

Ethernet-PON QoS 实现方案*

何兴¹, 范红², 朱运勃³

(1. 安徽移动通信有限责任公司 网管中心, 安徽 合肥 230001;

2. 南京邮电学院 光信息技术系, 江苏 南京 210003;

3. 东南大学 无线电工程系, 江苏 南京 210096)

摘要:以 Ethernet 为基础的无源光网络(Ethernet-PON)是未来实现带宽、多业务综合接入的重要技术手段,如何提供服务质量(QoS)保证是EPON 接入的核心技术之一。首先分别介绍EPON 技术和轮询算法、业务分级,然后对基于轮询算法和业务分级的动态带宽分配进行探讨,并对解决 Ethernet-PON 的 QoS 问题进行分析研究。

关键词:轮询算法; 业务分级; 以太无源光接入网; 服务质量

中图分类号:TN919.25 文献标识码:A 文章编号:1004-5694(2003)03-0037-04

Study on the Broadband Passive Optical Access Network Based on Ethernet

HE Xing¹, Fan Hong², ZHU Yun-bo³

(1. Anhui Mobile Communication Company, Network Center, Hefei 230001, P. R. China;

2. Department of Optical Information Technology, NJUPT, Nanjing 210003, P. R. China;

3. Department of Radio Engineering, Southeast University, Nanjing 210096, P. R. China)

Abstract: Passive Optical Network based on Ethernet (Ethernet-PON) is a very important technology to realize the broadband and integrated service access in the future. How to ensure high QoS is one of key EPON technologies. This paper analyzes the method of realizing dynamic bandwidth allocation based on polling algorithm and DiffServ and discusses the QoS of Ethernet-PON.

Key words: polling algorithm; DiffServ; Ethernet-PON; QoS

0 引言

随着 Internet 的高速发展,用户对网络带宽的需求不断提高,各种新的带宽接入技术已成为目前研究的热点。正是在这种背景下,IEEE 于2000 年底成立了EFM 工作组(ethernet in the first mile study group),试图引入一种新的接入技术标准——Ethernet PON (或 Ethernet over PON, 以下简称 EPON)。其基本做法是在与 APON 类似的结构和 G. 983 的基础上,保留物理层 PON,而以以太网代替 ATM 作为数据链路层协议,构成一个可以提供

带宽更大、成本更低和业务更宽的新结合体 EPON。传输实时语音和视频业务要求传输时延既恒定又很小。由于以太网技术的固有机制,不提供端到端的包时延、包丢失率以及带宽控制能力,因此难以支持实时业务的服务质量。如何确保实时语音和 IP 视频业务,在一个传输平台上以较高的 QoS 性能分送到每个用户,是一个亟待解决的问题。

1 EPON 的工作原理

在 EPON 中,上下行传送采用不同的技术,下行采用 TDM,上行采用 TDMA,如图 1 所示。在下行数

* 收稿日期:2002-10-30

基金项目:江苏省教育厅基金资助项目(01KJD510008)

作者简介:何兴(1977-)男,安徽芜湖人,工程硕士研究生,主要从事基于 PON 的 Ethernet 接入的研究。

据流中,OLT 根据 IEEE802.3 协议,将数据可变长度的数据包广播传输给所有在 PON 上的 ONU,每个包携带一个具有传输到目的地 ONU 标识符的信头。此外,有些包可能要传输给所有的 ONU,或者指定的一组 ONU。当数据到达 ONU 时,它接收属于自

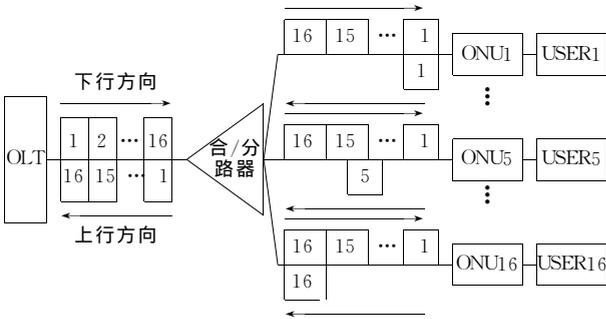


图1 EPON数据流示意图

Fig.1 Data Stream Traffic in EPON

己的数据包,丢弃其它的数据包。上行数据流使用 TDMA 技术,将多个 ONU 的上行信息组织成一个 TDMA 信息流传送到 OLT。在 TDMA 技术中将合路时隙分配给每个 ONU,每个 ONU 的信号在经过不同长度的光纤(不同的延时)传输后,进入光分配器的共用光纤,正好占据分配给它的一个指定时隙,以避免发生相互碰撞干扰。

