

# 基于SNMP的光突发交换网络管理方案

李 婷, 涂晓东, 李乐民

(电子科技大学 宽带光纤传输与通信网技术教育部重点实验室 成都 610054)

**【摘要】**介绍了光突发交换网的原理与体系结构, 论述了基于简单网络管理协议的光突发交换网络管理的实现, 其中包括网络管理的模型与体系结构, 管理端与嵌入式代理端开发工具的选择, 光突发交换网的核心节点与边缘节点管理信息库的设计与扩展, 配置管理、性能管理及故障管理三大网管功能的实现。

**关键词** 光突发交换; 简单网络管理协议; 网络管理; 管理功能

中图分类号 TN256; TN253 文献标识码 A

## Optical Burst Switching Network Management Scheme Based on SNMP

Li Ting, Tu Xiaodong, Li Lemin

(Key Laboratory of Broadband Optical Fiber Transmission and Communication Networks UEST of China, Ministry of Education Chengdu 610054)

**Abstract** In this paper, the principle and the architecture of optical burst switching network are introduced. Then the management of the network which is based on simple network management protocol is discussed, including the model and the architecture of the management, the choices of developing tools to manager and agent, the design of management information bases of the core node and the edge ones, and the development of the performance management, configuration management and failure management to the network.

**Key words** optical burst switching; simple network management protocol; network management; management functionality

光突发交换(Optical Burst Switching, OBS)技术被认为是一种下一代光网的交换模式, 它采用一种单向资源预留方案, 在较低的光子器件要求下, 实现面向网际协议(Internet Protocol, IP)的快速资源分配和高资源利用率, 因此具有发展前景。

### 1 光突发交换的体系结构

光突发交换网中, 每一个数据分组(Burst Data Packet, BDP)对应一个控制分组(Burst Head Packet, BHP), BHP和BDP在时间上分离, BHP先于BDP在特定的密集波分复用(Dense Wavelength Division Multiplexing, DWDM)信道中传送<sup>[1]</sup>。光突发交换的体系结构包含3层: 核心光层、边缘分配光层和接入层, 如图1所示。核心光层由全光核心路由器构成, 根据BHP中的信息和网络当前的状况为相应的BDP建立全光通路, BDP经过一段延迟后, 在不需要确认的情况下直接在预先设置的全光通道中透明传输。不需要确认的单向预留

收稿日期: 2004-07-01

基金项目: 国家863计划资助项目(2002AA122021)

作者简介: 李 婷(1980-), 女, 硕士生, 主要从事光突发交换网络管理的研究。

方案减小了建立通道的延迟等待时间,提高了带宽利用率;而BDP和BHP的隔离、适合的颗粒及非时隙交换方式降低了对光子器件的要求和中间交换节点的复杂度。边缘分配光层由光/电的边缘路由器构成,负责接入层业务数据的分发服务,它们之间由波分复用(Wavelength Division Multiplexing, WDM)链路相连;在边缘节点收集来自接入网的流量,并会聚成较大的数据单元(即突发包),为实现此目的,需事先通过控制信令预留资源,并配置交换矩阵。控制包与数据包(突发包)完全分离,通过不同波长传输。控制波长需经过光/电/光(O/E/O)处理,而数据在光域进行交换,透明传输。接入层是OBS层的用户层,可以是目前存在的各种网络,如IP网络、异步传输模式(Asynchronous Transfer Mode, ATM)网络、光同步数字传送网等,也可以是终端用户<sup>[2]</sup>。

图2所示为光突发交换网核心路由器结构。假定入口、出口光纤数均为 $N$ ,每根光纤支持的波长数均为 $K$ (一个波长用于传输控制分组,另外 $K-1$ 个波长用于传输突发数据)。用于传输BHP的波长在网络中间节点需要进行O/E/O变换,在电域进行路由表查找、对光交换矩阵进行控制、更新控制分组相应数据域等操作。而对于传输突发数据的波长来说,不需要进行O/E/O的转换,整个交换传输在光域内完成,保证了数据的透明性。由于中间节点只需要对少量波长进行O/E/O转换,然后在电域进行处理、控制光交换矩阵等,可以消除电子处理的瓶颈。光交换矩阵前的光纤延迟线用于缓存突发数据(只能缓存有限时间),等待BHP的处理。通过设置恰当的偏移时间,可以使突发数据不需要在中间节点缓存而直接通过OBS网络,进而可以取消光纤延迟线。另外光纤延迟线可以用来减少冲突。

