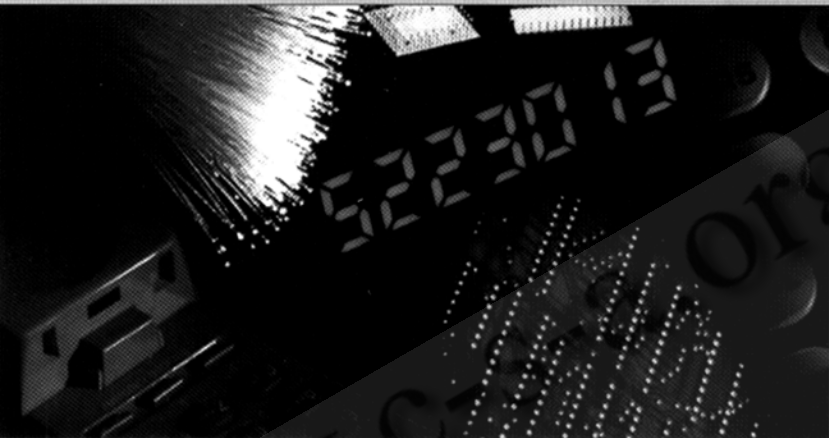


IP 与 ATM 结合的技术 MPLS

王 浩 蒋天发 (武汉 中南民族学院 计算机科学学院 430074)

杨媛媛 (武汉 中南民族学院 电子信息工程学院 430074)



摘要: ATM与IP相结合的技术MPLS,利用ATM技术来承载IP,充分有效的体现了两者的优点,提高了业务的性能和网络的效率。通过对ATM与IP性能的分析 and 比较,详细地介绍了MPLS技术基本原理。

关键词: 异步传输模式 IP协议 多协议标记交换 标签交换路由器 标签边缘路由器

1 引言

现有网络上运行的网络层协议种类繁多,如IP、IPX、Appletalk、DECnet、Banyan和Vines等,要实现网络ATM与现有的多种LAN网络互连的关键是使用相同的网络层协议,例如统一使用IP和IPX协议,因为网络层的功能就是为高层协议和应用程序提供一致的网络视图。然而,由于IP协议是面向无连接的,有自己的寻址和路由选择方式,而ATM技术是面向连接的,也有自己的信令、选路和地址结构,这些正是实现二者结合的难点所在。

2 ATM 与 IP 的性能对比

2.1 ATM 概况

ATM的概念起源于1983年美国贝尔研究所Joh Tumer提出的快速分组交换(FPS)和1984年法国电信CENT提出的异步时分交换(ATD)思想。1990年国际电信联盟正式建议将ATM作为宽带综合业务数字网(B-ISDN)的基础技术和体制,全面开始ATM标准、基础理论和实际技术的研究,并于1992年7月由美国Fore Systems公司率先研制出ASX-100系列ATM交换机。

ATM将信息划分为48个字节定长信元和5个字节控制信息的信元头,继承了分组交换的统计复用技术,用户若无信息发送,可以不占用时隙,从而提高了信道利用率。并且ATM全部用硬件处理信息,简化了传统分组交

换协议的层次,网络节点不需要执行复杂的差错控制和流量控制等功能,处理时延大大降低,因而交换机的速率得到了显著的提高,所以,ATM具有分组交换和电路交换的优点:

- (1) 传输速率可以灵活改变,既可以传送交换速度低至1kb/s的遥测信号,又能支持变速业务;
- (2) 交换时延低,既支持非实时性业务,又支持实时性业务,同时提供数据、语音、图像、电视和多媒体等业务,实现各种业务的综合应用;
- (3) 信道利用率高,采用统一的统计时分技术,实现信元的复用和交换。

2.2 IP 概况

IP技术最初只用于少量计算机组成的网络互连,它不同于电信网络的设计思想。电信网络力图由网络自身提供所有业务,用户终端尽可能是廉价、易用的设备。而IP协议是基于“端到端”思想,它认为网络所提供的只是端到端的连接,所有增值功能都在网络之外由终端完成。IP互联技术极具发展活力和智能,伴随Internet的诞生和进步,因而在近十年内得到了飞速的发展和广泛应用。

