

现代通信技术应用丛书

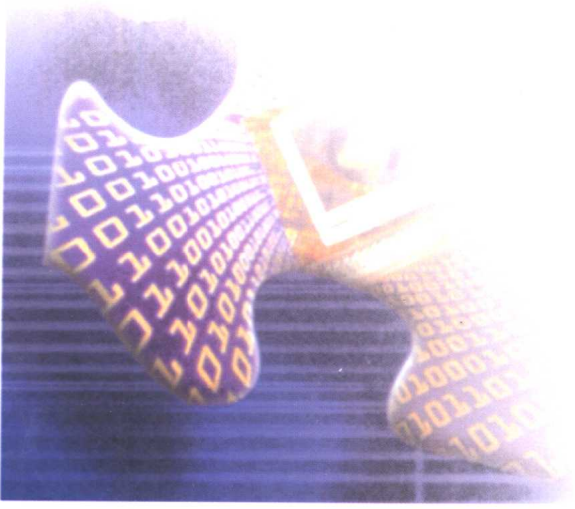
可编程交换技术

KEBIANCHENGJIAOHUANJISHU

陈建亚 编著



短信息



第三方开



北京邮电大学出版社
www.buptpress.com

可编程交换技术

陈建亚 编著

北京邮电大学出版社
·北京·

内 容 提 要

本书全面介绍了可编程交换技术。全书共九章,前五章介绍交换技术的演进发展、软交换技术、应用编程接口和可编程开发架构技术、可编程交换平台技术、可编程接入技术,详细地阐述了当前允许第三方通信业务可编程应用方面的前沿技术;第六、第七章分别介绍了 H. 323 建议和 SIP 会话启动协议;最后两章介绍异构网络中的无缝传送技术和下一代网络管理和增值业务管理技术。本书选材于当前最新的网络与交换领域的前沿研究成果,反映了当前通信网络和交换技术的发展水平。其特点是内容广泛、技术新颖,有理论模型和具体实现方法,并采用了最新的国际标准和流行方法。

本书可供从事通信网络、通信业务和交换技术研究、开发、教学、规划、设计、使用、管理和维护方面的有关人员,以及高等院校通信工程、信息工程和计算机工程专业本科高年级学生及研究生作为学习和应用参考书。

图书在版编目(CIP)数据

可编程交换技术/陈建亚编著. —北京:北京邮电大学出版社, 2001.8

ISBN 7-5635-0515-6

I. 可 ... II. 陈 ... III. 通信网—信息交换—技术 IV. TN915.05

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 036201 号

书 名: 可编程交换技术

作 者: 陈建亚 编著

责任编辑: 徐凤琨 时友芬

出版发行: 北京邮电大学出版社

网 址: www.buptpress.com

社 址: 北京市海淀区西土城路 10 号(100876)

电话传真: 010-62282185(发行部)/010-62283578(FAX)

E-mail: publish@bupt.edu.cn

经 销: 各地新华书店

印 刷: 北京源海印刷厂

开 本: 787mm × 1 092mm 1/16

印 张: 15.75

字 数: 376 千字

印 数: 1—5000 册

版 次: 2001 年 9 月第 1 版 2001 年 9 月第 1 次印刷

ISBN 7-5635-0515-6/TN·232

定 价: 28.00 元

前 言

21 世纪人类将跨入“信息时代”已成为客观发展的必然趋势。信息技术革命将翻天覆地、震撼全球,产生比历史上的工业革命更为重大的影响。20 世纪 90 年代中期,国际上跨国的电信企业、有线电视公司、多媒体制造商和各类计算机软件、硬件公司等等的结盟、吞并收购、相互渗透的进程进一步加快。原有的通信网络架构已分崩离析,电信企业力图发展图像和计算机业务;有线电视企业正积极发展计算机和电话业务;而计算机企业则试图把活动图像和电话业务纳入自己的业务范围之内。高速传送骨干网络正朝着基于分组技术(包括 ATM 和 IP)的全光化方向发展,三网业务合一已成必然。

全球电信市场的日益自由化及传送技术的发展,正刺激着电信业务需求的爆炸性增长,同时也加剧了电信市场的竞争。世界上所有国家都在竞相开发支持其经济发展的通信架构,以满足他们在新千年的通信业务需要。传统的通信架构以业务类型进行纵向开发和建设,阻碍了业务的综合和网间互通。由于在骨干网络中使用基于分组技术的相同网络上传送多媒体业务的发展,导致一个新型电信工业商务模型正在显现。新的商务模型把电信工业架构看作是由网元层、网络层、业务层和商务层组成的多厂商、多业务综合架构,国际电信联盟把通信网络的商务模型定义为网络连通性提供者域、业务提供者域、转售商域、代理域和消费者域之间的关系模型。新的通信架构和商务模型引入了分布式系统概念、软交换技术、应用编程接口、可编程平台和业务可分离技术,从而使得通信网络业务提供者能够快速开发和部署新业务,并为第三方应用开发和客户化业务提供网络能力,为其增加新的利润产生点。

