

文章编号:1000-582x(2001)03-0103-04

IP over WDM 体系结构

沈可,许果,甘育裕

(重庆大学通信工程学院,重庆 400044)

摘要: WDM技术是光网络实现的基础。将IP路由器直接连接到WDM当中,省去了SONET/SDH和ATM,降低了成本,简化了扩容,改变了核心网络的结构。笔者首先对IP over WDM网络的结构和协议层次进行了分析,接着对该网络的工作过程进行了描述,最后分析了这种网络面临的问题和发展前景。

关键词: IP over WDM; 体系结构; 网络

中图分类号: TP 393.02

文献标识码: A

近年来,以Internet为代表的数据传输业务每年都以20%~30%的速率增长。同时,主要ISP报告他们的系统带宽平均6~9个月增长一倍。这个速度远远高于计算机CPU性能发展的摩尔定率。其中很重要的原因是越来越多的用户对IP上传输语音(VoIP)、图象以及经各种宽带接入技术(ADSL、Cable Modem等)接入互连网的需求日益增长。现在无论是从数据传输的用户数量还是单个用户需要的带宽来讲,都比过去大了很多。特别是后者,它的增长将直接需要系统带宽以数量级形式增长。现在,链路速率已经从OC-3/STM-1增长到OC-48/STM-16或OC-192/STM-64甚至更高。因此,如何提高通信系统的性能,增加系统带宽以满足不断增长的业务需求成为大家关注的焦点。

显然,过去常用的通信媒质,比如电缆、同轴线、双绞线等等无法满足海量信息的传输任务。目前,在通信网络的底层,采用光纤进行传输成为主流。在此基础上通过各种光传播技术,产生一个能够通过网络传输的波长信道并向业务层提供宽带“光路径”的光网络。在各种光网络实现方案当中,波分复用(WDM)技术十分引人注目。第一代WDM系统支持4到16个波长,每个波长通路的速率为2.5 Gbit/s;而新一代的WDM技术能够充分利用光纤的带宽,支持32到40个波长甚至100个波长,每个波长通路的速率为10 Gbit/s,性能相当惊人。

IP over WDM技术则是将WDM技术和成熟的IP传输技术结合的产物。在这种体系结构当中,包交换机/路由器可以直接通过光纤连接到光网络当中。从而充分利用了WDM技术带来的高带宽以及高速交换机的分组交换性能。构成了一种结构简单,经济实用,高效的网络体系结构^[1~6]。

1 IP over WDM 网络结构

1.1 IP over WDM 网络结构层次模型

IP over WDM是一种数据网络,由两大部分组成:它的底层——光网络层使用光传输网作为物理传输网络。主要的设备为WDM终端、光放大器及光纤等;它的上层——IP业务层使用ATM交换机、高速路由器等设备。这些设备依托IP协议进行互联。

IP over WDM网络的重叠模型如图1所示。可以看出,组成重叠模型的各个部分都是技术上比较成熟的。因此,IP over WDM网络并不是致力于研究各个模块内部的实现,而是注重研究上层的IP网络和下层的光网络之间的互操作性和兼容性问题。

另外,在这种重叠模型中,基于分组或者信元的数据网络通过统计时分复用,可以利用多种方式接入到光网络中。比如,可以使用ATM或者直接接入到光网络中,不需要经过SDH/SONET。这一点是和传统的语音网络有所差别的。传统的电路交换的语音网络每个语音信道速率为64 kbit/s,各个话音通道合成为

• 收稿日期:2001-03-02

作者简介:沈可(1977-),男,江苏无锡人,重庆大学硕士研究生。主要研究方向为宽带计算机网络和B-ISDN。

较高的速率信道,最后合成为由 SDH/SONET 定义的速率在光纤上传输。在此情况下,所有的业务都必须经过 SDH/SONET 层,SONET/SDH 层提供网络下层传输性能检测和保护。网络结构如图 2 所示。

