

Simulcast 와 스케일러블 전송 방식에서의 선택적인 재전송

조창식⁰ 마평수 강지훈[†]
한국전자통신연구원, 충남대학교[†]
(cscho, pmah)@etri.re.kr, jhkang@cs.chungnam.ac.kr

The Selective Retransmission in the Simulcast and Scalable Streaming

Chang-Sik Cho⁰ Pyeong-Soo Mah ji-Hoon Kang[†]
Korean Electronics and Telecommunications Research Institute, ChungNam National University[†]

요 약

무선 이동통신환경에서는 시간에 따라 네트워크에 의한 데이터 손실, 일관성 없는 패킷의 도착 간격 등과 같은 문제와 전송 속도의 저하가 발생함으로써 일정한 수준의 QoS 를 제공하기 어렵다. 이러한 문제점에 대처하기 위하여 다중 비트율 코딩, 트랜스코딩 등과 같은 기술이 제안되었다. 그러나 이러한 방식들은 서버의 과도한 연산량 요구나 저장 공간 낭비라는 단점을 가지고 있다.

본 논문에서는 이러한 문제점을 해결하기 위해 다중 비트율 코딩 방식과 스케일러블 코딩 방식을 결합하여 네트워크 QoS 변화에 유연하게 적응될 수 있는 방식을 제시한다. 기존의 심플 혹은 메인 프로파일이 네트워크의 상태가 일정하다는 것을 전제로 하는 반면, 스케일러블 프로파일은 기본 데이터와 부가 데이터를 분리하여 하나의 파일로 관리되므로 서버의 연산량을 줄이고, 저장 공간도 절약한다. 또한 같은 스트림에 대해서도 단말기의 능력에 따라서 부가 데이터를 복호화 할지를 결정할 수 있어 여러 사용자에게 같은 스트림 데이터를 전송할 수 있는 장점이 있다.

1. 서 론

통신 기술의 발달로 무선 이동통신의 고속화가 이루어지고, 시스템 개발 기술과 집적회로 기술 발전으로 이동통신 단말의 소형화, 경량화, 저전력화가 가속화됨에 따라 인터넷과 웹의 사용을 주요 기능으로 하던 무선 단말 기기의 응용 서비스에 멀티미디어 데이터의 처리 및 실시간 스트리밍 서비스에 대한 사용자의 요구가 증대되고 있다.

스트리밍 서비스는 동기화된 멀티미디어 콘텐츠를 전송과 동시에 재생하는 서비스로서, 스트리밍 기술은 주문형 비디오 시스템(VOD)이나 멀티미디어 메시징 서비스(MMS) 등을 위한 핵심 기본 기술로 활용될 전망이며, 이와 같은 서비스는 원격교육, 원격감시, M-커머스, 인포테인먼트 등의 다양한 서비스에 응용될 것이다.

네트워크 대역폭과 단말 장치의 CPU 성능은 스트리밍 서비스의 QoS(Quality of Service)를 결정하는 가장 중요한 요소가 된다. 스트리밍 서비스는 그 속성상 많은 양의 멀티미디어를 처리하고 전송하기 위하여 시스템의 높은 연산 능력과 네트워크의 고속 전송 능력을 요구하게 된다. 이는 기기의 가격을 결정하는 중요한 요소로서 상품화에 있어서 시장에서의 성공과 직결되는 문제이다. 따라서 모바일 환경에서는 단말의 제한된 자원이나 무선 통신의 특성을 고려하여 최적화된 미디어 압축과 복원, 그리고 전송 오류를 극복할 수 있는 기술들의 사용이 필수적이다. 또한 상호연동을 고려하여 표준화된 기술을 사용하는 것 또한 매우 중요하다.

MPEG-4[1] 표준은 저비트율에서 기존의 다른 포맷과 비교하여 고선명의 화질을 제공하는 특징이 있기 때문에 네트워크 대역폭이 문제가 되는 응용 분야에서 많이 사용된다.

심플 혹은 메인 프로파일을 사용하여 생성된 MPEG-4 파일은 10kbps 에서 5Mbps 까지의 다양한 전송 비트율을 대상으로 하며, 비디오의 화질이나 화면의 크기를 자유롭게 정할 수 있다.

