트래픽 종류에 따른 Ethernet-PON 내의 OUN에서의 큐잉 알고리즘에 관한 연구

이 동 석 °, 이 순 화, 김 장 복
홍익대학교 전자공학과 통신연구실

A study of Queuing Algorithm on ONU of the Ethernet-PON according to the Traffic classes

Dong Soak Lee °, Soon Hwa Lee, Chang Bock Kim
Digital Communicaton Lab, Dept of Electronic Hong-ik university
E-mail : dong_suck@hotmail.com

요 약

고속 대용량의 통합된 정보를 전송하기 위한 기간망(backbone network)과 가입자망(access network) 사이에는 병목 현상에 따른 congestion 문제가 불가피하다. 따라서 증가하는 가입자측의 대역폭 수요에 따라 가입자측까지 광케이블의 연결을 현실화할 수 있는 기술로서 PON(Pasive Optical Network)구조가 대두되고 있다. 본 연구는 네트워크 시뮬레이션인 OPNET을 사용하여 기존의 망과 가장 호환이 용이한 ethernet 기술을 이용한 PON 구조의 상향링크에서 ONU내에 traffic 타입에 따른 큐잉 알고리즘을 적용하여 QoS(Quality of Service)를 보장하고자 한다.

I. 서 론

기존의 가입자계의 액세스 망은 음성과 저속 데이터 위주의 협 대역 서비스를 위한 교환기와 단말기 간의 동선을 이용한 단순한 음성 급 서비스가 주였다. 그러나 최근 VOD, CATV, HDTV 등과 같은 다양한 서비스가 폭발적으로 증가하고 있다. 인터넷 Traffic의 고속화, 방송과 통신서비스와의 융합화로 액세스 네트워크는 동선 기반에서 광 선로 기반으로 전환이 이루어지는 시기가 됐다.

현재 이러한 광 선로 기반의 액서스 망으로 주목받고 있는 구조는 PON(Passive access network)으로 ATM-PON, Super-PON, Ethernet-PON, WDM-PON이 있으며 , 현재 경제성 및 융통성을 가진 것으로 Ethernet-PON(EPON)이 주목받고 있다.

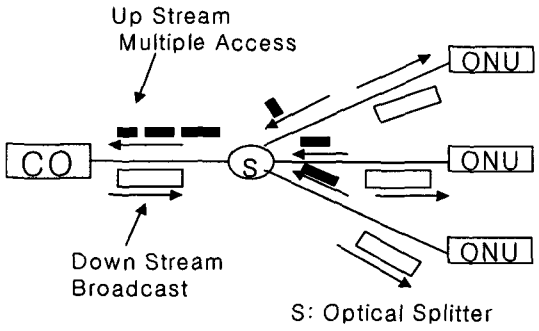
[표1]은 대표적인 PON 시스템들을 비교한 것으로 WDM-PON이 가장 좋은 성능을 가지는 것을 알 수 있으나 현실적으로 아직은 EPON이 적절한 구조로 생각되고 있다.

[표] PON 시스템들의 비교

	APON	EPON	WPON
transmission rate	downstream 155.52/622.08 upstream 155.52Mbps	1Gbps	1~10Gbps
max. divergence	32 channel	64 channel	over 64 channel
multiple access	TDMA	TDMA	WDMA

PON의 구조는 CO (central office)측인 OLT (Optical Line Terminal)와 가입자 쪽의 ONU (Optical Network Unit)가 'optical star' 구조로 연결되어있다.

다음의 [그림1]은 전형적인 EPON의 시스템 구조를 보여 주고 있다.



[그림1] Passive Optical Network

일반적인 PON구조에 있어서 OLT와 다수의 ONU들 사이에는 능동소자를 사용하지 않기 때문에 이에 따른 비용 절감 효과를 가지며 다수의 사용자들 사이에 광섬유를 공유하므로 케이블의 설치비용이나 공간에 있어서도 장점을 가진다고 할 수 있다. 또한 OLT와 다수의 ONU 사이는 Optical Branching Device를 통해 'point to multipoint' 로 연결되며 일반적인 PON 구조에서는 CO에서 모든 기능을 통제, 관리하여 ONU에서의 기능을 최소화하고 있다.[1]

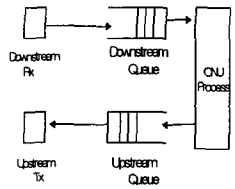
기간망에서 CO로 전송된 data는 'down stream'으로 각각의 ONU로 broadcast 되어지며 반대로 ONU에서의 CO로 전송되는 Data는 Multiple Access 과정을 통하여 전송된다. [2]

