

화상회의 시스템에서 수신능력 예측을 이용한 흐름제어에 관한 연구

김상진^{*} · 남지승^{**}

요 약

멀티미디어 통신은 네트워크의 발달로 인하여 날로 그 응용분야가 발전되어가고 있다. 일반 가정에서 사용되는 가전제품의 원격 제어에서부터 특수분야인 의료, 게임, 화상 회의와 화상채팅에 이르기까지 우리 생활의 전역에 사용되어지고 있다. 이러한 멀티미디어 통신의 필수적인 요건은 많은 양의 데이터를 고속으로 전송해야 한다는 것이다. 그러나 고속의 네트워크 환경에서 통신망의 전송률이 데이터를 처리하는 프로세서의 처리속도를 초과하는 경우 네트워크의 성능을 저하하는 병목현상이 각 노드에 발생하여 데이터 전송의 속도가 느려지고, 많은 양의 패킷 손실을 유발하는 주요 원인으로 지목되어져 왔다. 본 논문에서는 이러한 병목현상을 완화하기 위하여 클라이언트 프로세서의 처리 능력을 감안, 수신능력을 예측하고 그에 따른 흐름제어 방법을 제시하며 실제 구현을 통하여 성능을 평가하였다.

A Study on the Flow Control Based Estimated Receiving Capacity on the Video Conference System

Kim, sang jin^{*} and Nam, ji seung^{**}

ABSTRACT

With the development of networks, multimedia communication has expanded its application field. From the remote control for household electric appliances to medicine, games, video conferencing and multimedia chatting, multimedia communication is being used in all parts of our lives. This multimedia communication requires the transmission of a lot of data at high speed. But if the transmission-rate of the communication network exceeds the processing speed of being used in the high speed network environment, a bottleneck occurs in each node and deteriorates the performance of the network. This is the main reason for the slow speed of data transmission and packet loss. In this paper, considering the client's processing performance, reception performance was predicted and the way of flow control was shown. The computing performance of relevant processor and its performance was estimated through the actual implementation.

Key words: Video Conference System

1. 서 론

최근 인터넷 통신망이 확대와 이용도 증대에 따라 서 멀티미디어 데이터 서비스 요구가 급증하고 있다.

그에 따른 많은 통신용 응용프로그램 중 Video 중심의 화상시스템이 대표적인 예이며 이에 대한 다양한 응용 프로그램 개발과 연구도 진행되고 있다.

화상처리 시스템은 고속 정보전송을 통하여 정보의 저손실에 의한 정보 전송의 정확성이 요구되어지나 데이터의 크기가 커서 실시간 전송과 정확한 전송이 이루어지지 않는 문제점이 제기되어 왔다. 따라서 화상 시스템의 원만한 전송을 위해서는 데이터에 대한 실시간 전송이 보장되어야 하지만 데이터의 크기가 크다는

접수일 : 2002년 10월 23일, 완료일 : 2003년 1월 13일
이 논문은 2000년 조선이공대학 광산업연구비의 지원을 받아 연구되었음.

^{*} 정회원, 조선이공대학 컴퓨터정보과 교수

^{**} 전남대학교 컴퓨터공학과 부교수

문제 제기된다.

또한 컴퓨터 통신망의 급속한 발달과 통신망의 속도는 수 100배 개선되어 왔지만, 데이터를 처리할 프로세서의 속도는 망의 속도 개선력이 뒤따르지 못하여 그 통신망의 속도를 저해하는 주요한 원인으로 되어 왔다. 즉 통신망의 전송속도를 Gbps 이상으로 증가시키더라도 이를 처리하는 프로세서의 속도 때문에 처리율이 수백 Mbps 이상이 되기 어렵다.[1,2]

화상 회의나 화상 통화와 같은 실시간 멀티미디어 통신의 특성은 다량의 연속적인 데이터를 고속으로 전송해야 하며 상대 단말기 측에서도 수신된 데이터의 고속처리가 필요하다.[3]

