

스트리밍 서비스를 위한 TCP 프로토콜의 QoS 성능 향상 기법

김상형^{0*} 조재상^{*} 유원경^{**} 유관종^{*}

^{*}충남대학교 컴퓨터과학과

^{**}성신여자대학교 컴퓨터 정보학부

{kimsh⁰, jscho, kijoo}@cs.cnu.ac.kr, wyoo@sungshin.ac.kr

A Method of QoS Performance Improvement based on TCP Protocol for Streaming Service

Sang-Hyong Kim^{0*} Jae-Sang Cho^{*} Won-Kyong Yoo^{**} Kwan-Jong Yoo^{*}

^{*} Dept. of Computer Science, Chung-Nam University

^{**} Dept. of Computer Science, Sung-Shin Women's University

요 약

지속적인 네트워크 환경의 개선과 기술의 비약적인 발전으로 인해 인터넷을 이용한 여러 가지 서비스가 등장하게 되었고, AOD, VOD 등과 같은 멀티미디어 데이터를 제공하는 스트리밍 서비스가 두각을 보이기 시작했다. 본 논문에서는 네트워크 상황에 따라 QoS를 향상시키기 위한 MPEG 비디오 스트림의 혼합 스케일링 방식을 이용한 신뢰성을 보장할 수 있는 TCP 전송 방식을 제안하여, 스케일러를 전송이 가능하면서 고화질의 영상을 서비스할 수 있도록 한다.

1. 서 론

음성, 이미지, 동영상 등을 포함하는 멀티미디어 데이터는 텍스트와 같은 데이터에 비해 상대적으로 용량이 크므로 네트워크 트래픽에 큰 영향을 끼친다. 특히, 동영상과 같은 데이터를 제공하는 서비스는 전송 중에 예측할 수 없는 지연이나 패킷 손실 등의 다양한 문제들을 포함하고 있어 안정적인 서비스를 어렵게 하므로 네트워크의 상태에 따라 전송량을 조절하는 분할 전송 기법이 연구되어졌다.

효율적인 네트워크 자원의 사용을 위해 멀티미디어 데이터를 기본계층과 고위계층으로 분할하는 계층적 코딩 기법이 주목을 받게 되었다. 컴퓨터 환경이나 네트워크 환경을 고려하여 필요한 계층을 선택하여 복호화하는 기법으로 나쁜 환경에서는 기본계층만 복호화하고 보다 좋은 환경에서는 기본계층과 고위계층을 함께 복호화하는 것이다. 그러나 네트워크 환경은 가변적이고 또 이질적인 환경으로 이루어져있기 때문에 복호에 꼭 필요한 기본계층의 전송에 신뢰성을 주기가 어려우며, 네트워크의 트래픽이 증가하면 데이터가 유실(Drop)되는 상황이 발생하기 때문이다. 네트워크 QoS에 따라 다양하게 서비스하기 위한 혼합 스케일링(Hybrid scaling) 방식을 이용하여 계층화된 MPEG 비디오 스트림의 신뢰성을 보장하는 TCP 전송 방법을 제시하고, 기존의 UDP 전송 방법과의 성능 비교를 한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 MPEG 시스템에서 이용되는 분할 전송기법과 계층적 코딩(Layered coding) 기

법에 대해서 알아보고, 3장에서는 성능 평가를 위해 제안된 MPEG 스트리밍 시스템과 시뮬레이션을 통한 실험에 대하여 기술한다. 4장에서는 결론을 맺는다.

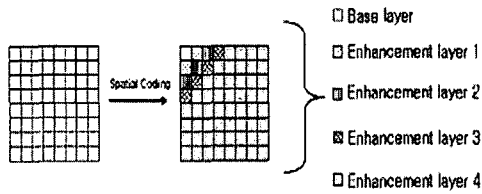
2. 관련 연구

멀티미디어 데이터는 파일의 크기가 대용량일 뿐만 아니라, 네트워크의 상황에 따라 항상 가변적인 특징을 가지고 있다. 이러한 특징으로 멀티미디어 스트리밍 서비스의 원활한 서비스가 다른 응용 서비스에 비해 어렵게 된다. 이로 인해 다수의 스트림으로 하나의 영상을 표현하여 영상의 품질을 개선하는 새로운 부호화 방식이 등장하게 되었다.

