

가입자망에서 대역 제한 방법 분석

고대영^{*}, 이범철^{**}, 허창우^{*}

^{*}목원대학교, ^{**}한국전자통신연구원

Analysis for Rate Limit in Subscriber Network

Dae young Ko^{*}, Bhum-cheol Lee^{**}, Chang-wu Hur^{*}

^{*}Mokwon University, ^{*}Electronics and Telecommunications Research Institute

E-mail : daeyko@mokwon.ac.kr

요 약

가입자 망은 광대역화, 서비스 융복합화로 가입자 망의 비대칭적인 트래픽이 심화되어 QoS에 문제점을 안겨주고 있다. 이더넷망에 가입자망의 비대칭 트래픽을 적용하기 위해 대역제어의 기술이 적용되고 있다. 가입자망에 적용되고 있는 대역제한 방법에는 여러 가지 방법이 있다. 본 논문에서는 대역제한의 여러 가지 방법을 알아보고 실험을 통해 대역제한 방법에 대한 분석을 한다.

ABSTRACT

키워드

Rate Limit, Fairness, Aggregation

I. 서 론

우리나라에서는 xDSL(Digital Subscriber Line), HFC(Hybrid Fiber Coaxial), LAN (Local Area Network), 등의 가입자망을 이용하여 천만 이상의 가입자에게 초고속 인터넷 서비스를 제공하고 있다. 그렇지만 현재의 가입자망에서는 HDTV급 방송, 광대역 P2P(Peer to Peer), 대용량 콘텐츠 서비스 등과 같은 다양한 융합 서비스를 안정적으로 제공받기에는 대역폭에 한계가 있다. 다양한 미래 융합 서비스를 제공 받기 위해서는 가입자에게 상향 10~100Mb/s와 하향 1Gbps의 통신-방송 대역폭이 필요할 것으로 전망되며 이러한 미래 요구대역폭을 충분히 수용하기 위해 가입자망의 광대역화가 필요하다.

광대역통합망은 품질(QoS)이 보장되며, 보안 및 새로운 인터넷 주소 표준 등이 지원되고 다양한 융합 서비스를 제공할 통신망으로, 기존의 전화망, 데이터통신망, VoIP, 영상전화, 등의 음성 데이터 통합 서비스, 통합 단말로 상황에 따라 최적의 접속환경을 제공하는 유무선 통합 서비스, 그리고 IPTV, 양방향 TV등의 통신 방송 융합 서비스등을 제공한다.[1]

융·복합화된 광대역통합망에서 가입자에게 제

공되는 서비스가 더욱 증가하고 있으며, 이에 따라 가입자에 대한 트래픽도 증가하고 있다. 가입자의 하향 트래픽은 멀티캐스트, 브로트캐스트 등의 서비스로 트래픽 양이 증가하고 있으며, 가입자의 상향 트래픽은 가입자의 증가로 인해 대역폭의 할당이 더욱더 어려워지고 있다. 가입자의 증가로 비대칭 형태의 가입자망에서 가입자의 대역폭을 할당하기 위해 대역제한 방법이 연구되어지고 적용되고 있다. 이에 현재 적용되고 있는 대역제한 방법에 대해 알아보고 가입자의 대역제한과 보장을 할 수 있는 효과적인 방법에 대해서 알아보고자 한다.

II. 가입자망

가입자망은 전화선, 동축케이블, UTP케이블, 광케이블등의 매체를 통해 가정과 인근 통신국사를 연결하는 통신망을 말한다. 대표적인 유선 가입자망으로 xDSL, 케이블, LAN 등이 있으며, 이를 통해 초고속 인터넷 서비스를 제공해 왔다.

표 1 인터넷 이용자의 가입자망 이용형태

구분	xDSL	케이블	ISDN	전화(모뎀)	기타
2005년12월	89.0%	13.9%	1.8%	0.4%	0.7%
2004년12월	86.0%	13.5%	4.2%	1.5%	0.9%
성장률	3.0	0.6	-2.4%	-1.1%	-0.2%

<출처 : 2005년 하반기 정보화실태조사, 한국인터넷진흥원>

가입자망의 광대역화를 위해 xDSL, 케이블, LAN과 같이 기존에 구축되어있는 통신망은 기가비트 이더넷스위치, 디지털 케이블 모뎀과 같은 고도화된 장치를 이용하여 가입자당 대역폭을 늘리는 방향으로 발전하고 있다.