즉 송신·수신 양측에 다량의 데이터를 고속으로 전송해야 한다는 것이다. 예를 들면 화상회의 시스템에서 각 단말기측은 자신의 화상정보의 생성해서 상대측에 송신함과 동시에 상대방으로부터 수신된 정보를 자신의 화면에 출력하여야 한다. 이때 만약 한 시스템이 다른 시스템에 비해 프로세서의 성능이 상대적으로 낮다면 그 시스템에서 일어나는 병목 현상으로 인하여 많은 패킷 손실이 발생하며, 양단간에 원활한 정보의 흐름이 이루어지지 않게 된다. 따라서 각 단말 시스템의 프로세서의 데이터 처리율을 감안한 양방향 흐름제어가 필요하다.[4]

이러한 문제를 해결하기 위한 기존의 흐름제어 기법으로는 확인기법(Acknowledgement), 슬라이딩 윈도우(Sliding Window), IVS(INRIA Video-conferencing System)기법이 있다.[5-10]

본 논문에서 제시한 흐름제어 기법은 일종의 전송률 조절 기법의 하나로서 전송률을 미리 예측하여 표준 전송률을 제안 조정함으로써 전송률의 급강하와 급상승에 따른 전송 지연시간을 제거하고, 주기적으로 수신 측 버퍼 내 데이터 잔여량을 체크하여 데이터 처리 상태를 확인한 후 전송함으로써 보다 빠르게 화상회의 데이터를 정확하게 전송하는 방법을 제안한다.

2. 기존의 전송률 조절기법

2.1 확인기법(Acknowledgement) [9,10]

이 기법은 신뢰성 있는 Data 전송에 사용된다. 확인 기법은 클라이언트들이 데이터를 받았을 때 그 데이터에 대한 확인메시지를 돌려보내는 기법이다. 송신측은 보낸 각 패킷에 대한 기록을 유지하고 다음 패킷을 보

내기 전에 보낸 패킷에 대한 확인이 되돌아오기를 기다리며 확인이 도착한 후에야 비로소 송신측은 다음 패킷을 전송한다. 또한 패킷의 정확한 전송을 위하여 패킷을 보낼 때 타이머를 시작하고 수신측의 확인신호가 도착하기 전에 타이머가 아웃되면 그 패킷은 재 전송한다. 그림 1은 확인기법의 처리과정을 도식화한 그림이다.

그러나 이러한 기법은 네트워크의 혼잡상태가 발생하지 않는다는 장점이 있는 반면 확인신호가 도착하기까지는 서버는 송신대기 상태를 유지함으로써 네트워크 대역폭 이용률이 크게 부족하다는 단점을 지닌다.

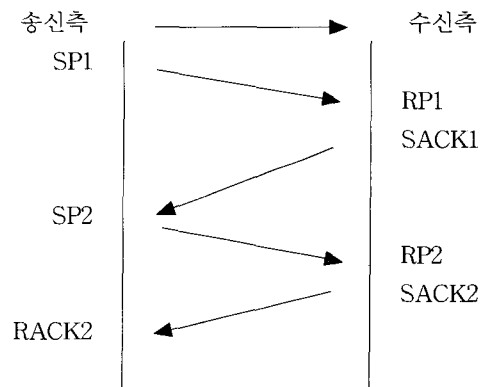


그림 1. 확인기법 처리과정

2.2 슬라이딩 윈도우(Sliding Window) [9,10]

슬라이딩 윈도우는 효율적인 전송을 지원하며 복잡한 확인기법 및 재 전송기법을 사용하며 송신측에서 확인신호를 받기 전에 수신측의 window 상태에 따라서 여러 개의 패킷을 보내도록 하기 때문에 보다 나은 네트워크 활용을 할 수 있다. 그림 2는 슬라이딩 윈도우 기법을 도식화한 그림이다.

이 프로토콜은 순서번호 상에 작은 윈도우를 설치고 그 윈도우 안에 있는 모든 패킷을 전송한다. 만약

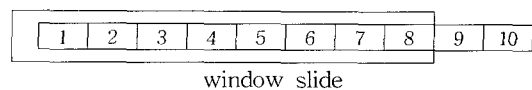


그림 2. size가 8인 슬라이딩 윈도우

패킷이 전송되었는데 확인을 받지 못했다면 미확인(Unacknowledged)한다. 특정시간에 확인되지 않는 패킷들의 숫자는 윈도우 크기에 제한되며 그림과 같이 8의 윈도우 크기를 갖는 슬라이딩 윈도우 프로토콜에서 송신 측은 확인신호를 받기 전에 8개 패킷을 전송할 수 있다. 그러나 이러한 기법 또한 송신 측의 열려있는 윈도우 개수에 따라서 전송률이 결정되고 만약 수신 측 시스템의 병목현상이 발생하면 확인기법과 같이 네트워크의 대역폭을 낭비하며 데이터 전송이 비효율적인 경우가 발생할 수 있다는 단점을 가지고 있다.

