



王学普

IP 技术在三网合一中的研究现状和发展趋势

王学普 徐 悅 段春荣

摘要 作者介绍了三网合一的概念、研究现状，详细分析和比较了宽带 IP 技术在三网合一中的应用及实现方案，如 IP over ATM、IP over SDH、IP over WDM 等，宽带 IP 在三网合一中的关键技术。

关键词 PSTN CATV INTERNET IP ATM SDH WDM

Research Situation and Development Tendency on IP Technology in Three Nets Combining into one

Wang Xuepu Xu Yu Duan Chunrong

(Northern Jiaotong University, Beijing, 100044)

Abstract: The writer introduces the concept and the research of three nets in one , analyses and compares the schemes to realize it by broad band IP technology , such as IP over ATM、IP over SDH、IP over WDM .

Keywords: PSTN,CATV,INTERNET, IP, ATM, SDH, WDM

王学普 北方交通大学 在读硕士研究生 100044 北京市

徐 悅 北方交通大学网管中心 高级工程师 100044 北京市

段春荣 北方交通大学网管中心 助理工程师 100044 北京市

4.3 车站网络系统结构存在单点故障

基于单个集线器构成的车站网络系统是非常脆弱、非常不可靠的，一旦集线器发生故障不能工作时，车站网络系统将陷入瘫痪状态。

4.4 RAID5 镜像备份方式存在隐患

RAID5 镜像备份方式只有当磁盘阵列机的 1 个硬盘发生故障时能保证磁盘阵列机正常工作，不会丢失数据，而当磁盘阵列机有 2 个或 2 个以上的硬盘同时出现异常时，磁盘阵列机就无法正常工作，系统也会瘫痪。

5 提高车站系统可靠性的解决方案

(1) 磁盘阵列机的几种改进方案

- 采用双盘控且双路电源的磁盘阵列机，避免磁盘阵列机的单点故障，提高系统的容错能力。
- 车站系统再增加一台磁盘阵列机，采用二台磁盘阵列机互为热备方式，通过提高系统的成本来保障系统的稳定可靠。

c. 改变磁盘阵列机的镜像方式，采用 RAID0 镜像备份方式，通过减少硬盘的使用空间来提高系统的可靠性。

(2)车站系统的供电系统应该采用双路双 UPS 电源供电方式，提高供电系统的稳定性。

(3)改进车站网络系统的连接方式，采用双集线器构成的网络系统，提高系统网络的容错能力。

6 结论

解决方案可以根据车站的具体情况分期实施。

(1)提高车站系统可靠性，这是提高系统可靠性所期待的目标。

(2)有的车站系统维护人员技术水平较高的，可以考虑以后在设备更新时实施上述提高系统可靠性的解决方案。

(3)需要不断提高系统维护人员的技能素质。

(责任编辑:徐荣华 收稿日期:2000-03-16)

1 引言

随着计算机事业的飞速发展,原来计算机之间或计算机与终端数据传输方式在速率上、质量上均已不能满足用户大量信息传输的要求,而且,人们对于声音、图象和数据的传输要求逐渐提高,自从“三网合一”的概念被人们提出来后,人们的期盼日益增强。在比较利益的驱动和相对技术优势的吸引下,世界各国的信息技术产业(IT 产业)已经展开了白热化的商业竞争,特别是一些跨国信息产业公司为抢夺未来数字化技术和信息服务的制高点而投入重金。

所谓“三网合一”是指公众电话网(PSTN)、有线电视网(CATV)和国际互联网(INTERNET)的融合,是将传统通信技术、计算机技术和图像技术在信息传输和网络层次上的协调融合,实现传输、接收和处理全部数字化。它是以超大容量光纤传输网为骨干,以高性能计算机为枢纽,提供数据、文字语音和静止、动态的图象等多媒体综合服务,采用多媒体终端,信道速率可达 Gb/s 级宽带的高速通信网络平台。

利用先进网络技术,修建一条宽带“信息高速公路”,其中包括建设高速、宽带、大容量的信息传输主干网(平台)和电信非对称数字用户环路(ADSL)、有线光纤电缆混合网(HFC)、无线和局域网等多种接入方式构成的宽带接入网以及 IP 宽带网,供三网共同使用,可以使传输和交换能力将增加数百倍。

在这条信息高速公路上,三网都将原先的语音、视频等传输信号转变成数字信号,利用目前国际上最先进的“包交换”传输(即 IP)技术,即把数字信息打成“邮包”,邮寄到各站点,再由交换设备“拆包”,还原成语音或视频等信号,提供各种相应的服务。