1) xDSL

xDSL 가입자망 기술은 꼬임쌍선(twisted pair)인 전화선과 xDSL 모뎀을 이용하여 전화국의 DSLAM(Digital Subscriber Line Access Multiplexer)에 접속된다.

2) 케이블(HFC)

동축케이블 망인 CATV(Community Antenna Television)네트워크는 통신국사에서 광단말(fiber node)까지 성형의 망구조를 갖는 광섬유로 연결하고 광단말에서 가입자까지 트리형의 망구조를 갖는 동축케이블로 구성되는 HFC망으로 구축되었다.

3) LAN

UTP케이블을 이용해 최대 100Mb/s의 패스트 이더넷 서비스를 제공하는 LAN은 100Mb/s 패스트 이더넷 스위치의 저가화에 힘입어 가입자망 환경에서 아파트의 동별 단자함에 스위치를 위치하고 각 가정에 100Mb/s의 패스트 이더넷 서비스를 제공하고 있다.

4) FTTH

FTTH 가입자망은 광섬유를 각 가정까지 직접 연결하는 것으로, 광대역 통합망의 융합서비스가 다양화, 고도화되면서 증가되는 개인별 사용대역폭을 쉽게 수용할 수 있다.[1].

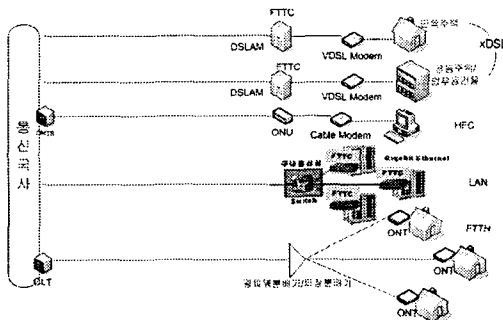


그림 4 광대역통합망 가입자망

III. 대역 제한

광대역화되면서 가입자 망에 트래픽의 비대칭이 심화되고 있다. 가입자가 증가할수록 가입자들이 사용할 대역폭을 보장하기 위해 장비를 증설하기도 하지만 집선 스위치에서 대역제한을 이용하여 가입자에게 공평한 대역을 서비스 하는 것이 필수적이다. 또한 차별화된 서비스를 제공하기 위해선 회선 교환 수준의 대역 관리 기술, 가입자인증 기술 등이 필요하게 된다. Layer 3 네트워크에서 플로우(flow)정보를 이용하거나 IP정보를 사용하여 인증하는 방식이 있다. 하지만 플로우 정보를 분석하는데 프로세싱 파워와 메모리가 많이 필요하여 장비의 단가가 높다는 단점이 있다. Layer 2 스위치 장치에서 이루어지고 있는 대역 제한은 포트기반 대역 제한, MAC인증 대역 제한, 가입자 구분 대역제한 방식이 있다.

1) 포트 기반 대역 제한

PRL(Port Rate Limiting)은 가입자에게 물리적으로 패스트 이더넷 또는 기가비트 이더넷 인터페이스를 가진 port를 할당하고 가입자 포트마다 사용할 수 있는 대역폭을 임의로 조정하는 기능이다. 이것은 집선 스위치(보통 LAN 용 이더넷 스위치)에 물리적으로 접속된 포트 단위로 가입자 장치(네트워크 인터페이스 카드 또는 LAN 스위치 등)에 대해서 대역을 제한하는 방식으로 가입자를 이더넷 집선 스위치로 다단으로 집선할 경우 공평한 집선을 보장할 수 없다.

2)MAC 인증 대역 제한

가입자의 대역을 2 계층에서 관리하기 위해 가입자 포트별로 MAC Address수를 제한하여 가입자 대역을 관리한다. MAC 인증 방식은 스위치와 함께 가입자를 인증하는 인증서버로 구성되어있다. 가입자는 서비스를 접속하기 위해서 유저 ID, 패스워드, MAC 주소를 이용하여 가입자를 인증하고 서비스를 이용하도록 한다. 또한 인증절차 이후에도 프레임의 인증여부를 검사한다. 그림 2는 Radius서버를 이용한 인증 과정이다.