2.3 IVS(INRIA Video-conferencing System) [11]

송신자가 주기적으로 측정된 패킷손실에 의해 수신자들의 평균 혼잡상태를 측정하고 평균 혼잡상태에 따라서 송신자가 전송율을 일정량만큼 선형적으로 증가 또는 감소시키면서 조절한다. IVS는 네트워크의 부하가 없다고 판단되면 전송율을 증가시키기 위한 양을 임의로 결정한다. 만약 증가량을 너무 크게 하면 자신을 포함한 다른 트래픽이 많은 패킷손실을 당하게 되고 갑자기 혼잡상태에 이르게 된다. 반면에 증가량을 너무 작게 하면 IVS에 네트워크 대역폭이 불공정하게 할당된다. 이처럼 IVS는 현재 이용 가능한 대역폭의 측정을 누적 패킷 손실에 의해 결정함으로써 선형적 증가량이 현재 네트워크 상태에 비해 너무 크거나 작을 수 있기 때문에 동적으로 변화하는 네트워크에 잘 적용할 수 없다. 이러한 전송률의 증가와 네트워크 상태에 대한 느린 적응은 송신측의 전송률을 진동시키게 되는 결과를 가져온다.

2.4 수렴점을 가지는 전송률 조절 기법 [12]

송신노드는 전송 전에 초기 전송률 $R_0=0$ 으로 하고, 초기 한계전송률 R_S 는 미리 할당된 최대 전송률 R_M 으로 설정하고 전송지연함수를 시간 함수 t_j 로 하여 전송률의 특성에 따라 일정한 값을 설정한다. 전송 개시 후 송신 측에서는 초기전송률에서 α 의 증가율로 한계 전송률 R_S 에 이를 때까지 선형적으로 전송률을 증가시키며 송신을 시작한다.

수신노드는 전송 개시 후 전송률이 한계전송률 R_S 에 이를 때까지 수신노드들부터 혼잡신호를 받지 않으면 한계전송률 R_C 를 꾸준히 유지한다. 만약 전송 도중 수신노드로부터 혼잡신호를 받으면 송신노드는 전송

률을 다시 초기치 R_0 로 조정하여 선형적으로 전송률을 증가 시킨다. 이때 송신 노드는 혼잡신호를 받은 시점의 전송률 R_C 를 검사하여 왕복지연시간만큼의 전송률 증가분 $2\alpha t_j$ 를 감하여 한계전송률 R_S' 를 재설정한다. ($R_S'=R_C-2\alpha t_j$)

수신노드는 초기 송신 인가 시 큐의 문턱치 Q_0 값과 큐의 최저치 Q_m 값을 설정하며 Q_0 와 Q_m 값은 수신노드에서 다중작업 여부와 부하 상태에 따라 재 설정이 가능하다. 수신노드는 입력큐의 상태를 검사하여 문턱치 Q_0 의 값에 이르면 큐가 한계치 Q_M 을 초과하여 넘치지 않도록 송신노드에 혼잡신호를 보내어 전송률을 하락시킨다. 만약 수신노드의 Q_m 값이 재 설정에 의해 상승되거나, 송신노드의 전송률보다 수신노드의 처리율이 더 높아서 큐의 상태가 Q_m 값 이하로 떨어질 때 수신노드는 송신노드에 전송률 증가 신호를 보낸다. 이 신호를 받은 송신노드는 현재 상태의 한계전송률 R_S 를 R_M 으로 복구하여 전송률 증가를 시작함으로써 멀티미디어 전송을 하는 기법이다. 그림 3은 수렴점을 가지는 전송률조절 흐름제어 알고리즘을 도식화한 그림이며 표 1은 사용된 변수와 변수의 의미이다.

