

# TCP Flows의 영향하에서 UDP 패킷손실을 줄이는 방법에 관한 연구

조기영, 문호림, 김서균, 남지승  
전남대학교 컴퓨터공학과 멀티미디어 정보통신 실험실 및 RRC  
전화 : (062) 530-0422

## The Study of the Performance Improvement of UDP Packet Loss affected by TCP Flows

KiYoung Cho, HoRim Moon, SeoKyun Kim, JiSeung Nam  
Multimedia communication lab of Computer engineering in Chonnam National Univ  
E-mail : u9897219@chonnam.chonnam.ac.kr

### Abstract

UDP has likely been used for real-time applications, such as video and audio. UDP supplies minimized transmission delay by omitting the connection setup process, flow control, and retransmission. In general, more than 80 percent of the WAN resources are occupied by Transmission Control Protocol(TCP) traffic. As opposed to UDP's simplicity, TCP adopts a unique flow control. In this paper, I report new methods to minimize a udp packet loss considering TCP flow control on the real-time application. the better performance of real time application can be obtained when they reduce a packet size and FIFO buffer scheduling method competing with TCP bandwidth for the bandwidth and buffering.

### I. 서론

컴퓨터에서 표현되는 정보는 프로세서 및 저장 매체 등의 하드웨어가 발달함에 따라 전통적인 텍스트로부

터 정지 화상, 비디오, 오디오 등의 복수 미디어를 포함하는 멀티미디어 형태로 발전하게 되었고 통신 사업에서도 고속 망 발전과 더불어 원격 강의, 화상 회의, 대화형 TV, 주문형 비디오 등 멀티미디어 기술의 응용이 매우 빠른 속도로 진행되고 있다.

멀티미디어 응용 환경은 높은 대역폭과 그에 상응하는 프로토콜 처리율이 필요하다. 하지만 현재 인터넷은 실시간 서비스를 제공하기에는 충분한 대역폭을 제공하지 못하기 때문에 조금이라도 나은 성능의 서비스를 제공하기 위한 연구가 필요하다. 본 논문에서는 2장에서 멀티미디어 시스템에 대해서 알아보고 3장에서는 인터넷 특성을 고려하여 UDP 패킷 손실을 줄이는 방법을 제안하고 4장에서는 이에 대한 성능평가 그리고 5장에서는 결론에서는 결론 및 차후 검토과제로 끝을 맺는다.

### II. 멀티미디어 시스템

현재 지속적인 컴퓨터 시스템의 성능향상과 통신망의 확대로 통신망 서비스를 이용하는 컴퓨터 사용자들이 많아지고 있다. 또한 단순한 정보의 공유와 이용뿐만 아니라 고속의 통신망을 통해 여러 사용자들이 공동작업을 수행할 수 있는 환경제공도 가능하게 되었다. 이러한 통신망에 연결된 컴퓨터를 통해 그룹활동을 지원

업을 수행할 수 있는 환경제공도 가능하게 되었다. 이러한 통신망에 연결된 컴퓨터를 통해 그룹활동을 지원하고자 하는 요구로 컴퓨터 지원 협동 작업(CSCW: Computer-Supported Cooperative Work) 혹은 그룹웨어(groupware)라 불리는 새로운 응용분야가 탄생하게 되었다. 이러한 정보통신 서비스의 실현은 최근 멀티미디어 기술의 등장과 함께 더욱 가속화 되고 있다. 화상회의 시스템의 그룹 활동을 지원하는 대표적인 시스템으로서 분산되어 있는 참가자들의 회의 참여를 용이하게 하고 회의 진행시 참가자들이 여러 매체를 사용하여 정보를 주고 받을 수 있는 통신 환경을 제공해 준다. 이러한 시스템은 자신의 사무실 또는 집에서 회의 참여가 가능하므로 회의 참석을 위해 이동해야 하는 비용, 노력 및 시간을 감소시킬 수 있고, 컴퓨터 통신망을 통하여 분산된 여러 프로그램과 데이터를 서로 공유할 수 있는 이점이 있다. 본 논문에서는 이런 실시간 서비스에서 UDP 데이터를 전송할 때 어떻게 하면 패킷 손실을 최소화 하여 양질의 서비스를 제공할 수 있는 지에 알아보려고 한다.

