

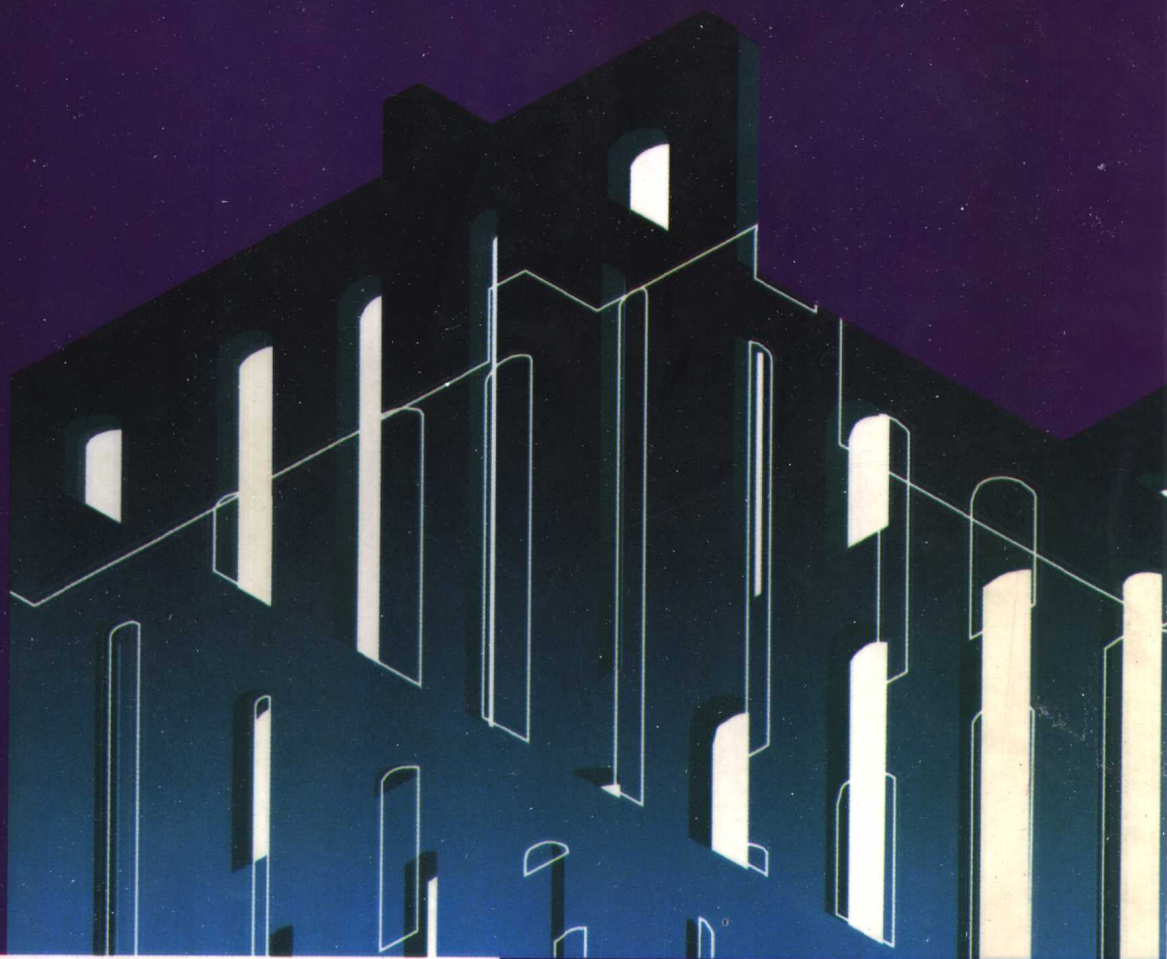


万水网络与数据库丛书

ATM Networks

ATM 网络技术

辛再甫 于雪梅 陈达观 译



[德] Othmar Kyas



中国水利水电出版社

万水网络与数据库丛书

ATM 网络技术

奥思默·凯斯 著

辛再甫 于雪梅 陈达观 译

中国水利水电出版社

内 容 简 介

本书是一本关于 ATM 的入门读物和参考书。全书从当前数据通信的局限和需求出发展开讨论,逐步引出对本世纪最重要的网络传输技术成果之一——ATM 技术的讨论。对 ATM 的历史、相关术语、B-ISDN 网络的体系结构及其参考模型的各个层次、B-ISDN 信令、ATM 交换和连接、ATM 网络的控制和性能检测、ATM 在线信息均作了详细介绍。附录中还提供了有关的信令参数、ATM 论坛成员和工作组,以及 ATM 芯片和测试系统的生产商。

本书可供电信领域的 B-ISDN 研究和工作者参考,也可供大专院校有关专业师生使用。

请通过 WWW, GOPHER, FTP 或电子邮件 (EMAIL) 与我们联系:

WWW: <http://www.itcpmedia.com>

GOPHER: <gopher.thomson.com>

FTP: <ftp.thomson.com>

EMAIL: findit@kiosk.thomson.com

I①P 业务部

图书在版编目 (CIP) 数据

ATM 网络技术/ (美) 凯斯 (Kyas, O.) 著; 辛再甫等译. —北京: 中国水利水电出版社, 1998. 2

(万水网络与数据库丛书)

书名原文: ATM Networks

ISBN 7-80124-660-8

I. A... I. ①凯... ②辛... III. 计算机通信. 数字传输系统, ATM
IV. TN913. 24

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (98) 第 00864 号

书 名	ATM 网络技术
作 者	奥思默·凯斯 著
译 者	辛再甫 于雪梅 陈达观 译
出版、发行	中国水利水电出版社(北京市三里河路 6 号 100044) 北京万水电子信息有限公司(北京市车公庄西路 20 号 100044)
排 版	北京万水电子信息有限公司
印 刷	北京市天竺颖华印刷厂
规 格	787×1092 毫米 16 开本 20 印张 442 千字
版 次	1998 年 2 月第一版 1998 年 2 月北京第一次印刷
印 数	0001—5000 册
定 价	35.00 元