2 研究现状

随着 HFC 网的成熟、数字电视技术的发展,有线电视业试图在 HFC 网上发展能够提供电视、语音、数据服务的综合业务网。1993 年,美国时代华纳公司在奥兰多市的综合业务网就是一个代表作。它提供模拟电视、数字点播电视(VOD)、电缆电话和数据通信业务。与此同时,电信公司也在搞全业务网,在电信网上以拨号视频方法提供 VOD 业务。在 1993~1996 年期间全世界有几十个这种实验网,但是最终都没有得到商业上的成功。究其原因,一方面是市场不成熟;另一方面,技术上也不成熟,只能使用 ATM 交换机进行交

换,不同网络互连性很差,技术复杂,成本也太高。这种在原有体制下延伸,来实现全业务网的方法是不能成功的,因为它缺乏一个能够实现互通互连的结合点。尽管不成功,这仍然不失为一次有益的尝试。

电信业从 80 年代后期就致力于发展综合业务数字网,希望集语音、数据、视频为一体,像电话网一样四通八达,一拨就通。开始研究窄带综合业务数字网 N-ISDN。自 90 年代初问世以来,它只在欧洲一些地区有一定发展,一直未能成大气候。近年来,它作为因特网的一种接入手段有了一些发展,但由于带宽增加不多,前景并不妙。中国电信近年来推广 N-ISDN 效果亦不佳。90 年代初又开始发展宽带综合业务网 B-ISDN,为此发展了 ATM 技术。尽管国际电信联盟 ITU 花了很大力气制定标准,B-ISDN 还是长期停留在纸面上、实验网上,未能走向商业应用。原因是太复杂,成本太高,与其他网络的互通互联能力很差。看来,用这种方法来实现能够无缝连接全世界不同网络,构成综合业务网的路是走不通的。开始 ITU 并不重视 IP 网的发展。由于 2~3 年内 IP 数据流量将超过话音流量成为电信业务的主流,ITU-T 认识到 2000 年电信环境将以基于 IP 的技术为主导,如果等到 2000 年国际标准大会再调整 ITU-T 的战略部署,将为时过晚。

自 1994 年以来,因特网商业化取得了巨大成功。因特网采用了 TCP/IP 协议在网络层进行互连。这种公共带信任机制,方便成功地解决了各种不同网络之间互相连接的问题。因为它满足了人们的需求,因特网一开始商业化就实现了迅速地增长。因特网的成功给人们以启示,为什么不用 IP 网代替 B-ISDN,作为未来的基础传输网呢?其中的关键问题是如何提高传输话音和视频等实时业务的 QoS(Quality of service)。近年来 IP 优化光网络技术为这一问题的解决提供了技术基础,这就是宽带 IP 网。为此,发达国家竞相开发新一代因特网计划要求的相关技术,以便在新一轮的竞争中取胜。如美国的 Internet2 和 NGI 以及加拿大的 CANnet2 和 CANnet3。而大型电信运营商和设备制造商则调整战略方向到 IP,通过战略重组和兼并为争夺未来 IP 业务市场作准备。

IP 协议所具有的最大优势在于它可以运行在任何介质和网络上,可以保证异种网络的互通,并且,IP 技术顺应了计算机不断普及,功能越来越强这一优势,随着 PC 应用的扩展而逐步扩大。

目前,国内也有人提出建造宽带 IP 骨干平台,统

一使用 IP 协议来提供多种业务。随着宽带 IP 技术的发展,宽带 IP 网已经成为三网融合的结合点。

3 三网合一的发展趋势及其关键技术

3.1 三网合一的发展趋势

IP 业务即将成为通信业务的主流,但传统电信传输网的基础网是光同步数字传输网(SDH)、异步传输模式(ATM)而不是 IP。为此,业界近年发展了多种在这些网上传输 IP 的方法,如 IP over ATM、IP over SDH 等,人们概括这种现象为“IP over Everything”。

未来的信息网是三网融合的产物,它是以宽带 IP 技术为基础的。话音和传统公共数据业务将来可能只占信息网业务的一小部分,以 Web 为基础的 IP 数据通信业务、电子商务、IP-VPN 和实时音频视频业务等将成为主流。这些新的业务运营模式、管理和计费方法都和传统电信业务是不同的。随着 IP 优化光网络技术的发展,网络的传输成本会有成数量级的降低,这也对未来的通信网络的运营、管理和计费方法产生影响。