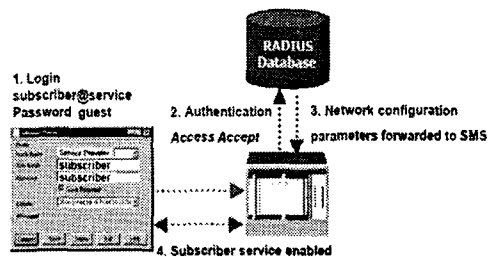


그림 5 RADIUS서버를 이용한 MAC 인증

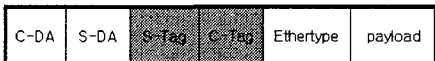
MAC 인증 대역 제한 방식은 사용 전 인증절차를 거쳐야하는 번거로움이 있으며, 집선 스위치에서 인증된 MAC을 Radius 서버와 연동해서 유저 관리를 하여야 하기 때문에 집선 스위치가 매

우 복잡해져 안정성이 떨어지게 된다.[3]

3) 가입자 구분 대역 제한

가입자를 구분하여 대역을 제한하는 방식은 여러 가지가 있을 수 있으나 여기서는 ETRI에서 제안한 IEEE 802.1ad 표준안에서 사용하는 Q-in-Q의 S-tag을 활용하여 가입자 식별 ID를 할당하는 방식에 대해 기술한다. 인증 서버를 통해 스위치 ID 및 포트별 가입자ID를 부여하며, 인증서버에서는 각 가입자 포트에 부여된 대역제한과 관련된 인증정보를 스위치의 프로세서로 전송한다. 이때 가입자는 별도의 인증과정을 거칠 필요가 없다.

Q-in-Q 프레임 형식



S-Tag 형식

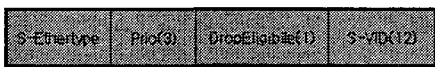


그림 3 Q-in-Q stacked VLAN 태그 필드

그림 4는 집선 스위치와 인증서버와의 연결을 나타낸 구성도이다. S-Tag를 이용한 스위치는 인증서버에서 스위치 ID와 포트별 ID를 할당 받아서 각 가입자의 ID를 생성 할당한다. 이때 인증서버에서는 가입자에게 할당된 대역제한 정보도 스위치에 제공하므로 각 스위치는 가입자에 따라서 다른 대역을 제공할 수 있다.[4]

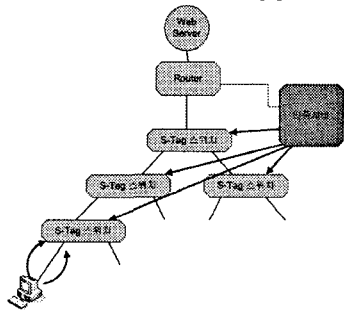


그림 4 가입자 ID할당 방식 구조

IV. 대역 제한 실험

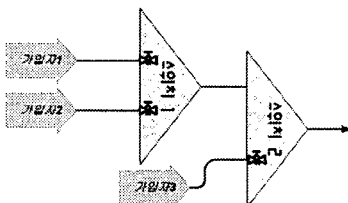


그림 8 실험모델

그림 5와 같이 실험모델을 구성하여 상기 언급한 대역제한 방법에 대하여 실험하였다. 그림 5에서 스위치 1 및 스위치 2의 입출력은 패스 이터넷이며 가입자 1, 가입자 2, 가입자 3 포트는 각각 50Mbps로 대역제한을 하고 스위치 1 출력은 대역제한을 하지 않는다(계층적 집선에서는 스위치 1의 출력도 적정하게 대역제한을 하는 경우도 있으나 여기서는 고려하지 않음). 결과에서 A 지점은 스위치 2의 출력이 100Mbps를 넘어서며, B지점 이후부터 Rate Limit가 동작한다.

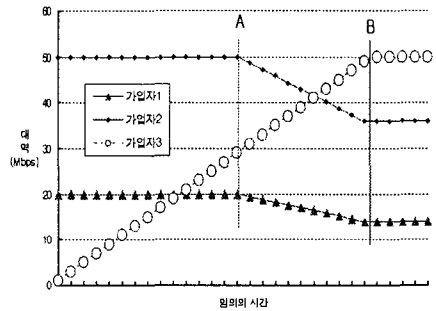


그림 6 포트 기반 대역 제한 실험결과

그림 6은 포트기반 대역 제한 방법의 실험결과이다. A지점을 지난 가입자 3의 대역이 30Mbps를 초과하여 50Mbps까지 증가할 때 가입자 3의 대역이 손실없이 증가함을 보이지만, 가입자 1과 가입자 2의 대역은 줄어들고 있음을 보여주고 있다. 특히 가입자 1의 경우 대역 제한보다 적은 20Mbps를 보내고 있음에도 불구하고 프레임 손실이 발생한다.

