

Building Switched Networks

构建交换式网络

· 多层交换 · 服务质量 · IP 组播 · 网络策略 · 服务级别协议

[美] Darryl P. Black 著

严春莹 李 喆 李婷婷 等译


Addison
Wesley



电子工业出版社
Publishing House of Electronics Industry
URL: <http://www.phei.com.cn>

构建交换式网络

Buildiug Switched Networks

[美] Darryl P. Black 著

严春莹 李喆 李婷婷 谭淑英 译

2000/4

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 提 要

本书讨论了交换式网络 and 与此相关的技术——局域网和广域网中的交换技术, 今天和未来的交换技术, 包括工作组交换机, 骨干网交换机, 访问交换机, 边缘交换机和核心交换机。介绍了构建交换式网络中的核心技术: 多层交换, 服务质量, IP 组播, 网络策略和服务级别协议。本书适合企业网络分析员、管理员、IT 经理、网络规划及设计人员阅读, 也可作为数据通信课程的教材。

Authorized translation from the English language edition published by Addison-Wesley Copyright ©1999.

SIMPLIFIED CHINESE language edition published by Publishing House of Electronics Industry. Copyright 1999.

本书中文简体专有翻译出版权由美国艾维朗公司授予电子工业出版社, 并可在全球出版发行。该专有出版权受法律保护。

图书在版编目(CIP)数据

构建交换式网络/(英)布莱克(Black,D.E.)著;

严春荣等译.—北京: 电子工业出版社, 1999.11

ISBN 7-5053-5672-0

I. 构... II. ①布... ②严... III. ①计算机通信网, 交换式 IV. TN913.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(1999)第 71547 号

书 名: 构建交换式网络

原 书 名: **Building Switched Networks**

著 者: [英] Darryl P.Black

译 者: 严春荣 李喆 李婷婷 谭淑英

责任编辑: 陆伯雄

印 刷 者: 北京大竺颖华印刷厂

出版发行: 电子工业出版社 URL:<http://www.phei.com.cn>

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

经 销: 各地新华书店

开 本: 787×1092 1/16 印张: 15.5 字数: 310 千字

版 次: 1999 年 11 月第 1 版 1999 年 11 月第 1 次印刷

印 数: 5000 册

定 价: 25.00 元

书 号: ISBN 7-5053-5672-0/TN·1329

著作权合同登记号 图字: 01-1999-3117

凡购买电子工业出版社的图书, 如有缺页、倒页、脱页者, 请向购买书店调换。

若书店售缺, 请与本社发行部联系调换。电话 68279077

前言

概述

在不久以前，所谓的局域网（Local Area Networks, LANs）还仅仅是指在大段大段同轴电缆上运行的以太网。在昨天的局域网中，几台 PC 和工作站分享同样的电缆，轮流使用网络。随着网桥技术的出现，突破了网络设备和电缆长度的限制，为增加设备数量和扩展整个局域网的范围提供了一种更为有效的方式。接着，路由器开始用来访问广域网和 Internet。从一个本地的路由器出发，数据可以通过 Internet 抵达目的地。而实际是由路由器网组成的 Internet 则提供了一种基本的通信结构，用来在几公里，几千公里，甚至整个世界的范围内传递数据。

Telnet，文件传输协议（File Transfer Protocol, FTP）和其他的字符单元接口都既能够访问局域网，又能够访问广域网。而图形接口过去只是用于局域网环境，应用范围通常也很狭窄^①。那时网络所提供的仅仅是有限的通信功能，其作用不过是对主要的信息获取方式（如电话，面对面的交谈，邮寄报告，夜间批处理工作）进行补充。

很难说网络流行的原因究竟是因为微软的 Windows 联网功能的出现，网络化的图形用户界面的使用，还是人们需要传播越来越多的数据。今天的网络发展可以归功于 Web 浏览者和 Web 服务器的急剧增长，在这些服务器上，由于超文本的存在，它们因此具备了将多媒体介质（文本，图形和声音）联接起来的强大能力——而这正是万维网（World Wide Web, WWW）迅猛发展的关键所在。也许，造成这一切的原因在于客户机/服务器应用程序（有时，它们被称作带宽“蚕食者”），分布式数据库，电子邮件环境，不断增加的文件服务器已逐渐渗透到现实生活中。另外一个可能的原因是，随着技术的发展，人们已经越来越容易接受 10BaseT、双绞线，以及集线器了。当然，网络的普及更可能是大量并发事件与请求出现的直接结果。

