

MPEG 스트리밍 시스템에서 QoS 필터링 기법 구현

오재학[○] 차호정
광운대학교 전자계산학과

Implementation of a QoS filtering Technique in MPEG Streaming System

Jaehak Oh and Hojung Cha
Dept. of Computer Science, Kwangwoon University

요약

본 논문에서는 MPEG 스트리밍 시스템에서 실시간 미디어 필터링을 통하여 제한된 네트워크 대역폭에서 미디어 서비스의 실시간 특성을 만족시킬 수 있는 소스 서버와 필터링 서버를 구현한다. 전형적인 스트리밍 시스템에서는 고정 대역폭에 근거한 사용자 수용 제어 정책을 사용하기 때문에 인터넷의 이형성 특징인 가변 대역폭에 대한 QoS 서비스 정책이 미비하다. 미디어 필터링에 의한 스트리밍 시스템은 동적으로 QoS를 변경하기 때문에 다양한 서비스 정책을 지원할 수 있다.

1 서론

컴퓨터의 성능 향상 및 압축 기술의 발전은 네트워크에 기반한 다양한 멀티미디어 응용 서비스를 창출하고 있다. 대부분의 멀티미디어 네트워크 응용 프로그램들은 가용 통신 대역폭에 의해 큰 영향을 받는다. 인터넷상의 VOD 시스템의 경우, 외부 네트워크로 서비스 제한 특성에 따라 내부 사용자들의 수를 제한하는 사용자 제한 정책으로 고품질의 서비스를 제공할 수 있다. 반면, 상대적으로 낮은 대역폭을 갖는 인터넷상에서는 MPEG과 같은 고품질 멀티미디어 서비스를 하기 어렵다. 멀티캐스팅 서비스의 경우, 이형망으로의 서비스는 네트워크 대역폭 보장에 무리가 있어 서비스의 질(QoS)을 유지할 수 없다. 망의 이형성 외에도 어플리케이션의 요구량에 따라 QoS는 변할 수 있고, 최종 사용자의 시스템 사양에 따라서도 변해야 한다[1].

이러한 조건을 만족시키기 위해서 서비스의 질을 조정할 수 있는 개념이 필요하다[2]. 인터넷에 VOD 서비스의 경우에 일정 사용자를 초과하면, 단순히 거절하는 것이 아니라 현재 수용된 사용자에 대한 서비스의 질을 전반적으로 낮출 수 있을 것이고, 인터넷의 경우에는 이형망의 대역폭이나 최종 사용자, 그리고 어플리케이션의 특성에 따라 서비스의 질을 조정할 수 있을 것이다. 본 논문에서는 MPEG 스트리밍 시스템에서 실시간 미디어 필터링을 통하여 제한된 네트워크 대역폭에서 미디어 서비스의 실시간 특성을 만족시킬 수 있는 소스 서버와 필터링 서버를 구현한다. 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서 미디어 필터링의 대상인 MPEG-1을 기술하고, 3장에서 QoS 필터링을 이용한 소스 및 필터 서버, 클라이언트를 설계 및 구현에 대하여 기술한다. 4장에서 결론과 향후 연구 방향을 기술한다[1].

2 MPEG 필터링 기법

본 논문에서 미디어 필터링을 위한 미디어로 MPEG-1 시스템을 사용한다. MPEG-1 시스템의 구성은 비디오와 오디오로 구분한다. 오디오를 실시간 서비스의 기준으로 하고 미디어 필터링의 대상은 비디오로 한정한다.

