클라이언트로부터 Play 신호가 오면 서버는 저장된 프레임들로 데이터 채널을 통해 비디오 프레임을 전송한다. 이때 비디오 프레임은 패킷 형태로 전송되는데 사용하는 패킷은 8192byte의 크기를 가진다. 한 프레임의 크기가 하나의 패킷 크기보다 큰 경우 여러 개의 패킷으로 나누어져 전송되는데 각 패킷은 자신이 한 프레임의 부분임을 나타내는 필드를 이용하여 프레임으로 재결합된다. 클라이언트에서 수신된 각 프레임들은 적절한 버퍼링 지연 후에 재생된다.^[6] 사용자가 선택한 비디오 스트림을 전송받아 실시간으로 재생하는 클라이언트 시스템이 그림2에 나타나 있다. 현재 이 실시간 미디어 재생기는 Play, Stop, Pause 기능만이 가능하다.



그림2. 실시간 멀티미디어 재생기 실행화면

VII. 결론

오디오, 비디오와 같은 연속 미디어를 현재 인터넷과 같은 패킷망을 통해 전송 재생할 때에는 전송 중에 송신측에서 미디어들이 가지는 원래의 시간관계가 손실된다. 이런 손실된 정보는 서비스 품질에 심각한 저하

를 가져오게 된다. 서비스 품질의 저하를 막기 위해서는 미디어가 가지는 원래의 시간관계를 복구해주는 적절한 멀티미디어 동기화기법, 사용자수의 제한, 효율적인 디스크 버퍼링 등이 필요하게 된다. 특히 인터넷 환경에서 MPEG 비디오와 같은 실시간 연속 미디어를 전송, 재생하기 위해서는 효과적인 멀티미디어 동기화기법의 구현이 필수적이다.

본 논문에서는 서비스 품질에 많은 영향을 미치는 사용자 수를 효율적으로 제한하기 위해 VOD 홈에서 로그인 할 수 있도록 비주요페이지적으로 CGI 프로그램을 작성하였다. 또한 현재의 인터넷 환경과 같이 공통적인 네트워크 클럭이 존재하지 않고 대역폭 예약, 지연의 한계 등이 보장되지 않는 망 환경에서 주문형 비디오 서비스를 제공하기 위한 효율적인 실시간 미디어 재생기를 설계 및 구현하였다.

본 논문에서 개발한 실시간 미디어 재생기는 간단한 형태의 주문형 비디오 시스템으로 Window95/98/NT를 OS로 하는 PC 환경에서 개발되었다. 서버에 저장되어 있는 MPEG-1 비디오 스트림을 클라이언트로 실시간 전송, 재생하였으며 적용형 멀티미디어 동기화 기법을 구현하여 재생품질의 저하를 줄일 수 있었다.

앞으로의 연구과제는 본 논문에서 구현하지 못한 빨리감기, 빨리 되감기 및 임의 재생 기능을 추가하여 완벽한 가상 VCR 기능을 구현하고 ATM을 기반으로 하는 초고속 정보 통신망에 적절한 실시간 멀티미디어 재생기를 개발하고자 한다.

VIII. 참고문헌

- [1]T.D.C. Little, D. Venkatech, "Prospects for interactive Video-on-Demand," IEEE Multimedia, Vol1, No.3, Fall 1994
- [2]정지영, "한번 더 생각한 WinCGI", 대림, 1998
- [3]후지오라 히로시, 그림으로 보는 최신 MPEG, 교보문고, 1995
- [4]대우전자 영상연구소, MPEG 비디오, 연암출판사, 1995
- [5]K.R.RAO, J.J.HWANG, "Techniques and Standards For Image.Video and Audio Coding, Prentice Hall, 1996
- [6]William Stallings, "High-Speed Networks TCP/IP and ATM Design Principles", Prentice Hall, 1998