译者序

ATM 是本世纪网络传输技术最重要的成果之一,它的基本原理是,将在网络上传输的信息数据,一律切分成固定长度的信息单元(信元),每个信元长53B。53B 信元经过复杂的网络传输和交换设备后,再按照原先的样子组合起来。

80年代以来,数据通信分成局域网和广域网两个不同领域,两个领域的数据传输机制具有显著的不同。广域网基于面向连接的通信,而局域网使用的是无连接传输方式。ATM 首先是为广域通信设计的,但很快也为局域网使用,它消弭了两种网络的历史差异,为数据通信构筑了一种通用平台。在 ATM 局域网和 ATM 广域网中,数据通信都通过面向连接通信通路进行,这些通路是由高速交换系统建立的。高速的交换系统实时地并行地在所有端口中选择从输入端口到目的端口的路由。

因此,ATM 是未来电信网——宽带综合业务数字网络(B-ISDN)的核心技术。CCITT 已在1987年将 ATM 选为将来 B-ISDN 的传输方式。B-ISDN 反映了人们克服现存各种应用网络的复杂多样、互不兼容的缺陷,建立统一通用的高速网络的需要。这种新的通用网络一方面可以保持当前语音、数据和电视网络的性能,另一方面又为实现未来的通信技术作了充分的准备。1990年国际电信联盟(ITU,前 CCITT)首先以 B-ISDN 为题开始这种未来通用网络标准化工作。此后,大范围的试验工作在全球展开。可以预见,随着通用的功能巨大的网络的实现,B-ISDN 将开创信息时代的新纪元。

近几年内,ATM 技术和 B-ISDN 在国内受到越来越多的重视。计算机与通信专业的学生和科技工作者迫切需要一本系统介绍 ATM 技术的书籍。为此,我们精心翻译了奥斯默·凯斯(Othmar Kys)所著的《ATM 网络》(第二版),期望对大家有所帮助。

本书作者为惠普(Hewlett Packard)公司电信专家。《个人电脑》杂志称赞作者著作本书“将复杂的 ATM 清楚、准确和通俗易懂地介绍给了读者”。FORE 系统公司的欧洲产品经理杰弗·贝内特(Geoff Bennett)评价本书“是所读过的全面介绍 ATM 的最棒的一本书,我要把它作为一本入门书或者参考书推荐给对 ATM 感兴趣的每一位读者”。

本书第1章至第8章由辛再甫翻译,第9章至第15章以及附录由于雪梅和陈达观翻译,全书最后由辛再甫统稿。本书翻译和出版过程中得到了许波建、丁辉、田学锋等同志的大力支持,在此一并表示感谢。

前 言

由于计算机系统性能的不断完善和飞速跃进,其10Mb/s 传输带宽不能传输实时多媒体数据的以太网/令牌环(Ethernet/Token Ring)数据网络已满足不了当今计算机应用的需要;又由于这些传统的网络拓扑不可能升级到更高带宽用于实时传输,因而必须发展新的技术。这种新的数据通信技术就是 ATM——异步传输模式(Asynchronous Transfer Mode),它已经开始取代传统数据网络。

ATM 已成为全球公认的标准,它第一次独立于终端系统和信息类型(数据、声频、视频)定义了通用信息交换方式。ATM 体系结构(含有53B 单元)支持大规模并行通信结构,其网络传输速率可达吉比特(gigabit, Gb)范围。在这样的高速网络下,就能够以较低的代价,在实时框架下发送大量的最新应用——可视邮政(videomail)、交互电视(interactive TV)、虚拟现实(virtual reality)、电视医疗(telemedicine),以及远程出席(tele-presence)等。

此外,ATM 既适合于局域网(LAN),也适合于广域网(WAN),因而在可预见的将来,它将消除局域网与广域网数据传输的传统界限,正是这种界限导致了大量网际部件(路由器、网关,等等)组成的复杂网络。ATM 模拟传统局域网和广域网体系结构的能力确保了当今计算机网络基础结构能顺利过渡到基于 ATM 的高速技术。

今天,所有重要数据通信系统制造商都在热衷于 ATM/B-ISDN 领域的开发,这充分说明了这种新的传输技术产业的重要意义。90年代前5年,由于一些标准失效,而新的标准又不成熟,ATM 并未获得突破性发展,但今天,ATM 已被世界采用为数据通信技术的战略核心。

ATM 使得设计传输速率达到物理极限的网络成为可能。ATM 网络带宽达到光的带宽(30THz)是可以想象的,处理速度达1Tb/s 的 ATM 交换机已经在实验室中得以实现。借助于 ATM,也许我们已经迈入了实现极限传输机制的数据通信的门槛。

1996年于慕尼黑
奥斯默·凯斯
(Othmar Kyas)