OLT에서 ONU까지 물리적인 최대 거리는 20Km이며 'passive optical splitter'와 같은 광분기소자의 최대 분기수는 32채널까지 가능하다. 이러한 구조에서 'down stream'의 경우는 packet 충돌이나 link를 공유해야 하는 문제가 발생하지 안으나 up stream의 경우 Multiple Access를 위해 여러 ONU들이 서로 하나의 link를 공유해야 하는 문제를 갖게 된다. 이러한 문제를 해결하고자 DBA (dynamic bandwidth Agreement)로 여러 ONU들의 Data를 서로 공평하고 효율적으로 CO로 전송해 주어야만 한다. [2]

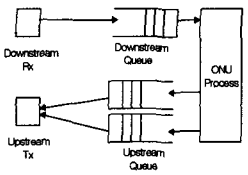
본 논문은 PON시스템의 큰 대역폭 수용능력에 따른 다양한 서비스의 제공으로 인하여 각 ONU에서 CO로 보낼 트래픽의 특성에 따라 Data를 2가지의 그룹으로 나누어 큐잉 알고리즘을 적용 할 것이며, 이에 따른 결과를 OPNET(네트워크 시뮬레이션)을 통해 분석해 보도록 한다. 따라서 DBA에 앞서 각 ONU들의 새로운 큐잉 알고리즘은 효과적인 up stream 전송에 도움을 줄 수 있음을 확인 한다.

II. 트래픽에 따른 큐잉 알고리즘

PON의 구조에 의해 가입자 측 에도 다양한 서비스의 요구로 비실시간 traffic (e-mail, 일반적인 data 등) 전송과 더불어 대용량의 실시간 traffic (음성, 실시간 video 서비스 등)전송 서비스도 가능해 지면서, 이러한 서비스들이 하나의 큐를 통해 혼재하여 서비스 되고 있는 상황이다. 따라서 실시간을 보장해 주어야 하는 트래픽 종류와 그렇치 안은 트래픽 두가지로 나누어 각 ONU에 2개의 'upstream queue' 로 분리 하여 사용한다.



[그림2] 기존의 ONU Model

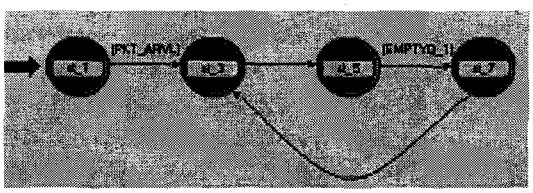


[그림3]트래픽종류에 따른 ONU Model

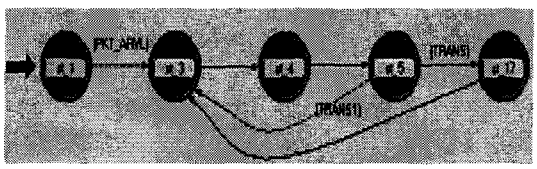
또한, 2개의 'up stream queue'는 번갈아 전송을 시도하나 실시간을 보장해 줄 필요가 없는 Queue에 들어온 각 Packet은 일정시간의 Limited Delay 후에 전송을 시도한다.

Traffic 타입에 따른 큐잉 알고리즘의 이점은 실시간을 보장해 줄 필요가 없는 Queue에 Packet이 전송 되지 않거나, Limited Delay Time 동안은 실시간 보장 서비스에 우선적인 처리 권한을 줄 수 있다는 점이다. 하지만 이러한 큐잉 알고리즘을 사용할 경우 기존의 방식에 비해 실시간을 보장해 주어야할 필요가 없는 서비스는 오히려 좋지 않은 결과 값을 예상할 수 있다.

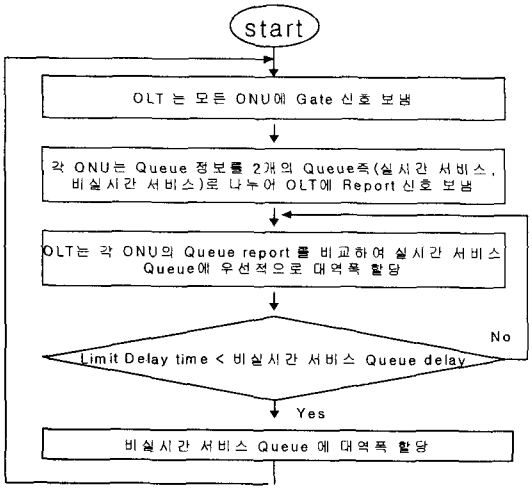
[그림4, 5]는 OPNET에서의 process model을 보여주고 있다.



