

# 新型高速局域网——千兆比以太网

谢帆 汪齐贤 (北方交通大学电子信息学院 100044)

**摘要:**千兆比以太网是一种新型高速局域网。它一方面继承传统以太网的主要标准结构,保护了用户先前的投资和系统配置,并使系统升级方便,以较实际的价格赢得了支持和发展;另一方面,它又采纳了光纤通道的低层协议以及其他一些在千兆比速率下应作的改进,使它获得了高速宽带性能。本文还列举了从快速以太网和 FDDI 向千兆比以太网迁移的网络配置策略。并将千兆比以太网同 ATM 技术作比较,指出各自的优劣特点和发展前景。

**关键词:**千兆比以太网(GigabitEthernet) ATM FibreChannel(FC) FDDI FastEthernet

## 1. 引言

千兆比以太网的出现给以太网技术带来了新的生命力。它以预期的可负担费用,为不断需求更大带宽的应用程序提供了充裕的带宽。同时,千兆比以太网兼顾了传统的以太网标准。它利用现存以太网的基础设施并保证了移植的简易性,即不需对现有网络操作系统和应用程序作任何改动。因此,千兆比以太网技术得到研究和开发,并正在快速发展。1996年7月,即在802.3u工作组核准快速以太网标准仅仅五个月之后,IEEE启动了802.3z工作组,为运行于1.0Gbps的以太网制订标准。同时,千兆比以太网技术吸引了局域网互连工业界众多公司的注意。1996年5月,80多家公司和机构组成了千兆比以太网联盟(GEA),辅助802.3z工作组发展工业标准,向用户提供千兆比以太网解决方案并征询用户对网络互操作能力的意见。

用户对更快的响应时间,更多分段能力以及主干带宽和服务性能的实质性改善的需求,将是千兆比以太网市场的推动力。随着今后网络用户数不断增长,以及速度更快的服务器和客户机的涌现,预计2000年时千兆比以太网交换机市场将达到10亿美元。

## 2. 工作结构

通常人们对千兆比以太网有一个误解,即认为它只是传统以太网或快速以太网(FastEthernet)的升级版本。其实并非如此,虽然它能同这两种网络互操作。千兆比以太网确实保持了标准的以太网组帧方案,兼顾到802.3标准的帧格式和最小与最大帧长。但它们的物理层有很大差别。

与快速以太网相似的是,千兆比以太网借用其他技术已制定了物理层标准。快速以太网采用FDDI的物理层标准的一个版本,而千兆比以太网将使用ANSI X3T11光纤通道(FibreChannel)标准的物理层(FC-0)的

改进版本。使用光纤通道的原因是,它为目前支持千兆比速度的唯一技术。当前它所支持的速度可达4.268Gps。光纤通道的物理层针对各种不同数据率和物理媒质,定义了各种物理参数(包括光纤,连接器)以及光电参数。千兆比以太网还采用了光纤通道的8B/10B编码技术将每8比特数据编码为10比特。这增强了数据传输性能,但也带来了容余,使实际数据速率低于所定义的线路速率。例如,速度为1.062Gbps的线路其实际数据速率为800Mbps。因此,采用光纤通道技术的千兆比以太网要运行于1.25Gbps才能达到1.0Gbps的数据速率。

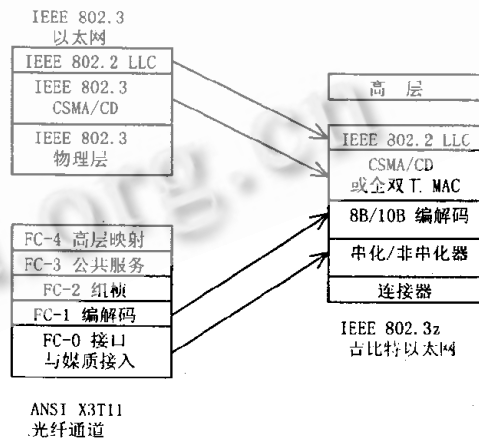


图1 千兆比以太网协议栈:千兆比以太网将采用光纤通道的物理层和编/解码层,只在半双工模式中使用CSMA/CD。其全双工模式将使用802.3x全双工规格,包括802.3x基于帧的流控。802.2LL层保持不变。

与快速以太网相似,千兆比以太网可以在全双工或半双工模式下运行。在全双工模式下,数据包在同一连接的两个通道上同时双向传送,其总带宽为半双工时的

两倍。例如,快速以太网的全双工连接提供 200Mbps 的总带宽,而千兆比以太网的全双工连接总速度为 2.0Gbps。全双工模式只能用于点到点连接,因此这种模式的连接不被共享,也就消除了冲突,于是除去了 CSMA/CD 接入控制机制。全双工传输可配置在两个交换机端口间,服务器或工作站与交换机端口间,或者两个工作站之间。全双工连接不能用于共享端口,如连接多个工作站的集线器(HUB)端口的中继器。