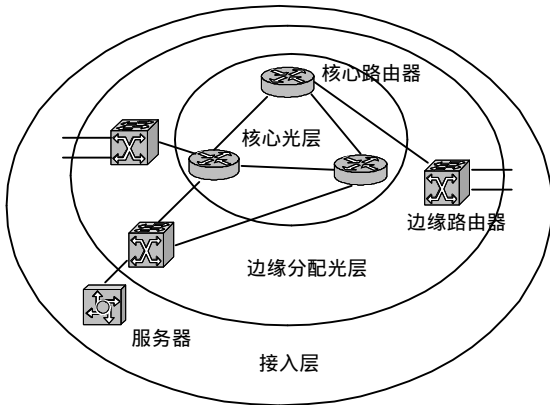


图1 OBS系统中的节点和网络结构

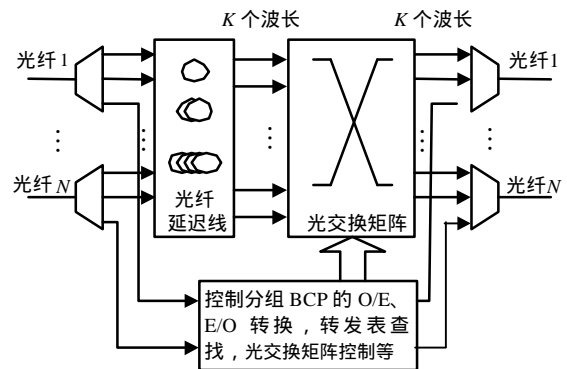


图2 OBS网络核心路由器结构

## 2 简单网络管理协议

简单网络管理协议(Simple Network Management Protocol, SNMP)是基于传输控制协议(Transfer Control Protocol, TCP)与IP的应用层管理协议,能管理支持代理进程(或委托代理)的网络设备。SNMP是适用于互联网络设备的网络管理框架,主要由管理信息结构(Structure of Management Information, SMI),管理信息库(Management Information Base, MIB)和SNMP协议组成。SMI用于指定一个设备维护的管理信息的规则集,更精确的说,管理信息是一个被管理对象的集合,而这些规则用于命名和定义这些被管对象;MIB是设备所维护的全部被管理对象的结构集合,被管理对象按照层次式树形结构组织,每个对象有一个特殊对象类型的对象标志,该对象标志唯一标志了一个对象的值,它由一串整数构成,如“sysUpTime”对象标志值为“1.3.1.2.1.1.3”,这个值被称为对象标识符(Object Identifier, OID),在MIB中规定了所有的OID及其值的含义;SNMP协议是网络管理站(Network Management Station, NMS)和代理之间的异步请求和响应协议<sup>[3]</sup>。

如图3所示,SNMP结构模型采用管理者/代理(Manager/Agent)的实现方式,分为SNMP管理者、SNMP代理及MIB。管理者通过代理来实现对MIB中对象的管理,SNMP采用管理者发送请求,代理应答的方式传递消息,共使用5种原语:

- 1) Get Request: 由管理者向代理发出,请求一个MIB中的对象的实例。

2) Get Next Request: 由管理者向代理发出, 请求所给出对象的下一个对象的实例。

3) Get Response: 由代理向管理者发出, 对管理者的请求作出应答。

4) Set Request: 由管理者向代理发出, 请求改变一个MIB中对象的实例。

5) Trap: 由代理向管理者发出, 告诉当前代理某些特定的状态, 如重启等。

### 3 SNMP在光突发交换网中的网管方案

#### 3.1 系统的选择

在代理端, 考虑到Linux是源代码公开的系统, 可以根据实际需要自行编译内核, 将系统裁减到最小, 以减少硬件资源的浪费, 降低对硬件的要求, 以及Linux可以免费从网上得到, 可降低软件方面的成本, 选择Linux嵌入式操作系统作为开发平台, 选取源自于卡耐基·梅隆大学的SNMP软件包CMU snmp 2.1.2.1, 并由加州大学Davis分校(University of California at Davis)开发与维护的ucd-snmp作为开发包。因为ucd-snmp的SNMP代理程序(snmpd)是一种十分强大的、可扩展的、多功能的SNMP系统网管代理, 且提供了开发代理的详细帮助文档, 具有较高的可靠性和易实现性。

