

논문 2005-42TC-5-1

EPON에서 하향 데이터 트래픽의 대역폭 제한

(Bandwidth Limitation of Downstream Traffic of EPON)

구 자 환*

(Jahwan Goo)

요 약

가입자 망에서의 음성, 데이터 및 영상 등 복합 서비스를 위한 대역폭 요구를 충족시키기 위해서 연구 개발되는 EPON에 대한 전반적인 개요와 EPON의 전송 제어 방식인 MPCP에 대해서 간략하게 설명하고, EPON에서 하향 데이터에 대한 대역 제한에 대한 필요성과 하향 데이터 대역 제한을 하기 위한 방법을 제시 하였다

Abstract

This paper deals with the mechanism and control protocols required in order to reconcile the P2MP topology into the Ethernet framework. This paper specifies the multi-point control protocol(MPCP) to operate an optical multi-point network. Also it is applied to method of bandwidth limitation of downstream traffic

Keywords : EPON, MPCP, Bandwidth limitatin of Down Stream

I. 서 론

현재 가입자 망에서의 음성, 데이터 및 영상 등 복합 서비스를 위한 대역폭 요구를 충족시키기 위하여 EPON(Ethernet Passive Optical Network)방식의 연구 개발이 IEEE802.3모 EFM(Ethernet in the First Mile) Task Force를 중심으로 이루어 지고 있다.^[1]

망사업자의 중앙 국사에 OLT (Optical Line Termination)와 가입자 지역에 위치한 다수의 ONU/ONT(Optical Network Unit) / ONT(Optical Network Termination)들이 수동 소자인 스플리터를 이용하여 tree 모양의 물리적 분기 구조로 연결된 광 가입자 망 형태인 EPON에서 Ethernet 프레임을 기본 단위로 통신하는 방식으로서 기존의 브리지가 라우터에 별도의 프로토콜 변환 없이 Ethernet 방식으로 연결할 수 있어 IP/Ethernet 통신망을 그대로 사용할 수 있다

는 장점이 있다. EPON은 OLT와 ONU/ONT 간 tree 모양의 물리적 연결 특성으로 인해 외부 망에서 가입자로의 하향 전송 흐름은 점대다점(point-to-multipoint) 방식으로 OLT로부터 모든 ONU/ONT에 broadcast되나, 가입자로부터 외부 망으로의 상향 전송 흐름은 각 ONU/ONT간 점대점(point-to-point)방식으로 이루어지므로 분산된 각 ONU/ONT가 하나의 OLT에 충돌없이 데이터를 전송하기 위한 효율적인 매체 접근 제어(MAC) 기능을 요구한다.^[2] EPON에서 대역 접근을 위한 할당 방식에는 상향 대역 접근을 위한 할당 방식으로 동적 대역 할당 기법이 있다. 동적 대역 할당 방식(Dynamic Bandwidth Allocation)은 각 ONU/ONT가 자신의 대기 큐 상태를 전송 요구 메시지의 형태로 OLT에 전달하면 OLT가 요구된 대역 만큼 전송을 허락하는 방식으로 ONU/ONT들이 동적으로 상향 채널을 공유할 수 있어 채널 이용률과 전송 지연 측면에서 다중화 이득을 얻을 수 있다. 그러나, 현재 EFM 표준화에서는 하향 대역 접근을 위해서 하향 대역 할당에 대해서는 권고하지 않고 있다. 따라서, 가입자 측에서의 SLA(Service Level Agreement)를 보장해 주고 망 사

* 정회원, 서울통신기술 통신시스템연구소
(Communications Solution R&D Center, SEOUL
COMMTECH CO.,LTD.)
접수일자: 2004년9월13일, 수정완료일: 2005년5월12일

업자가 원할 한 서비스를 하기 위해서 하향 데이터 스트림에 대해서 대역 제한에 대한 필요성이 대두되고 있다. 이에 본 논문에서는 EPON의 전반적인 개요와 상향 데이터에 대한 전송을 제어하기 위한 방식으로 권고된 MPCP(Multi Point Control Protocol)에 대해서 개괄적으로 논하고, 하향 대역 제한에 대한 필요성 제기와 이를 해결하기 위한 방안에 대해서 논하고자 한다.