그러나 무선 이동통신환경에서는 시간에 따라 네트워크에 의한 데이터 손실, 일관성 없는 패킷의 도착 간격 등과 같은 문제와 전송 속도의 저하가 발생함으로써 일정한 수준의 QoS 를 제공하기 어렵다. 이러한 문제점에 대처하기 위하여 다중 비트율 코딩, 트랜스코딩 등과 같은 기술이 제안되었다. 그러나 이러한 방식들은 서버의 과도한 연산량 요구나 저장 공간 낭비라는 단점을 가지고 있다.

본 논문에서는 이러한 문제점을 해결하기 위해 다중 비트율 코딩 방식과 스케일러블 코딩 방식[11]을 결합하여 네트워크 QoS 변화에 유연하게 적응될 수 있는 방식을 제시한다. 기존의 심플 혹은 메인 프로파일이 네트워크의 상태가 일정하다는 것을 전제로 하는 반면, 스케일러블 프로파일은 기본 데이터와 부가 데이터를 분리하여 하나의 파일로써 관리됨으로써 서버의 연산량을 줄이고, 저장 공간도 절약한다. 또한 같은 스트림에 대해서도 단말기의 능력에 따라서 부가 데이터를 복호화 할지를 결정할 수 있어 여러 사용자에게 같은 스트림 데이터를 전송할 수 있는 장점이 있다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2 절에서는 관련 연구로 스트리밍 서비스 기술 현황과 QoS 지원 관련 기술들에 대하여 설명한다. 3 절에서는 QoS 정보를 바탕으로 다양한 모바일 환경을 고려한 스트리밍 서비스 방법에 대하여 설명한다. 마지막으로 결론과 향후 연구방향에 대하여 설명한다.

2. 관련 연구

현재 유선 인터넷 환경에서의 VOD 서비스를 위해 많이 사용되는 미디어로는 마이크로소프트의 WMF(Windows Media File)[2], RealNetworks 사의 RealVideo, RealAudio[3] 등이 있다. 이러한 상용 파일의 경우에는 파일 포맷이 공개되지 않으며, 각사의 고유한 압축 알고리즘을 사용하므로 재생시에는 그 회사 재생기에서만 재생이 가능하다. 따라서 재생기와 서버에 대한 플랫폼 전체를 일괄 구매하여 시스템을 구성해야 하므로 높은 비용을 요구하며 시스템의 변경을 어렵게 하여 새로운 사용자 요구사항을 적용시키기가 어렵다.

예로 무선 기기에서 마이크로소프트의 WMT(Windows Media Technology)[2] 기술을 이용하여 VOD 서비스를 구축하려면 단말의 운영체제로 WindowsCE 를 사용해야 한다. 제공하는 디코더가 바이너리 형태로만 제공되므로 DirectX Media 를 사용하여 구현해야 하며 이는 필연적으로 마이크로소프트의 운영체제를 요구하게 된다. 또한 WMT 에서는 마이크로소프트에서 제공하는 인코더, 서버를 전체적으로 사용해야 하기 때문에 실제 상용 서비스를 하기에는 경제적인 부담이 크다는 단점이 있다.

따라서 표준으로 정의된 파일 포맷을 많이 사용하는데 음악 위한 MP3, 고화질 비디오를 위한 MPEG-1[4], 모바일 환경이나 저속의 대역폭에 맞춘 MPEG-4 가 주로 사용된다. MPEG-1 의 경우 네트워크 대역폭과 디코딩을 위한 프로세싱 요구량이 상대적으로 높기 때문에 현재의 정보사전 기기에서 스트리밍 서비스를 하기에는 다소 무리가 있으나, 초고속 통신망의 확대와 정보사전 기기의 고성능화에 따라 점차 서비스가 확대될 것으로 기대된다. MP3, MPEG-1 의 가장 큰 장점으로는 기존에 저장된 많은 컨텐츠를 쉽게 사용할 수 있다는 것이다. MPEG-4 표준은 10kbps~5Mbps 의 다양한 전송 비트율을 대상으로 하는 표준으로, 특히 저비트율에서 기존의 다른 포맷과 비교하여 고선명의 화질을 제공하는 특징이 있기 때문에 네트워크 대역폭이 문제가 되는 다양한 응용 분야에서 사용된다. 또한 MPEG-4 는 기존의 MPEG 시스템과는 다르게 사용자와의 상호작용을 지원하는 것을 큰 특징으로 하고 있다.