目 录

第 1 章 数据通信的目标	(1)
1.1 数据通信的发展过程	(1)
1.1.1 局域网	(1)
1.1.2 广域数据传输	(2)
1.2 当前的通信传输带宽	(3)
1.2.1 语音传输	(4)
1.2.2 字符数字数据	(4)
1.2.3 局域网间通信	(5)
1.2.4 多媒体业务的带宽需求	(7)
1.2.5 端-端时延	(8)
第 2 章 技术与术语	(11)
2.1 宽带传输系统	(11)
2.2 租用线路	(11)
2.3 帧中继	(12)
2.4 综合业务数字网	(14)
2.5 同步数字层次	(14)
2.6 FDDI 城域网	(15)
2.7 基于 DQDB 的城域网;CBDS/SMDS	(15)
2.8 光纤信道	(18)
2.9 高速层域网	(19)
2.9.1 FDDI,CDDI 和 FDDI-2	(19)
2.9.2 IEEE 802.12 100Base VG AnyLAN	(20)
2.9.3 快速以太网(100BaseT)	(21)
2.9.4 分段交换	(21)
2.10 B-ISDN 和 ATM	(23)
2.10.1 B-ISDN	(23)
2.10.2 ATM	(23)
2.10.3 ATM 原理	(24)
第 3 章 为什么选择 ATM	(25)
3.1 ATM:宽带和实时响应的飞跃	(25)
3.2 以太网的局限	(26)
3.3 令牌环和 FDDI 网的局限	(29)
3.4 ATM:新一代高性能网络技术	(30)
3.5 使用 ATM 的理由	(32)
3.6 新的用户组	(33)
第 4 章 ATM——数据通信的统一平台	(35)
4.1 ATM——宽带通信(B-ISDN)的传输机制	(35)

4.2 传输过程的基础	(35)
4.2.1 多路复用方式	(35)
4.2.2 广域网中的交换技术	(36)
4.2.3 连接业务	(37)
4.3 异步传输模式(ATM)	(38)
4.3.1 总体传输带宽的有效利用	(39)
4.3.2 伸缩性和模块性	(41)
4.3.3 简化局域网与广域网的连接	(43)
4.4 ATM/B-ISDN 标准化:ITU,EISI 和 ATM 论坛	(43)
4.4.1 国际电信联盟	(43)
4.4.2 欧洲电信标准学会(ETSI)	(46)
4.4.3 美国国家标准学会(ANSI)	(47)
4.4.4 ATM 论坛	(47)
4.4.5 其他标准文书资源	(49)
第5章 B-ISDN 网络体系结构	(50)
5.1 B-ISDN 层次参考模型	(50)
5.1.1 用户平面	(50)
5.1.2 控制平面	(50)
5.1.3 管理平面	(50)
5.1.4 B-ISDN 参考模型各层的功能	(51)
5.2 B-ISDN 网络:配置与参考点	(53)
5.2.1 参考点 T _B 的接口	(54)
5.2.2 参考点 S _B 的接口	(54)
5.2.3 B-ISDN 终端设备(B-TE)	(55)
第6章 B-ISDN:物理层	(59)
6.1 传输会聚	(59)
6.1.1 物理层的直接信元传输(基于信元的物理层)	(59)
6.1.2 现存传输帧的信元映射(基于 HEC 的映射)	(60)
6.1.3 基于 PLCP 的信元映射	(60)
6.2 局域网与广域网的 ATM 传输速率	(61)
6.3 PDH 网络的 ATM 信元传输	(63)
6.3.1 准同步数字层次(PDH)	(63)
6.3.2 DS1 ATM——1.544Mb/s	(63)
6.3.3 E1 ATM——2.048Mb/s	(67)
6.3.4 E3 ATM——34.368Mb/s	(71)
6.3.5 DS3 ATM——44.736Mb/s	(78)
6.3.6 E4 ATM——139.264Mb/s	(80)
6.3.7 6.312Mb/s 和 97.728Mb/s 的 ATM 信元映射	(82)
6.4 SDH 网络的 ATM 信元传输	(84)
6.4.1 同步数字层次(SDH)	(84)
6.4.2 SDH 原理	(86)
6.4.3 同步数字层次与同步光纤网	(90)
6.4.4 节辅荷与通路辅荷	(91)

6.4.5	SDH 指针	(94)
6.4.6	SDH 物理接口	(96)
6.4.7	SDH 网络的 ATM 信元传输	(97)
6.4.8	局域网中的 ATM 信元和 SDH 帧	(101)
6.5	直接信元传输	(101)
6.5.1	ITU L 432:155Mb/s 和 622.080Mb/s 直接信元传输	(101)
6.5.2	ATM 论坛:使用 STP,UTP-3,UTP-5 和多模光纤的 STM1 ATM(155Mb/s)	(101)
6.5.3	ATM 论坛(UNI 3.0):使用 STP 的直接信元传输(155.520Mb/s)	(101)
6.5.4	ATM 论坛(UNI 3.1 第 2 部分):使用 STP 和 UTP-5 电缆的直接信元传输(155Mb/s)	(104)
6.5.5	ATM 论坛:STS1(51.84Mb/s)/UTP-3 ATM	(105)
6.5.6	ATM 论坛:使用 FDDI 基础结构的 ATM(TAXI)	(106)
6.5.7	ATM 论坛:25.6Mb/s 直接信元传输	(107)
6.6	其他接口规范	(108)
6.6.1	ATM 论坛:ATM 物理接口 UTOPIA	(108)
6.6.2	高速串行接口(HSSI)	(108)
6.7	物理层管理和监控信息流	(109)
6.7.1	基于 SDH 的传输系统的 OAM F1~F3	(109)
6.7.2	基于 PDH 的传输系统的 OAM F1~F3	(109)
6.7.3	使用直接信元传输(基于信元的物理层)的传输系统的 OAM F1~F3	(109)
6.7.4	ATM 论坛:直接信元传输的物理层辅荷信元	(110)
第 7 章	B-ISDN:ATM 层	(111)
7.1	ATM 信元	(111)
7.1.1	UNI 信头	(111)
7.1.2	NNI 信头	(116)
7.1.3	ATM 信元类型	(116)
7.2	ATM 层:用户平面的功能	(117)
7.2.1	ATM 连接	(118)
7.2.2	ATM 连接的复用与交换	(118)
7.2.3	业务质量参数	(118)
7.2.4	信元速率的调整	(122)
7.2.5	预定义信元类型	(122)
7.2.6	ATM 净荷类型	(123)
7.2.7	信元丢失优先级和信元的选择性丢弃	(123)
7.2.8	业务量整形	(123)
7.3	ATM 层:ATM 管理平面的功能	(124)
7.3.1	ATM 层的管理信息流(OAM 流)	(124)
7.3.2	ATM OAM 信元格式	(125)
7.3.3	ATM 运行管理(UNI)	(126)
7.4	元信令	(128)
第 8 章	B-ISDN:适配层	(131)
8.1	第 0 类 AAL	(131)
8.2	第 1 类 AAL	(132)