II. 본 론

1. EPON의 개요

OLT는 수동 분기기를 이용하며, 하향 신호용으로 1480~1500nm 파장 대역을 상향 신호용으로 1270~1360nm 파장 대역을 이용하여 점대다지점으로 구성하고 상/하향 각각 1.25Gbps의 대칭 채널을 지원한다. 점대다점 구조를 갖는 EPON에서의 상/하향 데이터 흐름은 그림 1과 같다. 중앙 국사에 위치한 OLT로부터 가입자 영역에 위치한 ONU/ONT로의 하향의 데이터 전송은 Broadcast방법을 사용한다. OLT가 하향으로 데이터를 전송하면 이 데이터는 스플리터를 통하여 연결된 모든 ONU/ONT에 Broadcast된다. 상향의 데이터 전송은 데이터 프레임 충돌을 피하기 위하여 TDMA(Time Division Multiple Access)방식을 따른다. 즉, OLT는 ONU에 하향으로 데이터를 전송할 수 있는 time slot을 할당하고, time slot을 할당 받은 ONU/ONT만이 상향으로 데이터를 전송할 수 있다.

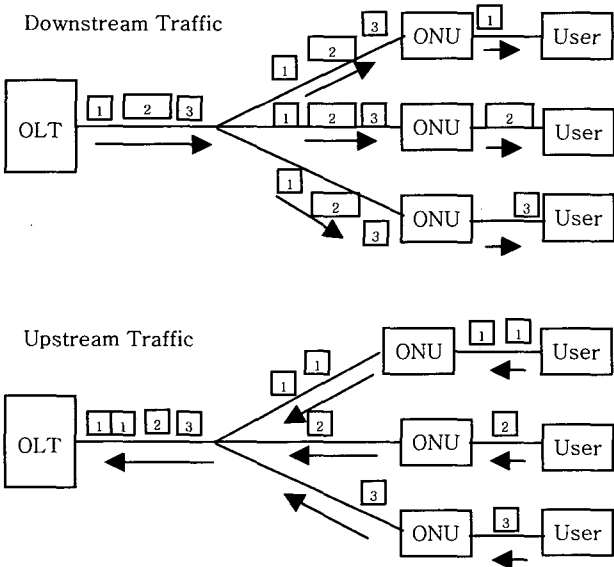


그림 1. EPON에서의 상/하향 데이터 흐름
Fig. 1. Data traffic of up and down stream.

2. MPCP 기본 기능

EPON의 OLT와 ONU/ONT간 기본적인 전송 프레임은 상위 계층으로부터 전달된 Ethernet 프로토콜인 IEEE802.3 MAC 프레임이다. 현재 IEEE802.3ah EFM Task Force에서 Ethernet MAC frame을 보존하면서, PON 전송을 제어하기 위한 방식으로 MPCP를 권고하고 있다. MPCP는 EPON 전송 제어 기능을 802.3 MAC 상위인 MAC control 계층을 두어 MAC 제어 프레임을 통해 ONU/ONT간 전송을 제어하는 전송 제어 프로토콜이다.

MPCP의 기본 기능에는 ONU/ONT간 대역 할당을 위한 대역 요구, 전송 허락, ONU/ONT 등록, Ranging 기능 등이 포함되고 이를 위한 제어 프레임으로 그림 2와 같이 GATE, REPORT, REGISTER, REGISTER_REQ, REGISTER_ACK 등이 정의되어 있다. MAC control 계층은 MAC 프레임의 전송을 활성화 또는 비활성화 시킴으로써, 전송상태를 제어 할 수 있는 기능을 가지므로, OLT는 한 순간에 하나의 ONU/ONT만이 MAC 전송이 활성화 될 수 있도록 MPCP 메시지를 전송하여 충돌 없이 상향 데이터 전송을 제어한다. OLT의 MPCP master는 자동 등록 기능, 상향 대역 할당