IP是Internet的网络层协议和重要的技术基础。人们说到IP往往就意味着Internet,意味着无连接通信方式和无连接通信技术。Internet是一个路由器加专线的存储转发型网络,而IP协议实质上是一种不需要预先建立连接,而直接依赖于IP分组头信息决定分组转发路径的数据协议,它具有其他通信协议所不具有的突出优点:

- (1) IP为一种网络互连协议,容易实现异种网络互连;
- (2) IP协议采用无连接技术,特别适合于电子邮件、信息检索等非实时的短报文通信;
- (3) IP具有统一的寻址体系,网络可扩展性强;
- (4) IP协议采用独立服务的模块化结构,可以支持多种不同应用,容易增加新业务。

2.3 ATM与IP的性能对比

ATM协议框架中的ATM层对应于OSI协议参考模型的第2层,但其协议应该完成的功能不是OSI第2层规定的链路层功能,而是多路复用、路由和交换功能。ATM的上层应用可能是基于Q.2931的新应用或不基于Q.2931的现有应用,通过AAL层适配,将不同业务应用接纳进来。如果是现有的应用,则需要通过LANE和MPOA才能使原来没有广播子网概念的ATM具有子网的功能,才能使现有的协议(例如ARP、IP、IPX)正常地在ATM上运行。

TCP/IP协议框架中的IP层对应于OSI协议参考模型中的网络层,其协议与OSI第3层规定的网络层协议相当,完成路由选择和分组转发功能。IP的上层应用可能是基于RSVP的或不基于RSVP协议的。对于不基于RSVP协议的现有Internet应用,可以通过简单的TCP或UDP运输层协议传送文电;而基于RSVP协议的新应用(例如语音和视频等实时应用),则必须通过RSVP文电,为某分组流进行接纳控制和带宽预约,以保证服务质量。

3 IP与ATM结合技术--MPLS

虽然ATM面临IP的诸多挑战,但目前ATM仍然是城域网的主要选择,主要是由于它在可扩展性、可维护性、QoS、容错性、流量控制等方面优势很多。近来普遍看好的解决方案是使ATM与IP相结合的技术应用于广域网,利用ATM技术来承载IP,这种方法可以综合利用二者的优点。

ITU-T SGI 3根据IP协议和ATM协议的特点和关系将其结合技术划分为重叠模型和集成模型技术。ATM论坛定义的LANE, MPOA、IETF定义的CIPOA均属于重叠模型技术。这种模型要求对ATM和IP分别定义不同的地址结构和相关的路由协议。在ATM网内,需要用ATM路由协议来为IP分组选择路由,故要求ATM地址选择协议把IP地址映射到ATM地址,这就造成了地址和路由功能的重复,降低了IP包的传输效率,也不利于利用ATM的QoS能力。流驱动的IP交换技术,控制驱动的Tag交

换均属于集成模型技术。在该模型中,ATM层被看作是IP层的对等层,ATM端只需使用IP地址来标识,且ATM网络内部使用现有的网络层路由协议(如I-GRP, OSPF等)来为IP分组选择路由,从而提高了IP包的传输效率。

由此可见,在传送IP协议方面,传统的路由机制存在两个致命的缺点:业务服务质量难以保证和网络扩展性差。IP交换和Tag交换虽然在这两方面有所改善,但仍存在许多问题,在此情况下,多家公司联合提出了MPLS(Multi-Protocol Label Switching)。

4 MPLS基本原理

MPLS技术属于集成技术,它基于标记交换机制,在ATM层上直接承载IP业务,与重叠技术相比,提高了业务的性能和网络的效率。MPLS不针对某一种链路层技术,可使用于ATM、帧中继等,目前主要解决IPv4和IPv6,可扩展到其他协议。它将面向连接的机制加入到面向非连接的IP协议中。MPLS节点识别网络的拓扑结构,通过标签将L3的路由信息,映射到L2交换中,是具有路由能力的交换机。