8.2.1	第1类 AAL 内的过程	(132)
8.2.2	第1类 AAL 分段与重装子层(SAR)	(132)
8.2.3	第1类 AAL 会聚子层(CS)	(134)
8.2.4	会聚子层协议	(134)
8.3	第2类 AAL	(138)
8.3.1	第2类 AAL 协议的功能	(138)
8.3.2	第2类 AAL 协议提供给管理平面的信息	(140)
8.4	第3/4类 AAL	(140)
8.4.1	AAL 3/4 运行方式	(141)
8.4.2	消息方式	(141)
8.4.3	流方式	(141)
8.4.4	AAL 3/4 分段与重装子层(SAR)	(142)
8.4.5	AAL 3/4 会聚子层(CS)	(145)
8.5	第5类 AAL	(148)
8.5.1	AAL 5 内的运行方式	(148)
8.5.2	AAL 5 分段与重装子层(SAR)	(148)
8.5.3	AAL 5 会聚子层(CS)	(149)
8.6	SAAL——信令适配层	(152)
8.6.1	SSCOP 功能	(152)
8.6.2	SSCOP 内的基本运行方式	(152)
8.6.3	SSCOP PDU 结构	(153)
8.6.4	SSCOP 协议的纠错机制	(156)
8.6.5	SSCOP 计时器	(157)
第9章	B-ISDN 信令:ITU Q.2931 与 ATM 论坛	(159)
9.1	Q.2931 消息格式	(160)
9.1.1	协议鉴别符字段	(160)
9.1.2	呼叫引用字段	(161)
9.1.3	消息类型字段	(161)
9.1.4	消息长度字段	(161)
9.1.5	其他信息元素	(161)
9.2	Q.2931 中的信令过程	(165)
9.2.1	在发送端建立连接	(165)
9.2.2	在接收端建立连接	(166)
9.3	Q.2931:在发送端建立连接	(167)
9.3.1	SETUP 命令	(167)
9.4	Q.2931:在接收端建立连接(点对点连接)	(173)
9.4.1	呼叫号码检查	(173)
9.4.2	兼容性检查	(173)
9.4.3	选择传输通路/传输信道(网络<)接收站)	(173)
9.4.4	确认业务质量(QoS)和信元速率	(174)
9.4.5	接受呼叫和完成建立	(174)
9.5	Q.2931:在接收端建立连接(一点对多点连接)	(174)
9.6	Q.2931:释放连接	(175)

9.6.1 在用户端中断连接	(175)
9.6.2 在网络端断开连接	(176)
9.7 Q.2931:错误状态的处理	(176)
9.7.1 错误协议鉴别符	(176)
9.7.2 短命令	(176)
9.7.3 错误呼叫引用的格式	(176)
9.7.4 消息类型错误	(177)
9.7.5 一般信息元素错误	(177)
9.8 ATM论坛的信令规范(UNI 3.0,3.1,4.0)	(180)
9.8.1 信令:ATM论坛的UNI 3.1与ITU Q.2931	(180)
9.8.2 ATM论坛的UNI 4.0信令与Q.2931	(184)
9.9 ATM论坛:P-NNI信令	(184)
第10章 B-ISDN:应用层	(186)
10.1 信元中继	(186)
10.2 ATM局域网:LLC压缩(RFC 1483)	(187)
10.3 ATM局域网:IP压缩(RFC 1577)	(188)
10.4 局域网仿真(ATM论坛)	(189)
10.4.1 局域网仿真的方式	(189)
10.4.2 局域网-ATM集成的主要问题	(189)
10.4.3 局域网仿真:结构和功能	(189)
10.4.4 局域网仿真业务中的信息流	(191)
10.5 帧中继仿真	(192)
10.5.1 帧中继业务专用会聚子层的功能	(193)
10.5.2 FR SSCS PDU的结构	(193)
10.5.3 交互操作性	(195)
10.6 CLNAP/SMDS/CBDS	(196)
10.6.1 广域网B-ISDN网络的间接无连接通信	(196)
10.6.2 广域网B-ISDN网络的直接无连接通信:无连接服务器的概念	(196)
10.6.3 CLNAP与CLNIP	(197)
10.7 视频应用	(198)
10.7.1 视频音频传输中的信元时延变化	(199)
10.7.2 视频和音频传输中的信元丢失率	(200)
10.8 网络管理应用	(201)
第11章 ATM交换器与交叉连接	(204)
11.1 ATM交换单元的基本功能	(204)
11.1.1 交叉连接(VP交换器)	(204)
11.1.2 VC交换器	(204)
11.2 ATM交换单元的拓扑	(205)
11.2.1 交换元素	(206)
11.2.2 矩阵结构和交换元素	(207)
11.2.3 以时分多路复用为基础的交换元素	(208)
11.3 交换网络	(208)