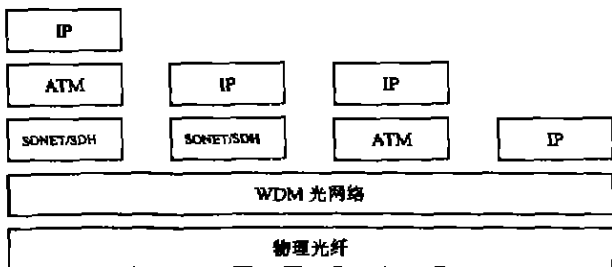


图 1 IP over WDM 网络重叠模型

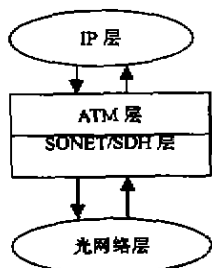


图 2 传统语音网络结构

这样的分层体系使网络结构变得比较复杂,且扩展性较差,网络升级的开销巨大,层次间的交互实现较困难。而 IP over WDM 从根本上改变了这种状况。该技术可以不依赖 ATM 层和 SONET/SDH 层。直接将 IP 业务放在光网络上进行传输。网络层次结构简图见图 3 所示。

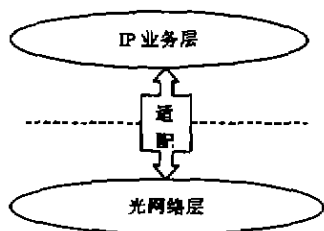


图 3 IP over WDM 网络层次

在这种网络结构当中,高性能(Gbyte/Tbyte)网络路由器将完成部分 ATM 层以及 SONET/SDH 交换和复用功能。光网络层提供以波长为基础的路由。通过这种方法减少了传统网络结构中的冗余部分,减少了 ATM、SONET/SDH 设备,减少了这些层次之间的功能重叠。使用统计复用的方式替换基于 TDM 电路整理和回传,提高了网络的效率。并简化了各层之间

的接口关系。有专家估计,使用这种结构的网络,可以降低骨干网成本 95% 以上。

1.2 IP over WDM 网络协议层次模型

根据 IP over WDM 网络结构层次,可以将协议层次模型定义如图 4 所示。整个网络按照协议功能和处理对象的不同,分成 IP 业务层和光网络层两个部分。其中,IP 业务层负责进行数据封装处理和路由功能。主要设备包括高速包交换机、路由器等。考虑到和目前网络的兼容性问题,还可以使用 ATM 交换机等。而光网络层负责进行数据传输。主要设备包括光信号发送器(Tx)和接收器(Rx)、合波器(OM)、分波器(OD)、光纤放大器(OA)、光监视信道(OSC)、以及光纤等等。两层之间还有相应的适配部分,用来协调两层之间的工作,数据格式转换等等。在此基础上,对每个层次进行了细分。这种协议层次将 IP 业务层和光网络层进行了细化。并将适配功能模块分别综合到了不同的层次里面。

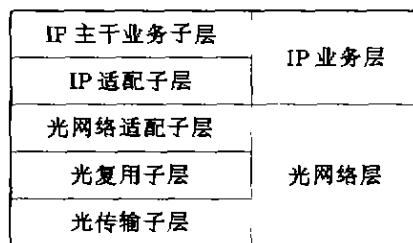


图 4 IP over WDM 协议层次模型

在 IP 业务层当中,核心部分是 IP 主干业务子层。这一层将完成大部分 Ipv4 或者 Ipv6 的功能,包括数据打包、生成报头、IP 路由等等。而 IP 适配子层则要进行 IP 数据包的差错检测、服务质量(QoS)控制、分组定界等,为数据包进行光传播做准备。在光网络层当中,核心部分是光复用子层,它将实现光复用协议所规定的功能,对固定的带宽进行复用同时还要提供线路保护和故障定位等功能,WDM 的特性将在这个子层充分得到体现。在这个子层的上面,是光网络适配子层,这个子层要和 IP 适配子层协调工作,完成数据格式的转换,同时还要进行带宽管理和连接确认等功能。在光复用子层的下面是主要提供物理传输的光传输子层。在这个子层里面实现在光纤上的数据传输,还限定了光接口的特性。