[그림4] 일반 OPNET Process model



[그림5] 트래픽을 고려한 OPNET Process model



[그림 6] 제안한 대역폭 할당 흐름도

Ⅲ. 모의실험 및 성능 분석

본 논문의 실험은 ONU에서 CO로 전송 되는 traffic의 종류를 나누지 않은 큐잉 결과 값과 위에서 논의한 봐와 같이 2가지로 나누어 큐잉 알고리즘을 적용한 2가지 값을 비교하고자 한다.

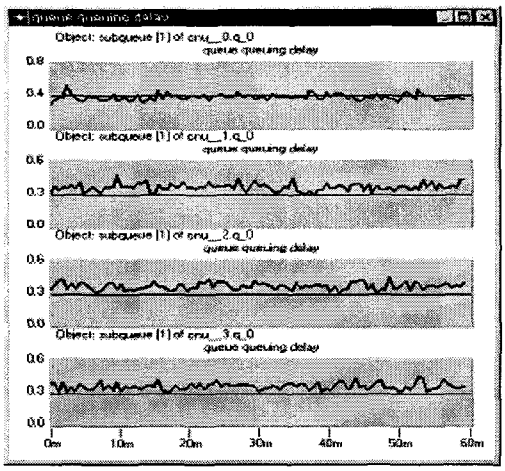
모의실험의 시스템 환경은 [표2]와 같으며, traffic model 은 결과값의 단순 비교를 위하여 traffic의 타입에 상관없이 같은 traffic 량으로 실험하였다. 실험조건의 경우 1시간 이내에서 수렴구간을 확인 할 수 있기 때문에 하루로 선택하지 아니 하였으며, 패킷의 도착간격과 패킷크기는 지수적 분포을 따른다. 또한 결과값은 평균값으로 확인하였으며, 큐에서 처리하는 속도는 EPON의 기준에 따라 상.하향 모두 1Gbps로 설정하였다.

[표] 모의실험의 시스템 환경

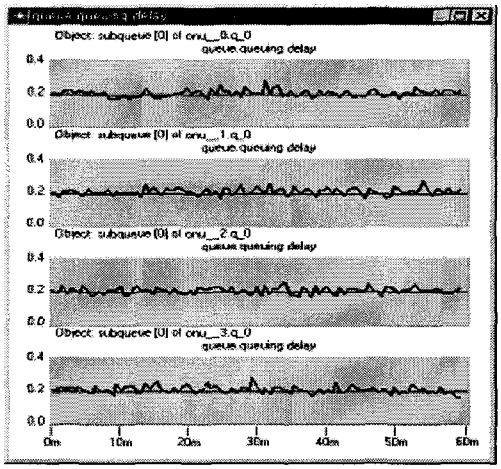
OS	Windows NT 4.0 Server
Tool	OPNET Modeler 7.0B
P C	RAM: 512 MB / Intel P-Ⅲ
Language	C++

또한 ONU의 수는 4개로 가정하고, OLT에서의 DBA는 일반적인 FCFS 방식으로 각 ONU의 data를 처리 하도록 하였다.

[그림7, 8]은 결과 parameter로 각 ONU의 queueing delay 값을 보여 주고 있음을 확인할 수 있다.



