

論文2001-38TC-7-1

단말의 환경변수에 의한 멀티미디어 가입자망의 전송속도 분석에 관한 연구

(The Study of Transmission Speed Analysis In Multimedia Access Network by Environmental Variation)

金炯培*, 朴仁政*, 蔡洙益**, 朴東宣**, 宋祥燮**, 李在眞***

(Hyoung-Bae Kim, In-Jung Park, Soo-Ik Chae, Dong-Sun Park, Sang-Seob Song, and Jae-Jin Lee)

요 약

본 논문에서는 사용자 단말과 단말의 환경변수에 따른 멀티미디어 가입자망의 전송속도 비교 및 분석에 관한 연구를 수행하였다. 이를 위해 LAN과 같은 대칭적인 망에서 뿐만 아니라 ADSL과 같은 비대칭적인 망에서도 사용이 가능한 속도측정 소프트웨어를 설계 및 구현하여 10BaseT 환경에서 전송속도를 비교 및 분석을 하였다. TCP 수신속도는 CPU 부하가 90%이상이 되기 전에는 통신망의 대역에 의존하여 변화함을 알 수 있었고 또한 TCP Receive Window(RWIN) 크기가 MTU의 2배 이상이 되면 속도와의 연관성이 줄어들음을 알 수 있었다. .

Abstract

This study accomplish comparison and analysis multimedia access network speed configuration which is effected by different environmental variation. For this testing, Not only LAN configuration which is symmetric network, But also the ADSL which is asymmetric network is tested by network speed checking software which is designed by our lab in a 10BaseT environment. In the case of TCP receive speed, we find out the network speed is changed according to bands of network to 90% of CPU load. Also, If the TCP receive windows's size became 2 times rate more than MTU, it reduced the relation of speed rate.

I. 서론

초고속 인터넷 서비스의 보급과 함께 다양한 온라인 멀티미디어 서비스가 등장함에 따라 단말과 각 서버간의 액세스 속도는 최근 인터넷 사용자들의 가장 큰 관심 사항으로 대두되고 있다. 이러한 관심과 더불어 사용자들의 속도에 대한 관심이 단지 수동적인 속도 측정에만 그치지 않고 사용자 단말을 최적화하려는 노력이 이루어지고 있다.

사용자의 단말에서 인터넷 속도에 영향을 미칠 수 있는 요소는 RAM의 크기나 CPU 성능, 네트워크 버퍼

* 正會員, 檀國大學校 電子工學科
(Department of Electronic Engineering Dankook University)

** 正會員, 全北大學校 電子·情報工學部
(Division of Electronics and information engineering Chonbuk national university)

***正會員, 韓國通信 加入者網研究所
(Korea Telecom Access Network Laboratory)
接受日字:2001年3月21日, 수정완료일:2001年7月3日

크기 등 다양하며, 또한 MTU나 TCP Receive Window 사이즈 등 사용자가 직접 수정이 가능한 변수들도 존재한다. 이러한 사용자 단말과 단말의 환경변수에 의한 멀티미디어 가입자망의 전송속도의 변화를 살펴보기 위해 대칭적인 망환경과 비대칭적인 망환경에서 전송 및 수신속도 측정이 가능한 소프트웨어를 구현하여 측정에 사용하였다. 본 논문에서는 개발된 속도 측정 소프트웨어를 통해서 단말 및 단말의 환경변수의 변화를 통해 이런 요인들이 LAN환경, 멀티미디어 가입자망에서 속도에 미치는 영향에 대해 분석을 했다.

II. 기존 속도 측정 기술

1. 웹 서비스를 통한 속도 측정

인터넷 사이트를 통한 속도 측정의 기술은 HTTP(TCP 이용) 기반의 속도 측정 서비스를 제공하고 있다. 대다수 Web 서비스 기반의 속도 측정은 그림 1과 같은 자바 스크립트 코드를 이용하여 속도를 측정한다.

```

<script language= javascript >
<!
time = new Date();
before = time.getTime();
time2 = new Date();
after = time2.getTime();
span = (after - before)/1000;
comment_size = ???;//???
connection_speed=
comment_size/span;
// -->
</script>

```

그림 1. Web 서비스 기반의 속도 측정 알고리즘
Fig. 1. Speed measurement algorithm of Web service.