11.3.1	混洗交换网络	(209)
11.3.2	扩展交换矩阵网络	(209)
11.3.3	榕树(Banyan)网	(210)
11.3.4	Benes 网络	(211)
11.3.5	并行榕树网	(213)
11.3.6	分布式网络	(213)
11.3.7	分类俘获网络(批榕树网)	(213)
11.3.8	再循环网络	(214)
11.4	交换网络中的信元路由	(215)
11.4.1	ATM 信元的自选路由	(215)
11.4.2	表控路由选择	(216)
11.5	网络体系结构的选择标准	(217)
11.5.1	缓冲器的数量和大小	(217)
11.5.2	集成度与芯片数量	(218)
11.6	ATM 交换单元的性能参数	(218)
11.6.1	容量(信元吞吐量) $\rho(0 \leq \rho \leq 1)$	(218)
11.6.2	平均信元传输时延 $T(T \geq 1)$	(218)
11.6.3	信元丢失率 $\pi(0 \leq \pi \leq 1)$	(218)
第 12 章	ATM 网络中的业务量控制和拥塞控制	(221)
12.1	业务量合同	(221)
12.1.1	峰值信元速率(PCR)	(221)
12.1.2	可持续信元速率(SCR)与突发容限(AMT 论坛)	(221)
12.1.3	信元时延变化(CDV)容限	(223)
12.2	业务量控制与拥塞控制:功能和机制	(223)
12.2.1	网络容量管理	(224)
12.2.2	连接许可控制	(225)
12.2.3	应用参数控制和网络参数控制	(225)
12.2.4	业务量整形	(225)
12.2.5	向远程站发送拥塞消息	(225)
第 13 章	B-ISDN;性能参数与测量参数	(226)
13.1	B-ISDN 网络的性能参数	(226)
13.1.1	物理层的网络性能参数	(227)
13.1.2	ATM 层的网络性能参数	(230)
13.2	B-ISDN 网络的测量方法和测试系统	(231)
13.2.1	ATM 交换单元的测试	(232)
13.2.2	适配器单元的测试	(232)
13.2.3	带电测试与不带电测试	(232)
13.2.4	物理层测试	(233)
13.2.5	ATM 层测试	(234)
13.2.6	适配层(AAL)的测试	(235)
第 14 章	ATM/B-ISDN 应用的一致性和交互操作性检测	(237)
14.1	ATS(抽象测试套)。PICS 和 PIXIT	(237)

14.2	关于 ATM/B-ISDN 实现的测试规范	(237)
14.3	UNI 负荷测试规范	(238)
第 15 章	ATM 在线信息	(239)
15.1	ATM 论坛的 FTP 服务器:atmforum.com	(239)
15.2	atmforum.com 中的 FTP 邮件业务	(240)
15.3	超文本 ATM 信息:www.atmforum.com	(241)
15.4	ATM 论坛的邮单	(242)
15.5	ATM 的其他电子化信息源	(242)
附录 A	信令	(246)
附录 B	ATM 论坛成员	(271)
附录 C	ATM 论坛工作组	(282)
附录 D	芯片、测试系统、组件	(285)
附录 E	缩写和词汇	(292)

第1章 数据通信的目标

1.1 数据通信的发展过程

最近几年,计算机系统性能的提高几成爆炸之势,使得数据通信领域的发展一直难以跟上其步伐。过去的10年中,处理器性能和存储容量成百倍地增加,但广域网中的传输速率却只为原来的10倍左右,而局域网(除了少数 FDDI 网络外)还只在原地踏步(图1-1,图1-2)!

1.1.1 局域网

超过99%的局域网仍以80年代早期定义的 Ethernet/IEEE802.3(1982)和 Token Ring/IEEE 802.5(1985)为标准,其传输速率分别为10Mb/s 和16(或4)Mb/s。面对处理器性能的不断提高和网络节点应用程序的日益复杂,在这种传输速度下人们唯一能做的就是减少网络用户的数量。仅仅几年以前,Ethernet/802.3网络拥有300个节点并非少见,而到今天,一个网络上的用户数量一般只在30和40之间,而且其下降趋势仍在继续。

80年代末,终于出现了一种新的局域网标准:光纤分布式数据接口 FDDI (Fibre Distributed Digital Interface,FDDI 基于光纤环拓扑结构,传输速率为100Mb/s。但 FDDI 的建立并非易事,因为其所需硬件部件非常昂贵。不仅如此,100Mb/s 的带宽通常只能发挥普通网络应用潜力的很小部分,若要用于多媒体应用是不够的(按每一网络节点提供10Mb/s 的最小多媒体带宽计算,这样一个网络一次最多只能供10个用户使用)。同样的带宽也被引入1994年的 IEEE802.12局域网标准(快速以太网和快速令牌环——Fast Ethernet, Fast Token Ring),它使普通以太网或令牌环网络能在100Mb/s 的传输速率下运行。通过使用该标准的请求优先级协议(Demand Priority Protocol)提供的两种不同传输优先级,可以在一定程度上实现多媒体应用,但在用户数量变化的情况下仍只能分配固定的传输带宽这一基本局限仍然存在。

除此以外,传统网络拓扑结构(以太网、令牌环、FDDI、分段交换及快速以太网)不能满足90年代多媒体应用的决定性原因并不是缺少带宽。在一定时间内通过限制网络每段一个节点是可以产生较高带宽的,这正是分段交换(Segment Switching)的原理。但多媒体应用的传输除了带宽还要求实时能力,这种要求远远超过了传统网络体系结构所能达到的性能。只有使用 ATM 作为高速网络的基础,才能不加限制地运用多媒体。这是因为 ATM 不像传统局域网技术那样基于无连接媒体共享机制,这种机制导致可用带宽依赖于活动站(active station)的数量。在 ATM 中,每个网络站拥有固定大小的通信信道,它们在建立连接期间的业务量合同(traffic contract)中定义。因此,一个拥有10个用户,并保证每站100Mb/s 带宽的 ATM 网络就相当于拥有1Gb/s 带宽的传统媒体共享局域网!这还没有考虑 ATM 通信信道的超级实时能力,这种能力是由其面向连接的本质决定的。