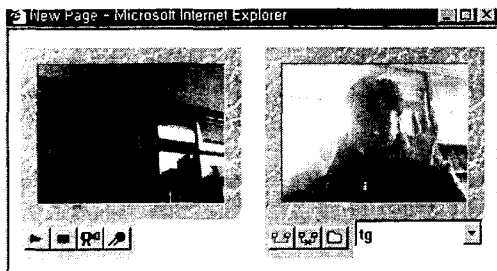


그림 1 화상회의 시스템

위에 개발된 화상회의 시스템은 실험실에서 웹을 기반으로 하여 OCX파일로 만들어 졌으며 치의학 정보 시스템에 쓰인다. 따라서 의사와 환자간의 간단한 검진이나 의사들 사이에 정보교환등을 이용해서 사용될 것 이므로 음성이나 화상의 데이터의 정확한 전달이 아주 중요하다. Progressive Networks는 리얼오디오 서비스를 위하여 리얼오디오 클라이언트-서버 구조와 프로토콜을 개발하여, 리얼 오디오 서비스에서 클라이언트와 서버간의 양방향 통신이 가능하게 함으로써 이용자가 시간지연이 없이 되돌리기, 멈추기, 건너뛰기등과 같은 음향데이터 전송 및 출력을 제어할 수 있도록 하였다. 리얼오디오는 TCP 또는 UDP 프로토콜을 통하여 전송될 수 있는데, 서비스의 특성 상 시간적 제약을 갖는 이유로 프로토콜 부하가 큰 TCP보다는 UDP 프로토콜을 이용하는 것이 적합한 것으로 밝혀졌다. 즉, UDP를 이용하면 UDP가 기본적으로 완전한 패킷전송

을 보장하지는 않지만 전체적인 전송속도가 TCP보다 빠르다.[1][4] 따라서 프로그래시브 네트워크는 리얼 오디오 서비스에서 UDP를 이용하되, 패킷손실을 극복하기 위한 기능 추가로 개발하여 적용하고 있다.[1] 그 결과, 패킷 로스비율이 2-5%까지는 음질에 커다란 영향을 주지 않고 전송되는 음향정보를 재생할 수 있게 되었고, 심지어 8-10%일 때에도 경우에 따라서는 전송내용을 알아들을 수 있다. 현재 랜상에서 화상회의 시스템을 작동해 본 결과 특별히 네트워크 로드가 걸리지 않은 상황에서 화상 데이터와 음성 데이터의 전송이 별 무리 없이 이루어 졌고 특히 음성의 패킷손실은 평균 2%미만을 유지했다. 하지만 WAN상에서는 패킷손실이 많기때문에 더 적절한 UDP 패킷전송의 손실의 줄이기위한 방법이 필요하다.

### III. UDP 패킷손실을 줄이기 위한 방안 제시

일반적으로 UDP는 실시간 응용프로그램에 대한 트랜스포트 계층 프로토콜로써 이용되어 진다. UDP는 연결설정 지연, 흐름제어, 재전송 과정이 없는 아주 간단한 프로토콜이다. 이 간단성 때문에 UDP는 자기 자신만의 흐름제어 프로토콜을 만들 수 있고 재전송 기술들을 구현할 수 있어 전송지연에 민감한 실시간 응용 프로그램에 적합하다.

게다가 UDP는 멀티캐스트 통신이 가능하게 하고 네트워크 회의 같은 응용프로그램의 발전을 가능케 한다. HTTP, FTP같은 TCP-based application에 의해 Internet bandwidth의 80퍼센트 이상이 소비되어진다.[2] TCP는 Sliding Window 흐름제어 기술을 이용한다. TCP 흐름제어 하에서 네트워크 혼잡은 패킷손실의 감지에 의해 인식된다. 패킷손실이 감지되면 패킷은 재전송된다. 동시에 TCP는 그것의 혼잡 윈도우 크기를 줄인다. 효과적으로 더 이상의 혼잡을 막기 위해 그것의 출력율을 줄인다. 혼잡이 없어지면 TCP는 그것의 혼잡 윈도우 크기를 느리고 출력율을 올린다.[3] 반면에 UDP는 지정된 수신자의 포트에 네트워크에 통해서 메시지를 전송한다. TCP와 UDP에 의해 공유되는 네트워크 대역폭은 하나의 존재가 다른하나의 성능에 영향을 준다. 따라서 UDP 패킷손실은 TCP traffic의 양과 TCP 흐름제어 방식에 따라 특히 영향을 받는다.[3] 정해진 윈도우의 크기가 충분히 크다면 패킷손실이 발생할 때까지 그것의 윈도우 크기를 계속해서 증가시켜 가기 때문이다.[3] 따라서 이런 상황을 고려하여 UDP 패킷을 전송해야 한다. 우선 UDP는 네트워크 대역폭이 충분하다면 전송시간이 짧기 때문에 큰 패킷사이즈로

전송하는 것이 바람직하다.[4] 하지만 일반적으로 그런 상황을 만족시키기 어렵게 때문에 다음과 같은 UDP전송 방식을 제안한다. 네트워크 혼잡으로 처리율이 줄어드는 상황에서는 패킷의 크기를 줄여간다. 왜냐하면 네트워크 혼잡상황에서 버퍼의 남은 크기보다 더 큰 패킷이 버퍼에 전송될 확률이 높다. 따라서 패킷의 크기가 클수록 버려지게 될 확률은 높아진다. 따라서 패킷의 크기를 줄이면 버퍼에서 버려질 확률은 그만큼 줄어들게 된다. 또 전송율을 줄이면 현재 인터넷 traffic의 80%인 tcp트래픽의 흐름제어 방식인 Sliding Window방식에 의해서 UDP전송률을 줄여 생기는 남은 대역폭 만큼 Window크기를 늘여서 더 많은 양의 TCP 패킷을 전송하므로 효과를 기대하기 힘들기 때문이다.