2.1 공간 분할 기법

공간 해상도가 낮은 것과 높은 것으로 기본 계층과 확장계층을 나누는 것이 공간 분할기법이다[3-5]. 기본 계층을 먼저 부호화한 뒤, 기본 계층의 보간 성분과 확장 계층의 차이 성분을 부호화하여 이용한다. [그림 1]은 공간 분할 기법을 쉽게 이해할 수 있다. 한 화면에서 표현되는 객체에 대한 값을 최소한의 값으로 표현하는 계층과 여기에 값을 더 확장하여 표현할 수 있는 계층을 만들어낸다. 기본 계층만을 이용하면 확장 계층까지 합쳐진 경우보다 정확한 표현이 어렵지만 내용을 파악하기에는 충분하다. 이 부호화 방법에서는 왼쪽 상위의 저주파 영역과

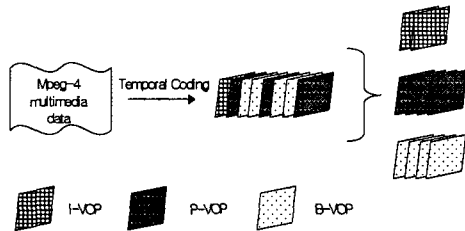
오른쪽 하위의 고주파 영역으로 나눌 수 있는 공간 해상도 값을 이용한다. 기본 계층에서는 보통 MPEG 부호화 방법을 사용한다. 확장 계층에서는 기본 계층에서 얻은 낮은 해상도의 화면으로부터 보간을 이용하여 얻은 영상정보를 원래의 확장 계층의 화면에서 제거한 뒤, 남은 예측 오류 정보에 대하여 적합한 효율적인 부호화 방법을 적용한다. 이렇게 하면 하나의 멀티미디어 데이터를 이용함에 있어서 기본 계층만을 이용하여 복호화 하는 부분과 확장 계층까지 복호화하는 부분에 모두 이용할 수 있다. 그러므로 호환성이 유지된다.



[그림 1] 공간 분할 기법

2.2 시간 분할 기법

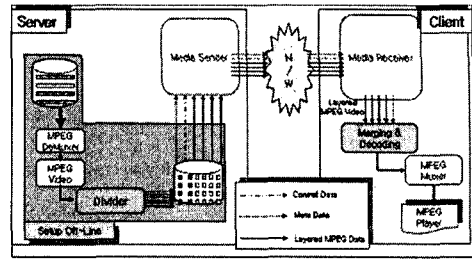
기본 계층과 확장 계층으로 나누는 점은 공간 분할기법과 같다. 그러나 시간 분할기법은 기본 계층과 확장 계층을 시간차를 이용하여 나눈다. 서로 프레임이 표현되어지는 주기가 틀린 스트림을 생성하여, 스트림을 분할하는 기법이다[3-5]. 연속된 내용을 재생하면서 기본 계층만을 이용하는 경우 큰 움직임만을 확인할 수 있다. 확장 계층이 더해지면 큰 움직임의 프레임 간에 보강할 수 있는 프레임이 추가되어 좀 더 부드러운 화면을 재생할 수 있다. 시간 부호화를 적용하면 [그림 2]와 같이 시간축의 중복성 제거를 위해 이동 보상 코딩을 수행하여 그것의 적용 방식에 따라 나뉜다. 기본 계층인 I 계층과 확장 계층인 P, B 계층으로 이루어진다. MPEG이 지니는 픽처의 특징에 따라 나뉜 것으로 I 계층만으로 재생이 가능하다. P 계층과 B 계층은 I 계층을 보강하며, B 계층은 P 계층을 보강한다.



[그림 2] 시간 분할 기법

2. 스트리밍 시스템

스트리밍은 전송되는 데이터를 끊김 없이 지속적으로 처리하는 기술을 말한다. 이는 멀티미디어 데이터가 요청되면 즉시 데이터의 일부를 수신하여 재생하고, 연속적으로 이용된 데이터를 계속 수신하는 형태이다. 이러한 스트리밍 시스템의 구현에는 일반적으로 서버와 클라이언트 형태로 구성되고 그 구조는 [그림 3]과 같다.