그림 3에서 (a)는 송신노드의 전송률의 변화를 나타낸 것이며, (b)는 수신노드의 도착전송률의 변화, (c)는 수신노드의 큐의 변화를 나타낸 것이다.

이러한 수렴점을 갖는 전송률 조절 기법은 한계전송률을 미리 정하므로써 네트워크상에서 시스템간의

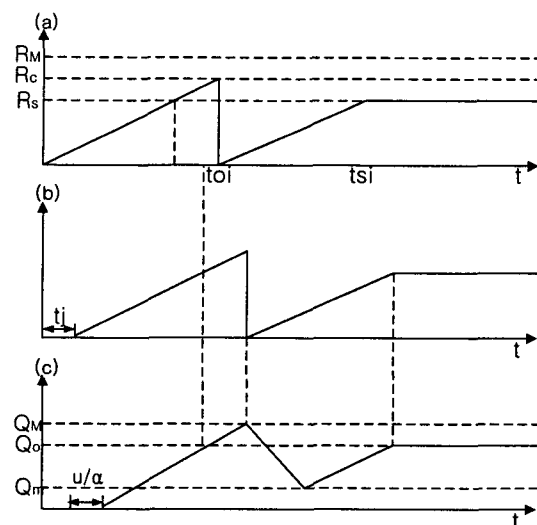


그림 3. 수렴점을 가지는 전송률조절 흐름제어 알고리즘의 전송률과 큐의 변환

표 1. 수렴점을 가지는 전송률 조절 알고리즘에 사용된 변수 및 의미

변수	의미	변수	의미
t_j	송신 노드와 수신 노드 사이의 지연시간	t_{oi}	전송률이 i 번째로 0으로 떨어지는 시점
u	수신 노드에서의 처리율	t_{si}	전송률이 한계 전송률 R_s 에 이르는 시점
α	송신측에서의 전송 증가율	Q_M	허용된 입력 Q 의 최대치
R_M	송신 노드에서 할당된 최대 전송률	Q_0	문턱 Q 의 값
R_c	혼잡신호를 받은 시점의 전송률	Q_m	큐의 최저조절치
R_s	한계 전송률		

안정된 전송률을 유지할 수 있어서 혼잡시에 데이터의 전송이 효과적이나 만약 전송상태가 호전되더라도 전송률회복이 느려 고속의 정보전송에 장애가 된다는 단점이 제기 되어 왔다.

3. 제안된 수신능력 예측 시스템

제안한 흐름제어 시스템의 전체적인 구성은 그림 4)와 같다.

화상 데이터 생성기는 카메라로부터 입력된 디지털 정보를 미리 정의된 최대 전송률로 입력하는 부분이고 데이터 버퍼는 송수신 측의 화상데이터의 송수신 상태를 표시한다. 전송률 조절기는 송수신상태를 미리 예측하여 데이터 전송률을 조절한다.

3.1 흐름제어 시스템 구조

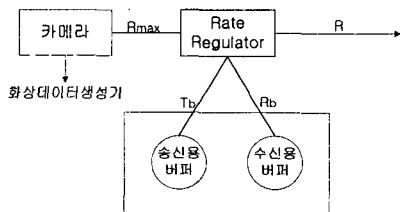


그림 4. 제안된 흐름제어 시스템 구성도

3.2 전송률 조절 알고리즘

본 논문에서 제안한 전송률조절을 위한 새로운 알고리즘은 다음과 같다.

먼저 송수신단간 연결 설정시 각 서비스의 QoS 보장에 따른 최소전송률(T_{min})을 설정하고, 송수신단간 시스템의 성능 및 여건에 따른 전송량최대값(TR_{max})과 수신양최대값(RCV_{max})을 비교하여 둘 중 작은 값을 선택하여 최대전송률(T_{max})을 설정한다. 최대전송률과 최소전송률의 차이($T_{max}-T_{min}$)를 현재전송률(T_{curr})로 설정하여 전송을 시작한다.

수신측은 데이터를 받기 시작하고 버퍼 상태를 주기적으로 감시하며 상태정보를 송신측으로 전송한다. 이때의 수신측 버퍼 상태와 송신측 전송률 변화 표 2와 같으며, 그림 5는 수신측의 데이터량(D)의 상태변화에 따른 송신측 전송률(T)의 변화를 나타낸 그림이다.