802.3x 工作组正在制订的一种可选流控机制,将对全双工传输模式有效。它与 XON/XOFF 流控相似。点到点链路一端的接收站传送控制包,指示发送站的包传送停止一指定时间。发送站将停止传送包,直到超出指定时间间隔或收到接收站发来定时为零的新控制包,才恢复包的传送。

对于半双工模式,千兆比以太网将保持标准以太网的 CSMA/CD 接入方法。半双工模式可用于共享的多站局域网,即两个或更多个末端站点共享单个端口。大多数交换机允许用户在端口到端口的基础上选择半双工或全双工模式,使用户在准备好时从共享网段向点到点全双工网段迁移。千兆比以太网运行在点到点全双工模式时最有效,此时两站点间的全部带宽是专有的。对于主干和高速服务器或路由器链路,全双工模式是最理想的。半双工时其性能就会下降。由于利用 CSMA/CD 协议,它对段长较敏感。当以千兆比特速度在 100 米长的电缆上传送 64 字节的帧时,标准以太网帧的 SlotTime 就不够长了。为了解决将半双工以太网提速为千兆比时 CSMA/CD 遇到的短帧定时问题,将 SlotTime 扩展以保证至少 512 字节,并用到所谓的载波扩展(Carrier Extension)技术。如图 2 所示,其帧长未变,只有定时被扩展。

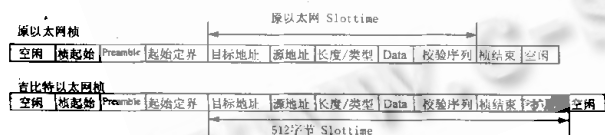


图 2 载波扩展延长了千兆比以太网帧的帧定时,保证将半双工以太网升级成千兆比速度时至少 512 字节的 slot time

千兆比以太网的最初设计方案规定传输媒质为多模或单模光纤。由于光纤比同轴衰减小传送距离大,并且更安全可靠,因此它是连接交换机与交换机和交换机与高速服务器的理想介质。当千兆比以太网用在桌面系统

时,可能还会支持 5 类缆,即有 4 对线的 5 类缆运行在 1.25Gbps 速度,长度限制在 100 米之内。

EIA/TIA 建议在主干应用情况下使用光纤。而为了满足 IEEE802.3 规定,多模光纤在 1.0Gbps 速率时必须达到 500 米。但是光纤也有距离限制,其长度与速度成反比,即随着线路速度增加其有效传输长度要减少。多模光纤上 OC-12(622Mbps)速度的 ATM 传输最大长度为 300 米。这个限制对于要在 500 米连接上实施千兆比以太网的设计者来说是个技术挑战。据一位 802.3z 工作组成员介绍,将用 1300nm 的光波波长以 1.25Gbps 的速率支持 500 米长度。对于单模光纤,802.3z 标准化组规定最大长度为 2 公里(为了包容欧洲布线标准已被扩展为 3 公里),它也将用 1300nm 的长波长。千兆比以太网的物理层标准也将定义同轴电缆方案,即在 25 米距离内连接交换机和服务器,并用到 8B/10B 编码技术。与快速以太网不同,千兆比以太网的每段只能有一个转发器,而前者可有两个。

### 3. 配置策略

千兆比以太网最初会用在需要传送大量数据的环境下,如校园网或科研院所,作为带宽问题的一种解决方案。至于推广到桌面系统还需一段时间。当前,其主要应用将集中在主干,交换机到交换机链路。以及交换机到高性能服务器链路中。用户将逐渐从快速以太网或 FDDI 迁移到千兆比以太网。

为了从本质上提高服务器性能,用户可以把快速以太网链路升级为连接一个文件/应用超级服务器群的千兆比以太网链路(见图 3)。这需把快速以太网交换机换成千兆比交换机,它包括 1.0Gbps 服务器链路端口,连接快速以太网交换机和/或末端站点的 100Mbps 链路接口。这样,便将服务器链路带宽增加了一个数量级,可达更高的服务器数据流量,提高文件/应用服务的响应速度。

通过代换交换机,用户的主干网性能也可得到很大改善。这要把快速以太网的交换机之间的链路千兆比以太网交换机链路替换。快速以太网内互连的交换机升级为 100/1000 交换机,它具备连接其他 1000/100 交换机的 1.0Gbps 链路接口,以及连接 10/100 交换机、Hubs 或 100Mbps 转发器的 100Mbps 链路接口。这种升级能支持相当多数量的交换型或共享型快速以太网网段。主干带宽也能得到本质的提高,支持更多的网段和节点,并且每段能分配更多的带宽。

对于校园或建筑物中的 FDDI 网来说,可将 FDDI 集

中器或 Hub,或以网至 FDDI 路由器,代换成一个千兆比以太网交换机或转发器。这种升级保护了原先对光缆的投资,并只需新增一个千兆比以太网交换机或转发器以及路由器和 Hub 中的千兆比以太网接口。