MPEG-4 재생기는 상대적으로 높은 CPU 시간을 요구하기 때문에 현재는 비슷한 전송률을 요구하고 CPU 요구량이 적은 H.263[5] 비디오와 G.723.1[6] 오디오가 대안으로 많이 사용된다. 그러나 H.263 은 상대적으로 화질이 떨어지고, G.723.1 이 음성 신호가 아닌 음악 파일에 부적합하기 때문에 특정 응용에 제한된 서비스로 사용되고 있다. 또한 무선통신기와 같은 저속의 CPU 환경을 고려하여 M-JPEG, AMR[7], EVRC[8] 등이 사용되어지고 있다.

시간에 따른 데이터 손실, 패킷의 도착 간격 등과 같은 문제와 전송 속도의 저하에 유연하게 대처하기 위한 여러 방법들이 제안되었다. 가장 대표적인 것으로 트랜스코딩은 미디어의 비트율이나 포맷 등을 실시간 변환하는 것으로, 시시각각으로 변하는 네트워크 상황에 최적화된 비트율의 데이터를 전송하는데 사용될 수 있다. 특히 MPEG 비디오의 특징인 I, P, B 화면을 분리하여 전송하는 layering scheme 방식은 오래 전부터 연구되었다. 그러나 이 방식은 서버에서 각 스트림마다 디코딩을 수행해야 하는 방식이므로 동시에 다수의 클라이언트를 제공해야 실시간 스트리밍에서는 실제로 적용하기가 불가능하다. 따라서 트랜스코딩은 여러 종류의 단말에서 지원되는 포맷과 연산 능력 등을 고려하여 처리 가능한 비트율과 포맷을 가지는 스트림을 만들어내는 경우에 한정되어 사용되고 있다[9,10,11].

Simulcast 혹은 다중 비트율 코딩이란 다른 대역폭을 가지는 독립적인 여러 비트율의 스트림을 미리 생성해 두는 것을 의미한다. 즉 동일한 컨텐츠에 대하여 네트워크 대역폭을 고려하여 20, 40, 100, 384kbps 등의 스트림을 생성해 두고서 해당되는 대역폭에 대하여 서비스 하는 방식이다. 이 방식은 트랜스코딩과 달리 서버의 연산 오버헤드를 줄일 수 있으나 서버의 저장 공간을 많이 차지하며, 네트워크 대역폭이 수시로 변하는 환경에서는 잘 적용되지 않는다. 따라서 초기 서비스 설정시 해당되는 스트림을 찾는 경우와 같이 장기적인 전송 속도 변화에 적용할 수 있는 스트림의 생성에 사용된다. 네트워크 상황에 대처하기 위하여 스트림 데이터 사이의 스위칭을 통하여 서비스 스트림을 변경할 수 있다. 스트림 스위칭 방식은 서버와 클라이언트의 복잡도를 높이며 스위칭에 필요한 데이터를 추가로 관리해줘야 하는 부담이 있다[11].

그러나 네트워크 상황에 대하여 짧은 시간 동안의 네트워크 전송 속도의 변화는 검출해 내는 것이 어렵기 때문에 simulcast 방식은 적절하지 않다. 이를 해결하기 위하여 본 논문에서는 스케일러블 코딩 방식을 동시에 적용한다. 스케일러블 코딩은 공통적인 사용이 가능한 최저 품질의 기본적인 데이터를 바탕으로 부가적인 데이터가 추가됨으로써 화질이 개선될 수 있도록 하는 방식이다. 따라서 서버에서 스트리밍을 위해 서비스 도중에 별도의 연산을 필요로 하지 않으며, 저장 공간도 절약할 수 있다. 또한 같은 스트림에 대해서도 단말기의 능력에 따라서 부가 데이터를 복호화할지를 결정할 수 있어 여러 사용자에게 같은 스트림 데이터를 전송할 수 있는 장점이 있다.