그림 6은 수신측 버퍼 상태를 통한 송신측 데이터 전송률 조절을 상태다이어그램으로 도식화한 그림이다. 여기에서 전송률의 급속한 증가에 따른 버퍼내의 데이터 급속한 증가는 혼잡을 야기할 수 있으며 시스템의 Down현상을 가져 올 수 있으므로 다음과 같이 급속한 증가 상태를 생략한다.

처음 통신 시작시 송신단은 T_{curr} 의 값으로 시작하여 변화율 0을 유지하다가 수신단으로부터 D 값을 받

표 2. 수신측 버퍼 상태와 송신측 전송률 변화도

버퍼상태	수식	송신측 전송률 변화	Flag
버퍼내의 데이터량 무변화	$\frac{D(t+1)-D(t)}{t} \approx 0$	전송률 유지(T_0)	000
버퍼내의 데이터량 점진적 증가	$\frac{D(t+1)-D(t)}{t} \approx 1$	전송률 점진 증가(T^+)	001
버퍼내의 데이터량 점진적 감소	$\frac{D(t+1)-d(t)}{t} \approx -1$	전송률 점진 감소(T^-)	010
버퍼내의 데이터량 급격한 증가	$\frac{D(t+1)-D(t)}{t} \approx 2$	전송률 급속 증가(T^{++})	010
버퍼내의 데이터량 급격한 감소	$\frac{D(t+1)-D(t)}{t} \approx -2$	전송률 급속 감소(T^{--})	100

		송신측 T의 상태					
수신측 D의 상태		수치	-2	-1	0	1	2
수신측 D의 상태	-2	2	2	1	1	2	
	-1	2	1	1	1	1	
	0	1	0	0	1	1	
	-1	-1	-1	-1	-1	-1	
	2	-2	-2	-2	-2	-2	

그림 5. 수신측 버퍼내 데이터 잔여량에 따른 송신측 전송률의 변화도

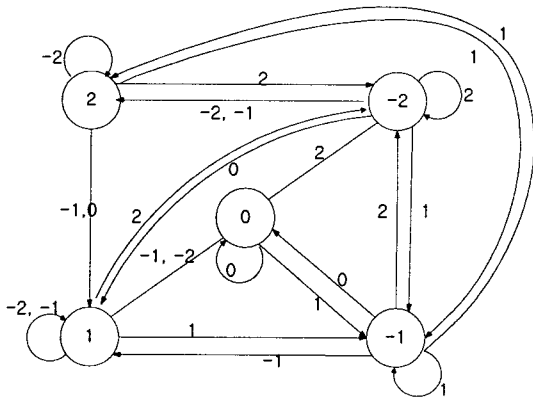


그림 6. 상태 다이어그램

아 그 전송률을 변화시킨다. 수신단으로부터 D=+값을 받으면 송신률을 -로 변화시키다가 Tmin값에 이르면 전송률의 감소를 중지하고 Tmin값으로 계속 전송하게 되며, 수신단으로부터 D=-값을 받게 되면 송신률을 +로 변화시키다가 Tmax값에 이르면 전송률의 증가를 중지하고 Tmax값으로 계속 전송하게 된다. 송신단은 수신단으로부터 D=0값을 기본회수 이상 받을 때 전송률 변화비를 1로 변화시킨다.

		송신측 T의 상태				
수신측 D의 상태		수치	-2	-1	0	1
수신측 D의 상태	-2	1	1	1	1	
	-1	1	1	1	1	
	0	1	0	0	1	
	-1	-1	-1	-1	-1	
	2	-2	-2	-2	-2	