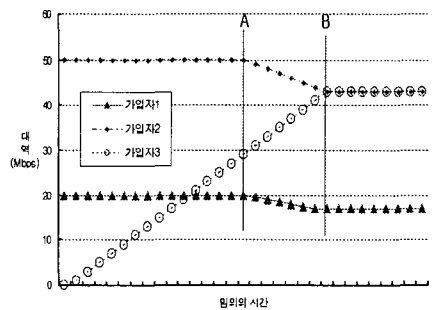


그림 10 MAC인증 대역 제한 실험결과

그림 7은 MAC인증 대역 제한 방법의 실험결과이다. A지점을 지난 가입자 3의 대역이 30Mbps를 초과하여 B지점 일 때 세 가입자 모두에게 대역의 감소가 발생함을 보여준다. 여전히 가입자 1은 대역제한 범위보다 적은 20Mbps를 보내고 있음에도 불구하고 프레임 손실이 발생한다.

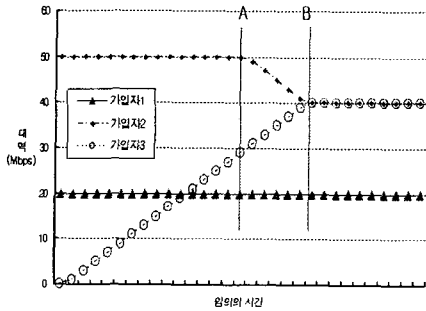


그림 11 가입자 구분 대역 제한 실험결과

그림 8은 가입자 구분 대역 제한 방법의 실험 결과이다. A지점을 지난 가입자 3의 대역이 30Mbps를 초과하여 B지점 일 때 가입자 2와 가입자 3의 대역이 감소 현상을 보였다. 여기서 가입자 1은 대역제한 범위보다 적은 20Mbps를 손실없이 보내고 있다.

포트기반 대역 제한 방법은 스위치 1과 스위치 2에서 서로 다른 스위치의 가입자 대역을 공평하게 집선하지 않는다. 공평하게 집선하지 않는 것으로 인해 가입자망의 대역 및 QoS 보장이 불가능함을 알 수 있다.

MAC인증 방식의 대역제한 방법은 스위치간의 서로 다른 가입자의 대역제한을 고려하지만, Uplink 포트에서 대역을 초과하는 경우 모든 사용자에게 대해서 동일한 비율로 대역을 감소시키고 있다. 이것은 가입자의 대역제한내의 공평한 집선이 되지 않는 것을 보여주고 있다.

가입자 구분 대역 제한 방식은 스위치간의 서로 다른 가입자의 대역제한을 고려하여 Uplink 포트에서 대역을 초과하는 경우 가입자별 대역제한을 추가로 실시(대역 감소)한다. 가입자의 대역은 서서히 감소하여 스위치 2의 Uplink가 100Mbps를 초과하지 않게 된다. 이것은 대역제한내의 공평한 집선이 되는 것을 보여주고 있다. 가입자 구분 대역 방식은 공평한 집선을 통해서 대역 보장의 가능성이 있음을 보여주고 있다.

V. 결 론

본고는 가입자망에서 사용되고 있는 대역제한 방법에 대해 실험을 통해서 분석하였다. 여기서 포트기반 대역 제한, MAC인증 대역제한, 가입자 구분 대역제한 방법을 계층 2 스위치를 이용해 실험 분석하였다.

포트기반 대역 제한 방식은 공평하게 집선되지 않아 대역 및 QoS 보장이 되지 않으며, MAC인증 방식은 공평하게 집선하려면 많은 보장이 필요함을 알 수 있었다.

가입자 구분 대역 제한 방식은 공평한 집선을 할 수 있기 때문에 대역 및 QoS 보장이 가능함

을 알 수 있다.

참고문헌

- [1] 이동수, BcN 유선 가입자망 기술 동향, ITFIND 주간기술동향 제1212호
- [2] '가입자망', white paper Internet KOREA 2003
- [3] Redback Networks, 'RedbackSMS Platform Overview', Redback Networks, 2004년
- [4] 송재훈, '가입자 구별을 위한 L2 패킷엔진 설계', 전자정보통신 학술대회, 2005년12월
- [5] Comtec, 'iRex26Ai 사용설명서', Comtec, 2006년 1월
- [6] Spirent, 'Test Methodology Journal', Spirent communication, 2005년
- [7] 한국인터넷진흥원, '2005년 하반기 정보화실태 조사', 2005년