[그림 3] Streaming System Diagram

스트리밍 서버 측에 저장되는 스트리밍 데이터는 MPEG에서와 같이 분할기법 기술을 적용하거나 적용하지 않은 데이터를 이용한다. 가변적인 네트워크 상황과 다양한 클라이언트의 환경에 맞는 서비스 제공을 위해 응용 계층에서의 QoS 제어가 서버의 기능에 속한다. 이러한 QoS 제어 방법에는 패킷 손실과 지연을 줄여주는 혼잡 제어(Congestion Control)와 잃어버린 패킷이 있어도 비디오 질을 보장해주는 에러 제어(Error Control)가 있다.

클라이언트 측에는 전송 받은 스트리밍 데이터를 복원하여 재생 가능하도록 디코딩 기술과 지터와 같은 현상을 방지하기 위한 버퍼링 기술이 포함된다.

3.1 시스템 구성 요소

첫 번째로, TCP와 UDP를 이용하여 Connection Manager를 구성하였고, 클라이언트와 서버를 정해진 통신 프로토콜을 이용하여 연결해 주는 역할을 담당하며 데이터 전송은 GoV 단위로 이루어진다. GoV는 하나의 계층적 파일 단위가 아니며, TIF1에서 T3Fn까지 나누어 저장되어 있는 VoP의 모임이다.

두 번째로, QoS 관리자는 클라이언트로부터 전송된 QoS 정보(클라이언트가 받은 패킷)를 받아서 이후 전송할 계층화된 MPEG 데이터에 적용할 수 있도록 전송 관리자와 저장 관리자에게 전달해주며, 서비스되고 있는 데이터에 대한 로그를 처리한다.

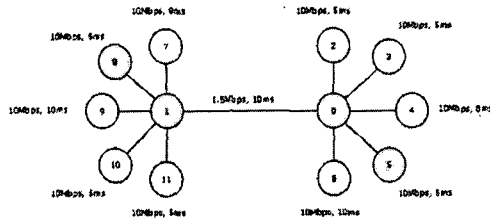
마지막으로, 수신 관리자를 통해 전송받은 계층화된 데이터는 서버에서 패킷 단위로 나누어 전송하기 때문에 동일 단위로 수신이 된다. 현재 수신된 패킷의 개수는 다음에도 수신될 수 있을 것이라고 가정한다. 따라서 수신된 패킷의 개수를 활용하여 다음에 수신할 수 있는 것으로 예상되는 패킷의 수(QoS 정보)를 서버 측에 보내게 된다. 수신된 패킷을 계산하는 작업은 MPEG 데이터의 의미 있는 단위의 GoV 마다 한 번씩 수행되기 때문에 네트워크 변화에 적합한 QoS 정보를 만들 수가 있다.

3.2 실험 결과 및 분석

패킷 손실이 높은 UDP 기반에서 서비스되도록 구현되어진 시스템을 전송의 신뢰성을 보장되도록 TCP 전송이 보장되는 시스템으로 수정하여, TCP/UDP별 IP 성능 파라미터들의 값을 변경함으로써 얻어지는 머지량의 크기를 비교함으로써 성능 평

가를 하였다. TCP의 본질적인 특징인 패킷 지연을 고려하여, TCP를 이용할 경우 보다 효율적인 서비스를 할 수 있는 상황을 찾아 그와 비교되는 UDP에 대해서도 비교 분석을 하였다.

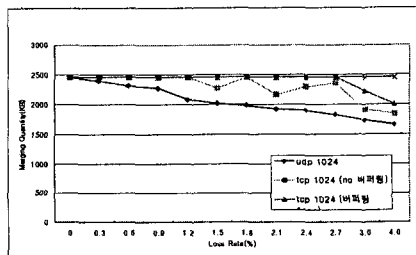
[그림 4]는 각각의 노드와 그 노드들간 링크의 대역폭과 지연 값을 나타내주고 있다. 색깔로 구분해놓은 5, 0, 1, 8번 노드가 MPEG 데이터가 전송될 경로가 된다. 5번 노드는 서버가 되고 8번 노드는 클라이언트가 된다. 그 가운데 0과 1은 네트워크 장비를 의미하는 노드들이다.