그림 7. 변화된수신측의 D의 상태 변화에 따른 송신측 T 값의 변화표

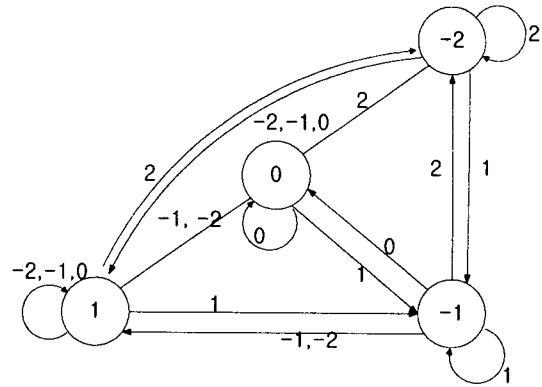


그림 8. 수정된 상태 다이어그램

4. 환경과 구현 및 성능 평가

4.1 시뮬레이션 환경

클라이언트의 버퍼 사이즈는 10초 동안 play할 수 있는 크기를 가지며, 서버에서 클라이언트로 1초에 한번씩 주기적으로 데이터를 전송하고 U에 프로토콜을 이용한다. 수신측은 TCP 프로토콜을 이용하여 버퍼 상태정보를 송신측에 전달한다.

실험은 LAN 환경에서 측정하였으며, 인터넷 환경과 비슷한 데이터 산출을 위하여 송수신단 사이에 트래픽 발생기를 설치하였다. 실험에 이용된 Client 1은 펜티엄 233MHz(M/M 32M)을 사용하였으며, Client 2는 펜티엄3 500MHz(M/M 128M) 사용하였다.

송신측의 전송률을 표 3과 같이 4단계로 나누어 전송하였으며, Flag=-2이면 클라이언트의 처리속도가 매우 빠르다 즉 송신측의 전송량이 매우 적다라는 것을 의미한다.

클라이언트 버퍼는 표 4와 같이 5단계로 구분되어진다. 버퍼 내 데이터 잔여량은 버퍼에 얼마만큼의 데이터가 남아 있는가를 나타내며, 0~35%가 남아 있을 경우 수신측의 성능이 매우 좋다고 예측하여 서버로 Flag=-2값을 전달하게 된다.

표 3. 송신측 전송률 Flag

Flag	Description
-2	서버 전송량 매우 적음
-1	서버 전송량 적음
0	서버 전송량 적절
1	서버 전송량 많음

표 4. 수신측 버퍼 상태 관련정보

버퍼내 데이터 잔여량	Flag	Description
0~35%	-2	client 성능이 매우 좋음
35~45	-1	client 성능이 좋음
45~55	0	client 성능이 적당
55~65	1	client 성능이 나쁨
65~100	2	client 성능이 매우 나쁨

4.2 성능평가

그래프 순서는 Flag 변화도, sliding window 기법 그래프, IVS 기법 그래프, 제안한 기법 그래프, 제안한 기법과 기타 기법간 비교 그래프의 순서이다.

그림 9는 성능 좋은 client 2에 대해서 서버 전송량에 대한 flag값의 변화, 즉 서버 전송량의 변화를 나타낸 것이다.

그림 10은 sliding window 기법을 적용한 그림이다.

Sliding window 알고리즘을 적용하여 성능이 미비한 client 1과 성능이 좋은 client 2를 비교한 그래프이다. 버퍼 내 데이터 잔여량에 있어서 client 1의 데이터 처리 속도가 client 2의 처리속도보다 느리므로 client 1의 그래프가 client 2의 그래프보다 좀더 많은 양의 데이터가 버퍼 내에 잔류하게 되는 것을 알 수 있다.

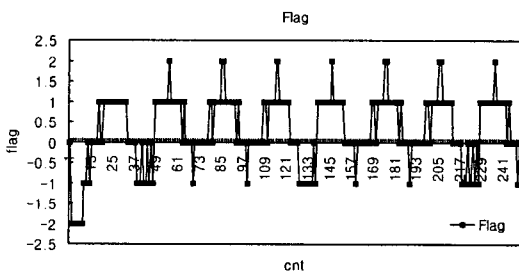


그림 9. Flag 변화도

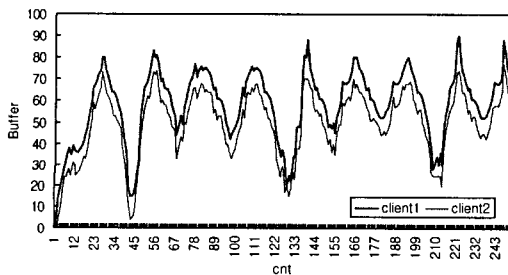


그림 10. Sliding Window 기법 Graph

하지만 client 2의 경우에도 버퍼 내 데이터 잔여량에 대한 오실레이실이 매우 큰 것을 알 수 있으며, 버퍼 언더플로우의 상황을 야기할 가능성을 내포하고 있음을 확인 할 수 있다. 이처럼 sliding window 기법만으로는 수신측 버퍼의 불안정을 야기할 수 있으며 수신측 단말의 성능이 전체적인 흐름제어에 별 영향을 미치지 못함을 알 수 있다.