그림 1에서 보는 바와 같이 Web 기반의 속도 측정 사이트들은 일정 크기의 데이터전송에 소요되는 시간과 데이터 크기를 이용하여 속도를 계산한다.

2. Ping 유틸리티 속도 측정

Ping(Packet InterNet Groper) 유틸리티는 인터넷에서 두 호스트 사이의 연결을 확인하는 데 사용된다. Ping은 ICMP(Internet Control Message Protocol) 기반

이며 ICMP 반향 요청(Echo Request) 메시지를 다른 호스트에 전송한다^[1]. 호스트가 ICMP 반향 요청 메시지를 수신하면 원래의 송신자에게 반향 응답(Echo Reply) 메시지를 반환한다. 반향 응답 메시지를 받을 때마다 Ping은 처음에 보낸 반향 요청 메시지를 전송한 이후 경과 시간을 계산하며 Ping사용자에게 특정 호스트와 데이터 교환에 걸리는 실제적인 왕복 시간(Ping RTT)을 보여준다. 동일크기에 대해 Ping RTT는 HTTP의 전송시간의 두 배가 걸린다^[2].

이런 Ping 유틸리티를 이용한 속도 측정 방법으로는 100Byte payload를 갖는 11개의 Ping을 1초의 간격으로 전송한 후 1KByte의 payload를 갖는 10개의 Ping을 전송한 후 다음과 같은 데이터를 통해 속도 및 망의 상태를 측정할 수 있다.

3. Traceroute 유틸리티 속도 측정

Traceroute는 특정 목적지 호스트에 이르는 경로상의 모든 호스트를 보여주는 디버깅을 위한 유틸리티로서, IP 헤더의 TTL(Time To Live)필드를 하나씩 증가시키면서 ICMP echo(Ping) 패킷을 전송하여 중간 노드들의 주소와 구간별 속도를 측정한다. ICMP echo 패킷을 목적지 호스트로 전송 시 IP TTL 필드를 1의 값으로 설정하고 UDP 포트 번호를 30000이상으로 지정한 후 전송을 한다. 이 패킷을 받은 최초 라우터는 IP TTL=1이므로 패킷을 폐기시킨 후 "Time exceed message"를 송신지로 전송을 한다. 송신지에서는 수신한 ICMP 메시지를 통해 라우터의 IP와 RTT를 알아낸 후 IP TTL을 2로 바꾸어 목적지 호스트로 재전송을 하구 이런 작업을 원하는 목적지 호스트로부터 "Port unreachable"이라는 메시지가 수신될 때까지 계속 진행을 한다. 매번 동일한 ICMP echo 패킷을 같은 TTL로 3회 전송하고 이에 대응되는 RTT와 IP를 보여준다.

III. 속도 측정 소프트웨어 구현

단말과 단말 환경변수의 변화에 의한 속도를 측정하기 위한 소프트웨어의 알고리즘의 블록도는 그림 2와 같다.

설계된 속도 측정 소프트웨어는 Client-server 모델을 기반으로 하고 있으며, 수신 속도는 그림 2에서처럼 주기적으로 서버에서 송신하는 데이터 파일과 수신시 소요되는 시간의 산술적 계산을 통하여 측정한다. 측정

된 데이터를 이용하여 주기적인 데이터 수신 속도와 전체 평균 수신 속도를 산출한다. 그림 3에서 보는 바와 같이 송신 속도 측정은 수신 속도 측정과는 반대로 클라이언트에서 측정을 위한 데이터 파일을 주기적으로 서버에게 전송을 하며, 서버는 이에 수신된 데이터 파일과 소요시간으로 송신 속도와 데이터 손실 수 및 링크의 불안정도를 클라이언트에게 전송을 한다.