本书共九章,前五章介绍交换技术演进发展、软交换技术、应用编程接口和可编程开发架构技术、可编程交换平台技术、可编程接入技术,详细地阐述了当前基于分组传送技术快速创建和部署新业务并允许第三方通信业务可编程应用方面的前沿技术;第六、第七章分别介绍了 H.323 建议和 SIP 会话启动协议;最后两章介绍异构网络中语音、数据等综合业务的无缝传送技术和下一代网络和增值业务管理技术。本书选材于当前最新的网络与交换领域的前沿研究成果,反映了当前通信网络和交换技术的发展水平。

本书的特点是内容广泛、技术新颖,有理论模型和具体实现方法,并采用了最新的国际标准和流行方法。可供从事通信网络、通信业务和交换技术研究、开发、教学、规划、设计、使用、管理和维护方面的有关人员,以及高等院校通信工程、信息工程和计算机工程专业本科高年级学生及研究生作为学习和应用参考书。

由于电信网络和交换技术发展十分迅速,加之编写时间仓促,书中不足及错误之处,敬请专家和读者批评指正。

编者
2001 年夏

目 录

1 交换技术的演进

1.1 电话交换技术	1
1.2 分组数据交换技术	3
1.3 综合业务数字网	3
1.4 因特网技术	6
1.5 通信业务发展	9
1.6 未来网络提供的通信业务	10
1.7 新的商务模式和可编程性	13
1.8 小 结	15

2 软交换技术

2.1 引言和背景	17
2.2 公共通信网络的演变	18
2.2.1 下一代网络	19
2.2.2 基于分组技术的推动力	20
2.2.3 网络业务提供者面临的挑战	20
2.3 软交换解决方案	21
2.3.1 软交换技术设计思想	23
2.3.2 信令和通信协议不可知论	23
2.3.3 基于软交换技术的网络结构	24
2.3.4 软交换技术的系统结构	28
2.4 软交换的路由问题	32
2.5 如何提供增值的 PSTN 业务	32
2.6 如何提供新的数据业务	33
2.7 第三方业务创建	33
2.8 小 结	34

3 应用编程接口和可编程开发架构技术

3.1 引 言	36
3.1.1 可编程定义	36
3.1.2 开放性概念	37

3.1.3 开放的可编程战略·····	37
3.2 商务模型·····	38
3.2.1 推动商务模型的起因·····	38
3.2.2 商务模型的域间关系·····	39
3.3 建造 API ·····	40
3.4 API 的分层·····	41
3.5 四个主要的 API 套件 ·····	42
3.5.1 OMG 的电信业务接入和预订 API ·····	43
3.5.2 Parlay API ·····	44
3.5.3 3GPP API ·····	46
3.5.4 JAIN API ·····	47
3.5.5 几种主要 API 应用环境比较 ·····	49
3.6 开放的可编程网络·····	51
3.6.1 全范围开放的开发架构·····	51
3.6.2 应用可编程接口·····	53
3.6.3 操作、监视、维护和供给级 API ·····	56
3.6.4 API 的语言捆绑·····	57
3.6.5 开发支持·····	58
3.7 小结 ·····	59

4 可编程交换平台技术

4.1 引言 ·····	61
4.1.1 电信业务方向性转移的主要因素·····	61
4.1.2 平台技术的研究和开发·····	62
4.2 可编程承载信道处理平台·····	63
4.2.1 平台简介·····	63
4.2.2 平台的硬件结构·····	65
4.2.3 可编程承载信道处理平台的软件结构·····	67
4.2.4 平台的可编程性·····	71
4.2.5 平台应用简介·····	73
4.3 高层业务和应用可编程软件平台·····	79
4.3.1 综合业务部署、开发和使用 ·····	81
4.3.2 分布式软组件框架·····	82
4.3.3 分布式软组件应用层·····	86
4.3.4 计算机支持的协同作业示范器·····	91
4.4 可编程综合业务平台·····	92
4.4.1 可编程业务平台的元件组成·····	93

4.4.2	软交换可编程性能服务器	94
4.4.3	多媒体资源服务器	97
4.4.4	具有个人信息管理器的多媒体会议呼叫	100
4.4.5	可编程业务平台的 OAM&P	103
4.5	小结	104
5	可编程接入技术	
5.1	引言	106
5.2	全球漫游环境	107
5.3	新业务供给方法	109
5.3.1	支撑网供给的“任何业务”	110
5.3.2	虚拟家区环境供给的“任何地方”业务	111
5.3.3	灵活鉴权接入的“任何时间”业务	113
5.4	扩展到 Voice over IP	116
5.4.1	关守和代理服务器	117
5.4.2	应用服务器	118
5.4.3	业务供给	118
5.5	Teleportal 软件和语音 XML	120
5.5.1	Teleportal 基本原理	121
5.5.2	语音 XML	123
5.5.3	接入和业务逻辑分离的优越性	124
5.5.4	保密、性能、可伸缩性和可靠性	126
5.5.5	Teleportal 软件的应用	127
5.6	小结	132
6	H.323 建议	
6.1	引言	133
6.2	H.323 终端	134
6.3	H.323 关守	135
6.4	多点控制单元	136
6.5	H.323 会议网关	137
6.6	H.225.0 建议	138
6.7	H.245 建议	140
6.8	RTP 和 RTCP 协议	142
6.8.1	RTP 的应用及其分组包结构	142
6.8.2	RTCP 的应用及分组包结构	145
6.9	H.235 建议	149