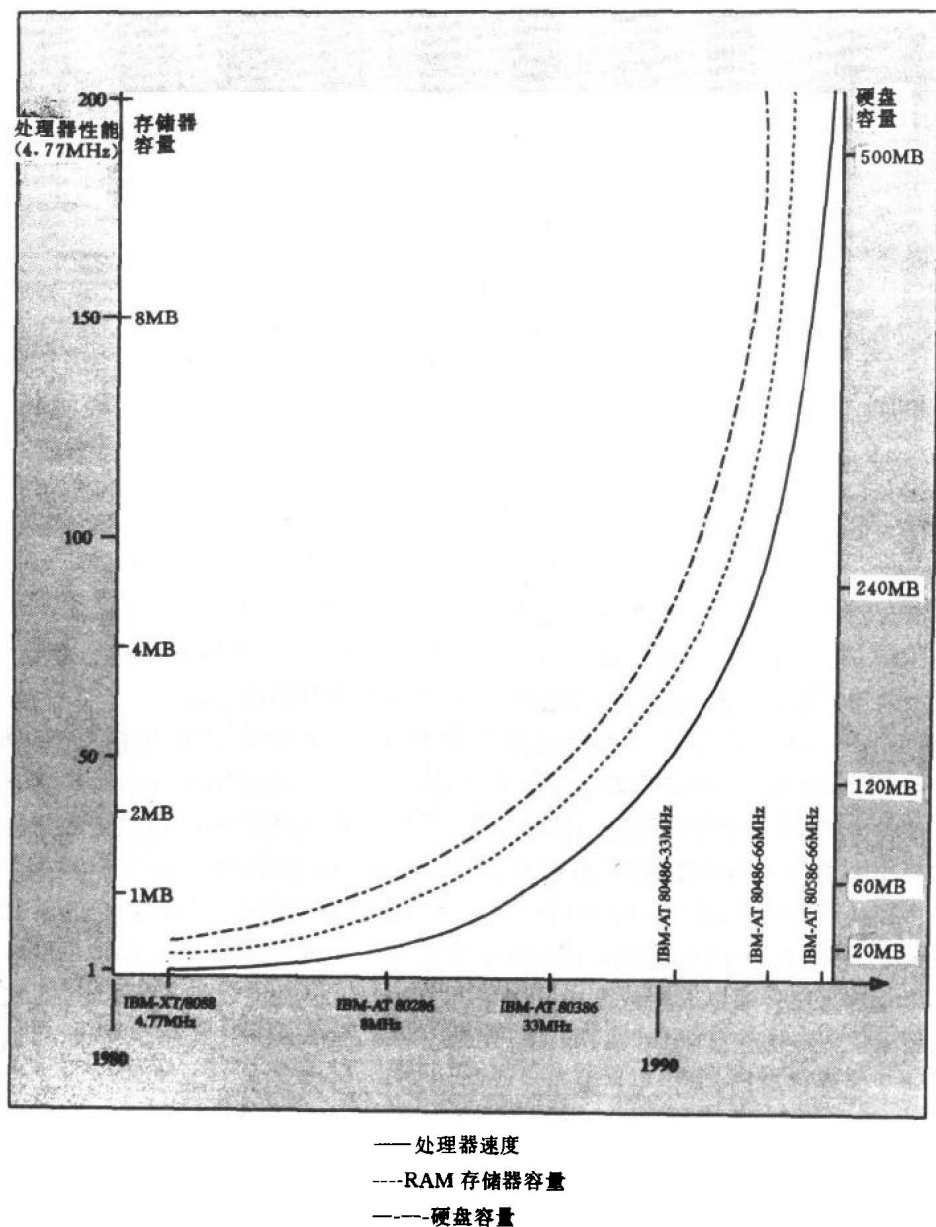


图1-1 PC机处理速率和存储器容量的变化

1.1.2 广域数据传送

广域网与局域网不同，其传输速率一直处在上升之中。从10年前的2.4kb/s和4.8kb/s数据链路开始，包交换数据业务的标准传输速率已达到64kb/s和2Mb/s(图1-3)。

80年代下半叶出现了模拟和数字信息的共享传输：综合业务数字网络(Integrated Services Digital Network, ISDN)。一条基本速率的ISDN线路提供 $2 \times 64\text{kb/s}$ 也就是128kb/s的带宽。两个64kb/s的宽带信道能用作一个单独的信道提供128kb/s的带宽。在拥有30个用户信道的一次多路复用连接(primary multiplex connection, PRA)中，任意数量的宽带信道都