2.1 MPEG 비디오 구조

[그림 1]에서와 같이 비디오의 구성은 시간과 관련된 시퀀스 층, GOP 층, 픽처 층과 압축과 관련된 슬라이스 층, 매크로 층, 블록

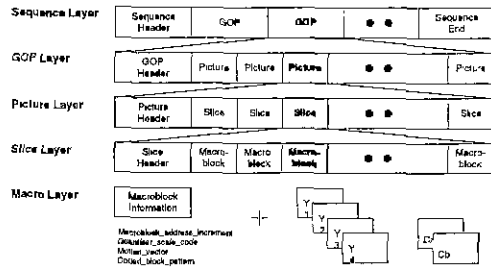


그림 1: MPEG-1의 비디오 계층도

층으로 나눌 수 있다. 시퀀스 층에서는 시퀀스 헤더와 픽처를 구성하는 GOP 그리고 스텝스 종료 코드로 구성되어 있다. 시퀀스 헤더가 여러 개 있는 경우는 랜덤 플레이백과 비디오 편집을 지원하기 위한 것으로 일반적으로 한 개의 시퀀스 헤더의 정보가 시퀀스 층 앞에 유지하며 영화의 끝까지 유지된다. GOP 층은 최소한 최소한 프레임과 GOP 헤더로 구성되고, 픽처 층은 픽처 헤더와 한 개 이상의 슬라이스로 이뤄진다. 슬라이스 층은 DCT 블록이라는 매크로 블록들로 이뤄졌고, 매크로 층에선 8X8 DCT 블록인 루미넌스 4개와 크로미넌스 2개 블록으로 구성된다. 블록 계층은 실제 압축과 관련된 구조를 갖는다.

2.2 필터링 기법

MPEG-1에서 프레임의 종류는 I (Intra-Picture: 프레임 내 부호화 영상), P (Predictive-Picture: 프레임간 순방향 예측부호화 영상), B (Bidirectionally Predictive-Picture: 양방향 예측부호화 영상) 프레임이 있다. I 프레임은 GOP에서 독립성을 갖고, 한 화면 자체가 내 부호화되고, 인화상과 같은 순서 구조를 갖는다. P 프레임은 한 화면의 소 블록을 내 부호화하며, 인화면과 같은 구조로 전방 참조를 한다. 그리고 B 프레임은 I, P 프레임을 먼저 처리한 후에 그 사이에 삽입되고, 한 화면의 소 블록을 내 부호화하며, 전 후 양방향 참조를 한다.

MPEG-1 정보를 필터링하는 원리는 프레임 비율을 줄이는 방법으로 비디오 프레임을 드롭한다. 프레임을 드롭할 경우에 프

¹본 연구는 한국과학재단의 특정기초연구사업 (과제번호 : 97-01-00-12-01-5)에 지원 받았습

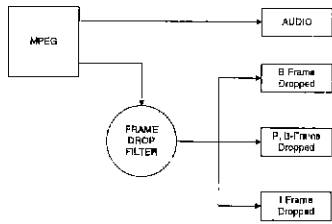


그림 2. 프레임 드롭

패임 종류에 따라 종속정도가 다르다. 종속정도는 인트라 프레임 즉 I 프레임 경우는 종속이 없는 독립적이고, 인터 프레임에서 P, B 프레임은 I 프레임에 예측됨으로 인트라 프레임을 참조하는 구조로 종속성이 있다 그리고 인터 프레임 내부에서 P, B 프레임의 종속정도는 P 프레임의 경우 전방 참조만 하고, B 프레임의 경우 전후방 참조를 함으로 P 프레임이 더 독립적이어서 종속정도가 낮다. 정리하자면, P, B 프레임은 I 프레임의 정보에 의존되어 있다. 이와 같은 필터링 기법을 우선 순위에 의한 드롭기법이라고 한다[1](그림[2]).

위의 경우는 상호 다른 프레임간에 드롭핑을 의미한다 동일한 프레임간에 드롭은 우선 순위와 상관없는 드롭 기법으로 단순 프레임 드롭이라 할 수 있다. B 프레임은 P, I 프레임에 종속되고, P는 전방에 P, I에 종속되는 특성이 있지만, 연속되는 순서열에서 같은 프레임간의 우선순위는 존재하지 않으므로 전후에 관계없이 드롭할 수 있다. 다만 닫힌(Closed) GOP인 경우에는 GOP 단위로 독립 실행해야 함으로 내부의 첫 프레임으로 인트라 프레임이 와야 한다[3]