1.3 IP over WDM 网络的层间管理

IP 业务层和光网络层之间的层间管理功能是 IP over WDM 网络研究的一个重要内容,层间管理功能主要是在 IP 业务层和光网络层之间交换状态和配置信息,通过控制接口对业务和通路进行管理。

层间管理功能主要包括保护和恢复、故障管理、性

能管理、配置管理、连接管理、会话管理等。其中最关键的是连接管理和保护和恢复功能。在连接过程中,数据网络单元将和光网络单元通过相应的协议进行协商,以提供连接所需要的带宽。连接管理过程如图5所示。

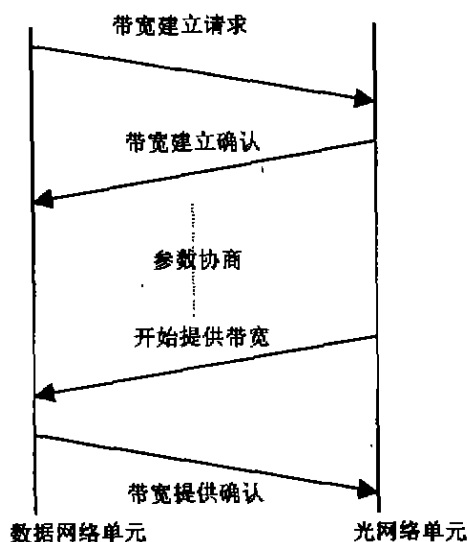


图5 连接管理过程

而保护和恢复功能可以有多种方案实现。比较常用的是下面3种:

- 1) 光网络层没有保护功能,而IP业务层有保护功能;
- 2) 光网络层具有保护功能;
- 3) 光网络层和IP业务层都具有保护和恢复功能。

2 IP over WDM 网络工作过程

该网络工作的时候,高速IP交换机(或者ATM交换机)将各种普通的DS-1、DS-3数据流以及OC-3和OC-12数据流进行整合,得到OC-48C或者OC-192C数据流。这些数据流进入到波长路由器里面,由后者将数据流映射成为特定波长的信号,也就是将信号转换成1530 nm到1610 nm范围内各自相应的波长,然后将这些不同的波长聚合到一根光纤上面进行端到端传输。光信号在传输过程中不可避免地要发生损耗,因此必须对信号进行再生。由于光纤放大器(OA)的引入显著地改善了信号再生性能,大大增加了中继距离。目前的技术基本上可以保证在百公里数量级内不用中继。这也意味着如果在城域网中使用IP over WDM技术可以不用考虑中继问题。另外,在光

纤放大器里面可以对一根光纤里面的所有信号都进行放大,无须进行信号分离放大。这样可以减少信号在放大器进行放大而引发的时间损耗。在接收端,波长路由器将这些信号恢复成数据流。送到上层进行信号处理。

3 IP over WDM 体系结构实现过程中面临的问题

目前国际上对IP over WDM网络的研究还不是特别成熟,一些具体细节还没有明确规定,不少内容还处于发展和研究阶段。在具体实现网络结构时,将面临以下几个问题。

1) 网络实现的成本问题。其实,光传输网络的成本一直比较高。在实现IP over WDM技术时要使用光放大器。而具有宽带、增益曲线平坦特性的光放大器价格比较昂贵。另外在WDM中大量使用的光分插复用器件总价格也不低。另一方面,实现IP业务层功能的高速交换机的价格比起一般的交换机要高很多。而高速交换机的数量在整个IP over WDM网络中也不少,直接导致采购费用的上升。这些因素对于中国这样的发展中国家,特别是中西部不发达地区来讲将是制约IP over WDM技术推广的主要原因。