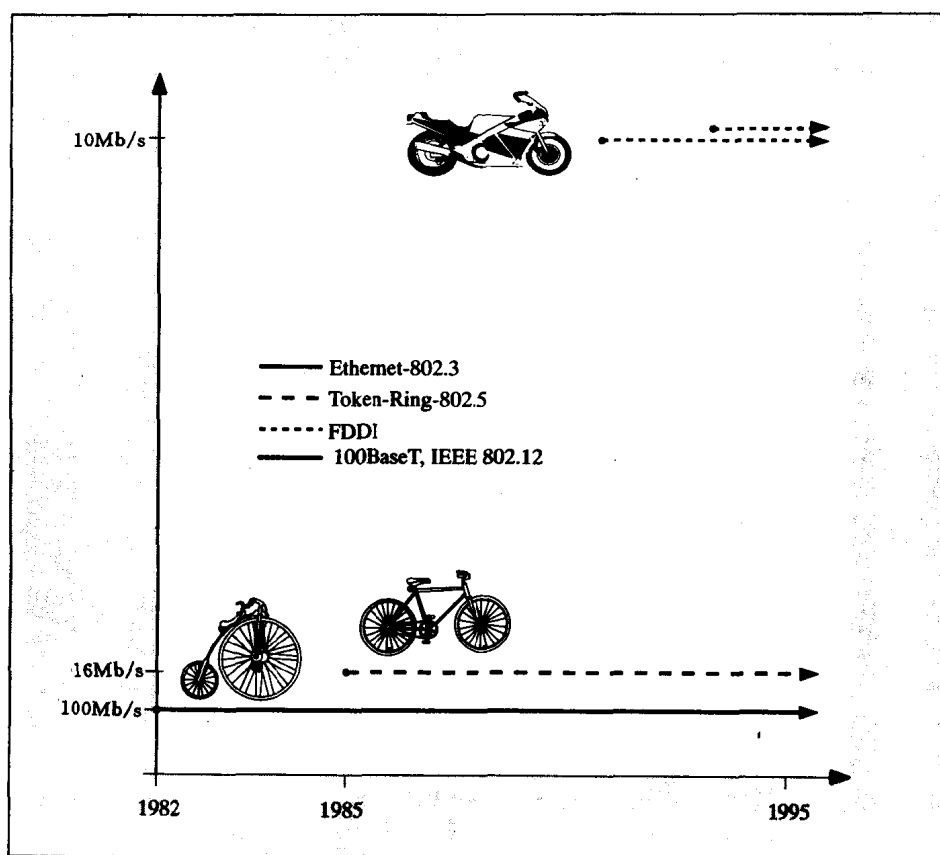


图1-2 传输速率的变化

能合并到一个公共数据信道(超-ISDN)中。

所以,举例来说,上述一条 PRA 线路可分成两个896kb/s的数据信道和两个64kb/s的语音链路。在 ISBN 标准化开始的时候,64kb/s的带宽似乎是合适的,但当漫长的标准化过程完成的时候,64kb/s的工作带宽就跟不上数据通信需求的快速增长了。(不同于传统的局域网,ISDN 是一项面向连接的技术,而且如果带宽足够宽的话,它是能适合多媒体应用的。)紧接着应该发展的是具有2Mb/s或更高带宽的宽带传输系统。于是,国际电信联盟(ITU,前 CCITT)在1988年发布了 ISDN 的通用版本:宽带综合业务数字网络(B-ISDN);并选择 ATM 作为传输机制(图1-4)。90年代以来,B-ISDN 一直作为全球公共广域网的新技术为人们所接受,而且越来越多的国家正在逐步实现 B-ISDN 的公共业务。

1.2 当前的通信传输带宽

几十年来,数据处理应用主要以字母数字形式存储信息。只有在90年代初,海量存储器价格的暴跌和处理器性能的提高才使得在计算机系统上运行多媒体应用软件成为可能。当前已经可以用图像、文本、视频/语音文档(多媒体数据库)保存信息。而且这些新的信息技术正被用于交互通信(比如电视会议)中。网络只有提供足够的传输带宽和新的传输机制才能适应上述发展。图1-5描述了不同应用需要的实时能力。如果同时考虑实时能力和传输的数

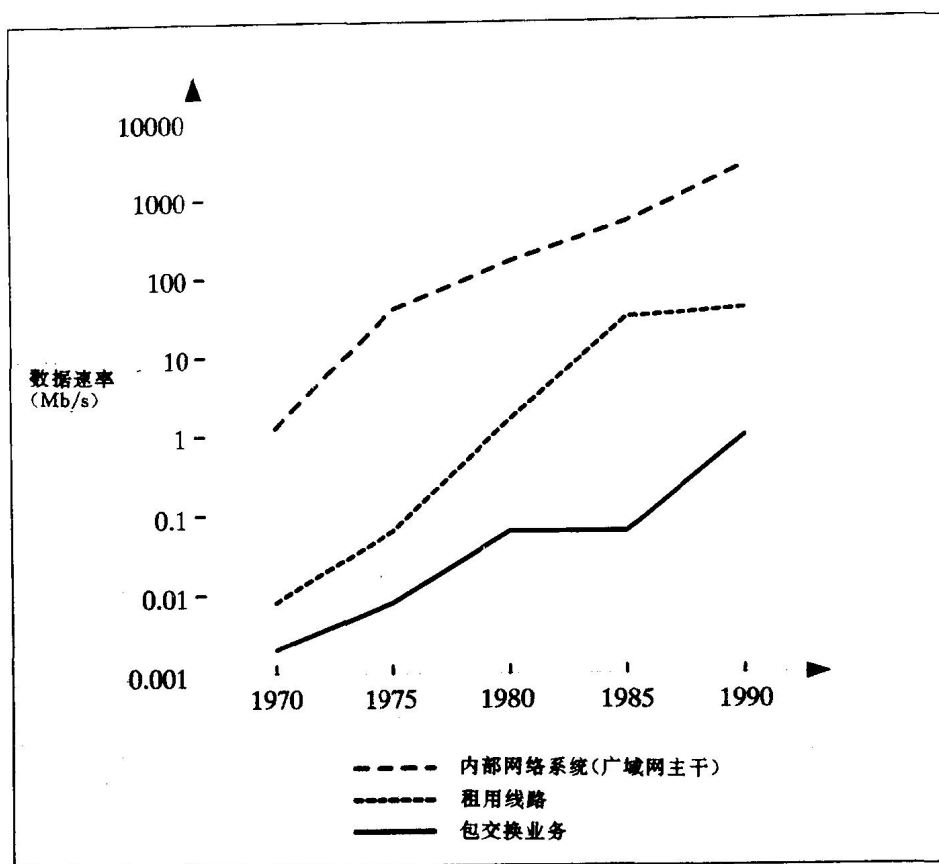


图1-3 广域网数据传输速率的变化

据量,超级计算机(super computer)网络要求最高,虚拟现实次之。下文举出几个典型信息传输例子说明其对应网络的需求。

1.2.1 语音传输

如果语音传输限定在4kHz的频带(与电话中使用的带宽一致),则其数字传输需要64kb/s的传输容量。根据奈奎斯特定律,4kHz需要每秒8000个测量值(采样),才能不丢失模拟信号的所有信息。将测量值用8b编码,可以足够好地表示256种不同信号级别(大小)。因此,最终位流(bit stream)为 $8000 \times 8\text{b/s}$,即64kb/s。