[그림 4] Simulation Topology

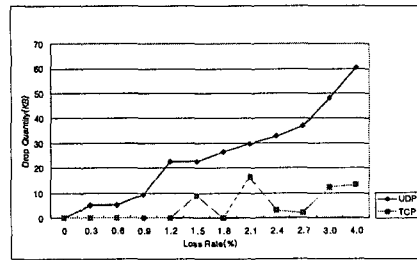
네트워크에는 수많은 패킷들이 이동되는 점을 감안하여 시뮬레이션 환경에서도 배경 트래픽(Back-traffic)을 설정하여, 2번 노드와 11번 노드 간에는 패킷 사이즈가 500 Bytes인 UDP 패킷이 0.1초 간격으로 전송되고, 3번 노드와 10번 노드 간에는 패킷 사이즈가 1000 Bytes인 TCP 패킷이 0.1초 간격으로 전송되도록 하였다.

[그림 5]는 버퍼링 시간을 기준으로 비교를 하고 있다. 여기서 보면 UDP를 쓸 때 보다 TCP를 쓸 때가 머징량이 더 많은 것을 볼 수 있다. 재전송이 일어나더라도 버퍼링 시간이 있어서 지연 도착 패킷을 보완해주게 된다.

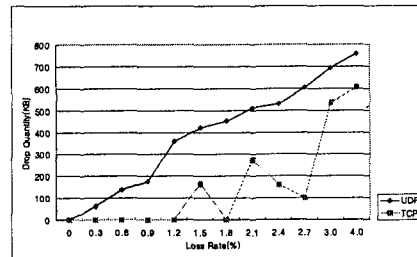


[그림 5] 손실에 따른 머징량 비교

[그림 6]은 손실에 따른 직접 유실량을 UDP와 TCP를 비교한 것이다. UDP의 곡선은 꾸준히 증가하지만, TCP는 그렇지 않다. 또한 TCP의 유실량이 UDP보다 적은 것을 보여주고 있다. [그림 7]은 손실에 따른 간접 유실량을 비교한 것이다. 그래프가 [그림 6]과 비슷하다는 것을 알 수 있다. 이는 직접유실에 의해 간접유실이 발생하기 때문이다. 유실량을 비교해보면, [그림 6]처럼 TCP가 UDP보다 적은 것을 알 수 있다. 즉, UDP로 전송하는 것보다 TCP로 전송하는 것이 더 효율적임을 알 수 있다.



[그림 6] 손실에 따른 직접 유실량



[그림 7] 손실에 따른 간접 유실량

4. 결론

본 논문에서는 의존관계가 있는 계층화된 스트림을 효율적으로 사용하기 위해 전송수단을 TCP로 하는 전송 방법을 제시하였다. 재전송을 포함한 총 트래픽이 대역폭을 초과하지 않는다는 조건과 혼잡 제어에 의한 총 지연시간이 초기 버퍼링 시간보다 크지 않다는 조건을 만족하면 TCP를 이용한 전송 방법이 UDP를 이용하여 전송할 때보다 성능이 더 좋았음을 알 수 있었다. 이때 계층 분할된 MPEG 데이터 I-, P-, B-VOP를 TCP 전송을 통해 보다 좋은 QoS 성능 개선을 보였다. 또한, RTP를 이용한 스트리밍 서비스와 TCP와 UDP를 병행 사용하여 스트리밍 서비스를 할 수 있는 방안을 연구해 볼 필요성이 있다.

5. 참고 문헌

- [1] Dapeng Wu, Yiwei Thomas Hou, Wenwu Zhu, Ya-Qin Zhang, Jon M. Peha, "Streaming Video over the Internet: Approaches and Direction," IEEE Transactions on Circuits and systems For video Technology, VOL. 11, NO. 3, 2001. 3: 282-3
- [2] Q. Zhang, W. Zhu, and Y-Q. Zhang, "Network-Adaptive Rate Control and Unequal Loss Protection with TCP-Friendly Protocol for Scalable Video over Internet," Journal of VLSI Signal Processing-Systems for Signal, Image and Video Technology, Jan. 20
- [3] S.I.Lee, W.J.Yoo, J.I.Lee, T.G.Kang, H.C.Kwon, K.J.Yoo, "QoS Filtering and Scalable Transmission of MPEG Data to Adapt Network Bandwidth Variation over Internet," Proceeding of AI2001, IASTED, 2001