2 轮询算法的简单介绍

在这里考虑通过一种轮询机制来实现不同的 ONU 之间的带宽分配,为了简便起见,建立了只有 3 个 ONU 的简化模型,如图 2 所示。假定忽略冷启

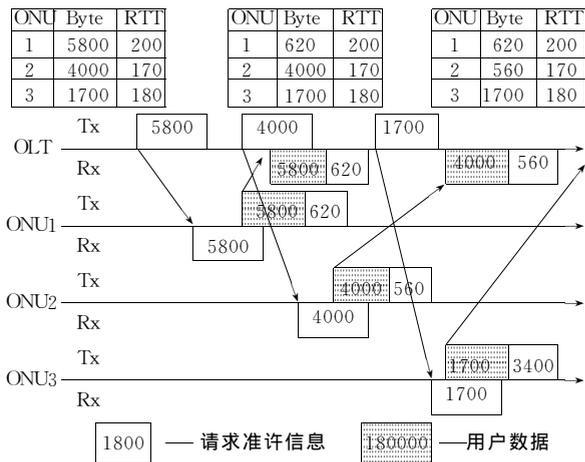


图2 上行接入轮询机制工作过程

Fig.2 Upstream Access Polling Process

动及初始注册过程,在初始时刻,3 个 ONU 已注册

并分配了 PON-ID,在 OLT 中已建立了轮询表,知道 ONU 缓存区内待发送的数据大小和往返时间 (round trip time)。OLT 向 ONU1 发送 5800 字节的授权,ONU1 收到授权,在分配的窗口中发送数据。ONU1 同时不断接收用户数据,存入 ONU1 的缓存区中,在发送完 5800 字节时刻,缓存区的字节数作为下一循环的请求,附加在传输窗的末尾。由于 OLT 知道 ONU 缓存区数据的大小和往返时间,从而可以计算出各 ONU 数据到来时刻。此外还需考虑在 ONU 上行数据之间加上保护时间 (guard time),以防止数据碰撞,一般可取为 $5 \mu s$ 。OLT 接收到 ONU1 的数据与新的发送请求,更新轮询表。其他 ONU 也同样操作,直至下一循环,从而实现了基于轮询的带宽分配方案。如果已注册的 ONU 缓存区无数据可发送,则请求为 0 字节,在下一轮循环中,ONU 不发送数据,但还保留发送请求的能力。

3 业务分级 (DiffServ)

DiffServ 基本机制是在网络的边缘路由器上根据某一业务的服务质量要求将该业务映射到一定的业务类别中,随后利用 IP 分组中的 DS 字段唯一地标志这一业务所需的服务类别,网络中各个节点将依据该字段对各种业务类别采取预先设定好的策略,保证相应延时、传送速率和抖动服务质量参数。

DiffServ 模型采用了 IPv4 头的服务类型 (ToS) 字段 (IPv6 的 traffic class 字段) 作为 DS 标记字段。当 IP 数据流进入 DiffServ 网络时,边缘路由器标记该 DS 字段,由此将 IP 包分为不同的服务类别,而网络中的核心路由器在收到该 IP 包时,则根据该 DS 字段所标识的服务类别放入不同的队列,即给予不同的每一跳行为 (PHB),对同一服务类别进行的标准化的组合就构成了 PHB 组,目前定义了 4 种 PHB:尽力而为 PHB、加速转发 PHB (EF PHB)、可靠转发 PHB (AF PHB) 和类别选择 PHB (class selector PHB)。

如上所述,DiffServ 模型重新利用了 IPv4 头中的 ToS 字段 (共 8 bit) 作为 DS 字段,其中 6 字节有效,称为 DSCP 字段,另外 2 bit (CU 字段) 保留。DSCP 称为 DiffServ 编码点,是分组承受服务质量的唯一标志。

为了在以太网标准 IEEE802.3 的帧格式中实现 DiffServ 服务质量保证,就要求把 DSCP 字段映射到 Ethernet 帧格式中去。Ethernet 帧格式的 802.3 头域是数据字段的一部分,含有高层协议嵌入数据字段的信息,因此可以将 DiffServ 体系中的 DSCP 字段映射到 Ethernet 帧的 802.3 头域,从而在 Ethernet 帧中实现 DiffServ 差分服务质量保证,即在链路层上实现 QoS 保证,如图 3 所示。为支持 DiffServ 的 Ethernet 帧格式,在 Ethernet 帧格式的 802.3 头域