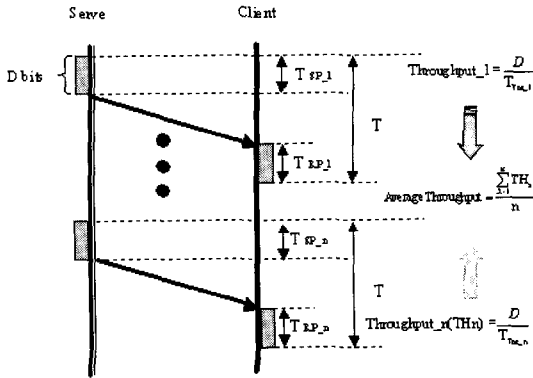


그림 2. 수신 속도 측정 알고리즘의 블록도
Fig. 2. Block diagram of download algorithm.

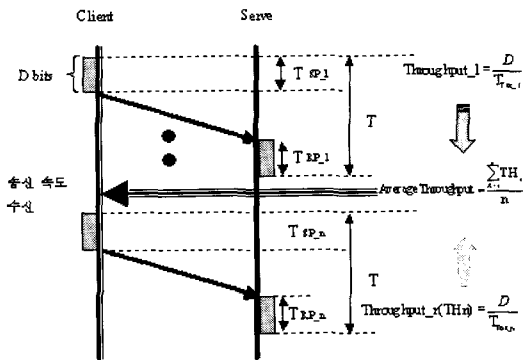


그림 3. 송신 속도 측정 알고리즘의 블록도
Fig. 3. Block diagram of upload algorithm.

IV. 실험 및 분석

1. 단말 상태에 따른 접속 속도

사용자 단말에서 인터넷 접속 속도에 영향을 미칠 수 있는 요소 중 CPU 부하에 따른 단말 접속 속도 변화만을 분석하였는데, 그림 4 ~ 그림 7은 CPU의 부하에 따른 TCP와 UDP의 속도 변화를 보이고 있다. CPU의 부하는 0~100%까지이며, CPU에 부하를 부과

하기 위한 별도의 소프트웨어를 구현하여 실험을 수행하였다.

본 실험에 이용된 단말은 SUN UltraSparc1(TCP Server)과 Pentium III PC(UDP Client/Server 및 TCP Client)이며, 각각의 단말은 동일 LAN(10BaseT)상에 배치되어 있다.

실험에서 측정한 데이터는 TCP Download(TCP 및 UDP 트래픽은 양방향 symmetric, TCP Upload는 Download와 결과가 유사하여 제외)와 UDP Upload 및 Download의 속도 변화이며, 각각에 대하여 100회씩(5회의 평균*20번) 수행하여 결과를 표현하였다.

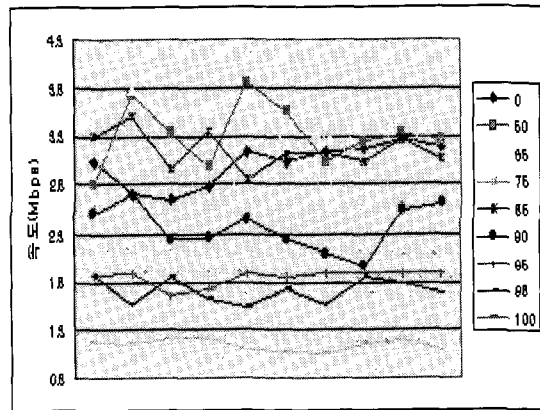


그림 4. CPU 부하에 따른 TCP Download 속도 변화
Fig. 4. TCP Download rate with CPU load.

그림 4에서 보여지는 바와 같이 TCP의 Download 속도는 CPU의 부하가 일정 수준(90%) 이상이 되기 이전에는 통신망의 대역에 의존하여 변화한다. 그러나 그 이후에는 CPU의 부하로 인하여 제공되는 대역보다 낮은 속도를 보임을 확인할 수 있었다.

그림 5에서는 CPU 부하에 따른 UDP Upload 속도 변화를 보이고 있다. UDP Upload 속도는 그림에서 보여지는 바와 같이 CPU의 부하와는 무관하게 변화되는 것을 확인할 수 있었다.