3. 스케일러블 기반 선택적 재전송

본 절에서는 simulcast 방식과 스케일러블 코딩 방식을 결합한 파일 생성에 대하여 설명한다. 그리고 네트워크 QoS 변화에 적용하기 위한 재전송 방식에 대하여 설명한다.

3.1 파일 인코딩

Simulcast 혹은 다중 비트율 코딩이란 다른 대역폭을 가지는 독립적인 여러 비트율의 스트림을 미리 생성해 두는 것을 의미한다. 본 연구에서는 총 비트율과 클라이언트 단말의 연산 능력에 따라 사용자가 원하는 응용에 따라 파일을 생성한다. 클라이언트의 연산 능력이 떨어질 경우에는 H.263 비디오를 사용하게 된다.

기존의 MPEG-4 파일 제작은 심플 혹은 메인 프로파일을 사용하여 비디오의 화질이나 화면의 크기를 정하는데 비트율은 10kbps~5Mbps 로 다양하지만, 네트워크의 상태가 일정할 때 사용되는 프로파일이다. 스케일러블 프로파일은 네트워크의 상황이 유동적일 때 유용한 방식으로, 최소한의 기본 데이터(Base Layer)와 화질이나 음질의 보강을 위한 부가 데이터(Enhancement Layer)를 따라 분리하여 부호화한다. 네트워크의 상황이 좋지 않을 경우에는 기본 데이터만을 스트리밍해서 단말기에서 화질이나 음질이 약간 떨어지거나 비디오와 오디오의 끊어짐을 방지한다. 네트워크의 상황이 좋아질 경우에는 기본 데이터에 부가 데이터를 같이 보냄으로써 보다 좋은 화질이나 음질을 클라이언트에 제공한다. 따라서 기존의 simulcast 에 의한 전송 방식보다 네트워크 QoS 에 대하여 더 정확하게 작동할 수 있는 장점이 있다. 또한 같은 스트림에 대해서도 단말기의 능력에 따라서 부가 데이터를 복호화할지를 결정할 수 있어 여러 사용

자에게 같은 스트림 데이터를 전송할 수 있는 장점이 있다. 한편 디코더는 CPU의 복호 능력에 따라 기본 데이터만 복호화할 것인지 부가 데이터를 포함해서 복호화할 것인지를 결정하는 기능이 있어야 한다.

지원하는 응용 비트율은 32, 56, 144, 384, 1000kbps이다. 비디오의 화면 크기는 총 비트율이 144kbps 이하에서는 QCIF가 384kbps 이상에서는 CIF가 설정된다. 스케일러블의 부가 데이터의 비트율을 상위 simulcast에서 지원하는 범위까지이다. 종합해서 표로 작성하면 다음 <표 1>와 같다.

<표 1> 총 비트율에 따른 옵션 설정

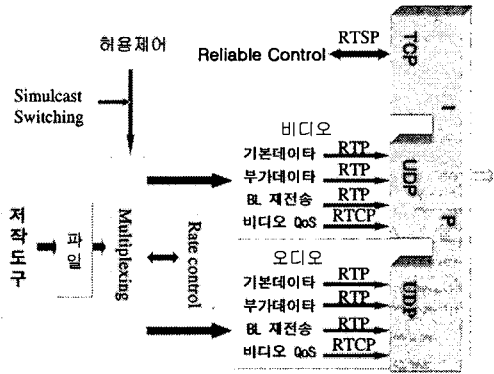
비트율 (kbps)	비디오	오디오	화면 크기	프레임입율 (FPS)	알고리즘	응용 분야
32	16	6.3	QCIF	3	H.263 G.723.1	저프레임 동영상
56	40	16	QCIF	7.5	MPEG-4 AAC/ G.723.1	IS 95B 및 PSTN
144	100	32	CIF	15 (7)	MPEG-4 AAC	CDMA2000 1x 이동중
384	250	128	CIF	15	MPEG-4 AAC	CDMA2000 1x 정지중 및 저속 인터넷
1000	700	256	BT 601	15	MPEG-4 AAC	3세대이동통신 및 고속 인터넷