无论原因究竟如何，有一点是非常明显的，那就是现时的网络能力已经渐渐显得捉襟见肘了！在局域网环境中，标准的 10Mbps 共享式以太网日益不堪重负，周期性的故障、持续

^① 一个典型的例外是 MIT 的 X Window 系统。这个早期的图形接口因其需要大量占据网络带宽而闻名。今天的 MIT 校园网使用交换式结构。

不断的满负荷运作、随处可见的速度迟缓早已是家常便饭。而在 Internet 上, 越来越大的通信量导致了越来越复杂的路由网络。而更大的路由网络意味着路由变化越来越多, 更新越来越困难。简而言之, 不论是局域网还是广域网都不仅不再可靠, 而且速度之慢也令人难以忍受。

在过去短短的几年里, 在网络方面我们已经看到了根本性的变化: 网桥已经退出了历史舞台; 在局域网中共享式以太网越来越少; Internet 现在是由许多能够独立管理的自治系统 (Autonomous System, AS) 组成; 自治系统之间的通信路由只需要在每个 AS 所具备的少数几个外部联络点上进行。总之, 人们对于网络的要求已经导致了新一代网络的诞生, 其中使用的技术已经依据我们的需要得到了巨大的发展。

交换技术可以说是新的网络时代的核心。由于具备强大的寻址能力和出色的稳定性, 同时解决了网络智能化问题, 它极大地促进了网络的发展。在局域网中, 交换技术为需要高带宽的应用程序提供了解决办法。通过设备之间的专用或范围尽量小的共享通道, 它解决了共享式网络存在的问题; 在以太式交换中, 有 10Mbps、100Mbps 和 1000Mbps 专用通道, 这样大型文件、图形、以及远程数据就可以自由传送而不会导致拥塞。交换技术还把许多第二层技术结合到了一起, 其中包括光纤分布式数据接口 (Fiber Distributed Data Interface, FDDI), 以太网, 令牌环 (Token Ring), 以及异步传输模式 (Asynchronous Transfer Model, ATM), 所有这些都使得构建局域网具有了更大的弹性。毫无疑问, 局域网交换技术已经很快地变成了一项重要的技术, 并在今天广泛流行起来了。

交换技术在广域网中也是一个重要概念。我们可以看到, 越来越多的 ATM 交换技术应用在广域网中, 它们具备了大量数据传输所必需的能力。ATM 提供了在服务质量 (Quality of Service, QoS) 方面的承诺, 以及能够实现这种承诺的丰富的基础结构。此外, 帧中继交换通常用于建立企业内部网 (地理位置分散的单个网络的集合), 因为它为连接极度分散的局域网提供了一条有效的途径。

本书所讨论的就是交换式网络和与此相关的技术和内容——局域网和广域网中的交换技术, 今天和未来的交换技术。交换机, 包括工作组交换机, 骨干网交换机, 访问交换机, 边缘交换机, 多服务交换机, 以及核心交换机, 都是能够满足我们永无止境的带宽需要的重要设备。从局域网的工作组到骨干网, 从广域网的边缘到核心, 这些交换机无所不在; 它们与先进的网络技术相结合, 推动了网络的迅速发展。

简而言之, 交换技术将把我们带进下一个网络时代已是公认的事实。第三层交换, 第四层交换, 多协议标签交换 (MultiProtocol Label Switching, MPLS), 虚拟局域网 (VLANs), 802.1Q, 802.1p, 服务等级 (Class of Service, CoS), 服务质量 (Quality of Service, QoS), 资源预留协议 (Resource ReSerVation Protocol, RSVP), IP 组播, 服务级别协议 (Service Level Agreements, SLAs), 以及给予策略的联网, 所有这些都已经被积极有效地并入了交换式体系结构中。这些技术将在本书中加以讨论, 而它们也将成为我们的交换式网

络基础架构的组成部分。

本书的结构

图 1.1 是本书的概念层次结构。我们将从下至上地使大家形成网络的基本概念，同时讨论局域网和广域网中现有的交换技术。然后（从左至右）我们会研究那些有望影响未来交换网络的先进技术。通过对网络策略和网络管理的讨论，我们会得出一个结论——而它将把我们的交换式网络有力地结合起来。