在管理端, 考虑到开发与使用的方便性, 选择在Windows 2000操作系统下采用Visual C++编写网络管理程序, 并利用Windows 2000的SNMP应用程序接口(Application Programming Interface, API)来实现SNMP协议功能。

#### 3.2 网络管理方案

网络管理功能分为5个模块: 配置管理、性能管理、故障管理、计费管理、安全管理。其中计费和安全管理与现阶段的OBS原型网络基本无关。

1) 配置管理负责管理网络的拓扑结构、设备情况以及运行时的参数配置, 包括收集当前网络设备的配置信息、修改配置信息、保存信息、维护网络的最新设备清单。对于OBS网络来说, 配置管理主要是波长路由的选择。中心网管通过一张标记转发表(含目的IP、标记、波长), 在各个边缘节点的代理的共同作用下, 完成波长信道的选择。此外, 边缘节点的配置参数还包括线卡号与相应状态、波长数、线卡的IP设置、缓冲区长度、保护带时长、统计时间长度等。而核心节点的配置参数包括可用端口数、可用波长数、光纤延迟线粒度与级数、统计时间长度等。

2) 性能管理主要处理、监测和管理各种用来表示网络性能的参数, 运用报表和图形显示, 使管理员对设备的整体性能有所了解, 并及时控制网络的运行状况, 保证网络的持续、稳定运行。边缘节点的性能参数包括平均突发队列长度、突发数据的平均传输时延和平均偏移时间、IP分组流量、突发流量、光功率等。核心节点的性能参数包括统计时间内各端口接收、转发突发包数、丢包数、各端口中各波长的占用情况等。

3) 故障管理主要负责当故障发生时, 探测、隔离故障器件, 并向管理员通报故障情况, 等候管理员处理。在OBS网中, 主要是在光器件(光开关、波分复用器、解波分复用器、光纤延迟线等)失效时, 及时向管理员通报故障的位置、时间、可能的种类等。

管理功能的这三个模块并不是完全分离, 而是相互有联系的。如在故障发生时, 配置管理和故障管理要配合起来才能完成路由的重新选择, 又如当性能降到一定程度时, 产生告警信号, 通知故障管理模块进行相应的处理。

为实现这三种管理功能, 需要根据OBS网所需参数对标准MIB进行扩展。Internet标准的MIB是一树形结构的数据库, 它规定了网络代理设备必须保存的数据项目、数据类型, 以及在每个数据项目中的操作。虽然代理进程的现有MIB已包含了由标准MIB-II所定义的核心对象, 但它仍可用以下的方法来扩展: 在标准