[그림 7] 비실시간 서비스 Up stream queue delay



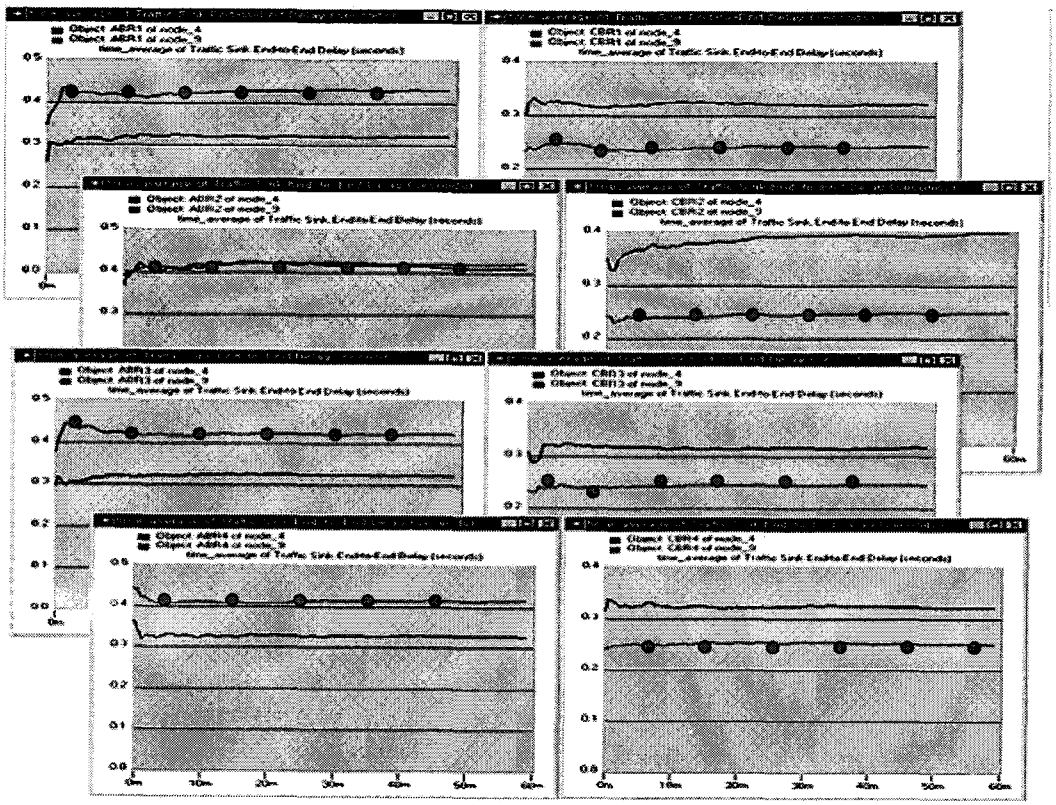
[그림 8] 실시간 서비스 Up stream queue delay

[그림 8]의 4개의 ONU에서의 delay값은 비실시간 서비스 delay에 비해 실시간 서비스 delay값이 상대적으로 낮음을 알 수 있다. [그림7]의 실시간을 보장해 줄 필요가 없는 큐의 경우 예상과 같이 상대적으로 높은 delay 값을 얻음을 알 수 있다,

기존의 큐잉 알고리즘을 이용한 PON 구조에서의 ONU에서 OLT까지의 'end-to-end delay' 값과 트래픽 타입에 따라 큐잉 알고리즘을 이용한 방식의 값의 비교를 아래 [그림9]에서 보여 주고 있다.

왼쪽 (4개의 onu)4개 그래프의 빨간 라인과 파란 라인은 비실시간 서비스Q와 OLT의 end-to-end delay값(red line)과 queue를 불리하지 않은 기

존 방식을 사용 했을 때의 end-to-end delay값(blue line)을 비교하고 있으며 오른쪽 4개의



[그림9] traffic에 따른 큐잉 방식과 기존 방식의 실시간 . 비실시간 서비스의 delay 비교(빨간선은 점선)

그래프는 실시간 서비스Q와 기존 방식 의 end-to-end delay에 대한 값을 비교하고 있다.

Ⅳ. 결 론

앞의 결과와 같이 실시간을 보장해 주어야 하는 서비스는 기존의 방식 보다 좋은 결과를 얻었으나 다른 종류의 traffic의 end-to-end delay는 기존의 결과보다 안 좋은 결과를 알 수 있다.

하지만 점점 늘어나는 실시간 서비스의 요구를 감안 하였을 때 상대적으로 실시간 서비스을 필요로 하는 traffic의 량이 늘어나면 위의 큐잉 알고리즘을 실질적으로 사용할 수 있을 것으로 보인다.

아울러, 위의 실험 결과는 실시간 보장의 서비스와그렇치 안은 서비스의 traffic 량을 같이 발생시킨 결과며, 미래의 서비스의 량이 실시간 보장 서비스 쪽으로 늘어날 경우 더 좋은 결과 값을 얻을 수있을 것으로 생각된다.

참고 문헌 (Reference)

[1]Tomoki OHSAWA and Morigisa MOMONA" A New Access control Scheme for Wide Mixed -media PON System" Optical/Hybrid Access Network,1993,5th Conference on, 7-9Sep 1993 Page(s): 3.03/01-3.03/06

[2]Tang Shan "EPON Upstream Multiple Access Scheme "Info-techand Info-net, 2001, Proceeding. ICII 2001-13 eijing 2001 Interational Page(s) :273-278 Vol.2

[3]이순화, 이동석, 김장복 "수동 광 가입자망 ONU에서 QoS보장을 위한 적응적 격리 공정 큐잉 알고리즘에 관한 연구"