3.2 Real time video rate control

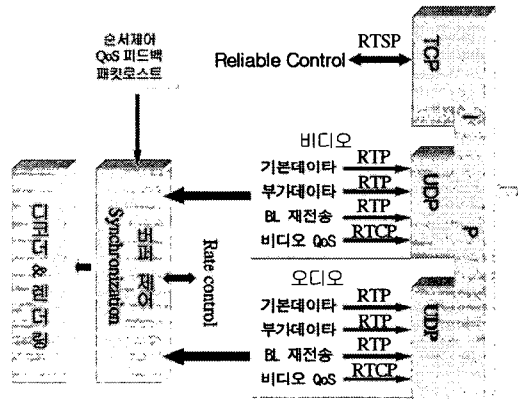
본 논문에서 제안하는 방법을 구현하기 위한 서버 및 클라이언트 구성은 <그림 1>, <그림 2>와 같다. 제어 메시지의 전달은 RTSP[12]를 기반으로 TCP 채널에서 이루어지고, 실시간 데이터 전송을 위하여 비디오, 오디오 각각 4개의 채널이 존재한다. 데이터 전송은 UDP를 통하여 RTP/RTCP[13] 패킷으로 처리되며, 클라이언트는 동기화 및 순서제어, QoS 피드백 등의 기능들을 제공한다. 전송 받은 데이터의 RTP 헤더를 분리하여 Sequence number를 얻어 순서를 제어하고, 동기화를 위한 timestamp 값을 분석한다. 흐름제어에 해당하는 제어정보가 필요할 경우 RTCP의 SR(sender report)와 RR(receiver report)에 의해 얻을 수 있다. 송신자가 수신자에게 SR 패킷을 보내면 수신자가 그에 대한 ACK로 RR을 보내게 되는데 이 패킷의 RTT 값은 Delay를 측정하는 정보를 제공하는 값이 된다.

실시간 데이터 전송을 위한 RTP/RTCP 프로토콜 제공하기 위한 기능은 다음과 같다.

- 미디어 스트림 데이터 동기화를 위한 RTP 타임스탬프 제공
- 패킷 손실에 대한 검출과 복구를 위한 RTP 순서번호 제공
- 잃어버린 패킷 수, 지터, 지연시간 등과 같이 데이터 전송 품질을 제공하기 위한 QoS 피드백 제공
- RTCP를 통한 사용자 식별 정보 및 세션 정보 제공



<그림 1> 서버의 구조도



<그림 2> 클라이언트의 구조도

3.3 선택적인 재전송

선택적인 재전송(selective retransmission)은 특정 패킷이 수신되어야 할 시간이 지났는데도 손실이나 지연 등으로 수신이 되지 않은 경우에 단말에서 서버의 해당 패킷의 재전송을 요구하는 기술이다. 이때는 재전송을 요구하여 수신하는 패킷이 재생에 필요한 시점 이전에 도착한다는 예측을 바탕으로 하며, 그렇지 않을 경우에는 재전송을 요구하지 않게 된다. 재전송은 서버의 연산량에 비하여 상당히 효과적인 방법으로 방식에 따라 ACK를 보내는 방식과 NACK를 보내는 방식이 있다[14,15,16,17].

본 연구에서는 ACK와 NACK를 동시에 사용한다. 해당 시간 내에 데이터 수신에 실패하였을 경우 서버에 재전송을 요구하는 NACK 메시지를 보내고, 재전송 요청한 패킷이 수신되었을 경우 ACK를 송신한다. 무선 이동통신환경에서는 서버와 클라이언트의 RTT가 크기 때문에 NACK 메시지를 다음 순서 번호의 데이터가 수신된 상황에서 바로 전송한다. 전송 지연으로 인하여 재전송 요청한 패킷을 클라이언트가 다시 받을 수 있기 때문에 재전송 패킷에 대해

서는 ACK 메시지를 서버로 보낸다. 서버는 전송 전 ACK 메시지를 받을 경우 재전송 채널의 전송을 즉시 중지시킨다. 이 방법은 서버에서 ACK 메시지를 처리하기 위한 불필요한 연산량을 줄여주는 효과가 있으며, 전송 지연으로 인하여 서버에서 계속적인 불필요한 패킷의 전송 시도를 방지하여 준다.