6.9.1 密码系统简介	149
6.9.2 利用 H.235 保护 H.323	154
6.10 小结	157

7 会话启动协议

7.1 概述	159
7.2 SIP 专用术语及定义	160
7.3 SIP 消息	162
7.3.1 SIP 消息的通用格式	163
7.3.2 SIP 请求消息	164
7.3.3 SIP 应答消息	165
7.4 SIP 操作	166
7.4.1 SIP 寻址和 SIP 通用资源定位器	166
7.4.2 定位 SIP 服务器	167
7.4.3 SIP 交互操作	168
7.4.4 SIP 邀请	168
7.4.5 三种 SIP 呼叫模式	169
7.4.6 登录服务	171
7.4.7 会话期间改变会话属性	171
7.5 典型 SIP 会话呼叫举例	172
7.5.1 两方会话呼叫的建立和释放	172
7.5.2 邀请参加组播会议会话	175
7.5.3 向登录服务器进行登录	177
7.5.4 能力协商	179
7.6 SIP 协议对 IN 业务和 ISDN 补充业务的支持	180
7.7 小结	182

8 第三方业务应用的无缝传送

8.1 引言	184
8.2 智能业务中间件功能	186
8.2.1 智能业务中间件功能的组织结构	186
8.2.2 智能业务中间件功能的实现	188
8.3 无缝传送的功能模型	190
8.3.1 功能模型的组织结构	191
8.3.2 应用平面	193
8.3.3 传输平面	194
8.4 无缝传送功能模型的应用	195

8.4.1 电话呼叫模型	195
8.4.2 增补业务模型	197
8.4.3 交互式业务模型	199
8.5 无缝传送模型的物理实现	201
8.5.1 H.323 流模型的实现	202
8.5.2 SIP 流模型的实现	203
8.5.3 BICC 流模型的实现	203
8.5.4 协议间的互通	204
8.6 小结	205
9 下一代网络的管理	
9.1 引言	206
9.2 软交换长途/汇接中继网关管理架构	207
9.2.1 管理架构	207
9.2.2 管理模型结构	208
9.2.3 元素管理系统	209
9.3 增值业务管理器与智能网	210
9.4 增值业务管理器解决方案	212
9.4.1 独立于业务的平台	212
9.4.2 数据抽象	215
9.4.3 基于 Web 的用户界面	217
9.4.4 操作支持功能	217
9.4.5 供给流水线	219
9.4.6 故障恢复平台	220
9.4.7 系统安全性	220
9.4.8 可伸缩和模块化的组织结构	221
9.5 下一代网络的演进	223
9.5.1 异构性	223
9.5.2 终端客户控制	223
9.6 小结	223
附录 英文缩略语	225
参考文献	239

交换技术的演进

1.1 电话交换技术

人类的历史可以追溯到几百万年以前,但人们开始利用自身以外的自然物质、自然力量和自然现象进行通信的历史只有近几千年才有记录。人们最早使用的通信工具可以认为是古代的“烽火”,而类似的技术如“消息树”则在近代历史上还可找到它们的痕迹。

烽火的使用以及后来的邮驿通信,毕竟有很多局限性,但它一直沿用了漫长的历史年代,直至上一世纪末逐渐被新的通信工具——电报和电话所取代。电报和电话通信,虽然只有百年的历史,但电信技术发展到今天,可以说已经是无所不在了,而且通信新技术和新通信业务还在层出不穷。

1876年贝尔发明电话以后的很短时间里,人们就意识到应该把电话线集中到一个中心点上,在这些中心点上可以把电话线连接起来,这就诞生了早期的电话交换技术。早期的电话交换机只是一个接线台,由电话接线员手工操作。如果有人要打电话,他先要摇电话机上的曲柄产生电流以通知接线员。接线员与主叫用户通话,得知被叫是谁后通过连线把主叫和被叫连接起来以实现主叫和被叫的交换接续。当被叫不在本区域时,接线员就要通过长途线路呼叫目的地接线员,由目的地接线员将长途线与被叫接通,实现长途接续。

早期的人工接续交换方式虽然用户和交换设备之间的信息交互是最直接的、最简便的,但由于人工接续的固有缺点,如接续速度慢、接线员需日夜服务等,迫使人们寻求自动接续方式。1889年Almou B. Strower发明了第一个由两步动作完成的上升旋转式自动交换机,以后逐步演变为广泛应用的步进制自动交换机。在步进制交换机中,接线动作是由主叫用户的拨号脉冲直接控制,由电机按脉冲数顺序选择出线来接通被叫。第一个纵横制交换机于1932年在瑞典投入使用,它是由一种称为“记发器”的特殊电路实现的,它提供普通的数字输入控制和对所有呼叫链路的接续选择。