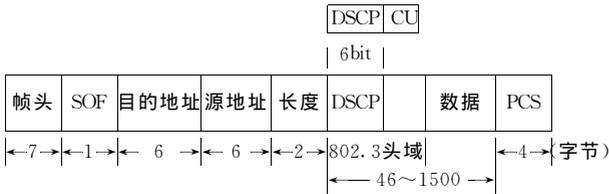


图3 支持DiffServ的Ethernet帧格式

Fig. 3 The Frame of Ethernet that Supports DiffServ

中增加 6 个字节的 DSCP 映射,在接收方,通过检测其中 DSCP 字段,处理该 DiffServ 编码点,在链路层由 Ethernet 协议实现差分服务质量保证。

4 基于轮询算法和业务分级的 EPON 上行 QoS 方案

Ethernet 协议支持的 DiffServ over EPON 的基本原理是:按照 DiffServ 模型将以太接入网实现变成一个具有 DiffServ 业务能力的网络,其中 ONU 具有 Ethernet 协议功能,能实现业务分级、转发以及 Ethernet 帧的识别,据此调整不同优先级的 Ethernet 帧在 ONU 缓存中的位置,由此决定其发送的顺序。当 EPON 接入网的 ONU 接到来自用户的 Ethernet 帧时,首先根据 DS 字段中的 DSCP 值进行判断,对于不同的优先级,DSCP 值可对应不同的标签值,该标签值是 Ethernet 帧在缓存区中位置排列的依据。标签值相同,则依照 FIFO 原则进行缓存,等待上传给 OLT;标签值不同,则级别高的往前缓存,优先上传给 OLT。

ONU 在向 OLT 请求信息时,不仅发送缓存中等待发送的数据帧大小,还要将数据帧对应的标签值信息发送给 OLT。OLT 在轮询分配带宽时,将综合数据帧的大小和其优先级来动态地分配带宽,以确保实时性要求高的语音、图像等业务的服务质量。

OLT 的 MAC 控制器根据 ONU 的请求情况分配授权。带宽分配通过类似于环形队列的存储区域实现,环形 RAM 的每个存储单元对应一个授权。MAC 控制器从环形 RAM 中顺序读取授权信息填入下行授权信息帧中。为了实现优先级的带宽分配,用 3 个环形 RAM 为 3 种类型的请求服务。每个 RAM 环都是顺时针顺序读取,读取指针的当前位置总是待读取的存储单元。设一个环的存储单元数为 M ,并以 ONU 的序号(1 到 64,0 表示空闲)作为授权。

请求到达 OLT 后,MAC 控制器根据 ONU 请求分配的上行时隙数 S 在环中均匀分布给该 ONU 的授权:从当前指针位置开始顺时针方向间隔 $M/2S$ (舍入取整)的存储单元存放第一个授权,此后每隔 M/S 写入一个给该 ONU 的授权,如果某个位置的存储单元已被占用则写入下一个空闲单元。这种均匀写入授权的方法可以降低数据帧的抖动,在一定程度上防止数据帧出现扎堆。如果 RAM 环越大,从 ONU 发出请求到收到最后一个申请的上行授权的延时也越大,所以 M 的取值应该适中。如果环形存储区满了就暂时不向 ONU 发出新的轮询,等到处理完 OLT 已经收到的但尚未分配授权的请求再发出轮询。根据读取指针的位置,分配好的授权从 RAM 环中顺序读出,写入到另一个授权队列缓存中,在适当的位置插入轮询用的分割时隙授权就可以写入下行 PLOAM 了。

在分优先级的情况下,MAC 控制器根据不同优先级的请求在不同的 RAM 环中分配授权;而读取授权则按优先级的顺序来进行,如图 4 所示。设 RAM 环 A 代表最高优先级的业务请求,环 B 为次优先级,环 C 为最低优先级。如果环 A 读取指针的当前位置为给某个 ONU 的授权,则读出该授权并写入授权队列缓存,环 A 该存储单元置为空闲,读取指针指向下一个位置,环 B 和环 C 不进行读取;如果环 A 的当前位置没有被授权占用,则直接将环 A 的读取指针指向下一个位置,然后看环 B 的读取指针所指的位置是否有分配的授权,有的话将其写入缓存,该位置标为空闲,环 B 的读取指针向后拨;如果环 B 的这个位置上仍然是空闲的,则处理同环 A,并以同样的方式处理环 C。如果 3 个环的读取指针所指位置均为空闲,则在授权队列缓存中写入空闲授权。