#### 4. 与 ATM 技术的比较

ATM 已被公认为能增强未来局域网和广域网和广域网性能的有效技术。现在,千兆比以太网的出现对 ATM 在局域网中的前途有什么影响呢?首先,千兆比以太网并不是 ATM 的取代技术,只是局域网方案中 ATM 之外的另一种可选途径。实际上这两种技术可以共享,利用 LAN 仿真, MPOA, 或传统的路由器技术,局域网的包可在 ATM 网上传送。

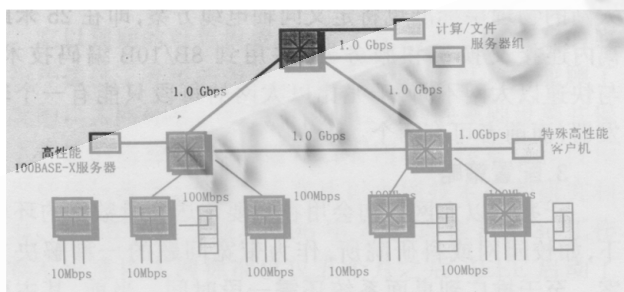


图 3 千兆比以太网主干在某校园网中的配置

而且,ATM 的实现要比千兆比以太网开始的早。ATM 论坛已经制定了许多 ATM 标准,ATM 产品也上市了三到四年,在开发和维护方面已积累了经验。虽然其实现更昂贵,ATM 技术在很多方面优于千兆比网络技术。

以太网在已安装的局域网中占 80%。用户们希望保留以太网技术,因为他们熟悉它及运行其上的应用程序。用户希望不必改变其基础设施不必转向不同的技术,以低投资获得网络性能的提高。千兆比以太网正满足了这种需求。作为一种传输技术,ATM 的性能远远超过千兆比以太网。ATM 是无缝的,即它既可用于 LAN 环境也可用在 WAN 中。其缩放性事实是无限的,而以太网技术不是这样。ATM 定长短小的信元和其服务质量(QoS)参数,使 ATM 能处理所有形式的媒体,包括数据、图形、图像、视频和语音。而以太网技术是为数据传输设计的。它很难支持多媒体应用,特别是对时延敏感的语音和视频影像。虽然千兆比以太网的带宽已足够处

理这些应用,但还需一些机制在每个会话的基础上,为视频和语音应用分配优先级并减少时延。ATM 的 QoS 就是一种在端到端基础上保证时延敏感或不敏感型应用传输的解决办法。

近年来已开发出一些协议在 LAN 的网络层实现 QoS,如实时协议(RTP)和资源保留协议(RSVP)。RTP 在 IP 包中加入优先级信息以保证快速传送,RSTP 允许网络管理者为特殊类型的流量分配优先级,为使用 IP 的特殊应用保留带宽。但这些协议不能象 ATM 那样确保端到端的 QoS。虽然千兆比以太网会采纳这些协议并发展自己的 QoS,但效果还不能确定,而且在处理时延敏感型业务时可能没有 ATM QoS 有效。千兆比以太网能否处理多媒体传输还要拭目以待。

为了向 ATM—LAN 环境迁移,用户必须将以太网交换机换成 ATM 交换机。同时,还要把连到 ATM 网上的每个设备的网络接口卡(NICs)换为 ATM 适配卡。不过如果用户已使用了光纤或 5 类缆,就不必改变其布线配置。而升级为千兆比以太网时,除了更新千兆比交换机,只需替换那些直连千兆比以太网的设备上的 NICs。

#### 5. 结束语

今年 1 月,IEEE 802.3z 工作组提交了技术标准的最初草案,但预计在 1998 年初才能发布正式的标准。草案定义了千兆比以太网的主要技术细节。随着标准的发布和竞争的加剧,产品会更完善,价格也会降低。EGA 认为千兆比以太网技术是高性能以太网的优选解决方案。在迁移方便性和价格优势方面,千兆比以太网比 ATM 更具吸引力。它将给以太网注入新的活力,使这种网持续更长时间。虽然千兆比以太网能满足数据通信的高性能要求,但它不能提供高质量的多媒体应用所需的 QoS。其时延敏感型应用,如视频和语音的服务质量达不到 ATM 的水平。ATM 产品的价格虽然较高,但正在并将继续下降。要注意的是,ATM 的机能和属性远远优于以太网。ATM 是一种具有高可伸缩性的多媒体传输与交换技术,而以太网技术只针对数据应用而且其伸缩性也是有限的。无疑,随着 ATM 的成熟,应用面的扩大和价格的降低,会对千兆比以太网的发展机遇带来影响。在与传统以太网应用兼容的基础上,解决流量拥挤问题,满足大带宽数据应用的需求,这是千兆比以太网的承诺,也是它的力量所在。

(来稿时间:1998 年 1 月)