未来数据通信网络的协议堆栈如图 1 所示。



图 1 数据通信网络的协议堆栈

3.2 IP over ATM

异步传输模式(ATM)目前最为广泛的应用是作为数据业务的传输平台,完成链路层的功能。使用 ATM 技术来承载 IP 是目前国外许多传统电信运营商采用的方法。这种方式可以综合利用 ATM 的速度快、容量大和支持多种业务能力的优点,但效率较低。

IP 技术与 ATM 技术相结合的难点在于:ATM 是面向连接的技术,而 IP 是面向无连接的技术。IP 协议有自己的寻址方式和相应的选路功能,而 ATM 技术也存在其相应的信令、选路规程和地址结构。目前 IP 与 ATM 相结合的技术有 ATM 论坛定义的 LANE、IETF 定义的 CIPOA 和 ATM 论坛定义 MPOA。IETF 也在考虑 IP 交换和 Tag 交换的标准化进程,同时也在制定多协议标记交换(MPLS—Multi Protocol Label Switching)的工作。一旦 MPLS 标准

和设备具备实施条件,网络将朝这一方向前进。

从 IP 协议和与 ATM 协议的关系划分,IP 与 ATM 相结合的技术存在两种模型:第一种模型称为重叠模型,第二种模型称为集成模型。

重叠模型是指 IP 协议在 ATM 上运行,这种形式需要定义两套地址结构及选路协议,ATM 网上的端系统除了需要分配 IP 地址外,还需要分配 ATM 地址。同时,这种模型还需要两套维护和管理功能。目前我国的公网采用的方式是重叠模型。

集成模型是指 ATM 端系统仅需要标识 IP 地址,网络不再需要 ATM 的地址解析过程,而是采用 IP 的选路。采用集成模型的技术有 IP 交换、Tag 交换、ATM 论坛新定义的 IPNNI 和 MPLS。MPLS 基于标记交换的机制,在 ATM 层上直接承担 IP 业务,与重叠模型相比,提高了业务的性能和网络的效率,对于 IP 业务也略去了信令的复杂性。

3.3 IP over SDH

IP over SDH 是以光同步数字传输网(SDH)网络作为 IP 数据网络的物理传输网络,它使用链路适配及成帧协议对 IP 数据包进行封装,然后按字节同步的方式把封装后的 IP 包映射到 SONET/SDH 的同步净负荷包封(SPE)中。目前广泛使用 PPP 协议对 IP 数据包进行封装,并采用 HDLC 的帧格式,即 IP/PPP/HDLC/SDH,PPP 协议提供多协议封装、差错控制和链路初始化控制等功能,而 HDLC 帧格式负责传输链路上的 PPP 封装的 IP 数据帧的定界。

IP over SDH 技术将 IP 分组通过点到点协议直接映射到 SDH 帧,省掉了中间的 ATM 层,从而保留了 Internet 的无连接特征,简化了网络体系结构,提高了传输效率,降低了成本,易于兼容不同技术体系和实现网间互连。因为它的可扩展性差,只有业务分级而无优先级业务质量保证,所以目前尚不适用于多业务平台。IP over SDH 中以链路方式来支持 Internet 网络,不能参与 Internet 网络的寻址。它的作用是将路由器以点到点的方式连接起来,提高到点到点之间的传输速率。它并没有从总体上提高 Internet 网络的性能,这种 Internet 网络本质仍是一个路由器网。Internet 网络整体性能的提高将取决于路由器技术是否有突破性进展,因而这种技术的核心是千兆比线速路由交换机。

IP over SDH 的主要优点是网络体系结构简单,传输效率高,技术较为成熟。但目前也有厂家,如 Lucent,正在开发其他协议,以改善 IP over SDH 的性

能。这种方式的缺点是拥塞控制能力差,只有业务分类和优先级的能力,目前不适用于多业务平台,但对于以 IP 为主流业务的新兴数据公司目前是最佳的技术选择,它是简单易行的提供大容量 IP 传送业务的解决方案。

从网络整体发展来看,将形成 IP over ATM 和 IP over SDH 组合网的局面。

3.4 IP over WDM

IP over WDM 技术目前正由 ITU-T SG15 和光互联网络论坛(OIF)进行标准化工作,无论是接口标准还是适配标准都未成熟,实验室点到点最长的距离能达到 100 公里,进入实用还有一段距离。