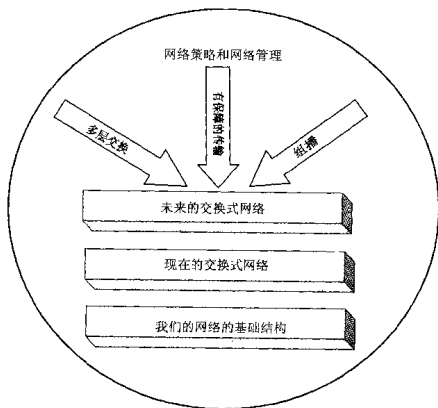


图 1.1 本书的概念层次结构

本书共包括八个章节。

- 第 1 章将强调我们在网络上的需求——不论是现在还是未来。这一章将介绍这些需求，以及可能满足未来网络发展的解决方案。
- 第 2 章为本书剩余部分所需要的背景知识和先决条件提供了一个简单介绍。它有选择地介绍了网络的关键基础，并通过一个简单的 WWW 示例把这些技术应用到实际环境中。

- 第3章集中讨论交换技术和虚拟局域网（VLAN）。它清晰地定义了什么是交换技术并讨论了该技术在局域网和广域网中的应用。除了VLAN以外，本章还解释了802.1Q和802.1p标准。在这里，我们会介绍今天已经付诸实施的交换技术基础结构以及随着现在VLAN技术的发展而出现的新技术。
- 第4章将深入研究所有类型的交换技术。在这里，我们会细致地讨论各个层次的交换技术和多协议标签交换技术（MPLS）——初现端倪的未来标准。此外，还会涉及最近出现的其他所有交换技术的进展。
- 第5章讨论的是服务质量（QoS）和传输保证的提供方法。提供不同类型的服务是未来交换式网络的关键所在。本章内容将覆盖资源管理的基础部件以及ATM论坛和Internet工程任务组所从事的开发工作。
- 第6章将深入讨论IP组播。虽然这个技术在我们的网络中应用速度还非常缓慢，但它被确信将成为未来交换式网络的基础组件。很明显，突破点对点通信的能力将对扩展我们的网络起到巨大的作用。
- 第7章通过讨论服务级别协议（SLA），网络策略，以及一些正在快速发展的网络服务充实了本书的内容。虚拟专用网（Virtual Private Network, VPN）和IP语音（Voice over Internet Protocol, VoIP）是两个新近出现的服务，他们着重强调交换技术，服务质量和IP组播方面的需求。
- 第8章通过讨论当我们的网络成熟时将会出现的其他方面的网络管理需求来总结本书。很显然，随着我们的交换式网络变得越来越复杂，管理工具也需要变得越来越智能化，以减少网络操作者日益沉重的负担。本章内容的重点正在于对未来的网络，对合理的解决方案，以及对连接方方面面的管理工具所寄予的无限期望。

简而言之，我们将在第1、2章通过定义大家在网络方面的需求和我们的网络的基础结构开始本书的内容。然后在第3、4、5、6章分别讨论多层交换，有保障的传输，以及组播。最后，我们会研究一下将成为未来交换式网络连接组网的网络策略和高级网络管理。

本书的读者

虽然我们在前面会复习一些关键的网络概念（因为它们对理解本书的素材非常重要），但从整体来看，本书还是假设你对网络有了一定的了解。本书也默认你是一个讲求实际，对于那些有助于扩充你现有的网络知识的信息，对于那些你所关心的解决方案和技术背后隐藏的动机感兴趣的求知者，而不仅仅是对RFC（Request for Comments，请求注解）求得一知半解。在本书的大部分内容中，我们往往都不会关心各个字节和数位是如何在实际线路中传输的，因为这种深度的知识需要别的书籍才能了解。本书着力于把大量的素材浓缩为数百页的文字，有的放矢地集中讨论交换式网络的核心内容。

本书服务的对象是那些急切需要了解这些新技术的企业网络分析员、网络管理员、IT 经理、网络规划者、网络设计者、技术人员以及其他涉及技术管理的个人。对于计划从共享式环境升级到交换式环境的人来说,本书所提供的正是他们所必需了解的核心信息。同时,我们提供的也是那些有望在引导我们进入下一个世纪的交换网络方案中起到核心作用的新兴技术的基础知识。本书还可适用于工程技术人员或作为数据通信课程的教材。