#### IV. 실험 결과

그림 3은 UDP와 TCP가 같이 공존하는 네트워크를 모델링 했다. 시뮬레이션 틀은 UCB/LBNL/VINT Network Simulator "ns"가 사용되었다.[5]

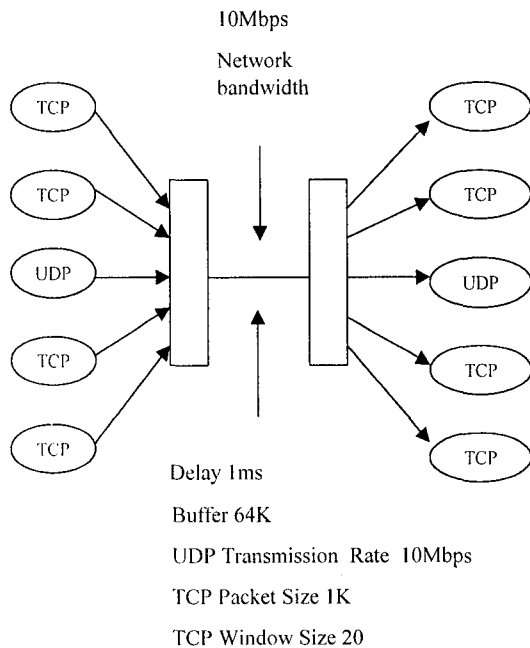


그림 2 시뮬레이션을 위한 네트워크 모델링

위의 모델은 Ethernet 같은 어느 특정망을 대상으로 하지 않았다. 그리고 UDP flow가 TCP flow들과 같은

인터넷 대역폭과 버퍼를 공유했을 때 나타나는 특성을 조사하기 위한 모델이다. 그리고 각각의 UDP 패킷크기로 10초동안 전송한 후 초당 UDP 평균 패킷 손실을 구한 것이다. 그리고 거기에 4개의 TCP Flow들이 더해진다. 또 UDP 패킷손실의 특징을 확실하게 표시하기 위해 패킷의 크기와 간격을 크게 잡았다.

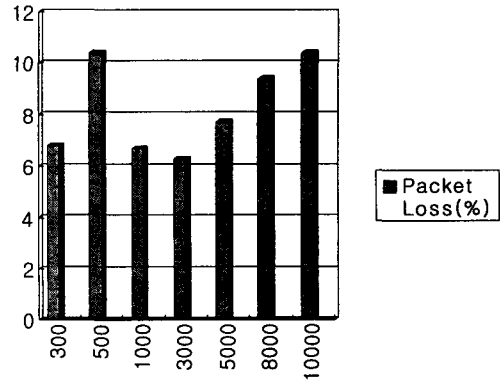


그림 3 Packet Size(byte)에 따른 UDP Packet Loss(%)

그림 3은 위와 같은 상황에서 UDP 패킷크기를 바꿔가면서 패킷손실을 검사해 봤다. 위와 같은 결과로 알 수 있듯이 패킷의 크기가 작아지 면서 패킷 손실율이 11%에서 6%정도까지 작아진다 그리고 패킷의 크기가 아주 작아질 때 다시 손실율이 커졌다가 작아졌다. 하지만 패킷의 크기가 아주 작을때(300byte)는 그만큼 많은 패킷을 전송해야 하므로 UDP와 IP헤더가 더 붙게 되므로 불필요한 오버헤드가 늘어나게 되어 실제적으로 성능에는 큰 이득이 없다.