2) 网络设备兼容性问题。1998年4月创建的光网络互联论坛(OIF)主要的工作是加速光网络互联解决方案的发展,但是到目前为止业界还没有推出正式完整的WDM网络标准,所以多个厂家的设备之间是否能够兼容还存在疑问。不仅潜在的使用者不敢轻易地购买产品,而且将来对网络进行改造时也可能碰到很多问题。这个问题是单靠一家两家公司是无法解决的,也是制约IP over WDM技术发展的根本原因。

3) 网络管理问题。目前光学器件和电子信令并不能协同工作。因此,要在IP over WDM网络中实现目前的电信业务将面临着很大挑战。特别是如何将现有信令系统融合到IP over WDM当中成为急待解决的任务。另外,如何将光纤选路控制和IP层的选路协议协调起来也是一个问题。

4 结论

虽然现在IP over WDM网络实现起来有不少困难,但是我们必须看到:随着半导体和计算机技术的发展,以及光器材不断推陈出新,价格问题将逐步得到解决。一旦制定出完整的标准,IP over WDM网络的管理问题和设备兼容性问题都将得到解决。最重要的是由于IP over WDM网络本身在充分利用光纤带宽方面有其他技术无法比拟的优点,在光纤带宽日渐紧

张的今天,这一点将是这个技术发展的原始动力。因此,从数据通信发展的角度来看,IP over WDM 网络将成为第三代互连网的核心技术,IP over WDM 技术发展的前景将非常光明。

参考文献:

[1] DOUGLAS E COMER. Internetworking with TCP/IP Vol I(Third Edition)[M]. U. S. A:Prentice Hall. 1998.

[2] UYLESS BLACK. Emerging Communications Technologies

(2nd Edition)[M]. U. S. A:Prentice Hall. 1998.

[3] 赵慧玲,胡琳. 宽带 Internet 网络技术[M]. 北京:电子工业出版社,1999.

[4] 王海军,王治业. WDM 技术的多样性极其特点. 电信科学[J]. 1999,15(10):23-25.

[5] 思科系统公司. 利用 DWDM 实现核心网络的光网络互联. 世界电信[J]. 2000,13(5):38-41.

[6] 基于 IP over DWDM 的城域网技术研究. 电信科学[J], 2000,16(3):7-11.

Study of IP over WDM System Structure

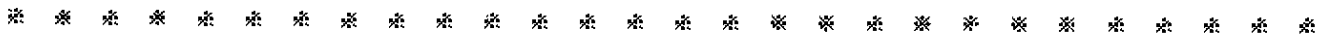
SHEN Ke , XU Guo , GAN Yu-yu

(College of Communication Engineering, Chongqing University, Chongqing 400044, China)

Abstract: WDM technology is the basis of optical network implementation. Due to eliminating SONET/SDH and ATM elements, and allowing direct connection with IP routers, IP over WDM can reduce network cost and simplify network expansion . In this thesis, the structure and protocol layers of IP over WDM are firstly explained. Then the procedures of this network are described briefly. At last, the problems and future of IP over WDM are analyzed

Key words: IP over WDM; System Structure; network

(责任编辑 张小强)



(上接 24 页)

Optimization of Curve Fitting Used in Development of Magic Formula Tire Model

REN Guang-sheng

(College of Mechanical Engineering, Chongqing University, Chongqing 400044, China)

Abstract: Characteristics of a tire are the foundation of vehicle dynamics studying, especially play a vital role in vehicle handling study. It is necessary to establish a tire model in the simulation for vehicle handling because the tire characteristics got by test can not be satisfied. The optimization of fitting to the tire test data curves by Magic Formula is discussed, included the digitalization of tire test data curves, designing objective functions and optimization processes, etc. Finally the parameters in Magic Formula tire model are obtained and they lay a foundation for the development of vehicle handling aftertime.

Key words: magic formula; tire model; curve fitting; optimization; simulation

(责任编辑 成孝义)