6	8	2	2	4	40	4
Da	Sn	Length	Type	Opcode	Timestamp	Data/FCS

Number of grants	1	# of queue set	1
Grant #1 Start Time	4	Report Bitmap	1
Grant #1 Length	2	Queue #0 Report	2
...
Grant #7 Start Time	4	Queue #7 Report	2
Grant #7 Length	2	Pad/Reserved	22
Syno Time	2		
Pad/Reserved	13		

GATE(Opcode = 0002)

REPORT(Opcode = 0003)

Flags	1
Pending Grants	1
Pad/Reserved	33

REGISTER_REQ(Opcode = 0004)

Assigned Port	2	Flags	1
Flags	1	Echoed assigned port	2
Syno Time	2	Echoed Syno Time	2
Echoed pending grants	1	Pad/Reserved	35
Pad/Reserved	34		

REGISTER(Opcode = 0005)

REGISTER_ACK(Opcode = 0006)

그림 2. MPCP 프레임
Fig. 2. MPCP Frame.

기능등에 대해 MPCP 메시지를 생성하여 MAC 제어 계층을 통해 ONU/ONT에 전달하는 기능을 수행한다.

ONU/ONT의 MPCP slave는 OLT에서 수신된 전송 제어 정보를 기반으로 MAC 프레임 전송을 활성화 또는 비활성화 시키거나, 등록 요구 메시지에 반응한다.

ONU/ONT와 OLT사이의 상향 데이터 전송 제어는 ONU/ONT의 전송 대기 큐 길이를 REPORT 메시지를 통해 전송하고 OLT가 전송을 허락하는 GATE 메시지를 전송함으로써 이루어 진다. ONU/ONT는 GATE 메시지를 수신하면 허락된 시간 만큼 MAC을 활성화 시켜 데이터를 전송하기 시작한다.

3. 하향 데이터에 대한 대역 제한 필요성

IEEE802.3ah EFM Task Force에서는 ONU/ONT에서 OLT로의 상향 데이터 전송 제어만 권고 되어 있고 하향 데이터 전송 제어는 권고 되어 있지 않다. 점대다점 방식의 EPON에서는 하향 데이터는 스플리터를 통해서 broadcast 방식을 사용하므로 각각의 LLID (Logocal Link ID)에 대한 하향 데이터에 대한 대역 제한이 가능하지 않다.

ONU/ONT에 서로 다른 가입자들이 하나의 ONU/ONT MAC으로 음성, 영상 및 데이터 서비스를 받을 경우, 망사업자로부터 선택한 서비스보다 더 많은 대역폭으로 데이터를 내려 받을 경우 OLT는 어떤 가입자가 선택한 서비스보다 더 많은 데이터를 내려 받을지 알지 못한다. 이에 가입자 측에서의 SLA를 보장하고 서로 한정된 대역폭을 같이 공유하기 위해서 하향 데이터에 대해서 대역 제한에 대한 필요성이 예상된다.

4. 하향 데이터 제어 알고리즘

본 논문에서는 OLT에서 ONU/ONT의 하향 데이터를 제어하기 위한 알고리즘을 제안한다.

OLT에서 ONU/ONT를 각각의 LLID별로 제어하기에는 다음과 같은 문제점이 발생한다.