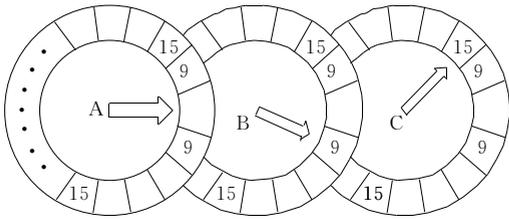


图4 RAM环

Fig. 4 RAM Ring

如图5所示,第一次从A读出授权15,第二次A、B为空闲,从C中读出授权4,第三次A空闲,从B中读出授权21,第四次又从A中读出授权2,……。依次类推,对延时及抖动敏感的业务数据帧由高优先级的环A分配授权,其余业务也各自自由B或C分配授权。在上行带宽能满足ONU请求的情况下,OLT通过轮询方式满足各个ONU的带宽请求;当上行带宽不能完全满足所有ONU的带宽请求时,OLT将对ONU申请信息中的数据帧的优先级进行判断,申请高优先级数据帧上传带宽的ONU将优先得到带宽授权。在ONU端,收到的授权将优先满足高优先级待发队列中的数据帧。因此,此类业务的数据帧在队列中的等待时间相对较短,并且在网络资源正常使用的情况下等待时间的变化也较小,从而可以保证其业务质量。

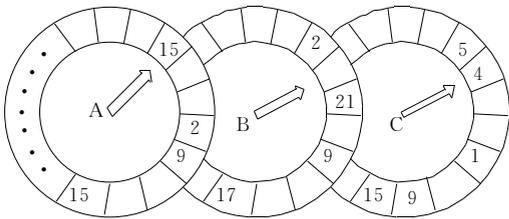


图5 RAM环分配示意图

Fig. 5 RAM Ring Assignment

5 结束语

利用轮询算法和业务分级对Ethernet接入网的数据进行QoS保证,具有较低的实现复杂度和开销,特别适用于无源光以太接入网;同时,其灵活性便于支持未来升级接入网的QoS分类及保证,使其成为一种很有前途的Ethernet over PON技术。

参 考 文 献

[1] RHK-RPT-0548. Access network systems; North America-optical access. DLC and PON Technology and Market Report [R]. RHK Telecommun. Industry Analysis, San Francisco, CA, June 2001.

[2] LUNG B. PON architecture 'Futureproofs' FTTH [J]. Lightwave, 1999, 16 (10): 104-107.

[3] KRAMER G, MUKHERJEE B, PESAVEN-TO G. Ethernet PON (ePON): Design and analysis of an optical access network [J]. Phot. Net. Commun., 2001, 3(3): 307-319.

[4] KRAMER G. IPACT: A dynamic protocol for an Ethernet PON (EPON) [J]. Lightwave, 2002, 16(10): 74-79.

[5] 何兴, 范红. EPON 关键技术及轮询带宽分配算法初探 [J]. 现代有线传输, 2002, (2): 37-41. (编辑: 郭继笃)



(上接 36 页)能够方便地获取所需的信息和资料;基于通用标准的开放式应用体系结构,能够运行在 Unix, Linux, Windows 等各种环境之下,与常见的通信协议和标准兼容,并且能够在未来加入更多的不同标准和协议,为企业提供良好的扩展性,有效保护客户的投资。

iLogic 业务协作平台为新一代的电信业务应用协作模式提供了一种良好的解决方案,比较传统的应用模式,其优点:① 系统结构简洁,保证稳定性;② 重用组件化设计,保证一致性;③ 减免编程,快速部署实施;④ 系统可维护性和可扩展性;⑤ 保护

以前的和现有的投资。

参 考 文 献

[1] 王能斌. 数据库系统原理 [M]. 北京: 电子工业出版社, 2001.

[2] 王珊, 陈红. 数据库系统原理教程 [M]. 北京: 清华大学出版社, 2001.

[3] 张洪波, 张黎明, 单银根. JSP/HTML 编程实例教程 [M]. 北京: 北京希望电子出版社, 2001. (编辑: 郭继笃)