第二次世界大战以后,当整个长距离网络实现自动化时,自动电话的黄金时代占据了

统治地位。晶体管的发明刺激了交换系统的电子化,并导致了 20 世纪 50 年代后期第一个电子交换机的出现。

随着计算机技术的出现,在 20 世纪 60 年代开始有了软件控制的交换系统。如 1965 年美国 AT&T 公司推出 ESS1 交换系统,可以说它是第一台采用计算机存储程序控制 (SPC) 的本地交换机。由于采用了计算机软件控制,使用户的服务性能得到了很大发展,如快速拨号、呼叫等待、转移呼叫以及三方通话功能等。

模拟信号转换为数字信号的原理随着脉冲编码调制 (PCM) 的推出而被人们广泛接受。电话语音被量化编码后采用 64 kbit/s 速率的脉冲比特进行传送,从而在 20 世纪 60 年代到 70 年代,逐步建立起一种基于 64 kbit/s 信道的数字时分传输信道体系——PDH 准同步传输系列,并且它在我们今天的数字通信网络中还有着一定的应用。随后在激光技术发展的带动下,国际电信联盟标准部 (ITU-T) 的前身国际电报电话咨询委员会 (CCITT) 在 1988 年与美国国家标准化协会 (ANSI) 的 T1 委员会达成协议,将美国贝尔通信研究所 1985 年提出的同步光网络 (SONET) 概念和标准修订后重新命名为同步数字系列 (SDH),也称作 SDH 技术。光纤传输具有传输频带宽、传输容量大、传输损耗低、传输信息不受电磁干扰等优点,不仅可以用来传送电话数字信号,而且也可以用来传送数据及视频信号,是当前骨干通信网的主流技术。

PCM 传输技术的发展又促进了数字程控交换技术的发展,数字程控交换的基本原理示于图 1.1 中。通信双方的话音信号被 PCM 编码后按照每 $125\ \mu\text{s}$ 占用一个固定时隙的方式进行复用,在时隙计数器产生的写入地址控制下,把各话音数据按顺序写入到一个话音存储器中,然后通过存储在控制存储器中的由接续控制计算机根据呼叫双方交换接续

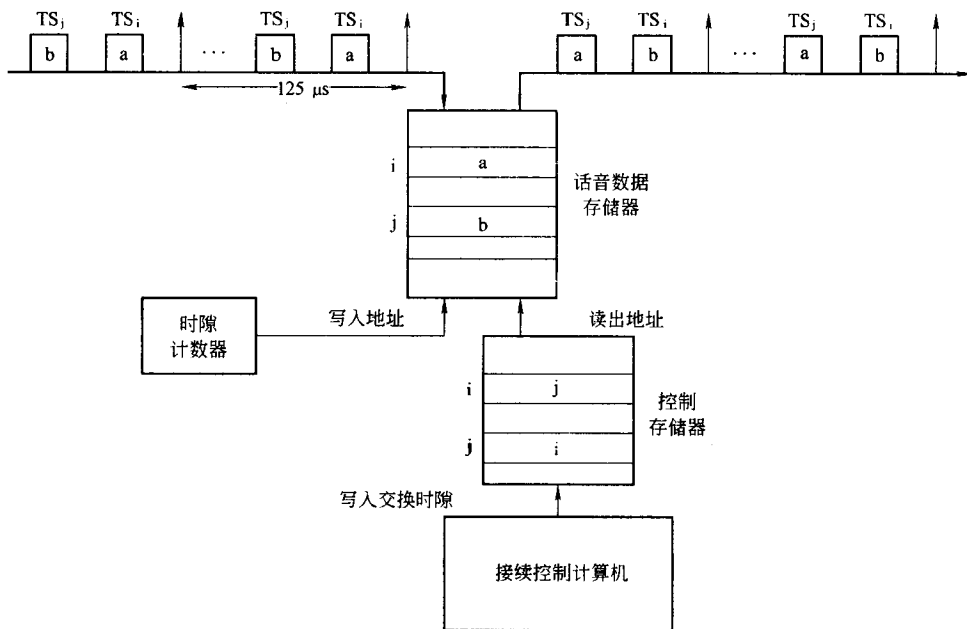


图 1.1 数字程控时隙交换原理示意图

所需的时隙信息数据作为读出地址,将相应的话音数据读出并以时分复用方式送给对应接收者,从而实现双方的话音交换。从图中可以看出,数字程控交换实际上就是完成相应话音数据的时隙搬移而已。通信过程中,通信双方始终占用着固定的时隙位置,即使没有话音信号要被传送时也是如此。其特点是实时响应性好,时延较小,交换控制简单;缺点是资源浪费较大,对动态数据速率适应性差,尤其是不能适应高速数据传送交换的需要。

1.2 分组数据交换技术

分组数据交换的概念是在 1964 年由美国兰德公司的 Paul Barran 在一份报告中第一次提出。1966 年在美国国防部(DOD)的尖端研究计划机构(ARPA)的资助下,一个分组交换网被建立起来,并于 1971 年投入了使用。在实验网之后,导致了分组交换技术的发展和广泛应用,并为商用提供分组交换业务。