如果你仔细观察一下能够从本书——构建交换式网络:多层交换,服务质量,IP 组播,网络策略,服务级别协议——中获益的读者群,会发现他们都具备一个共性:那就是他们都非常忙!针对于此,和我的上一本书《管理交换式局域网:使用指南》(Managing Switched Local Area Network: A Practical Guide)一样,本书的内容简单明了,一语中的,而在写作风格上力求轻松自如,易于理解。对于忙碌的现代技术型读者来说,能够提供提纲挈领、讲求实际、重点突出的内容的书籍恐怕是最为渴求的。本书力求通过集中讨论一些非常重要的网络技术,综合大量的技术背景,并实际介绍一个交换式网络的实际案例来满足广大读者的上述需求。

致谢

在阅读本书时,你很快就会发现你需要了解如此多的信息才能够掌握网络的精髓。在过去的 15 年里,我曾经拜访过若干个网络方面的专家,并造访和研究过许多综合开发环境。同时,我也有幸参加了许多商业展览和对外技术培训,从而有机会从许多业界专家那里获取宝贵的知识和信息。本书的完成可以说是我个人发展的一个高峰,但如果没有每天与同事的交流、周期性的讨论、没有他们的批评指正、没有业界顶尖技术高手的指点,这些都是不可能完成的。

此外,我在 Wang 实验室、DEC 公司、3Com 公司,以及现在在 Nortel Networks 公司的经验也是这一切成果的基础。虽然在这里我已经向许多的人表示了谢意,但我还是要向我曾经工作过的团体,向我过去和现在的同事表示特别的感谢。

影响书籍撰写质量的好坏有几方面的因素,而其中一个至关重要的因素就是预览本书的评论家们。我不清楚别的公司在书籍写作过程中会有哪些措施,但我知道 Addison Wesley Longman 在这个过程中有一系列非常严格的预览措施。这些措施保证他们的书籍在技术上能够做到尽可能的准确,而这也将使书籍能够更好地销售出去。像本书就是经过了许多杰出的网络专家的严格检查方才得以问世。在这里,从我个人的角度出发,希望向下列朋友所提供的意见、建议和帮助表示深深的谢意!苹果公司的 Stuart Cheshire 博士,ACE COMM 公司的 Dave Crocker, J. Alan Gatlin, Dave Hannum, Peter Haverlock, Glen Herrmannsfeldt, Mukesh Kacker, Jeffrey Mogul, Bob Natale, Nortel Networks 公司的 Radia Perlman, Linda Richman, Ed Volkstorf 和 William Welch。

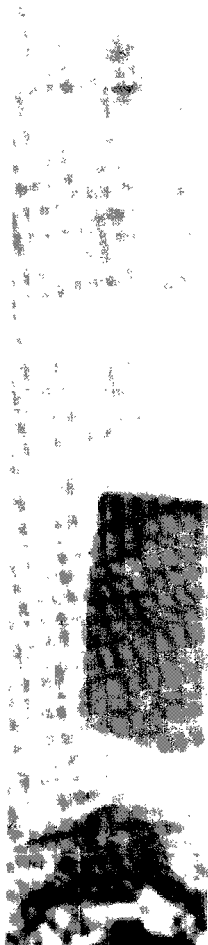
最后,我还需要感谢 Addison Wesley Longman 负责本书的小组的主要人员,他们为本书

的出版提供了巨大的支持，进行了不可缺少的协调和指导。撰写一本技术书籍不是一项小的工程，没有这样一个小组，你是不会看到这么多精彩丰富的选择的。谢谢 Karen Gettman, Mary Hart 和 Maureen Willard 为本书付出如此多的努力。

第 1 章

对于网络的需求

- 1.1 简介
- 1.2 关键问题
- 1.3 通信模式
- 1.4 网络使用举例
- 1.5 今天的网络
- 1.6 未来的网络需求
- 1.7 网络的主要目的
- 1.8 电话网络的整体特征
- 1.9 对网络的主要需求
- 1.10 未来网络的关键内容
- 1.11 网络管理员的需求
- 1.12 现有的模式
- 1.13 展望
- 1.14 结论





1.1 简介

在过去的几年里，网络在大多数人的生活中的地位正在不断增强。为了满足人们现在和未来的需求，网络需要在性能、范围和综合能力这几个方面不断地加以发展。本章通过介绍现今网络时代的基本要求和未来将面临的挑战，深入探究了这个时代背后所隐藏的深刻原因。最后，本章还将以介绍一些现有的解决方案作为总结，而它们也将有助于帮助大家认识到未来网络会面临的挑战。