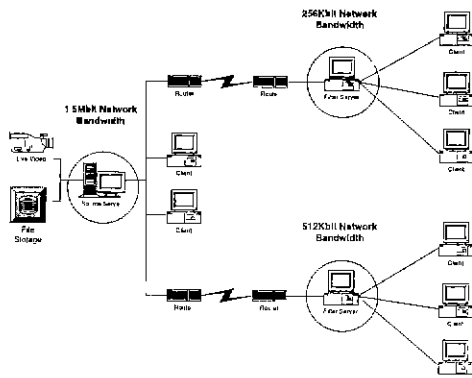


그림 3 QoS 필터링 시스템의 전체 구성도

3 QoS 필터링 시스템 구현

다음에는 QoS 필터링을 이용한 소스 및 필터 서버, 클라이언트의 구현을 기술한다

3.1 시스템 구성

QoS 필터링 시스템의 구성은 서비스의 소스를 제공하는 소스 서버와 이형 네트워크에서 필터링 서비스를 제공하는 필터 서버 그리고 최종 사용자를 위한 클라이언트로 구성된다.

클라이언트의 요구는 자신이 속한 필터 서버에 서비스 요구를 보낸다. 필터 서버는 클라이언트의 요구량과 네트워크 대역폭에 따라 정보를 저장하고 자신의 상위 필터 서버 혹은 최종 소스 서버에 서비스 요구를 보낸다 이렇게 이뤄진 요구를 역으로 소스

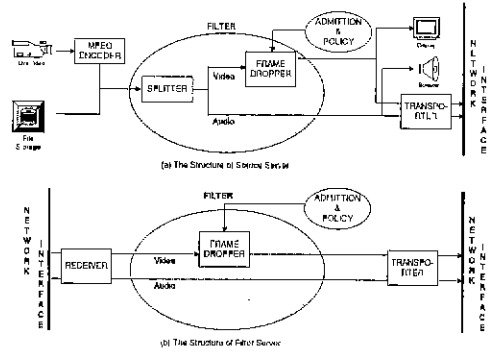


그림 4. 소스 서버(a)와 필터 서버(b)의 구조

서버에서 각각 필터 서버를 거쳐 최종 사용자의 클라이언트에 전송되게 되며 소스 서버나 필터 서버는 자신의 서비스 정보에 따라 서비스의 질을 결정해 하위 네트워크의 최종 사용자에게 내보낸다. [그림 3]은 QoS 필터링 시스템의 전체 구성을 나타낸다.

3.2 소스 서버

소스 서버는 클라이언트 요구에 따라 최종 서비스를 담당하는 서버로 소스 입력부, 필터부, 수용제어부, 전송부 그리고 추가로 관리자의 선택에 따라 스크린을 확인할 수 있는 디스플레이 부로 나뉜다 ([그림 4-(a)]).

먼저 입력부는 파일 입력과 하드웨어 MPEG 엔코더 입력으로 나누며 각각은 필터링을 위한 버퍼로 전송하게 된다. 필터부에서는 MPEG-1 스트림으로 입력된 데이터를 정책에 따라 서비스의 질을 조정할 수 있도록 비디오 / 오디오로 나누는 스플리터가 있고 분리된 데이터의 프레임 률을 조정하는 프레임 드롭퍼로 나뉜다. 필터부에서 오디오는 스플리터를 거쳐 데이터 자체를 서비스의 최저 데이터로 간주함으로 서비스 질 조정 없이 곧바로 네트워크 전송부로 넘겨진다. 비디오의 경우만 수용제어부에 조절에 따라 서비스 질을 조정한다. 또한 스플리터에서 비디오 / 오디오 패킷화를 위한 정보를 위해 MPEG에서 비디오 / 오디오 시작시간 및 최종 동기화를 위한 정보를 따라 패킷 헤더에 현 데이터의 PTS 혹은 SCR 시간 정보를 준다. 데이터를 받는 전송부는 패킷화하여 전송하는 역할을 한다. 마지막으로 서버 관리자를 위하여 현재 서비스되고 있는 스트림에 대한 모니터링을 지원한다

위의 서비스가 필터 서버로 가는 경우에는 필터 서버 하에 있는 클라이언트나 필터 서버를 위한 재필터링(refiltering)을 위한 것이 된다.

