

支持突发接入模式 EPON 下行传输方案

陈希¹ 范红²

摘要

分析了支持突发接入模式的 EPON 在下行传输中业务流特性的变化问题,提出了在下行传输时 OLT 向 ONU 分解转发帧的传输方案.通过对下行带宽资源实行基于优先级的调度,减少因数据帧到达的突发性对某些高优先级的数据帧的影响;利用滑动窗控制每个 ONU 的数据帧到达速率,解决大量数据帧到达造成 ONU 处理负荷过重的问题.利用 OPNET Modeler 仿真平台建立网络模型并进行仿真,验证了方案的可行性.

关键词

以太无源光网络;光突发接入;下行传输

中图分类号 TN913.7;0441.4

文献标志码 A

收稿日期 2012-02-07

资助项目 江苏省科技创新与成果转化(重大科技支撑与自主创新)专项引导资金项目(BY2010101)

作者简介

陈希,女,硕士,助教,主要研究通信传输方案与协议. chenxi_jstvu@hotmail.com

1 江苏城市职业学院 信息工程系 南京, 210019

2 南京邮电大学 光电工程学院 南京 210046

0 引言

OBS(Optical Burst Switching,光突发交换)网络被认为是下一代核心光网络技术,EPON(Ethernet Passive Optical Network,以太无源光网络)是实现 FTTx(Fiber-to-the-x,光纤接入)的一种最佳方案,核心交换网与用户接入网的互连是不可避免的.接入网与 OBS 网络的边缘节点连接,OBS 交换网将完成不同接入网用户业务之间的交互.以突发接入模式将 EPON 接入到 OBS 网络上,一方面可以充分利用 EPON 的高带宽特性^[1]和 OBS 网络的高速交换特性^[4],实现信息网络向更高速方向发展;另一方面两者的结合能为下一代网络实现端到端的全光传输提供一个解决方案^[3].

然而,以突发接入模式将 EPON 接入到 OBS 网络上也存在着一些问题.支持突发接入模式的 EPON 在下行传输时,OLT(Optical Line Terminal,光缆终端设备)向 ONU(Optical Network Unit,光网络单元)转发突发包时会出现由于数据帧到达的突发性会使下行带宽耗尽,造成某些优先级高的数据帧被延误的可能,某些 ONU 也可能因为短时间内大量数据包到达而无法及时处理.

本文提出 EPON 在下行传输时 OLT 向 ONU 分解转发帧的传输方案:以多队列对不同优先级的数据帧进行调度,利用滑动窗口技术解决数据包突发到达溢出,为了对该方案进行评估,建立网络模型并进行仿真,验证了该方案的可行性.

1 EPON 网络与 OBS 节点互联

EPON 网络和 OBS 网络都是基于分组交换的网络^[2],具有相似的传输特性. EPON 网络的上行传输是基于时分复用动态带宽分配^[5-7],与 OBS 网络的突发组装特性的突发控制包和突发数据包^[4]有相似之处.在功能上,EPON 网络是接入网,OBS 网络是核心网,两者的互联可以实现端到端的全光传输.由此可见,EPON 网络与 OBS 网络的互联将成为今后的发展趋势,同时也必将成为研究的热点^[8].

目前,已提出的互联方式是 EPON 网络的光缆终端设备(OLT)连接到 OBS 网络的边缘节点^[6],如图 1 所示. OBS 边缘节点将部分汇聚功能前移到 ONU 处,结合上行动态带宽分配,使突发包组装能够在 ONU 完成并上传.这样可以减少突发包的延时,并最终降低端到端的数据帧延时.

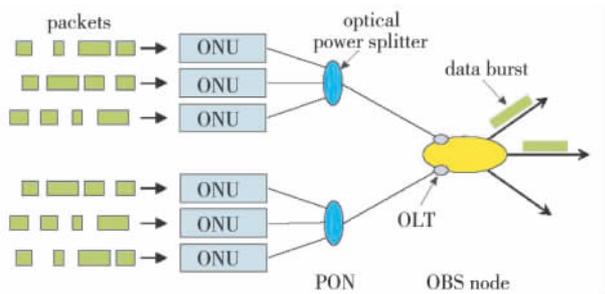


图1 EPON的OLT连接到OBS的边缘节点

Fig. 1 OLT for each EPON connected to the OBS node

但是这样也会对 EPON 下行传输产生不利. 由于支持突发接入模式, 大大加剧了突发数据包中数据帧相互间的相关性. EPON 的下行带宽会因为某一 ONU 的突发包集中到达而被短时间耗尽, 使其他 ONU 的较高优先级帧得不到及时传递. 另一方面, 由于突发包拆包可能导致在某个时间段中 OLT 集中向某个 ONU 转发数据帧, 从而造成该 ONU 的处理负荷激增. 如果因此而增加给每个 ONU 的配置, 则一方面会增加 ONU 成本, 另一方面也会因利用率不高而造成资源的浪费.