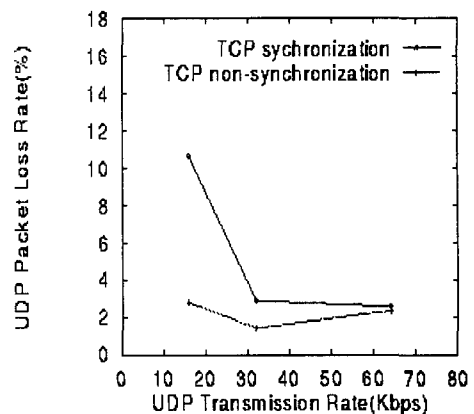


그림 4 패킷 손실에 대한 전송률의 영향[3]

위에 인용한 그래프는 패킷의 크기가 80byte일때 전송율이 64k, 32k, 8K줄였을의 그래프다. 실시간 비디오 전송시스템은 패킷손실에 대해 재전송, 전송을 줄이는 방식등을 사용한다,[6] 하지만 전송율을 낮추면 오히려 패킷 손실율이 늘어난 것을 볼 수가 있다. 왜냐하면 TCP Flow들이 Window크기를 증가시켜 남은 대역폭을 차지하기 때문이다. 따라서 UDP 패킷손실이 생기면 전송율을 줄이는 것보다 UDP 패킷 크기를 줄이는 것이 더 효과적임을 알 수 있다.[4] TCP synchronization은 각 flow에 network delay를 같이 준 경우이고 TCP non-synchronization은 각 flow마다 network delay를 다르게 준 경우를 말한다.

위와 같은 특성을 이용하여 적절한 UDP 전송방식 모델을 제안한다.

UDP 전송을 위한 네트워크 대역폭이 넉넉할 경우

● 큰 패킷으로 전송해 시스템 오버헤드를 줄인다.

UDP 전송을 위한 네트워크 대역폭이 부족할 경우

● 일정시간동안의 평균 수신 Throughput을 계산해 방금전의 평균 수신 Throughput보다 현재의 수신 Throughput이 임의의 값이상 줄었을 때 단계적으로 최소 패킷까지 패킷의 크기를 줄여가면서 패킷의 손실을 줄여가는 방식이다.

반대로 평균수신 Throughput이 방금 전 보다 임의의 값이상 좋아진다면 패킷의 크기를 늘려서 전송하므로 전송횟수나 수신횟수가 줄어 시스템의 오버헤드를 줄여줄 수 있다.

위의 그래프에서 10000바이트에서 3000바이트로 줄여주는 동안의 평균 패킷손실은 8.5%이므로 10.4%보다는 적어지므로 성능향상을 볼 수 있다. 또 ACK를 보내지 않으므로 네트워크 오버헤드도 줄일 수 있다. 하지만 패킷 크기를 다 줄이면 UDP 와 IP header에 대한 오버헤드도 크고, 패킷손실도 커지므로 UDP 패킷의 최소 전송크기를 잘 정해야 한다.

## V. 결론

본 논문에서는 TCP와 같은 망을 사용하는 UDP를 사용하는 실시간 프로그램에서 좀더 나은 성능을 구현하기 위한 방법을 제시하였다. 제안한 방식은 멀티미디어 통신에서 네트워크 혼잡상황에서 패킷의 크기를 조절하여 UDP패킷 손실을 줄이고 반대의 경우에는 크기

를 늘여서 시스템 오버헤드를 줄여주는 것이다. 본 논문에서는 세밀하게 buffer scheduling에 대해서 언급하지 않았으나 간단한 실험결과 buffer scheduling 기법에 따라서 UDP THROUGHPUT이 크게 달라짐을 알 수 있었다. 그림 2과 같은 상황에서 UDP 패킷크기를 1K로 고정하고 Buffer Scheduling 기법을 DRR,FRED,RED,FIFO,CSFQ로 바꾸어서 테스트해본 결과 FIFO가 UDP 패킷손실이 월등하게 적을 것을 알 수 있었다. 또 전송 지연을 각 Flow마다 다르게 줌으로써 패킷이 버퍼에 저장되는 시점을 다르게 해 줌으로써 패킷손실을 더 줄어짐을 알 수 있었다.[7] 따라서 위의 두 부분을 첨가해서 연구한다면 UDP 패킷손실을 줄일 수 있는 최적의 환경을 찾을 수 있을 것이다.

## 참고문헌

- [1] <http://whhttp://phoenix.yongin.ac.kr/~jykim/multimedia>.
- [2] FIX-West Statistics,21 June 1995, <http://www.nlanr.net/Flowsresearch/fixstats.21.6.html>
- [3] Andrew S. Tanenbaum, "Computer Networks", Second Edition, PrenticeHall, pp.536-539, 1988
- [4] Yoshiaki HORI,"Performance Evaluation of UDP Traffic Affected by TCP Flows" IEICE pp.1616-1623,1998
- [5]UCB/LBNL/VINT Network Simulator "ns" version 2, <http://www-mash.cs.berkeley.edu/ns/ns.html>
- [6]I. Busse, B. Deffner, and H. Schulzrinne, " Dynamic QoS control of multimedia applications based on RTP", Computer Communications, pp.49-58, January 1996.
- [7] J-C. Bolot, End-to-end Packet Delay and Loss Behavior in the Internet, In Proc. ACM SIGCOMM 93, pp. 289-298, September 1993