为了在各计算机分组交换网络之间取得一致,1976 年国际电话电报咨询委员会(CCITT)建立了一个称为 X.25 的世界性标准协议,它引起了好几个其他的国际性的互连协议的产生。为了与 CCITT 紧密配合,国际标准化组织(ISO)于 1978 年验收并通过了它的数据通信的七层框架协议,称作“开放系统互连(OSI)”参考模型。OSI 参考模型的目标是允许世界上任何计算机都能与其他计算机通信,只要双方遵守 OSI 标准。

分组交换技术是通过把一份要发送的数据报文分成若干个有限长度的数据包,然后采用先来先服务方式(或称作统计复用方式)传送到一个交换节点,该数据包在交换节点中被接收、存储、检查并回送证实信号后,再发向下一个节点。这种形式的交换一般被称作“存储-转发”方式,信息沿路径从一个节点“跳”向另一个节点。当输出通道忙时,则这些数据包必须在交换节点中排队等待,从而使得数据包的传送受到较大的传输时延。

分组交换技术的这种统计复用的存储-转发方式,特别适合传输速率动态变化很大的数据传送业务,可以从几百比特每秒到几兆比特每秒。然而对于像语音、图像这样的具有恒定比特流的业务,却显得力不从心,服务质量下降很大。

1.3 综合业务数字网

各种通信网如电话网、电报网、分组交换网等都是按业务需要分别组建且相互独立的。当用户需要利用多种通信业务时,必须按业务类型分别向电信部门申请,并引入多条接不同终端的用户线。在这种组网方式下,用户线利用率很低,且用户线占通信网总投资一半以上,对电信部门和用户来说都很不经济。拥有多个终端类型的用户须占用多个电信号码,不仅浪费号码资源,而且还给通信呼叫带来不便。此外,各种业务分别组网,使得网络资源利用率低,并且还带来网络维护管理上的复杂性。因此,在 20 世纪 70 年代电信业界的开拓者们便萌发了将语音、数据、图像等信息业务综合在一个通信网内传送的设想,即建立综合业务数字网(ISDN)。

ISDN 可以被看成是一个功能全面的数字网络,它能为用户提供广泛的服务,诸如语

音、数据和图像等。最初发展的 ISDN 属于窄带综合业务数字网(N-ISDN),它是以提供了端到端数字连接的综合数字电话网 IDN 为基础发展而成的通信网,用以支持包括电话及非话的多种业务,用户通过一组有限的标准多用途的用户-网络接口接入网内。发展 N-ISDN 是为了在当时已被成功和广泛应用的 PCM 电路交换技术基础上吸收和综合现有的各种公用网上的业务,并通过单一的标准用户-网络接口为用户提供各种服务。然而,由于 N-ISDN 是基于 64 kbit/s 电路交换的窄带特征,因此也限制了其进一步发展和应用。

随着通信技术和通信业务需求的发展,迫使电信网络必须向宽带综合业务数字网(B-ISDN)方向发展。这就要求通信网络和交换设备既要容纳非实时的数据业务,又要容纳实时性的电话和电视信号业务,还要考虑到满足突发性强、瞬时业务量大的要求,提高通信效率和经济性。在这样的通信业务条件下,传统的电路交换和分组交换模式都不能够胜任。就 N-ISDN(以 64 kbit/s 电路交换为基础)而言,其主要缺点是信道带宽(速率)分配缺乏更大的灵活性,以及在处理突发业务情况下效率低。而分组交换(X.25 协议)则由于在各个节点的处理操作带来的时延而不适宜于实时通信。因此,在研究新的传送和交换模式时需要找出两全的办法,既能达到网络资源的充分利用,又能使各种通信业务获得高质量的传送水平。通过大约 9 年的研究,直到 1993 年 I-TUT 和 ATM 论坛才初步规范和建议了实现上述要求的一种新型传送模式——异步转移模式(ATM)。

ATM 技术是实现 B-ISDN 的核心技术,它是分组转送模式为基础并融合了电路转送模式高速化的优点发展而成的,可以满足各种通信业务的需求。现行的电路交换采用同步转移模式(STM),如图 1.2(a)所示。从图中可以看出,在 STM 中存在着以 $125\mu\text{s}$ 为周期的帧,它靠帧内的时隙位置来识别信道,一条信道所占用的时隙位置是固定的。ATM 的传送模式如图 1.2(b)所示,本质上它是一种高速分组传送模式。它将话音、数据及图像等所有的数字信息分解成长度固定(48 字节)的数据块,并在各数据块前装配地址、丢失优先级、流量控制、信头差错控制(HEC)信息等构成信元头部(5 字节),形成 53