2 支持突发接入模式 EPON 中下行带宽资源的调度

为了能够保证高优先级的数据帧能够优先得到服务, 而不受其他优先级的影响, 提出了基于多队列的优先级调度方案, 在 802.3 帧中加入表示优先级的标记, 当 OLT 向 ONU 侧分解转发时, 根据优先级的不同分成高、中、低三个不同优先级的队列. 每次传输均从高优先级队列开始服务, 当高优先级队列为空时, 扫描并服务中优先级队列, 当中优先级队列为空时, 扫描并服务低优先级队列. 同一优先级队列的服务仍遵循 FIFO 原则.

为了解决在 OLT 向 ONU 侧分解转发时, 某一 ONU 的带宽在短时间内被耗尽的问题, 提出使用滑动窗口技术, 控制每一 ONU 的数据帧到达速率. 例如, 在某一观察时间(滑动窗口)内 OLT 向某一 ONU 连续转发的数据帧大于上限值时, 将暂停对该 ONU 的转发帧服务, 直到这个值降低到下限值时, 再重新恢复对该 ONU 的转发服务. 这样, 可控制每个 ONU 的数据帧到达速率, 改善 ONU 的处理负荷.

3 建模与仿真分析

首先给出建模的前提: 以突发包和普通数据帧

的优先级为转发顺序依据, 并设突发包内数据帧为同一优先级. OBS 边缘节点到 OLT 的传输速率为 2.5 Gbit/s, OLT 下行传输速率为 1 Gbit/s, 下行带宽为 850 Mbit/s. 本文主要建立 EPON 网络的模型, 下行传输的数据使用的是具有突发特征的数据流.

为了模拟基于 ONU 汇聚组装的某些突发包, 在突发包产生过程中, 定时生成一个特殊的突发包, 该突发数据包中都是同一优先级的数据帧并且其目的地址都是同一 ONU, 在 OPNET Modeler 仿真软件中将该 ONU 命名为 onu7. 在 OLT 节点下行转发机构中构建三个子队列, 以实现对不同优先级数据的操作, 同时设置一个计数器, 以记录发往同一 ONU 的数据帧连续到达的个数, 从而达到控制 ONU 的数据帧到达速率. ONU 节点设置统计量, 包括每个 ONU 侧收到数据帧的总量、溢出量、队列长度以及各优先级队列的时延的最大值等, 以便于分析仿真结果.

为保证各仿真结果有效并趋于稳定, 可将仿真时间设为 20 s.

图 2 是基于简单 FIFO(First Input First Output, 先入先出) 调度时各优先级的最大包时延的结果, 显然, 三个优先级的最大时延没有明显的差别. 图 3 是多队列调度时各优先级的最大包时延的结果, 三个优先级的最大时延有明显的差别, 高优先级平均时延很小仅为约 600 μ s, 中优先级也明显变小约为 2 ms, 而低优先级包平均时延有所增加, 约为 40 ms.