从长远看,Internet 网络中有可能最终会省略掉中间的 ATM 层和 SDH 层,IP 直接在光路上传输,即实现所谓的 IP Over WDM (IP Over Optical)。这是一种最简单直接的体系结构,简化了层次,减少了网络设备,从而减少了功能重叠,减轻了网管特别是网络配置的复杂性。IP Over WDM 技术额外开销最低,传输效率最高。通过业务量工程设计,可以与 IP 的不对称业务量特性相匹配。由于省掉了昂贵的 ATM 交换机和大量普通的 SDH 复用设备,简化了网管,又由于采用了 WDM,其成本可望比传统网络结构降低 1 至 2 个数量级。

4 技术关键

4.1 IP 交换技术

IP 交换技术最初由 Ipsilon 提出,以后逐步流行,因此称为 IP 交换技术。有的文献中,也称之为第三层交换技术、多层次交换技术、高速路由技术等。其实,这是一种利用第三层协议中的信息来加强第二层交换功能的机制。因为 IP 不是唯一需要考虑的协议,把它称为多层次交换技术更贴切些。

在网上提供多业务的主要难点就是带宽和速度问题。传统的 IP 网络采用的是纯路由器方式,即在广域网环境中通过路由器进行 IP 包的拆装和转发。这种方式造成中间转接次数多,延时大并且带宽不够高。一种办法是安装性能更强的超级路由器,然而,这样做开销太大。

IP 交换的目标是,只要在源地址和目的地址之间有一条更为直接的第 2 层通路,就没有必要经过路由器转发数据包。IP 交换使用第 3 层路由协议确定传送路径,此路径可以只用一次,也可以存储起来,供以后

使用。之后数据包通过一条虚电路绕过路由器快速发送。

传统的路由技术在每个交叉口都要计算一下,下一步往哪个方向走。IP 交换技术则像直通车,只须一开始知道目的地是哪里就行了。路由器一般每秒处理 50 万至 100 万个数据包,IP 交换技术则提供比路由器强 10 倍的转发能力。

IP 交换技术的讨论大多关注 ATM 交换主干网,有的也涉及千兆位以太网等其它交换环境。IP 交换的实施方案目前不少,IETF 和 IEEE 正在制订有关标准。

目前主要的 IP 交换技术有:

- Ipsilon IP 交换:IP 交换技术由 Ipsilon 首倡,即识别数据包流,尽量在第二层进行交换,以绕过路由器,改善网络性能。Ipsilon 改进了 ATM 交换机,删去了控制器中的软件,加上一个 IP 交换控制器,与 ATM 交换机通信。该技术适用于机构内部的 LAN 和校园网。

- Cisco 标签交换:给数据包贴上标签,此标签在交换节点读出,判断包传送路径。该技术适用于大型网络和 Internet。

- 3Com Fast IP:侧重数据策略管理、优先原则和服务质量。Fast IP 协议保证实时音频或视频数据流能得到所需的带宽。Fast IP 支持其它协议(如 IPX),可以运行在除 ATM 外的其它交换环境中。客户机需要有设置优先等级的软件。

- IBM ARIS (Aggregate Route - based IP Switching):与 Cisco 的标签交换技术相似,包上附上标记,借以穿越交换网。ARIS 一般用于 ATM 网,也可扩展到其它交换技术。边界设备是进入 ATM 交换环境的入口,含有第三层路由映射到第二层虚电路的路由表。允许 ATM 网同一端两台以上的计算机通过一条虚电路发送数据,从而减少网络流量。

- MPOA(MultiProtocol Over ATM):ATM 论坛提出的一种规范。经源客户机请求,路由服务器执行路由计算后给出最佳传输路径。然后,建立一条交换虚电路,即可越过子网边界,不用再做路由选择。

4.2 IP 编号

IP 网络使用了一种 IP 网自己的编号方法来分辨不同的交换机/路由器端点,而 PSTN 网络与 ATM 网络中已经成功使用的基于 E.164/NSAP 的编号/寻址方法,这就需要有一种高效的机制将 E.164/NSAP 的

地址转换成 IP 地址。TIPHON 与 IPDC 的工作都是在研究 E.164 地址与 IP 地址的互联问题。TIPHON 试图通过一个翻译数据库来将 E.164 地址翻译成 IP 地址,从而 IP 交换机/路由器可以直接进行地址翻译,实现 IP 网与基于 E.164 编号的 PSTN 和 ATM 网的互联。如果这能够成为现实,E.164 将成为 PSTN、ATM 和 IP 三网互联的标准编号方法。