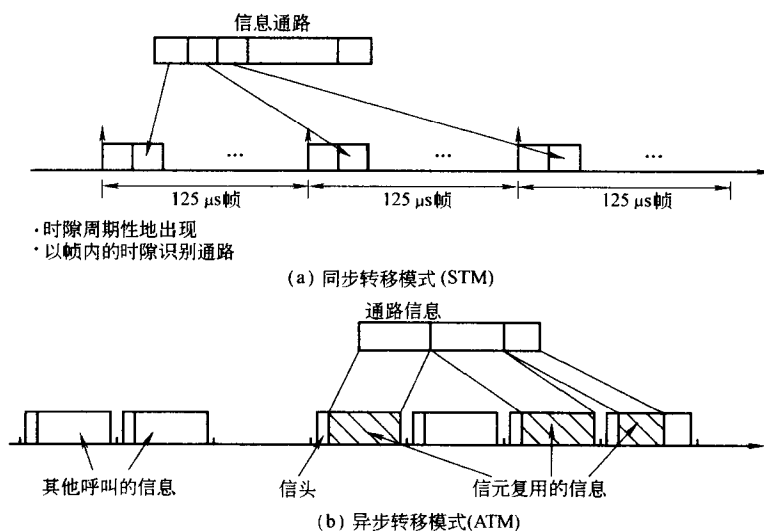


图 1.2 STM 与 ATM 格式对比

字节的完整信元。它采用异步时分复用的方式将来自不同信息源的信元汇集到一起,在一个缓冲器内排队,然后按照先进先出的原则将队列中的信元逐个输出到传输线路,从而在传输线路上形成首尾相接的信元流。在每个信元的信头中含有虚通路标识符/虚信道标识符作为地址标志,网络根据信头中的地址标志来选择信元的输出端口转移信元。

由于信息源产生信息的过程是随机的,所以信元抵达队列也是随机的。速率高的业务信元到来的频次高;速率低的业务信元来得频次低。这些信元都按到达的先后顺序在队列中排队,队列中的信元按输出次序复用传输在传输线路上。这样,具有同样标志的信元在传输线上并不对应某个固定的时隙,也不是按周期出现的,也就是说信息传送标识和它在时域的位置之间没有任何关系,信息识别只是按信头的标志来区分。这样的传送复用方式使得任何业务都能按实际需要来占用资源,对某个业务,传送速率会随信息到达的速率而变化,因此网络资源得到最大限度的利用。此外,ATM网络可以适用于任何业务,不论其特性如何(速率高低、突发性大小、质量和实时性要求如何),网络都按同样的模式来处理,真正做到了完全的业务综合。

ATM网从概念上讲是分组交换网。每一个ATM信元在网中独立传输。ATM网又是面向连接的通信网,端到端接续是在网络通信开始以前建立。因此,ATM交换机是基于存储的路由选择表,利用信头中的路由选择标识号(VPI和VCI)把ATM信元从输入链路转送到输出链路。建立在交换结点上的接续主要执行两个功能:①对于每一个接续,它指派唯一的用于输入和输出链路的接续识别符,即VPI/VCI交换;②它在交换节点上建立路由选择表,以对每一接续提供其输入和输出接续识别符间的联系。

所谓交换,在ATM网中是指ATM信元从输入端逻辑信道到输出端逻辑信道的消息传递。输出信道的确定是根据连接建立信令的要求在众多的输出信道中进行选择来完成的。ATM逻辑信道具有两个特征,即它具有物理端口编号和虚路径识别符或虚通路识别符。为了提供交换功能,输入端口必须与输出端口相关联,输入VPI/VCI与输出的识别符相关。它们在ATM交换机中的实施和电话交换系统相类似,VP交换类似于电路交换中的不同总线间交换,而VC交换类似于电路交换中的时隙交换。

ATM交换的基本原理如图1.3所示。图中的交换节点有 N 条入线($I_1 \sim I_N$), N 条出线($O_1 \sim O_N$),每条入线和出线上传送的都是ATM信元,并且每个信元的信头值表明该信元所在的逻辑信道。不同的入线(或出线)上可以采用相同的逻辑信道值。ATM交换的基本任务是将任一入线上任一逻辑信道中的信元交换到所需的任一出线上的任一逻辑信道上去。例如,图中入线 I_1 的逻辑信道 x 被交换到出线 O_1 的逻辑信道 k 上,入线 I_1 的逻辑信道 y 被交换到出线 O_N 的逻辑信道 m 上等等。这里的交换包含了两方面的功能:一是空间交换,即将信元从一条传输线改送到另一条编号不同的传输线上去,这个功能又叫做路由选择;另一个功能是时间交换,即将信元从一个时隙改换到另一个时隙。注意,在ATM交换中逻辑信道和时隙之间并没有固定的关系,逻辑信道是靠信头的VPI/VCI值来标识的,因此实现时间交换要靠信头翻译表来完成,例如 I_1 的信头值 x 被翻译成 O_1 上的 k 值。如图中所示,空间交换和时间交换功能可以用一张信头、链路翻译表来实现。