그림 6에서는 CPU 부하에 따른 UDP Download 속도 변화를 보이고 있다. 그림과 같이 UDP의 Download 속도는 TCP와 UDP Upload의 경우보다 CPU의 부하에 밀접하게 관련되어 있음을 알 수가 있다. 따라서 VOD나 화상회의 등과 같은 실시간의 인터넷 서비스의 이용은 CPU 부하가 서비스의 품질에 큰 영향을 미칠 수 있음을 예상할 수 있다.

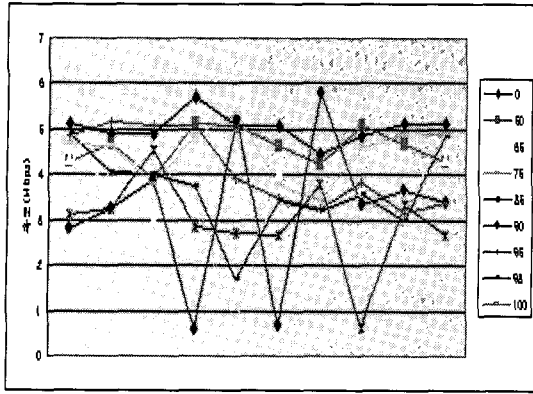


그림 5. CPU 부하에 따른 UDP Upload 속도 변화
Fig. 5. UDP Upload rate with CPU load.

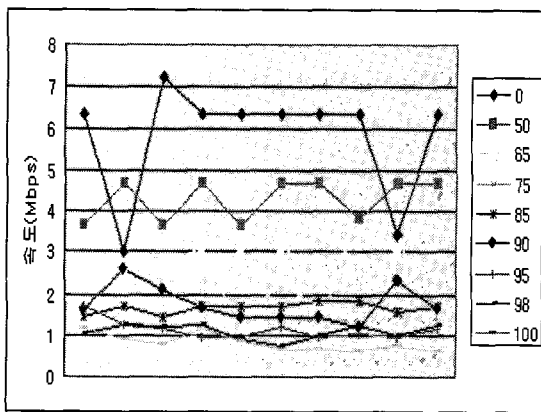


그림 6. CPU 부하에 따른 UDP Download 속도 변화
Fig. 6. UDP Download rate with CPU load.

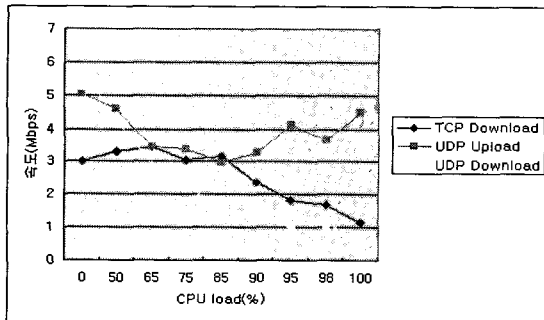


그림 7. CPU 부하에 따른 전송계층 서비스 속도 변화
Fig. 7. Transmission service rate with CPU load.

그림 7은 앞서 살펴본 실험 결과를 각각의 서비스별로 구분하여 재구성한 것이다. UDP Upload의 경우 CPU load가 85% 이상이 되면서 속도가 증가하는 경향을 보이는데 이는 본 실험의 결과를 측정하기 위한 소

프웨어가 적은 데이터량을 발생시키고 CPU 부하 또한 적게 차지하기 때문인 것으로 판단되며, 실제 대용량 데이터를 전송할 경우에는 TCP의 경우와 유사한 결과를 보일 것으로 사료된다. 또한 UDP의 Download의 경우에는 TCP Download의 경우보다 CPU load에 더욱 민감함을 알 수 있다.

