

基于 SNMP 的 GPON 网管系统中网络拓扑显示模块的设计^①

陈 曙, 张江鑫

(浙江工业大学 信息工程学院, 杭州 310023)

摘 要: 首先概述了在网络管理系统中探测网络拓扑的一般方法, 然后根据 GPON 系统的结构特点, 设计了基于 SNMP 协议的无源光网络中显示 OLT 和 ONU 拓扑结构的方案, 并采用 C++ 编写了网络管理端的探测显示模块, 最后通过代理端的模拟收发系统, 实现了网络管理站通过 OLT 代理实时发现 ONU 拓扑以及状态的功能。

关键词: GPON 系统; SNMP 协议; ONU 拓扑

Design of the Network Topology Display Module in GPON Network Management System of SNMP-Based

CHEN Shu, ZHANG Jiang-Xin

(College of Information Engineering, Zhejiang University of Technology, Hangzhou 310023, China)

Abstract: Firstly this paper gives a brief overview about the general network topology discovery method in network management system, then on base of the character of GPON structure and the reference of SNMP protocol, it designs a project which can discover and display the topology of OLT(Optical Line Terminal) and ONU(Optical Network Unit) in passive optical networks, and using C++ language, we write a detection and display module at the network management station. Finally, by use of the simulative receive and send system at the agent side, it achieves the function which can discover the topology as well as the status of ONU through OLT agent at the network management side.

Keywords: GPON system; SNMP protocol; ONU topology

1 引言

GPON^[1]延续了前几代无源光网络(PON)的结构特点, 同时采用新的封装方法, 提出了新的要求, 实现了更高速率、更多业务的承载, 被誉为下一代接入网的较好解决方案。

根据该系统的结构, 从管理上可分为两个层次^[2], 第一层次是管理站对代理(OLT)的管理, 第二层次为代理端根据管理方的要求实现对其所带的光网络终端(ONU 或 ONT)的管理, 因此主代理 OLT 在网络管理站和 ONU 之间起到了桥梁的作用。

对于网络管理端来说, 能实时查看网络上的被管设备的分布情况是网络管理的重中之重, 只有详细了解网络设备的连接及拓扑情况, 才能对其实行进一步

的操作、维护和管理, 因此, 显示拓扑模块几乎是所有网络管理软件首先必须解决的问题。本文正是在分析 GPON 系统结构特点的基础上对该网络的拓扑显示模块进行了设计。

2 探测网络拓扑的一般方法

网络拓扑自动发现一般有几项技术^[3]: (1)基于路由表的网络拓扑自动发现, 该技术可通过 SNMP^[4]获取网关设备 MIB 的路由表信息来获悉整个网络拓扑, 比如, 对于三层的路由设备而言, 可以获取它的路由表、ARP 表等对网络拓扑有用的信息; 而对于二层交换机而言, 最常使用的方法是读取转发地址表信息, 然后通过分析, 找出端口与 MAC 地址的映射。

^① 基金项目:浙江省科技计划项目(2008C31015)

收稿时间:2010-04-29;收到修改稿时间:2010-05-30

这种技术要求所有的网络设备都要支持 SNMP 协议并运行 SNMP 代理；(2)基于 ICMP (Internet Control Message Protocol) 控制报文协议,利用 Ping 或 traceroute 产生 ICMP 包来获悉网络的拓扑。这种技术实现比较简单,搜索精度较高,但是不能得到网络接口的有关信息,而且由于探测所造成的网络负载也比较大；(3)利用厂商开发的基于二层的邻居发现协议,比如 CISCO 的 CDP 协议,Extreme Networks 的 EDP、Enterasys Networks 的 CDP 协议等,然而,这些协议都自成一个体系,不能和网络环境中的其他厂商的网络设备协同工作。

由于目前还没有标准的协议用于网络设备的邻居设备探测,因此以上都是采用间接方式来获得邻居设备信息。

3 GPON网络管理端拓扑显示模块的实现方案

3.1 总体方案的分析和设计

根据对 GPON 系统结构(见图 1)的分析可知,如果从以管理端为根节点的顶点出发,通过 IP 网络连结其所管理的各个 OLT,而每个 OLT 分管若干个 ONU,该系统实际上是深度为 3 的树形结构,因此,对于 GPON 系统的拓扑发现而言,主要是获知该网络中的每个 OLT 的工作信息以及各个 OLT 和其管辖的 ONU 设备之间的互联情况,以及每个所知的 ONU 简单的状态显示。