ACK, NACK 메시지는 TCP 채널을 통하여 전송된다. 또한 각 채널의 우선순위가 존재하는데 재전송 채널, 기본 데이터 채널, 부가데이터 채널, QoS 관리용 RTCP 채널의 순이다. 재전송은 기본 데이터 채널의 경우 별도의 채널을 사용하여 전송하고, 부가데이터 재전송의 경우 부가데이터 채널과 동일한 채널로 관리된다. 클라이언트의 재전송 요구는 부가데이터에 대해서는 네트워크 대역폭이 충분히 클 경우에만 전송한다. 네트워크 혼잡으로 인하여 잃어버린 부가데이터 패킷은 무시되고, 지정한 특정 시간보다 늦게 도착하는 부가데이터 패킷도 무시된다.

4. 결 론

본 논문에서는 다중 비트율 코딩 방식과 스케일러블 코딩 방식을 결합하여 네트워크 QoS 변화에 유연하게 적용될 수 있는 선택적 재전송 방식을 제안한다. 스케일러블 프로파일은 기본 데이터와 부가 데이터를 분리하여 하나의 파일로 관리됨으로써 서버의 연산량을 줄이고, 저장 공간도 절약한다. 또한 같은 스트림에 대해서도 단말기의 능력에 따라서 부가 데이터를 복호화 할지를 결정할 수 있어 여러 사용자에게 같은 스트림 데이터를 전송할 수 있는 장점이 있다.

앞으로의 연구 방향으로는 스케일러블 코덱의 코드를 최적화하여 성능을 향상시킴으로써 클라이언트의 연산 요구량을 적게 하는 것이 필요하다. 또한 클라이언트의 멀티미디어 처리 능력을 높이기 위하여 단말기에 DSP(Digital Signal Processor)를 탑재하는 방법에 대한 연구가 필요하다.

참 고 문 헌

- [1] ISO/IEC, Information Technology-Coding of Audio-Visual Objects, IS 14496, 2000.
- [2] Windows Media, <http://www.microsoft.com/windows/windowsmedia/en/default.asp>.
- [3] RealNetworks, <http://www.realnetworks.com>.
- [4] ISO/IEC, Information Technology-Coding of Moving Pictures and Associated Audio for Digital Storage Media at up to about 1.5Mbits/s, IS 11172, 1993.
- [5] ITU-T, Recommendation H.263: Video coding for low bitrate communication, 1996.
- [6] ITU-T, Recommendation G.723.1: Dual rate speech coder for multimedia communication transmitting at 5.3 & 6.3 kbit/s, 1996.
- [7] 3GPP, TS 26.071, Adaptive Multi-Rate (AMR) Speech Codec; General Description.
- [8] 3GPP2, C.S0014-0-1, Enhanced Variable Rate Codec, Speech Service Option 3 for Wideband Spread Spectrum Digital Systems.
- [9] V. Paxson, "End-to-end internet packet dynamics," ACM SIG-COM '97, Vol. 27, No. 4, Oct. 1997, pp. 139-152.
- [10] X. Li, et al., "Layered video multicast with retransmission (LYMR): Evaluation of error recovery schemes," NOSSDAV '97, May 1997.
- [11] H. Rada, et al, "Scalable internet video using MPEG-4," Signal Processing: Image Communication 15, 1999, pp. 95-126.

- [12] IETF, RFC 2326, Real Time Streaming Protocol.
- [13] IETF, RFC 1889, RTP: A Transport Protocol for Real-Time Applications.
- [14] J. C. Wu, "A Real time transport scheme for wireless multimedia communications," Mobile Networks and Applications, Vol. 6, 2001, pp. 535-546.
- [15] S. Pejhan, M. Schwartz, D. Anastassiou, "Error control using retransmission schemes in multicast transport protocols for real-time media, IEEE/ACM Trans. Networking, Vol. 4, No. 3, Jun. 1996, pp. 413-427.
- [16] G. Carle, E. Bierasck, "Survey of error recovery techniques for IP-based audio-visual multicast applications," IEEE Network, Vol. 11, No. 6, Dec. 1997.
- [17] S. McCanne, M. Verreri, V. Jacobson, "Low-complexity video coding for receiver-driven layered multicast," IEEE JSAC, Vol. 16, No. 6, Aug. 1997, pp. 983-1001.