그림 11은 IVS 기법을 적용하여 수신측 버퍼의 데이터 적재량 변화를 도식화한 것이다.

IVS 기법의 문제점인 급격한 전송률 증가와 네트워크 상태에 대한 느린 적응은 송신측의 전송률을 진동시키게 되는 결과를 가져오게 되며, 이러한 문제점은 수신측 버퍼의 데이터 적재량에 대한 오실레이션이 더욱 급격한 상황을 초래하게 되었으며 클라이언트 성능에 관계없이 버퍼 언더플로우가 발생하는 것을 확인할 수 있다.

그림 12는 제안한 알고리즘을 적용하여 성능이 미비한 client1과 성능이 좋은 client2를 비교한 그래프이다. Buffer Data Size에 있어서 client1과 client2의 처리 속도 차이에 의해 client1의 그래프가 client2의 그래프보다 좀더 많은 양의 데이터가 버퍼 내에 잔류하게 되는 것을 알 수 있다.

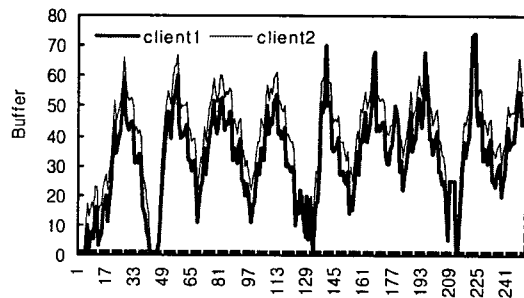


그림 11. IVS 기법 Graph

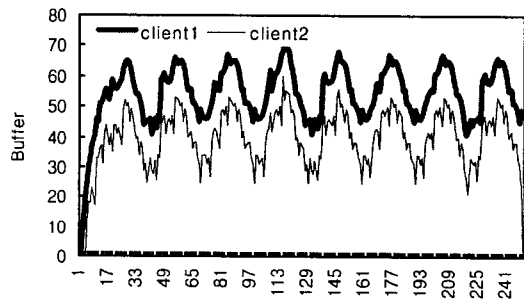


그림 12. 제안한 기법 Graph

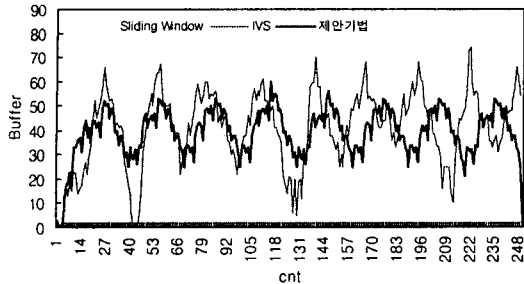


그림 13. 제안한 기법과 다른 기법간 비교 Graph

그림 13은 제안한 기법과 Sliding Window 기법, IVS 기법을 비교한 그래프이다.

client 2를 실험대상으로 하였으며 세 가지 기법을 비교하여 보면 제안한 기법을 이용하였을 경우 수신측 버퍼내 데이터 잔여량의 오실레이션이 타 기법에 비해 상당히 안전화 되었음을 확인할 수 있으며 이를 통해 보다 안정된 서비스가 가능함을 확인할 수 있었다.

하지만 이러한 오실레이션 역시 그 값이 큰 게 사실이고 네트워크 상황이 급변할 수 있는 인터넷 환경에서는 오버플로우/언더플로우가 발생할 가능성이 여전히 존재한다.

