

대용량 파일 전송을 위한 능동적인 QoS 제공 방안의 설계 및 성능분석

김국한[○], 이만희, 변옥환, 유인태*
한국과학기술정보연구원 슈퍼컴퓨팅센터

* 경희대학교 정보통신대학원

{ghkim[○], mhlee, ohbyeon}@kisti.re.kr, itryoo@khu.ac.kr

Design and Performance Analysis of an Active QoS Allocation Scheme for large File Transfer

Kook-Han Kim[○], Man-Hee Lee, Ok-Hwan Byeon, In-Tae Yu*

KISTI Supercomputing Center

* the Graduate School of Information and Communication, Kyung Hee University

요 약

슈퍼컴퓨터 사용자들은 FTP(File Transfer Protocol)을 이용해서 대용량의 파일을 전송한다. 전송 되는 데이터들은 승용차나 비행기 설계, 의약품 개발, 기상 예보 그리고 복잡한 수학적 계산등과 같이 다양한 분야에 걸친 연구관련 데이터로서 고성능 슈퍼컴퓨터에 의한 연산 처리가 요구된다. 기존의 FTP 는 네트워크 상태에 따라 전송 지연이나 데이터 손실 등의 문제로 사용자의 불편을 초래하였다. 이에 전송 성능을 효율적으로 높이고 데이터 손실을 최소화할 방법을 제공하는 연구가 필요하다. 근래의 TCP (Transmission Control Protocol) 성능 향상 연구에 관한 연구들의 관심은 크게 두 가지이다. 하나는 윈도우 사이즈 조절(auto-tuning)이고, 다른 하나는 Multi-stream 이다. 본 연구에서는 파일 전송 성능 향상을 위한 방법으로 윈도우 사이즈 조절 방법을 사용하였고, 네트워크 상태에 따라 QoS(Quality of Service)를 제공한다. 이런 성능 향상 결과로 신뢰성 있는 네트워크를 제공하여 사용자들은 신속하게 데이터를 전송하며 연산처리 결과가 더욱 정확하다고 신뢰할 수 있다. 본 고에서는 대용량 파일을 전송 할 때 성능을 향상시키는 관련 연구를 알아보고 대용량 파일 전송 중 네트워크 상태에 따라 QoS 를 능동적으로 적용하여 테스트하고 성능을 분석하였다.

1. 서론

인터넷이 널리 보급됨에 따라 활용 분야가 확대되고 사용자 또한 급속하게 증가하고 있다. 급격히 늘어난 인터넷 사용자들을 위하여 인터넷 서비스 제공자들은 인터넷 응용들을 멀티미디어화, 대형화 형태로 제공하기 시작하면서 인터넷 트래픽은 더욱 빠르게 증가하고 [1] 있고 이에 따라 한정적인 네트워크 자원은 트래픽 전송지연이나 손실에 대하여 민감한 영향을 받는다.

한국과학기술정보연구원(KISTI: Korea Institute of Science and Technology Information)의 슈퍼컴퓨터 사용자들은 FTP(File Transfer Protocol)를 이용해서 파일을 전송한다.

본 연구의 목적은 네트워크에서 대용량 파일을 전송할 때 전송 성능을 향상시키고 신뢰성 있는 파일 전송을 하는데 있다. 이를 위해서 파일이 전송되는 동안에는 네트워크 상태를 모니터링 하고, 모니터링 결과 파일 전송이 지연되거나 손실률이 증가하면

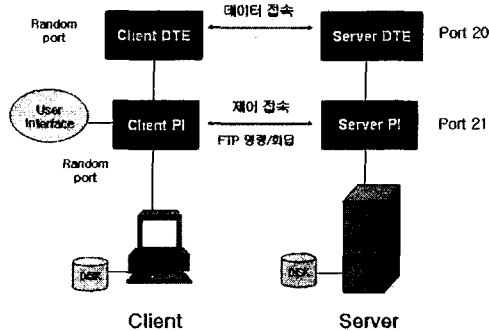
능동적으로 QoS 를 할당해주는 QoS aware FTP 를 연구하는 것이다.

본 고는 1 장에서는 서론, 2 장에서는 관련 연구를 설명한다. 3 장은 제안 사항, 4 장에서는 test 와 결과 성능 분석을 한 후 결론을 맺는다.

2. 관련 연구

FTP 는 파일을 전송하기 위한 인터넷 표준으로 많이 사용되는 응용이다. FTP 의 장점은 session 기반의 TCP 프로토콜을 지원한다는 것과 두 호스트 사이에 데이터를 전송할 때 신뢰성 있는 방법을 사용한다는 것이다[2]. FTP 클라이언트와 서버 사이에서 실제의 FTP session 은 [그림 1]에서 보는 것과 같이 두 개의 다른 Process 로 되어있다.

DTP(Data Transfer Process)는 실질적인 데이터 전송에 사용하고, PI(Protocol Interpreter)는 서버와 클라이언트 사이의 명령을 전송하는데 사용한다.