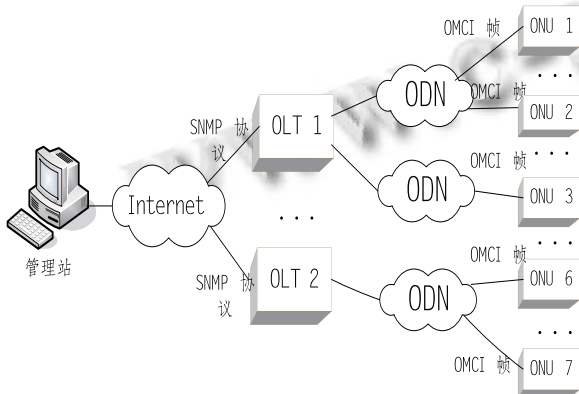


图 1 GPON 拓扑结构图

然而, OLT 和 ONU 设备的参数信息与普通基于

IP 的网络设备有很大的不同,以及无源光网络设备基本不具备路由和转发功能,因此,普通 IP 网络的拓扑发现算法就不适用于该系统。对于 EPON 系统来说,可以采用调用 ping 方法扫描对整个网段进行扫描并结合 SNMP MIB 库的方式确定每个 OLT 和 ONU 的连接关系,然而,在 GPON 中,由于采用了一种全新的封装方式,ONU 也不再具有以太网的 MAC 地址和 IP 地址,传统的基于 IP 地址的发现算法应该不适用于该系统,我们只能利用 OLT 和 ONU 业已存在的 OMCI 协议间接的获知每个 OLT 下各个 ONU 的状态信息,即 OLT 通过 OMCI 帧获取 ONU 的状态信息,再经过协议转换器^[4]转化为 SNMP 所要求的形式发送给管理端以便查看,并且,每个 OLT 下所管理的 ONU 基本信息是在每个 ONU 经过注册、激活以及测距之后,由 OLT 端的管理信息库维护的,根据 SNMP 协议,我们需要首先在代理端定义如表 1 所示的节点被管实体变量。

表 1 ONU 基本信息表中的被管实体

OID	变量名	数据类型	访问权限	描述
*.1.4.1	OnuNumber	INTEGER	RO	标量,表示 ONU 实例的个数
*.1.4.2.1.1	Index	INTEGER	RO	ONU 实例的索引号
*.1.4.2.1.2	OnuName	OCTETS	RO	ONU 名字
*.1.4.2.1.3	OnuID	INTEGER	RO	该 ONU 的标识符
*.1.4.2.1.4	Onustatus	INTEGER	RO	ONU 状态: 0 代表正常通信, 1 代表断电, 2 代表故障

表 1 中*代表了 1.3.6.1.4.1.499109 这个私有 MIB 库的根节点,它是一个企业的唯一标识符。

本论文假定各个 OLT 的分布信息是管理端事先定制并在其本地数据库中维护的,而其 IP 地址也是由网络管理者静态分配的,因此要获取各个 OLT 中被管 ONU 实体实例的各个变量值,需要一个数组保存了所有已知的 OLT 的 IP 地址和区域等信息,基于这种思想,本文提出了 GPON 网管系统中网络拓扑发现和显示的方案,其流程图如图 2 所示。

图 2 总体上描述了网络管理端对 GPON 系统拓

扑发现和显示的基本过程，其中扫描动态数组过程是通过 SNMP 的查询操作获取每个 OLT 下 ONU 实例的新的信息，更新数据库则是要在网络管理端保留一份新的关于该系统的拓扑信息，图形化显示模块则是要根据用户的点击将其感兴趣的 OLT 下的最新扫描得到的 ONU 拓扑信息以位图的方式显示在网管界面上。