2. 단말 환경변수에 따른 접속 속도

MTU(Maximum Transmission Unit)^[3] 및 TCP Receive Window(RWIN) 크기에 따른 속도 변화를 그림 8과 9에서 보이고 있다. RWIN은 컴퓨터가 받을 수 있는 데이터의 양을 나타내는 것으로, 너무 크면 패킷의 손실이 생기고 너무 작으면 다음 패킷을 보내기 전에 기다리는 현상이 생기게 된다. 이는 고정된 값이 아니므로 최적의 값을 구하는 것은 불가능하지만, MTU와 전송속도와의 관계를 분석하기 위해 임의의 시간에서 얻은 RWIN의 크기로 실험을 하였으며 이를 통해 대략적으로 관계를 분석하였다.

본 실험은 TCP를 기반으로 하는 FTP 서비스를 이용하여 수행되었으며, 표현된 데이터는 각각의 크기에 대해 20회 반복 측정된 결과의 평균을 보인 것이다.

그림 8은 RWIN의 크기(MTU에 대한 비율) 변화와 속도의 관계를 측정된 결과를 보이고 있다. 그림과 같이 RWIN은 Upload 속도에는 거의 영향을 미치지 않았으나, Download의 속도에는 밀접하게 관련되어 있음을 확인할 수 있었다.

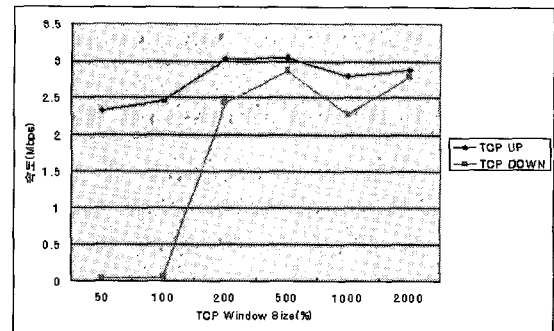


그림 8. RWIN 크기에 따른 속도 변화
Fig. 8. Rate with RWIN size.

이는 수신 측에서 Acknowledge를 보내기 이전에 보낼 수 있는 패킷의 개수가 적으면, 송신측의 유휴시간이 증가하기 때문에 전송의 효율이 떨어지는 데서 기인한다. 그러나 RWIN 크기가 MTU의 2배 이상이 되

면서 속도와의 연관성이 줄어들음을 확인할 수 있었다. 이는 동일 LAN에서 실험한 수치이기 때문이며, 일반적으로는 MTU의 4배 이상이 되면 속도가 안정화되는 것으로 조사되었다.

그림 9는 RWIN의 크기를 MTU의 4배로 설정한 후, 대상 호스트의 MTU에 대한 단말 MTU 크기 비율에 따른 속도 변화를 측정된 결과를 보이고 있다. 그림 9와 같이 MTU 크기는 속도와 밀접한 관계를 보임을 확인할 수 있다. Upload와 Download의 경우 모두 MTU가 대상 호스트의 MTU와 동일할 때 최적의 속도를 보이며, 그 이외의 경우에는 속도가 저하되었다. 이는 MTU 크기 차이에 따른 단편화의 영향으로써 이론을 실질적으로 뒷받침하고 있다.

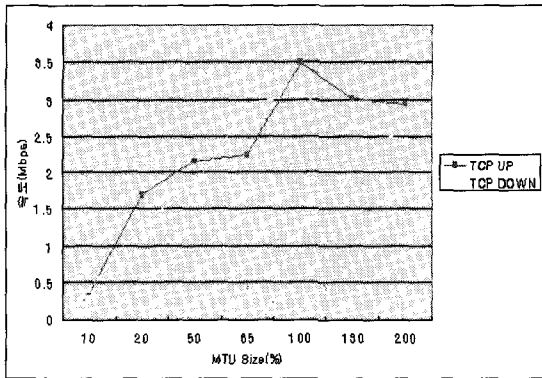


그림 9. MTU 크기에 따른 속도 변화
Fig. 9. Rate with MTU size

V. 결론

본 논문에서는 사용자 단말과 단말의 환경변수에 따른 멀티미디어 가입자망의 전송속도 비교 및 분석에 관한 연구를 수행하였다. 이를 위하여 속도측정 소프트웨어를 설계 및 구현하여 10BaseT 환경에서 Symmetric 한 트래픽을 통하여 전송속도를 비교 및 분석을 하였다.