5. 결 론

본 논문에서는 멀티미디어 데이터를 전송하기 위하여 송신측의 서버와 수신측의 클라이언트의 처리능력을 전송 전에 협상하여 시작전송률을 결정함으로써 무리한 전송률에 따른 병목현상을 방지할 수 있고 전송 중에도 각 시스템의 CPU처리 능력 변화를 바로 감지하여 전송률을 조절함으로써 각 시스템간의 성능 차이를 극복한 원활한 상호 통신을 구현하여 끊임 없고 손실이 적은 데이터 전송이 가능하여 멀티미디어 전송 특히 화상 시스템과 같은 대량의 데이터 전송에 적합하여 이러한 전송률조절 시스템을 VOD와 화상회의 화상전송시스템 같은 화상데이터 중심의 멀티미디어 전송이나 그 밖의 데이터 전송에 많이 이용되리라 기대된다.

참 고 문 헌

[1] T.porta and M.Schwartz, "Architecture, Features, and Implementation of High-Speed Transport protocol", IEEE Network Magazine,

pp. 14-22, May. 1991.
 [2] W.Doeringer, D.Dykemen, M.Kaiserwerth, B.Meister, H.Rudin, and R.Williamson, "A Survey of Light-weight Transport protocol for High-speed Networks, IEEE Trans. On Communication, Vol.38, NO.11, pp. 2025-2039.
 [3] Walfdieter Bauerfeld and Horst Westbrock, "Multimedia communication with High-speed protocols", Computer Network and ISDN system 23, Elsevier Science Publishers B.V., pp. 143-151, May. 1991.
 [4] Raj Jain, "Congestion control in computer Network : Issues and Trends", IEEE Network Magazine, Vol.4, NO.3 pp. 24-30, May 1990.
 [5] Jean-chrysostome Bolot, "Dynamical Behavior of RateBased flow control Mechanisms", ACM Comp.Comm. Review 20(2), pp. 35-49, Apr. 1990.
 [6] Jiseung Nam, C.W.Son, K.W.Rim and T.G.Kim "Performance Evaluation of Congestion Control on Inter Working Conventional LANs with B-ISDN", proceedings of the SCSC '94, 4838 Ronson Court, Suite L, San Diego, Cal, pp. 175-180, July 1994.
 [7] T.porta and M. Schwartz, "Architecture, Features, and Implementation of High-speed Transport protocols" IEEE Network Magazine, pp. 14-22, May 1991.
 [8] Carey L. Willianson, "Loss-Load Curves : Support for Rate-Based Congestion control in High speed Datagram Networks", proc.SIGCOMM '91, pp. 17-28, sept 1991.
 [9] W.Stevens, "TCP Slow Start, Congestion Avoidance and control," ACM Computer. Comm. Rev., Vol 18(August 1988), pp. 314-329.
 [10] 강현국 외 "TCP/IP 인터넷워킹". 도서출판 그린 pp. 273-275. aug 1999.
 [11] Thierry Tureletti, "The INRIA Videoconferencing System(IVS)", conneXions-The Interoperability Report, pp.20-24, 1994. 10.
 [12] 김서균, 하준수, 남지승 "병원정보 시스템 개발을 위한 흐름제어 통신 프로토콜 연구" 한국정보과학회, 제23권2호, 1996.



김 상 진

1980년 조선대학교 전자공학과
졸업(공학사)
1983년 조선대학교 대학원 졸업
(공학석사)
2003년 전남대학교 대학원 수료
(박사과정)
2003년 현재 조선이공대학 컴퓨

터 정보과 정교수

관심분야 : 통신 프로토콜, 웹프로그래밍 등
E mail : sjkim@mail.chosun-c.ac.kr



남 지 승

1981년 인하대학교 전자공학과
졸업(공학사)
1985년 University of Alabana,
Electrical Engineering
졸업(공학석사)
1992년 University of Arizona,
Electrical & Computer

Engineering 졸업(공학박사)

1992년~1995년 한국전자통신연구소 선임연구원
1999년~2001년 정보통신 특성화센터 소장
1995년~현재 전남대학교 컴퓨터공학과 부교수
2000년~현재 (주)포스트림 대표이사
관심분야 : 통신프로토콜, 실시간 통신 서비스, 라우터 등
E-mail : jsnam@chonnam.ac.kr

교신저자

김 상 진 501-744 광주광역시 동구 서석동 290번지 조선
이공대학 컴퓨터정보과