[그림 1] 파일전송 process

FTP 성능 향상 연구를 살펴보면 bbFTP 는 미국의 SLAC(Stanford Linear Accelerator Center)과 영국의 RAL(Rutherford Appleton Laboratory) 사이에서 진행 중인 BaBar 라는 실험을 위해 개발된 것이다. 일반 FTP 보다 WAN(Wide Area Network) 환경에서 더 높은 성능을 얻기 위해서 bbFTP 에서는 RFC1323 의 장점과 Multi-stream 을 이용하도록 설계되었다. 원거리 서버에 접속 할 때 직접 bbftpd 데몬에 접속하는 방법과 SSH(Secure SHell)을 통해 접속하는 두 가지 방법이 있다[3].

일반적인 파일전송도구 즉 ftp, scp 그리고 rsync[4]등은 윈도우 사이즈나 연결의 숫자를 조절할 수 없다. 이에 반해 bbftp 는 윈도우 사이즈나 연결의 수를 조절 할 수 있다. bbFTP 의 특징은 ftp 와 비슷한 스타일의 명령어를 사용하고, RFIO(Remote File I/O)/HPSS(High Performance Storage System)를 지원하고, 파일 전송 도중 해커의 공격을 방어하는 기능을 지원한다[5].

이 외에도 XFTP(multi-socket FTP)는 광 대역폭의 위성 연결에서 FTP 성능을 향상시키기 위해 TCP 윈도우 사이즈를 증가하고, Multiple TCP 연결을 적용하였다[6].

3. 파일 전송 성능 향상을 위한 제안

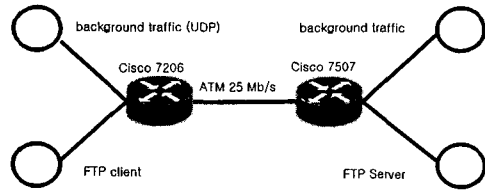
본 연구는 美 The National Center for Super-computing Applications (NCSA)의 DAST(Distributed Applications Support Team)에서 개발한 auto-buf v2.0 FTP client 를 기본 모델로 삼고, 현 모델보다 파일 전송 성능을 향상시키기 위하여 몇 가지 제안 사항을 추가하였다.

우선 Bandwidth estimation module 을 통해 얻어지는 적정 버퍼사이즈 값을 확인 후 반환해주고, 파일이 전송되는 동안 네트워크 상태를 능동적인 방법을 통해 지속적으로 확인 한 다음네트워크 상태에 따라 QoS 를 할당을 요구한다.

4. 테스트 및 결과 분석

QoS aware FTP 를 테스트하기 위한 네트워크 구성

도는 [그림 2]와 같고 Test-bed 는 QoS (DiffServ model)가 제공 되는 네트워크 이다.



[그림 2] Test-bed Configuration

테스트 방법은 Background traffic(No traffic, 16Mbps, 20Mbps, 24Mbps)을 조절해 가면서 여러 가지 Sample 즉, 일반 FTP, NCSA Auto-buf FTP, QoS 적용 FTP(Auto-buf FTP), QoS 적용 FTP(일반 FTP) 그리고 개발된 QoS aware FTP(일반 FTP mode & Auto-buf mode) 이렇게 6 가지의 전송 성능을 비교한다. QoS 적용 방법으로는 일반 FTP 와 NCSA Auto-buf FTP 두 가지는 처음부터 적용하여 파일 전송을 하고 개발한 QoS aware FTP 는 네트워크 상태에 따라 적용을 한다.

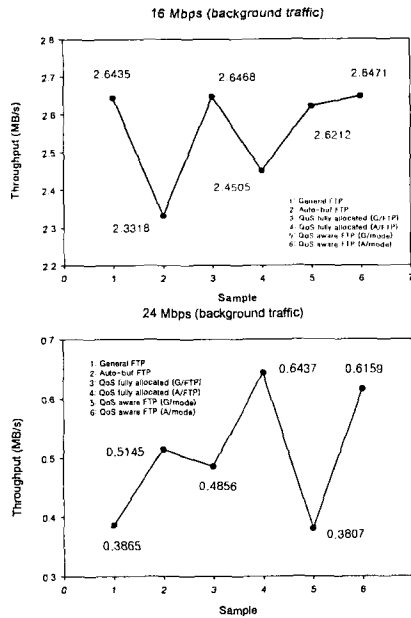
sample FTP 비교를 위해 여러 가지 Background traffic 을 흘려 전송 성능을 비교하여 <표 1>에서와 같은 결과를 얻을 수 있었다. Background traffic 을 24Mbps 까지 발생시킨 이유는 병목 구간이 물리적으로는 25Mbps 이고, Iperf [6]라는 도구를 이용하여 측정한 결과는 21Mbps 였다.