3.3 필터 서버

필터 서버는 소스 서버와 클라이언트 사이에 위치하여 소스 서버로부터 스트림을 받아 요구한 클라이언트의 대역폭에 맞는 서비스로 전환하는 역할을 한다([그림 4-(b)]).

필터 서버의 구성은 소스 서버와 유사하게 구성되며 수신부, 필터부, 수용제어부 전송부로 나뉜다. 먼저 수용제어부와 전송부를 소스 필터와 동일한 역할을 하게 되며, 필터부의 경우 소스 서버와 같이 비디오 / 오디오를 분리할 필요가 없어 오디오 수신인 경우에는 전송부의 버퍼로 보내고, 비디오의 경우만 수용제어부의 정책을 받아 들어 서비스 질을 조정하는 역할을 한다. 그리고 수신부에서 받아들이는 패킷을 재 패킷화(depactize)하여 필터부에 전송하게 된다

필터 서버의 경우 RTP에서 트랜슬레이터와 유사한 기능이라고 할 수 있는데, 본 시스템 구성에서는 RTP에서와 같이 이형 네트워크에 대한 배려로 도메인 안에 독립적으로 존재하게 하지

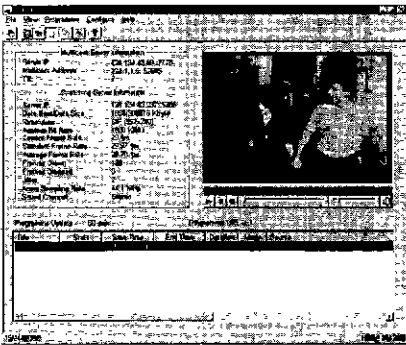


그림 5: 소스 서버

않고 소스 서버나 필터 서버가 그 역할을 수행하게 된다.

3.4 구현

QoS 필터링 시스템 개발을 위한 환경 Microsoft Windows NT 4.0, VC++ 5.0 MFC 라이브러리를 이용하여 개발하였다. 서버를 위해 소스 인코더에 MPEG-1 인코더를 위한 Optibase's MovieMaker MPEG Encoder 및 SDK를 이용하였으며 필터부의 구현에 스피리터와 프레임 드롭퍼는 각각 별개의 쓰레드로 동작한다. 수용제어부도 쓰레드로 구성되는데 이들은 필터 서버와 클라이언트를 위한 기밀 포트를 유지하여 서비스 질의 조정을 위한 정보를 수신한다. 그리고 전송부와 디스플레이부는 각각 별개의 모듈로 구분되어 있고, 전송부의 경우는 독립 쓰레드로 구성된다 위 각각의 모듈의 쓰레드들은 자신의 버퍼를 통해서 의 데이터를 전송한다 디스플레이부는 클라이언트 구성시에 그 구현 문제를 언급한다 [그림 5]은 소스 서버의 구현을 나타낸다.

필터 서버의 경우 일에서 언급한대로 소스 서버와 유사하지만 수신부와 필터부, 전송부, 수용제어부가 별개의 쓰레드로 동작하게 되며 Windows NT에서 대문으로 동작하게 된다



그림 6 클라이언트

클라이언트 시스템은 개인용 컴퓨터들의 현 추세에 따라 A/V 기능을 가정하고, 그 환경에서 개발되었다. MPEG-1의 경우 서버에서의 인코더와는 틀리게 하드웨어 디코더를 쓰지 않더라도 컴퓨팅 파워를 활용한 소프트웨어 디코더로 충분히 감당할 수 있다. 이런 소프트웨어 디코더들은 예를 들어 Microsoft DirectShow, King Tec's SDK, Apple's Quick Time 등을 들 수 있다.