4.1 L2标签和FEC(ForwardingEquivalenceClass)的捆绑

MPLS的L2交换是以FEC为单位的。所谓的FEC是网络传输中的一系列数据包,它们在网络传输的各节点有着相同的处理方式。

传统的IP Over ATM,所有的数据包都在L2层进行交换,后来发展的IP Switching、MPOA、MPLS都不采用这种方式。它们选择认为值得在L2进行交换的数据流在L2层建立直通交换(cut-through)或称为捷径连接(shortcut)。通常持续时间长、数据包多,以及多媒体流认为是值得交换的长流,而对于一些有几个数据包组成、甚至只由一个数据包组成的数据流,例如DNS查询包,认为不值得为它在ATM交换机建立直通连接。通过这样的流分类决策,使短流在L3转发、长流在L2交换。

在IP Switching和MPOA中,L2交换的数据流的单位称为流(flow),由RFC1954定义。RFC1954定义了两类流:端口对流(port-pair flow,流中所有数据包的源和宿的IP地址和端口相同)和主机对流(host-pair flow,流中所有数据包的源和宿和IP地址相同)。MPLS的FEC是流的进一步扩展。除了包含流的划分外,MPLS还可根据宿IP地址的前缀(IP地址中的网络号)来进行FEC的划分,这和传统路由器的路由特性相符合。由于只根据宿地址而不考虑

源地址, 允许 MPLS 节点对数据流进行整合(merge), 使得交换机的资源空间(VPI、VCI 空间)大大节省, 减少有关表格的大小、减轻维护和管理工作量, 使 MPLS 比 MPOA 更适合广域网和主干网。另外, MPLS 还可加上考虑 IP 包头的 TOS(TypeofServer)或其他的业务质量要求来划分 FEC, 即在划分的同时考虑 QOS, 易于 QOS 的实现。

4.2 MPLS 网络部件

MPLS 网络有两大组成部件: 标签交换路由器 LSR (Label Switching Router)和标签边缘路由器 LER(Label Edge Router)。

(1)LSR 节点所有的接口都支持 MPLS, 对于 ATM/MPLS 为 LC-ATM 接口(Label Switching Controlled ATM Interface)。数据包发送的路由由标签信息决定: 查看入接口的数据包的标签从表格中检索得到出口标签和出接口, 交换标签, 在出接口中发送数据包。它和 MPLS 系统的其他 LSR 或 LER 的 MPLS 接口相连。LSR 负责 FEC 标签的分配和发布。在 ATM/MPLS 中, 当上游节点和下游节点 FEC 均和标签捆绑时, 在 ATM 交换机硬件建立直接的 L2 连接。

(2)LER 位于 MPLS domain 边缘, 连接 IP 网络和标签交换网络。网络中至少有一个 MPLS 接口和 LSR 相连。作为入口点, 分析来自非 MPLS 接口的数据包包头、进行 FEC 分类、决定是否得打上标签或数据包属于哪个 FEC、对数据包进行封装、然后从 MPLS 接口发送; 作为出口点, 如接收带有标签的数据包, 则去除标签、在 L3 层发送数据包至目的地。MPLS 的 FEC 分类(Forwarding Classification)只在 LER 进行。一旦 LER 认为是值得在 L2 进行交换, 路由路径的其他节点都在 L2 层对它进行交换, 而不是每个节点都对数据流进行判断: 这和 IP Switching 不同。这样, FEC 分类只在较为空闲的边缘设备中进行, 不但减轻了中央节点的负担, 同时也保持数据流的一致性: 要么都在 L3 层转发, 要么都在 L2 层交换。

4.3 标签和 LSP 的建立

MPLS 对值得 L2 交换的 FEC 打上标签: 在 ATM 中使用 VCI、VPI/VCI、VCID 作为标签, 在帧中继中使用 DLCI。在 ATM/MPLS 中, 标签分配模式使用请求下游标签模式(Down stream-on demand Mode), 如图 1 所示: 即由上游节点向下游节点发出标签请求消息, 下游节点分配和选择标签, 向上游节点返回标签捆绑消息。标签保留模式使用保守的标签保留模式(Conservation Label Retention