<표 1> 다양한 sample 의 성능 테스트 결과 (단위 MB/s)

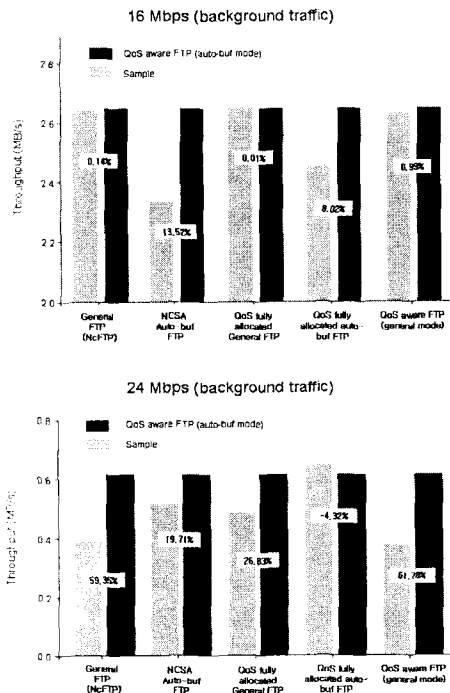
	①	②	③	④	⑤	⑥
No traffic	2.654	2.566	2.654	2.566	2.648	2.64
16Mbps	2.644	2.332	2.647	2.451	2.621	2.647
20Mbps	0.387	0.522	0.484	0.629	0.389	0.616
24Mbps	0.387	0.515	0.486	0.644	0.381	0.616

- ①: 일반 FTP ②: NCSA Auto-buf FTP,
- ③: QoS 적용 일반 FTP ④: QoS 적용 Auto-buf FTP
- ⑤: QoS aware FTP (일반),
- ⑥: QoS aware FTP (auto-buf)

전송 성능 테스트 결과를 그래프로 그린 것이 [그림 3]이다. 결과를 보면 background traffic 이 16Mbps 이하와 20Mbps 이상, 두 가지 형태의 그래프를 얻을 수 있었다. 서로 다른 두 가지 형태가 나타나는 것에는 background traffic 에 따른 RTT 의 차이와 대역폭 예측 기술에 의한 각 sample 들의 버퍼 사이즈가 다름에 관련이 있다.



[그림 3] background 트래픽에 따른 각 sample 의 테스트 결과 그래프 (위: 16Mbps, 아래: 24Mbps)



[그림 4] QoS aware FTP 와 각 sample 성능 비교 (위) 16Mbps, (아래) 24Mbps

QoS aware FTP 를 기준으로 각 sample 과 성능을 비교해보면 [그림 4]와 같은 결과를 얻을 수 있다.

24Mbps 의 background traffic 이 흐르는 테스트에서 개발된 QoS aware FTP 와 각 FTP 와의 성능 결과를 비교해보면 일반 FTP 보다는 59.35%, 본 개발의 모델인 NCSA FTP 보다는 19.71%의 성능 향상을 확인할 수 있었다. 지금까지의 테스트 결과를 종합해보면 traffic 부하가 적을 때는 버퍼 사이즈의 조절만으로도 파일 전송 성능 향상을 시킬 수 있었지만, traffic 부하가 많을 때는 일정 대역폭을 확보할 수 있는 QoS 를 적용함으로써 추가적인 성능 향상을 얻을 수 있다.

5. 결론 및 향후 계획

FTP 를 기반으로 하여 파일 전송 성능을 높이고 손실률을 최소화 할 수 있는 방안으로 Auto-tuning 기술을 사용하고 네트워크 상태에 따라 QoS 를 연동시킴으로 슈퍼컴퓨터 사용자들에게 신뢰성 있는 대역폭을 보장할 수 있고 저지연, 저손실, 고전송 서비스가 가능하게 된다. 이는 네트워크 자원의 제약으로 인하여 한계성을 보여 온 많은 분산 처리 application 의 새로운 방향을 제시하고 새로운 멀티미디어 application 의 발전을 가져올 수 있을 것이다.

이와 같이 트래픽 상태를 분석하고 적절한 방법 적용으로 성능 향상 얻을 수 있었다. 앞으로의 연구에서는 좀더 깊이 있는 분석과 테스트를 통하여 신뢰성 있는 대역폭을 보장하여 저지연, 저손실, 고전송 서비스를 제공할 수 있어야 하며 window scale option, real time 으로 버퍼 사이즈를 조절, parallel session 이용 등과 같은 방법들도 고려되어야 한다.

6. 참고 문헌

- [1] A. Feldman, A. C. Gilbert, W. Willinger, and T. G. Kurtz, "The changing nature of network traffic: Scaling Phenomena", *Computer Communication Review*, 1998.
- [2] J. Postel, J Reynolds, "File Transfer Protocol (FTP)", *FRC959*, 1985
- [3] <http://rzserv.rzn.uni-hannover.de/cgi-bin/rman2html?sun+bbftpd+1>
- [4] <http://samba.anu.edu.au/rsync/>
- [5] <http://hepwww.rl.ac.uk/Adye/talks/010402-ftp/010402-ftp.pdf>, Tim Adye, "Bulk Data Transfer Tools", April 2001
- [6] <http://dast.nlanr.net/Projects/lperf/>