본 논문에서 클라이언트 구현시 Visual VC++, DirectShow SDK를 이용해 구현했다. DirectShow는 각각 코덱의 기능을 가진 필터들의 조합으로 이뤄진다. 그 필터들은 크게 소스필터, 변환필터, 렌더러 필터의 3 가지로 분류된다. 소스필터는 멀티미디어 자료를 읽는 방법을 결정하고, 변환필터는 소스필터가 읽은

File Type	A	B	C	D	E
GOP Pattern	IBBPBB	IBBPBB	IBBPBBPBPB PBPBPBPBPB PBPBPBPBPB	IBBPBBPBPB IBBPBB	IBBPBBPBPB IBBPBB
Frame Rate (mean fps)					
Original	30	20	13	15	15
B Dropped	10.02	7	7.51	5.04	5.05
B,P Dropped	5.02	3.55	0.52	1.05	1.25
Bandwidth (mean bytes/s)					
Original	25752	67957	43488	72527	45461
B Dropped	21049	49818	61267	33039	20533
B,P Dropped	11669	20723	4127	12046	8492

그림 7 필터링에 의한 평균 프레임 률 및 대역폭

자료를 변환하는 필터로 MPEG-1의 경우 디멀티플렉스와 비디오, 오디오 각각의 디코더가 있다. 변환 필터를 통해 디코딩된 데이터는 렌더러 필터에 의해 각각 화면에 디스플레이되거나 스피커를 통해 출력되게 된다. 여기서 소스 필터는 지역 파일을 읽어들이게 되어 있지만, 스트리밍을 할 수 있도록 개발하였다. [그림 6]은 구현된 클라이언트의 모습으로 상영중에 있다

4 결론

[그림 7]은 QoS 필터링에의 나타나는 비디오 화일의 유형에 따라 평균 프레임 률 및 대역폭을 측정 한 것이다. 프레임 유형에도 나타나듯이 MPEG의 압축 효율상에 프레임의 비율은 B, P, I 프레임 순서를 알 수 있고, B 프레임의 제거시 프레임 률이 급격히 주는 것을 알 수 있다. 그리고 대역폭에서 보면 B, P가 줄때마다 1/3 이상 그 대역폭이 줄고 있다. MPEG 비디오 데이터는 한번 인코딩 순서열이 정해지면 거의 변화하지 않는 특성이 있어 평균적으로 위의 비율에 만족된다.

본 논문에서는 미디어 소스를 제공하고 이형 네트워크로 프레임 드롭에 의한 서비스 질의 낮춰 저 대역폭에서도 실시간에 맞는 서비스를 구현한 소스 서버와 전 네트워크에서 제공받은 소스를 클라이언트나 이형 네트워크로 전송하는 필터 서버 그리고 최종 사용자를 위한 클라이언트를 구현했다

앞으로 고려할 사항으로 본 논문에서 제시한 필터링 기법에 MPEG 데이터에 적용할 수 있는 다른 여러 코덱 수준에 변형 즉 칼라를 흑백으로 변형해 색상정보를 제거하거나, 재 양화(Re-quantization)하는 수준에 필터를 고안하고, MPEG AUDIO의 서비스 질을 낮추는 여러 방법을 고려해야 한다. 네트워크를 통한 전송시, 차세대 인터넷 프로토콜인 RTP를 고려할 계획으로 RTP 내에서 트랜스레이터 서버의 구현은 QoS 필터링과 유사한 기능으로 개발이 용이 할 것이다

참고 문헌

- [1] Nicholas John Yeadon 'Quality of Service Filtering For Multimedia Communications', PhD Thesis, Department of Computing, Lancaster University, 1996
- [2] Shanwei Cen, Calton Pu, Richard Staehli, Crispin Cowan and Jonathan Walpole, 'A Distributed Real-Time MPEG Video Audio Player', *Proceedings of NOSSDAV*, 1995, pp.18-21
- [3] Joan L. Mitchell, William B. Pennebaker, Chad E. Fogg, Didier J. LeGall, *MPEG video compression standard*, Chapman and Hall, 1996