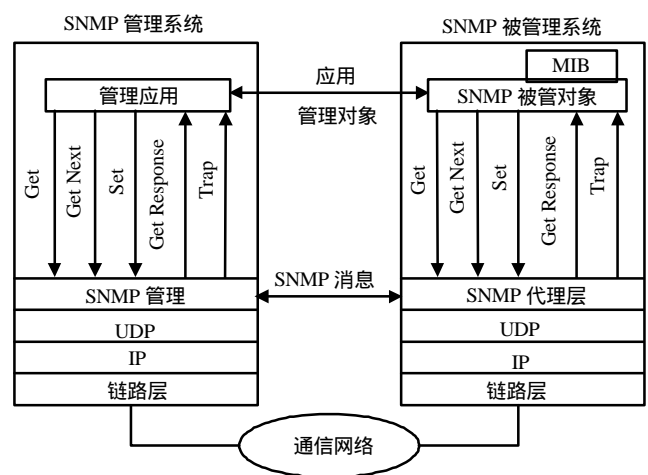


图3 SNMP的基本结构模型

MIB树形结构的mgmt子树下加入新版本对象；在experimental子树下加入实验对象；在enterprise子树下定义专用对象<sup>[4]</sup>。本文采用ucd-snmp在enterprise(1.3.6.1.4.1)子树下扩展MIB。如图4与图5所示，在enterprise下添加obs节点，再为边缘节点(edge)与核心节点(core)建立不同的子树。edge子树中包括标记转发表(TagTable)、路由表(RouteTable)、突发包保护带时长(GuardTime)、突发包最大长度(BurstMaxLength)等配置参数，发送突发包个数(SendBurstCount)、接收突发包个数(RecvBurstCount)等性能统计参数及故障参数(BurstRecvFail)。core子树中包括光纤延迟线(Fiber Delay Line, FDL)粒度(FDLGranularity)和级数(FDLDegree)、标记转发表等配置参数，成功处理BHP个数(SuccessBHPCount)、接收BHP个数(RecvBHPCount)等性能统计参数及故障参数(RecvFail)。扩展形成特定设备的MIB后就可以使用SNMP的5种原语对其进行访问，完成管理者与代理的交互。

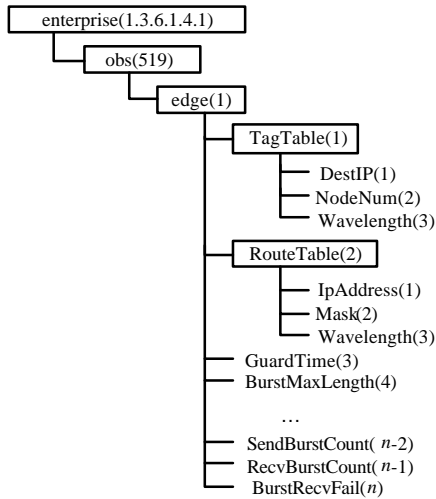


图4 OBS网边缘节点的MIB树形结构

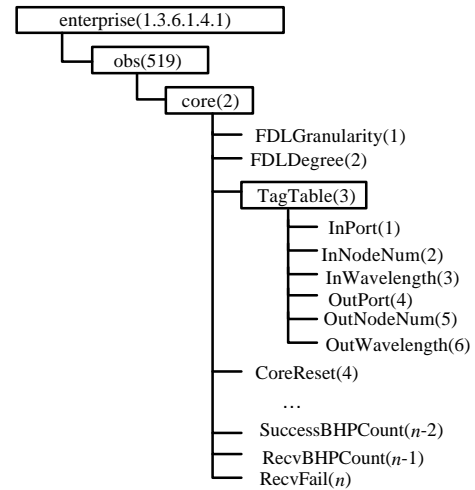


图5 OBS网核心节点的MIB树形结构

SNMP通过管理者与代理的相互协调实现管理功能，有两种办法：一是轮询，另一种是基于事件触发。这两种办法各有利弊，用轮询的办法，时间过长会导致网络状态更新过慢，间隔过短又会占用过多的CPU资源和导致网络业务量不必要的增加。而由于SNMP是基于UDP的，用基于事件触发的办法不能保证可靠的传递，因此我们采取了基于Trap的轮询：当发生特殊情况时，代理通过Trap通知管理者，管理者立即重新轮询代理MIB的情况；此外，管理者用较长时间间隔来轮询，以确保信道的性能。

## 4 结束语

随着OBS网络的发展，设计并实现一个稳定、高效、准确的OBS网络管理系统非常必要。本文在分析OBS网络管理系统的功能需求的基础上，扩展了MIB信息管理库，设计了软件构架方案。利用SNMP简单快捷、开发周期短等优势开发了OBS网络管理系统，使之具有层次清晰、模块接口简单、易于工程控制等优点。

## 参 考 文 献

- [1] Qiao C, Yoo M. Optical burst switching(OBS): a new paradigm for an optical internet[J]. J High Speed Networks, 1999, 8(1): 69-84
- [2] 温海波, 李乐民. 光突发交换技术原理及其相关技术. <http://www.sc-cic.org.cn/xhlwj/5.htm>, 2004-03-21
- [3] Case J. A simple network management protocol (SNMP). RFC1157[DB/OL]. <http://www.rfc.editer.org/rfc/rfc1157.txt>, 1990-05-08
- [4] 张国鸣, 唐树才, 薛刚逊. 网络管理实用技术[M]. 北京: 清华大学出版社, 2002