Mode), 即只保留和维护正在使用的标签, 这是由于 ATM 的标签空间有限决定的。标签发布控制模式也有两种: 一是独立的标签发布控制模式(Independent Label Distribution Control), 即每个节点独立地向上游节点发布标签捆绑信息, 其优点是快速、在数据包传输的同时建立 L2 交换, 缺点是上游节点收到标签捆绑信息可能早于它的下游节点, 使得 FEC 中打上标签的数据到 LSR 时, 没有相应的标签交换信息, 要在 L3 层以非标签数据包的形式发送; 另一种是顺序标签发布控制模式(Ordered Label Distribution Control), 即节点收到下游节点向它发布的标签信息后或它是出口节点, 才向上游节点发布 FEC 标签捆绑信息, 其优缺点和独立的标签发布控制模式相反。

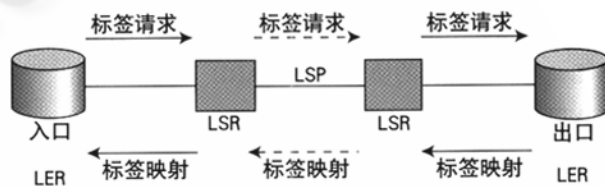


图 1 ATM/MPLS 中 LSP 的建立

在 ATM/MPLS 中, 如果 FEC 的上游节点和下游节点均和标签捆绑, 则在 ATM 交换机建立直接的 L2 交换。如果 FEC 所经过的各个节点都建立 L2 交换, 则从入口节点到出口节点建立一条 LSP(Label Switched Path)。

当源和宿中间经过不同类型的网络或经过网络边界或经过不支持 MPLS 网络时, MPLS 使用隧道(tunnel)的概念连接 LSP。这时使用标签堆栈, 最底层标签用于标识隧道, 上层标签用于 LSP 内的标签交换。图 2 给出以 ATM/MPLS 中间经过不支持 MPLS 的 ATM 网络的 LSP 为例, 隧道可为 PVC、SVC, 以 VCID 作为 SVC、PVC 的标识。

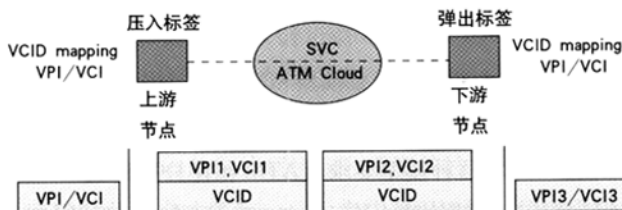


图 2 ATM/MPLS 标签堆栈

(下转第 41 页)

(上接第 46 页)

因此 LSP 可定义为 FEC 从入口节点到出口节点建立的一条基于标签堆栈同一层标签的标签交换的链路。MPLS 中使用 LDP(Label distribution protocol, 标签分配协议)进行近邻的发现、会晤的维护, 标签的发布和回收, 事件的处理和状态的报告。

5 结束语

MPLS 技术源自 IP Over ATM 的需要, 它从根本上考虑到 ATM 与 IP 两种技术的优缺点, 提出了一个更佳解决方案。如果从更深层次上考虑, MPLS 出现的意义绝对不单纯是为 IP Over ATM 寻找到一条更好的途径。IP 网络发展速度很快, 网络层次将不断减少, 如果真正实现 IP Over DWDM, MPLS 是必须应用和发展的技术。因为从 IP 层到光波分复用层, 中间必须有一层来完成数据传输、交换和转发功能。今天这类功能主要依靠 SDH 和 ATM

技术来实现。MPLS 同时适用于这两项技术, 因此是网络融合的一种比较理想的解决方案。

如果按照分析家大胆的预测, 未来网络将采用 MPLS 流量工程控制平面来控制光交叉连接设备, 综合集成光交叉连接设备和标记交换路由器。这使得网络的整体结构变得更加简单。作为一项被人们普遍接受的用于未来骨干网络上的技术, MPLS 将逐步展现它的魅力。■

参考文献

- 1 谢希仁, 计算机网络第 2 版, 电子工业出版社, 1999.
- 2 魏颖琪、李晖晖、张光昭. ATM/MPLS 系统设计.《数据通信》, 1999, No. 3.
- 3 张晓菲、王亚弟, 基于 ATM 的交换技术.《微机发展》, 2000, No. 1.
- 4 杨宗凯, ATM 理论及应用, 西安电子科技大学出版社, 1997. 4.