4.3 IP QoS 管理

为了实现 IP 同 ATM、PSTN 的互联,ATM 的 QoS 管理方法将被沿用到 IP 网络之中。LDP 将包含 ATM 中的 DoS 参数,这样,所有的中间交换机都能够通过对链路负载状态与 DoS 参数中的规定值的比较,判定某一连接请求在某一链路上是被接受还是发生了阻塞。

4.4 IP 信令与信息交换

如上所述,针对连接请求与检测到的 IP 流,LDP 的建立与释放消息中将包含 DTL 参数、DoS 参数与异常返回参数。目前,ITU-T 正在定义的 IPDC(IP 设备控制)协议包含了控制信令传输与连接控制,它就需要通过上面定义的 DTL、DoS 及异常返回参数与 MPLS/LDP 的建立与释放消息进行协作。

DoS 参数可以置入 IP 包中已有的 TOS/diffserv 参数域中,而标记(对应于 ATM 中使用的 VC 与 VP)将被置于 IP 包上附加的 MPLS 标记域内或者是 SHIM 域内。依据 DoS 参数,IP 交换机/路由器将可以使用 PSTN 网中的 QoS 资源管理规则来决定对 IP 包的 QoS 处理。而依据标记参数,IP 交换机/路由器可以像 MPLS 协议中描述的那样,决定任一 IP 包的下一交换机/路由器。以这种方法,骨干交换机便可以简单地实现基于单 IP 包的 QoS 与处理 MPLS 的路由了。

· 信息 ·

小站售票系统

全路客票系统已覆盖了约 700 个大中型客运站,其售票量已占全路售票量的 85%以上。但仍有为数众多的小站未上计算机售票系统。这种状况不利于客票票制的统一;全路客票原始信息仍不完整,18 点统计、收入审核、统计工厂仍需双轨运行,票价浮动或运行图调整时,硬板票的印制、管理困难。为此,铁科院电子所的科技人员在总体组的指导和支持下,成功地研究开发了价位低廉的 PC 版小站售票系统,将 3.0 版售票软件移植到 PC 机上,利用双磁盘镜像提高 PC 机的可靠性,并充分考虑了车务段运作模式和统一软件的客票系统相联的一致性。系统特点如下:

5 结束语

美国的设备制造商在 SDH、ATM 平台上发展多协议多业务平台,是为了适应其目前的市场需求。我国是一个发展中国家,数据通信历史短,多协议、多业务的包袱较小,可以参考国外先进技术尽快过渡到 IP 数据通信新体制,目前,国内几家企业和研究机构已经开始这方面的研究。

我们认为,三网融合将是一个长期而艰巨的过程。真正实现三网融合,从现在各网联合到基于 ATM 交换的宽带数字网要有一个过程,再到基于 SDH 的 IP 交换网还要有一个过程,最终将所有业务都综合在单一网络中,达到三网合一的最终目标。当然,在以上过程中如何既能满足目前的多业务需求,又能避免重复建设和资源浪费不是简单的事情,国际上没有现成的经验可供应用,需要结合我国国情探索一条具有中国特色的三网融合的道路来。

6 参考文献

- 1 裴晓峰,张春红. 宽带网络技术及其应用. 北京:清华大学出版社,1997
- 2 陈国玺,薛绮. 基于 HFC 网络的三网合一. 电信商情,1999(6)
- 3 沈明,金焰,汪齐贤. 接入网技术. 现代通信,1998(8)
- 4 李智渊,汤岳清,罗时龙. 高速网络技术及其应用. 北京:电子科技大学出版社,1997
- 5 韦乐平. 三网融合之路. 网络与应用,1999
- 6 赵慧玲. 电信网络的演变向何处去. 计算机世界,1999(5)
- 7 辛再甫,于雪梅,陈达观. ATM 网络技术. 北京:中国水利水电出版社,1998

(责任编辑:赵存义 收稿日期:2000-02-06)

票系统

- 数据结构、条码加解密与统一软件一致;
- 便于监控、审计和存根;
- 通过拨号连接基础数据的复制、存根和报表上传;
- 支持标准汉卡;
- 售票数据可直接用于客运营销分析;
- 和收入、统计工厂的接口与统一软件完全一致;
- 扩展性好,能灵活配置从 PC 机数量;
- 磁盘镜像提高了系统的可靠性;
- 可与统一软件同步升级;
- 性能价格比好。

(文丁)