由于ATM是一种异步传送方式,在逻辑信道上信元的出现是随机的,而在时隙和逻辑信道之间没有固定的对应关系,因此很有可能会存在竞争(或称碰撞)。也就是说,在某

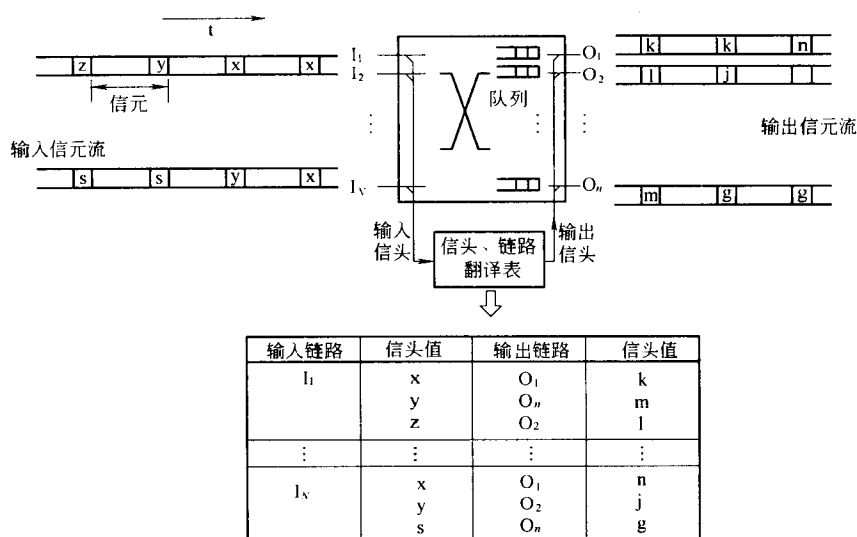


图 1.3 ATM 交换的基本原理

一时刻,可能会发生两条或多条入线上的信元都要求转到同一输出线上。例如 I_1 的逻辑信道 x 和 I_v 的逻辑信道 x (假定它们的时隙序号相同)都要求交换到 O_1 ,前者使用 O_1 的逻辑信道 k ,后者使用 O_1 的逻辑信道 n ,虽然它们占用不同的 O_1 逻辑信道,但由于这两个信元将同时到达 O_1 ,在 O_1 上的当前时隙只能满足其中一个的需求,另一个必须被丢弃。为了不使在发生碰撞时引起信元丢失,因此交换节点中必须提供一系列缓冲区,以供信元排队用。

综上所述,我们可以得出这样的结论,ATM 交换系统执行三种基本功能:路由选择、排队和信头翻译。

1.4 因特网技术

在当今通信领域中,发展最为迅猛的通信技术莫过于因特网(Internet),在短短二十几年中,它便把世界各大洲众多国家几千万个计算机用户互连在一起。在因特网中完成信息交互和网络互连的技术是通过路由器来实现的。每个计算机用户终端在发起一个呼叫前,首先把要进行交互的数据信息按照互连网协议(IP)的要求加入自己的地址和目的地址以及其他控制信息并打成一个信息包交给路由器,由路由器完成下一步转移路线的选择并转发数据包到下一站,达到信息转移的目的。在路由器中,数据报文的转发是面向无连接的信息交互方式。随着因特网上的多媒体和实时应用的大量增加,路由器的跳到跳(hop to hop)分组报文传送方式使得网络在支持更高带宽需求和提供业务质量保证方面面临困难。因此,近年来国际上工业界和学术界都一直在致力于修改路由器/选路技术,加入适当的 ATM 交换机制以适应新的选路功能,并提供充分的网络保障以支持业务质量要求。

在当代,计算机技术的应用已成为人们日常生活中的一个重要部分,从管理和控制机器设备到处理文档及管理日常事务,可谓无处不有计算机技术应用的身影。大家知道,利用计算机协助人们做任何一件事情都离不开对计算机进行编程和输入相关数据,编程是一个繁杂且枯燥的过程,并且单台计算机处理事务的能力也是极其有限的。为了解决人力和技术资源的共享,进一步提高计算机应用的效率,因此自计算机问世以来,人们便开始了计算机之间通信问题的研究。

共享介质的局域网(LAN)技术以一种方便、廉价和可靠的方法解决了短距离计算机间互连通信的问题。局域网技术不是将一台计算机与另一台计算机直接互连,而是使用硬件来互连多台计算机。“网络”是不依赖于计算机本身而独立存在的,即使连接到局域网上的某台计算机不在运行,其他计算机之间照样可以进行通信。通过局域网进行计算机互连的通信结构示于图 1.4。

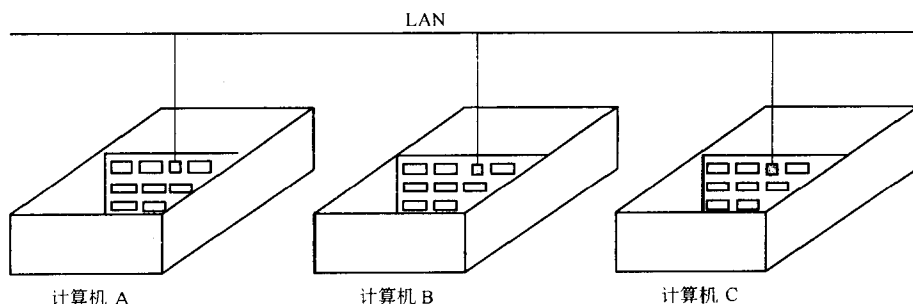


图 1.4 计算机局域网互连通信结构示意图

在局域网互连方案中,计算机中的处理器利用网络接口访问 LAN,它可以请求网络接口通过 LAN 向另一台计算机发送信息,或者读取下一次到来的信息。在 LAN 上传送数据的格式及其传送的速率与相连的计算机无关。在每台计算机内部,网络接口卡将数据组装成 LAN 所需的形式,并利用高速缓存来存放发送和接收的信息,以便能够按网络的速率将数据传送到 LAN 上和按计算机的速率将数据传送到计算机上,补偿计算机和网络之间的速度差异。