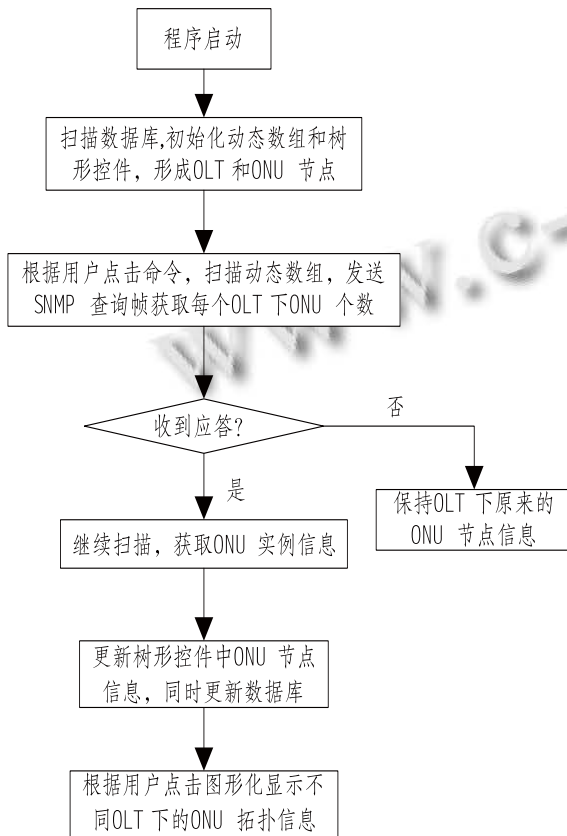


图2 GPON网管中拓扑显示模块总体设计流程

3.2 动态数组的扫描方式

动态数组的创建过程是在程序启动时完成的，它通过逐个遍历数据库中的两张有关 OLT 和 ONU 基本信息(这两张表将在后面小节给出)，从而为结构体中每个成员变量赋值，于是在显示界面中的树形控件中逐个建立子节点，其中显示区域属于第一层节点，每个地域下的 OLT 属于第二层节点，各个 OLT 下的 ONU 则属于第三层节点。

所定义的动态数组为一个指向结构体变量的指针

数组，该结构体的定义如下所示：

```

struct OltNodeData
{
    CString OltName; // OLT 名称
    CString OltIP; // OLT 的 IP 地址
    CString OltDistrict; // OLT 所属区域
    int index; //该 OLT 在动态数组中的位置
    int OnuNumber; // 该 OLT 所带的 ONU 的个数
    CArray<OnuNodeData*,OnuNodeData*>m_ponuDataArray;
    //也是一个动态指针数组，其中的每个指针指向该 OLT 下的各个包含 ONU 信息的结构体
};
  
```

扫描的过程是：当用户点击菜单上的扫描节点菜单项时，从动态数组的第一个数组元素开始，得到每个结构体变量中原先保存好的 IP 地址后，调用事先编写好的 ScanNode 函数获取各个 OLT 下的每个 ONU 实例，扫描分两步进行：第一步是发送是 SNMP get 帧获取各个 OLT 下的 ONU 实例个数，并经历一定的延时；第二步则是根据收到的各个 OLT 回答帧，继续发送 SNMP get 帧获取其下各个 ONU 的状态信息，而此过程底层在通信层面上事实上调用了另一个名为 Getsubtree 的函数，该函数利用第一步操作提供的 OnuNumber 实现了获取各 OLT 下每个 ONU 实体具体信息的功能，从而更新其结构体内部所定义的另一个动态数组(动态指针数组指向的结构体中的数据结构将与表 3 所定义的数据库表项类似，对于未收到某些 OLT 应答帧的，则保持原来状态)，于是得到一份新的 ONU 状态信息，如此循环反复，直至完成对数组中最后一个元素的扫描。

3.3 数据库的更新

本文采用了 Microsoft 公司开发的 SQL server 数据库管理软件进行数据库开发和数据存取，客户程序采用 ADO 技术。首先，必须创建两张关于 OLT 和 ONU 基本信息的数据表格(如表 2 和表 3 所示)。

表 2 OltInfo

列名	数据类型	说明
OnuID	int	Onu 的 ID 号
OnuName	varchar	Onu 名字
OnuStatus	varchar	Onu 的状态
OwnerOltName	varchar	代理 OLT 的名字
District	varchar	OLT 的所属区域

表 3 OnuInfo

列名	数据类型	说明
OltID	int	OLT 的 ID 号
OltName	varchar	OLT 名字
OltIP	varchar	OLT 的 IP 地址
OltDistrict	varchar	OLT 的所属区域
OnuNumber	varchar	OLT 下 ONU 个数

当扫描完动态数组下的各个元素后,便开始更新数据库中的这两张数据表,为此需要定义数据库的接口函数以便对数据库进行更新及其他操作。

3.4 图形显示模块的设计

显示模块所完成的任务是根据用户的点击,将扫描后得到的新的网络拓扑信息以图形的方式显示在管理者界面上,主要是所感兴趣的 OLT 下 ONU 的拓扑和状态信息。为此,首先需要设计人机友好的操作界面,本论文中用户图型主界面采用了左右两视图的表示方法(如图 3 所示)。左边是树状图,右边上面是拓扑图,同时提供一个实时的信息窗口,三者同时显示^[3]。树状图可以显示各 OLT 所在的区域,及每个 ONU 所属的 OLT,而拓扑图则可以显示某 OLT 所管辖的 ONU 设备状态。实时信息窗口则可以在接受 trap 时显示什么设备发送了信息。对于 ONU 的状态改变的告警信息,程序中会利用这些获得的信息及时更新数据库,因此也是显示拓扑的一部分。