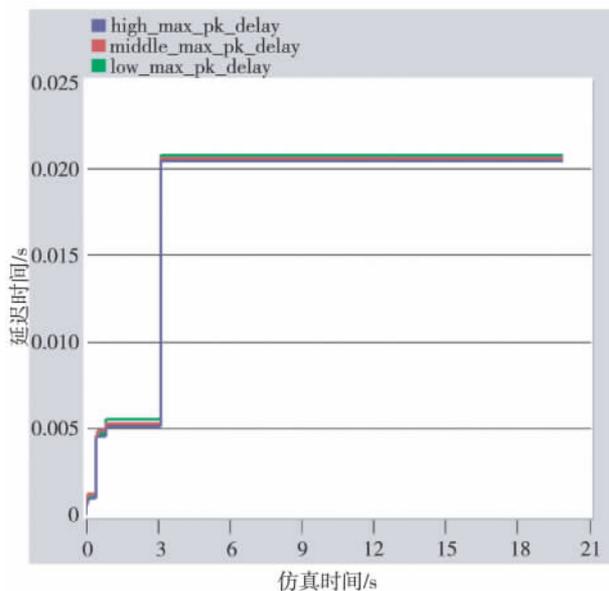


图2 简单 FIFO 调度时各优先级最大包时延

Fig. 2 Time delay for maximum data frames with FIFO scheduling

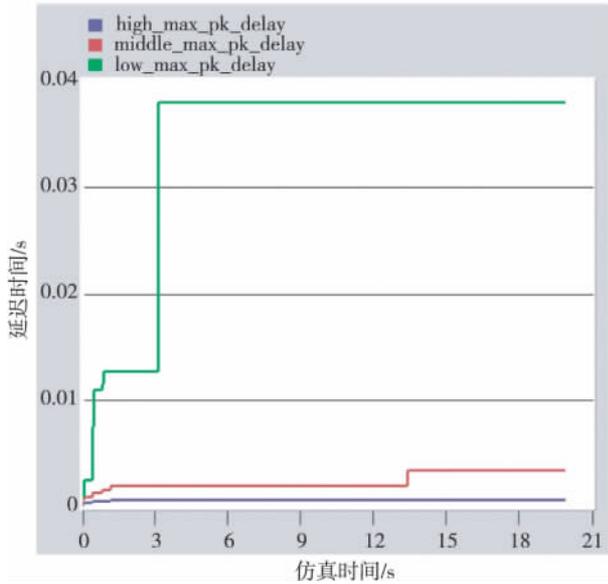


图3 多队列调度时各优先级最大包时延
Fig.3 Time delay for maximum data frames with scheduling based on priority

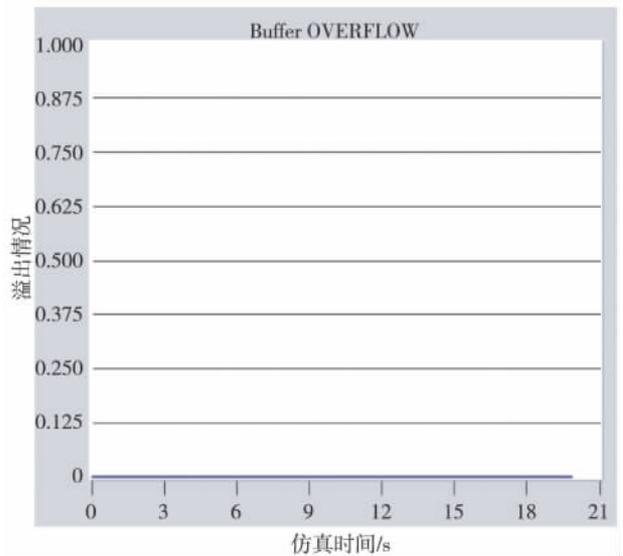


图5 使用滑动窗口后数据包的溢出情况
Fig.5 Overload of data frames with sliding windows

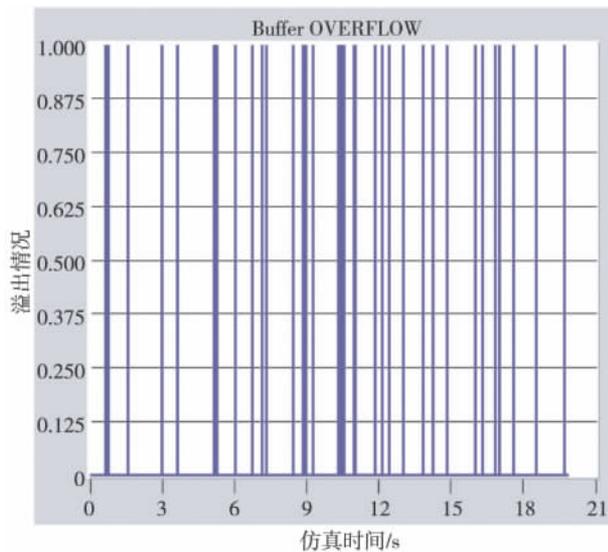


图4 未使用滑动窗口数据包的溢出情况
Fig.4 Overload of data frames without sliding windows

图4与图5是onu7(在OPNET Modeler中建立的一个光网络单元)缓存队列溢出情况的对比,数值为1代表有溢出,数值为0代表无溢出.通过比较,可以明显说明滑动窗口对ONU缓存队列数据帧溢出情况的改善能力,使用滑动窗口后,onu7的数据帧长度始终在12 500 bit以内,没有数据帧的溢出.基于滑动窗口的流量控制对于避免ONU处出现过高的处理负荷是有明显效果的.