OLT가 ONU/ONT를 auto discovery로 등록하면서 부여하는 LLID가 ONU/ONT마다 고정된 값을 가지는 것이 아니라 discovery될 때 마다 LLID를 부여하므로 등록 요청시 하나의 ONU/ONT의 LLID 부여가 서로 다를 수 있다. 즉, OLT가 ONU/ONT를 제어할 때 각각의 LLID에 대해서 제어를 한 후 다시 ONU/ONT를 재등록시 LLID가 변경되면 원하고자 하는 ONU/ONT를 제어하지 못하는 경우가 발생한다. 이에 본 논문에서는 ONU/ONT를 제어하는 조건을 LLID를 참조하지 않고

LLID에 부여된 ONU/ONT의 Source MAC Address를 참조해서 제어하는 것으로 제안한다. 즉, 점대점 방식같이 운영자가 Physical Port로 관리하듯이 제어를 하면, EPON OLT MAC에서 그 Physical ID에 대한 LLID로 매핑해서 그 해당하는 ONU/ONT로의 제어를 가능하게 한다.

1. OLT에서 ONU/ONT의 등록 시 전송되는 ONU/ONT의 Source MAC Address를 보고 하향 데이터에 대해서 대역 제한 기능 제공
2. OLT에서 ONU/ONT로의 하향 데이터를 대역 제한 없이 보내주고 ONU에서 각각의 가입자로의 하향 데이터에 대한 대역 제한 기능 제공

1과 같은 경우는 FTTH 솔루션에 적합하고, 2번 같은 경우는 FTTB/FTTC 솔루션에 적합하다. 그러나, 2와 같은 경우에는 ONU/ONT의 각 가입자 별로 대역 제한 기능을 제공하기 위한 별도의 메시지가 정의되어야 한다. 이에 이 메시지를 MPCP 메시지로 재 정의한다.

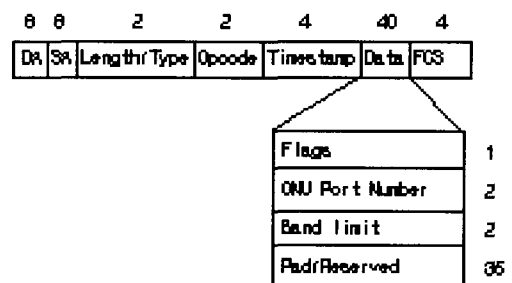


그림 3 제안한 MPCP 프레임 포맷
Fig. 3. Proposed MPCP frame format.

- DA : Destination MAC Address
- SA : Source MAC Address
- Length/Type : 8808(MPCP)
- Opcode : 7(제안한 band limit용 opcode)
- Flags : 1byte의 길이를 가지는 Flag
- ONU/ONT의 가입자 포트에 대해서 band limit를 실행할 것 이지를 결정하는 인자
- value : 0(disable) 1(enable)
- ONU/ONT Port Number : 2 bytes의 길이를 가지는 ONU/ONT 가입자 포트
- band limit : 2 bytes의 길이를 가지는 ONU/ONT 가입자 포트에 대한 하향 데이터에 대한 대역 제한 대역폭

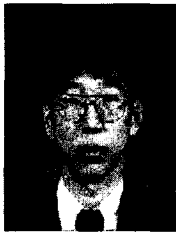
IV. 결 론

본 논문에서는 EPON 시스템에서 하향 데이터에 대한 대역폭 제한에 대한 필요성에 대해서 논하고 이를 해결하기 위한 방법으로 OLT에서 ONU/ONT의 SA (Source MAC Address)를 제어의 파라미터로 사용해서 가입자 관리를 하며 이에 OLT에서 하향 데이터에 대한 대역 제한 기능과 ONU/ONT에서 ONT에 제어를 받아 대역 제한을 하는 두 가지 경우에 대해서 논하였고 ONU/ONT에서 대역 제한을 하기 위해서 MPCP 메시지를 추가하였다. 따라서, 추가된 MPCP 메시지에 대한 합당성에 대한 논의가 필요할 것으로 보인다.

참 고 문 헌

- [1] TTA 저널 75호, 84-90쪽
- [2] IEEE Draft P802.3ah/D3.3 April 19, 2004.

저 자 소 개



구 자 환(정회원)

1995년 경북대학교 전자공학과 학사 졸업.

1997년 경북대학교 전자공학과 석사 졸업.

<주관심분야 : 통신 >