图形显示模块的关键是:需要编写在拓扑图中专门显示图形的类,该类负责显示图形控件以及弹出式操作菜单的响应等。在 OnTopologyShow()函数,即显示图形的菜单命令响应函数中,我们根据所选 OLT 的名字以及所属区域这一对约束条件查询更新后的数据

库,获得其下每个 ONU 的基本信息和状态信息,并把它们显示在界面的面板上,程序中要有针对 ONU 不同状态判断的语句,根据不同的状态用不同颜色的位图来显示(如红色代表告警,蓝色代表关机,橘黄色代表正常工作),给人一目了然的感觉。显示的位置则需要根据各个 OLT 下 ONU 的数量和 ONU 的序号来决定。

4 设计方案的实现

4.1 开发环境和开发工具

本文客户端界面部分采用 windows 下的 MFC 编程,数据库操作部分利用了 sql sever 数据库管理系统,协议实现部分则采用 HP 公司的软件开发包 SNMP++[3],此开发包提供了在 WIN32 平台上开发基于 SNMP 协议网络管理软件的基础类库,提供了良好的操作接口,更方便网管软件开发人员开发适合需要的网络管理软件,实现人机交互。为了实现上的方便,我们将它编译成静态库以便随时调用其库函数。

4.2 界面实现

图形化显示的主菜单由四个菜单项组成(如图 3),“添加 OLT”菜单项允许管理端根据实际情况手动增加新的 OLT,“删除 OLT”菜单项则可删除无用的 OLT,“扫描节点”菜单项则主要调用动态数组的扫描过程,从而更新数据库中的拓扑信息,“显示拓扑”菜单项则当用户选择树形控件的某一 OLT 节点后能够及时显示其下新的 ONU 拓扑及其状态信息,当点击拓扑图中某一 ONU 时,能对其进行即时的简单操作,如重启、软件升级、关机等。

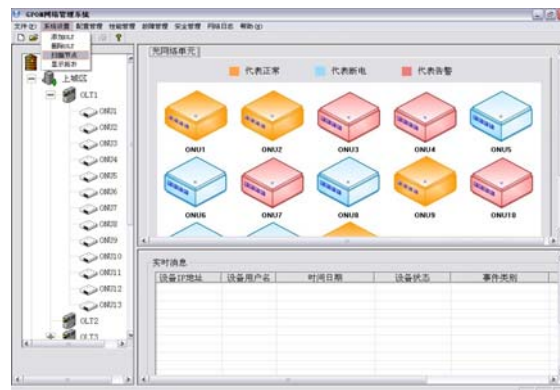


图 3 客户端实现界面

在程序启动后,首先连接数据库服务器,读取 OltInfo 和 OnuInfo 这两个数据表,对于每一个 OLT 分别建立一个存储其基本信息的结构体变量,同时定义指向该结构体的指针指向它,填充完每一个结构体内的成员变量后,保存该指针到前述的动态指针数组当中。

此后,当我们点击了扫描节点菜单项,并选择一个 OLT,并点击显示拓扑菜单项后,拓扑图上正确显示了该 OLT 下的 ONU 拓扑和状态信息^[5]。

在代理端,模拟实现了接收获取所要求节点信息的 get 帧和发送响应帧的过程的函数,ONU 的在位信息和状态信息是在其注册序列号和测距过程后由代理端 OLT 维护的,在状态改变甚至去激活时,也应该能自己发送 OMCI trap 帧以及时更新其信息,因此对管理端来说,并不需要参与这些底层细节即可获得所要的拓扑关系。

5 结束语

本文根据 GPON 系统的特点,严格按照 SNMP 协

议,设计了 GPON 网络中图形化显示 OLT 和 ONU 拓扑结构的方案,编写了显示拓扑的各个相关函数以及其他辅助功能函数,最终实现了利用 SNMP get 帧间接获取各个 OLT 下 ONU 拓扑和状态的功能,然而探测的深度仅限于 OLT 和 ONU 之间,对于各个 ONU 下所连的用户网络设备(如主机、HUB 等),是下一步继续研究的内容。

参考文献

- 1 ITU-T Recommendation G.984.3, Gigabit-capable Passive Optical Networks (GPON): ONT management and control interfacespecification.
- 2 马福萍,张江鑫,等.GPON 网管系统主代理 OLT 模块的设计.光通信技术,2008(11):12-14.
- 3 武孟军,任相臣.Visual C++ 开发基于 SNMP 的网络管理软件.北京:人民邮电出版社,2007.
- 4 IETF.RFC1157.A Simple Network Management Protocol (SNMP)..May 1990.
- 5 徐昕,张江鑫.基于 SNMP 的 GPON 网络管理软件系统的研究和设计.中国新通信,2008,10(1):11-15.