4 结论

以突发接入模式将EPON接入到OBS网络可以充分利用各自优点,最终实现端到端的全光传输.本文分析了支持突发接入模式的EPON在下行传输中由于业务流特性变化带来的若干问题,提出了在下行传输时OLT向ONU分解转发帧的传输方案.通过对下行带宽资源实行基于优先级的调度,减少因数据帧到达的突发性对某些高优先级的数据帧的影响;利用滑动窗控制每个ONU的数据帧到达速率,解决大量数据帧到达造成ONU处理负荷过重的问题.为了对该方案进行评估,利用OPNET Modeler仿真平台建立网络模型,对所提方案进行了仿真,验证了方案的可行性.

仿真结果表明,根据支持突发接入模式EPON突发数据特征所设计的下行传输时OLT向ONU分解转发帧的传输方案,能够较好地适应其数据特征,使突发包的等待时延以及ONU处理负荷过重的问题得到明显改善.相信不久的将来,支持突发接入模式EPON将有更加广阔的应用前景.

参考文献

References

[1] 吴江.基于PON技术的宽带接入网及其应用[J].数字技术及应用 2011(8):25-27
WU Jiang. PON-based broadband access network technology and its application [J]. Digital Technology & Application 2011(8):25-27

- [2] 曹祥风. EPON 关键技术及其展望 [J]. 信息通信, 2009(2): 39-40
CAO Xiangfeng. EPON primary technology and prospect [J]. Information & Communications 2009(2): 39-40
- [3] 邱殿兵. EPON 关键技术分析 [J]. 福建电脑 2008 24 (6): 42-43
QIU Dianbing. EPON primary technology analysis [J]. Fujian Computer 2008 24(6): 42-43
- [4] 李宝 孙强. 一种在 EPON 中快速面向包调度的服务分级机制 [J]. 光纤与电缆及其应用技术 2007(3): 31-33
LI Bao SUN Qiang. A fast class-of-service oriented packet scheduling scheme for EPON [J]. Optical Fiber & Electric Cable and Their Applications 2007(3): 31-33
- [5] Hussain S ,Fernando X. EPON: An extensive review for up-to-date dynamic bandwidth allocation schemes [C]. Canadian Conference on Electrical and Computer Engineering 2008: 000511-000516
- [6] Lamb L D. Status and evolution of EPON: From IPTV today to 10 Gb/s and beyond [C]. European Conference on Optical Communications 2006: 1-2
- [7] 北京邮电大学电信工程学院. 光突发交换(OBS) 技术渐露峥嵘 [EB/OL]. (2006-02-27) http://www.net130.com/CMS/Pub/special/special_switch/2006_02_28_50207.htm
School of Telecom Engineering ,Beijing University of Posts and Telecommunications. Optical Burst Switching (OBS) technology develops rapidly [EB/OL]. (2006-02-27) http://www.net130.com/CMS/Pub/special/special_switch/2006_02_28_50207.htm
- [8] Li C Y ,Wai P K A ,Li V O K. Optical burst switching with burst access mode passive optical networks [C] // Proceedings of the 15th IEEE Workshop on Local & Metropolitan Area Networks 2007: 54-59

A downstream transmission scheme of optical burst switching in ethernet passive optical networks with burst access mode

CHEN Xi¹ FAN Hong²

1 The Department of Information Engineering ,The City Vocational College of Jiangsu ,Nanjing 210019

2 School of Opto-Electronic Engineering ,Nanjing University of Posts and Telecommunications ,Nanjing 210046

Abstract The data flow characteristics in downstream transmission of Ethernet Passive Optical Network (EPON) , which is integrated with burst access mode are analyzed in this paper and a downstream transmission scheme based on optical burst switching is proposed hereby. The bursting arrival of data frames from Optical Line Terminal (OLT) will fully occupy the downlink bandwidth ,thus delay the transmission of data frame with higher priority ,and overload the Optical Network Unit (ONU) . The influences of burst arriving data frames on the transmission of higher-priority data frames can be reduced through scheduling the downlink bandwidth resources based on priority. The sliding windows are used to regulate the arrival rate of each ONU data frame to relieve the overload of ONU processing. The transmission scheme is simulated and evaluated on OPNET Modeler. The results verify the feasibility of the scheme.

Key words EPON; optical burst access; downstream transmission