早在 20 世纪 70 年代,IEEE 就制定了三个局域网标准:IEEE 802.3(CSMA/CD,载波侦听多路访问/冲突检测)、IEEE 802.4(令牌总线)、IEEE 802.5(令牌环)。值得注意的是,这三个标准只描述了分层结构中下面一层半(即物理层和介质访问子层)的内容,数据链路层的上半层逻辑链路子层(LLC)由 IEEE 802.2 描述。著名的以太网(Ethernet)就是 IEEE 802.3 的一个典型产品。这三个局域网标准都是广播型网络,网上的所有站点共享传送信道,一站点发数据,其他站点均能收到。在广播型网络上同时只能有一个站点处于发送数据状态,因此必须解决谁使用信道发送数据的信道竞争问题。以太网采用了载波侦听多路访问/冲突检测技术,在发送数据的同时进行冲突检测,一旦检测到冲突则立即停止发送,当发现空闲时立刻发送数据;而令牌总线和令牌环则采用令牌来控制,只有获得令牌的站点能向网上发送数据。

局域网技术的发展大大地促进了计算机间的通信应用,各个孤立的计算机通过简单

总线互连,达到了信息资源共享,从而大大提高了计算能力。然而要想进一步扩大网上互连计算机的数量以满足更大范围的资源共享,则由于共享传送信道容量的限制而使其受到阻碍;并且想要在两个不同结构的局域网技术之间达到信息互通和资源共享,也由于各种 LAN 技术之间的互不兼容,都有自己独特的设计,并使用着自己特有信号电压和调制技术,使得局域网之间的互连不可能实现。

20 世纪 60 年代末期,美国国防部对使用计算机网络产生了兴趣,它通过高级研究计划署(ARPA)向军队投资进行多种技术联网的研究。如何将技术上互不兼容的网络互连起来呢?从前面的讨论可知,当用不同的网卡插入某台计算机就可以使该计算机接入到不同技术的局域网上,并且能与网上的其他计算机进行通信。另外,在一台计算机上可以同时插入两种或更多种不同技术的网卡,这样一台计算机就可以连接到两个或更多的网络上。如果对该台计算机所连接的多个网络及其站点进行网络编号,并运行网间数据转发协议软件,那么该台计算机就可以执行异构网络站点之间的分组数据转发任务,这就是因特网的原型思想。可以看出,因特网是通过一台插有多个不同技术的网卡、执行数据分组转发协议的计算机将多个异构网络进行互连的网络。因特网中执行 TCP/IP 协议、通过路由选择完成数据分组转发以实现网络互连任务的专用计算机称作路由器(Router),或称其为网关(Gateway)。

图 1.5 给出一个连接两个网络的路由器的基本组织结构示例。图中的网络 1 和网络 2 可以是以太网、令牌总线网、令牌环网或广域网,这些网络通过路由器进行互连。

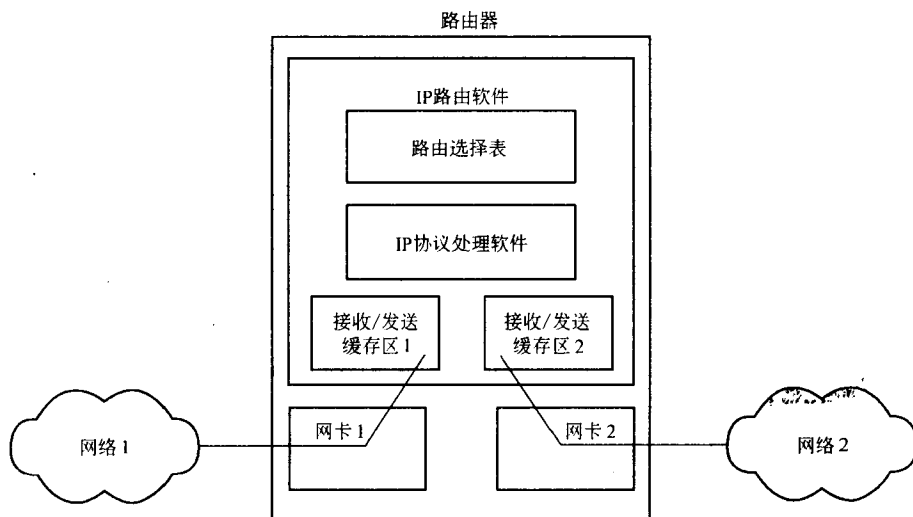


图 1.5 路由器的基本组织结构

一个机构可以根据自己的需要选择适当的网络技术,然后用路由器把所有的网络连成单一的互连网。网络互连的目标是通过异构网络实现通用服务。为了给互连网中的所有计算机提供通用服务,路由器必须能够把一个网络中的源计算机发出的信息转发到另一个网络中的目标计算机上。这一任务是很复杂的,因为组成互连网的各个子网络使用的帧格式和编址方案不尽相同。这样,为了实现通用服务,在计算机和路由器上都需要协