1.2.2 字符数字数据

在许多普通的面向字符的计算机应用中,屏幕大小为40行 $\times$ 80字符。每一字符用8b编码,则全屏包含25.6kb的数据。通过9.6kb/s的链路传输这么多数据需要2.6s。不过这种需要传输全屏所有数据(例如刷新屏幕)的情况毕竟只是特殊情况,如果只需更新屏幕上个别的输入与输出,所需的平均传输速率会显著下降。通常2.4kb/s到4.8kb/s的速率就可以相当满意地处理面向字符数字的交互应用。

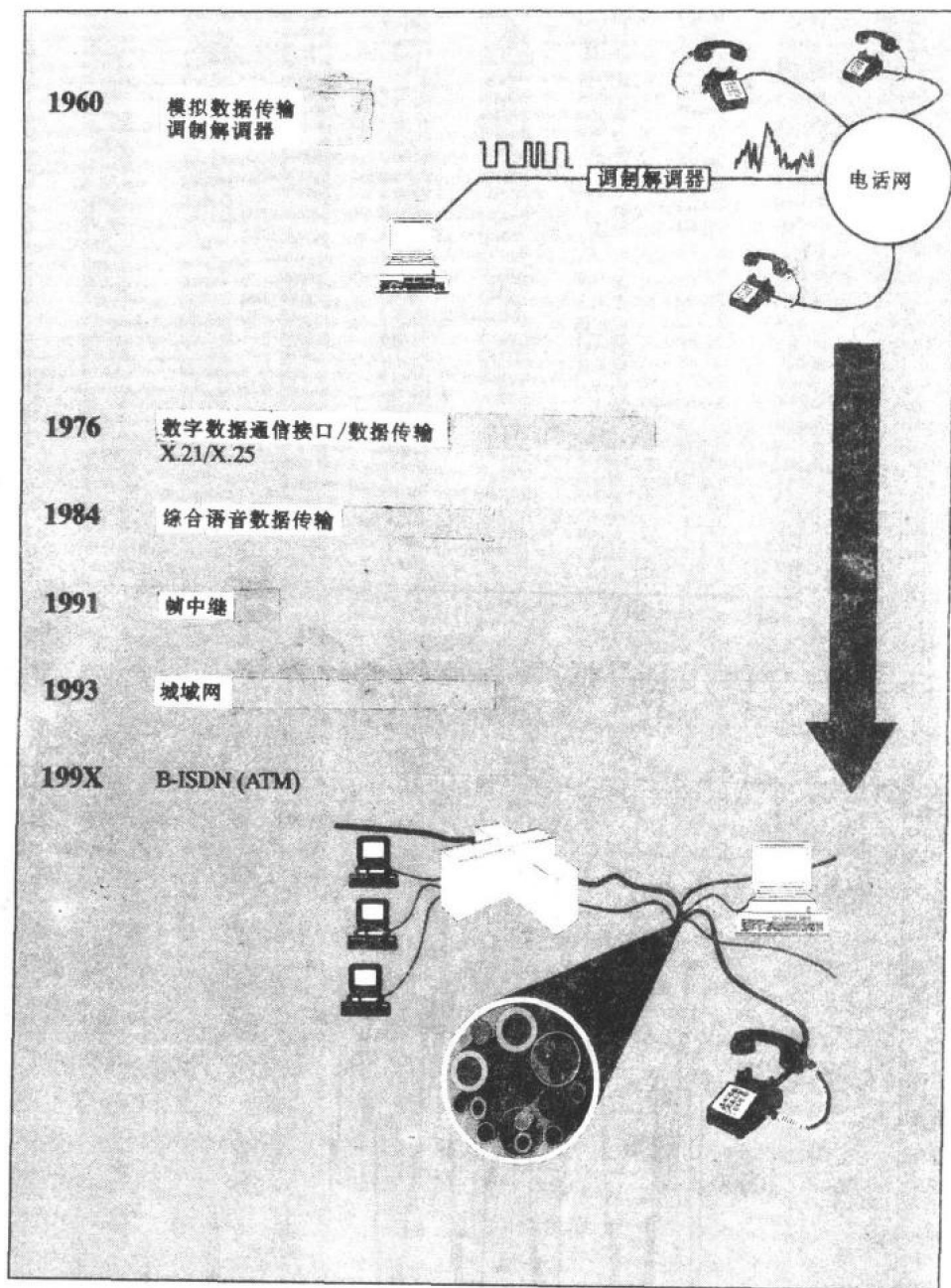


图1-4 广域网数据传输的演进

1.2.3 局域网间通信

在过去几年中局域网间通信日趋重要,但联通两个局域网需要的传输带宽波动很大,对局域网间链路的测试表明,高峰期间的传输带宽需求可达最低负荷期间的25倍。不过,几乎所有情况下需要通过网际链路传输的业务量的百分比都不到10%,这意味着,根据局域网拓扑结构(以太网、令牌环或FDDI)的不同,采用1Mb/s到10Mb/s的传输带宽是适合于局域网间链路的(图1-6,图1-7)。