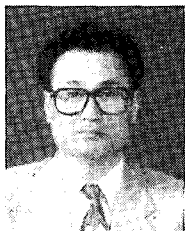
실험 결과에 의하면 TCP 수신속도는 CPU 부하가 90%이상일 되기 전에는 통신망의 대역에 의존하여 변화함을 알 수 있었고 또한 TCP Receive Window 크기가 MTU의 2배 이상이 되면 속도와의 연관성이 줄어들음을 알 수 있었다. MTU 크기의 경우에는 Upload와 Download의 경우 모두 MTU가 대상 호스트의 MTU와 동일할 때 최적의 속도를 보이며 속도와 밀접한 관계를 보임을 확인할 수 있었다.

차후에 Symmetric한 환경에서 뿐만 아니라 Asymmetric한 환경에서의 전송속도 분석이 필요할 것이다.

참 고 문 헌

- [1] J.Postel, "Internet Control Message Protocol," RFC 792, Sept.1981.
- [2] R.L.A. Cottrell and J.Halperin, "Effects of Internet Performance on Web Response Times".
- [3] W.Richard Stevens, "TCP/IP Illustrated, Volume 1" Addison Wesley.

저 자 소 개



金 炯 培(正會員)
1983년 2월 : 단국대학교 전자공학과(공학사). 1987년 2월 : 단국대학교 전자공학과(공학석사). 1999년 ~현재 : 단국대학교 전자공학과(박사과정). 1997년~현재 : 서울강서기능대학 전자과 교수. <주관심분야>

멀티미디어 통신, xDSL 기술, 초고속망 신호처리



朴 仁 政(正會員)
1974년 2월 : 고려대학교 이공대학 전자공학과 공학사. 1980년 2월 : 고려대학교 컴퓨터공학 공학석사. 1986년 2월 : 고려대학교 컴퓨터공학 공학박사. 1980년~현재 : 단국대학교 전자공학과 교수. 현재 :

대한전자공학회 이사, xDSL 포럼 의장. <주관심분야> xDSL, 인터넷방송, 신호처리



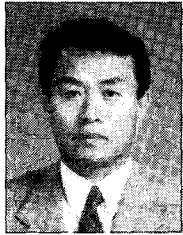
蔡 洙 益(正會員)

2000년 2월 : 전북대학교 정보통신 공학과(공학사) 2000년~현재 : 전북대학교 정보통신공학과(석사과정) <주관심분야> 이동통신, 컴퓨터 네트워크



宋 祥 燮(正會員)

1978년 2월 : 전북대학교 전기공학과(전기공학 전공), 공학사. 1980년 2월 : KAIST 전기 및 전자공학과(자동제어 전공) 공학석사. 1990년 8월 : University of Manitoba, Department of Electrical and Computer Engineering, Canada 공학박사. 1981년 3월~현재 : 전북대학교 전자·정보 공학부 교수 <주관심분야> Error Correcting Code , HPNA, 고속 xDSL 모뎀



朴 東 宣(正會員)

1979년 2월 : 고려대학교 전자공학과(공학사). 1984년 12월 : 미국 미주리대학교 전기 및 컴퓨터공학과(공학석사). 1990년 12월 : 미국 미주리대학교 전기 및 컴퓨터공학과(공학박사). 1991년~현재 : 전북대학교 전자·정보공학부 부교수. <주관심분야> 인공지능, 멀티미디어 통신, 컴퓨터 네트워크



李 在 眞(正會員)

1985년 2월 : 경북대학교 전자공학 공학사. 1987년 2월 : 경북대학교 전자공학 공학석사. 1997년 8월 : 고려대학교 컴퓨터공학 공학박사. 1987년 2월~현재 : 한국통신 가입자망연구소/전송방식연구실장. <주관심분야> xDSL, 멀티미디어 통신, Error Correcting Code.