1.2 关键问题

简单地讲，网络所做的就是传播信息。它使我们具备了在一个房间里，在一个建筑物里，在一个社区里，甚至在整个世界范围内共享数据和资源的能力。在今天全球经济的大环境下，信息不再是局限于本地；能够访问世界上各个角落的信息已经成为商业成功中举足轻重的因素。网络所提供的基本架构，正是要使我们能够传播、访问和强化信息，而不论其距离远近。

可靠性、性能、访问能力以及安全性是影响网络的重要因素；同时，它们也是衡量一个网络的生存能力的主要标准。一个经常崩溃的网络是没有多大用处的。同样，一个安全性总是面临问题的网络也是不可信的。而速度缓慢的网络也许能够忍受，但很明显其用途将受到极大的限制⁷。

当今世界最大的数据网络，Internet，就在许多方面面临着苦恼的问题，而这些恰恰就是所有数据网络的关键因素：

- **距离至关重要：**通俗地讲，当两点之间的距离“越大”时，他们之间的通信就会越慢，而且花费也更昂贵。随着距离的增加，延时（delay）的长短很大程度上取决于互连设备（比如说，交换机）的数量，因为通信数据必需通过它们进行路由选择。简而言之，互连设备就是联系各个网络，使大量用户能够在其中同时交流的纽带。每一个互连设备可以看作是一个繁忙的交通路口，所有的数据都要在这里排队，转向，而且通常都（非常遗憾地）会被延误。所以，范围越广网络服务提供商索取的代价就会越高的原因很简单，因为它们布线和维护的费用是随着覆盖范围的增大而成比例增加的。
- **时间、时段会对性能产生巨大影响：**网络通信与高峰期的交通状况具有许多共同点，他们在每天、每周、每月都会达到一个顶点。同时，随着时间的变化，分布在世界各地的人们会依次开始自己的工作，而许许多多的设备也会因此突然出现在网络中；从某些角度来讲，日出而作，日落而息的生活方式决定了网络通信量的变化规律。当然，假日也往往会导致网络使用出现不符规律的变化。

- **通信拥挤会严重阻碍网络性能**：出现拥挤的网络通常会严重降低网络性能而且会使拥挤问题进一步恶化，迫使我们不得不对通信量进行调整。有时候，当网络速度变慢，延迟（latency）变长时，即使我们对通信量进行了调整，拥挤现象也会变本加厉地再次出现。

注释

当 Internet 协议（Internet Protocol, IP）之上的传输控制协议（Transmission Control Protocol, TCP）——即大家熟知的 TCP/IP——检测到拥挤时，它会减少进入网络的数据包的数量；很明显，这有助于防止 Internet 陷入崩溃的绝境。换句话说，TCP/IP 会减少手头等待应答的数据包的数量。这会减少网络中对 TCP/IP 通信会话的请求，但是对于那些对时间敏感的数据（比如说交互式音频和视频），这样做会大大限制 TCP 的活力。

- **网络中任何一个节点都能够决定整体的性能**：任何一个网络连接都是很脆弱的。如果用户使用的是调制解调器，或其他无线技术，即使连接的另一端拥有非常宽的通道，网络速度肯定还是非常迟缓。任何一端存在“瘦弱”的连接都会造成同样的麻烦。
- **传输数据的类型至关重要**：很明显，交互式音频是最不能忍受延时的一类，实时（或交互式）视频要稍好一些，而普通的数据自然是最有忍耐力的了。当两个通信点之间的网络容量很小时，实时视频的问题就会非常突出。即使一段视频流首先是通过兆位级的连接转发的，但只要最终的连接是一个 28Kbps 的拨号连接，它就必然要被严重地阻碍。如果存在断断续续的延时，实时传输不可能出色地完成。所以，在接收端缓存数据对于平滑视频传输就变得非常必要了，而且也确实被广泛采纳。
- **冗余数据在大多数网络中司空见惯**：在网络中向许多客户端传输相同的数据是很普遍的事情。比如说，你可以想象一下，每天，尤其是在一家公司里，会有多少人在不断地接收股票市场的行情，而他们都是同样的！随着一个流行的、可以下载的软件的新版本的发布，几乎可以肯定它会导致全球各地的疯狂下载，但毫无疑问，他们下载的东西都是一样的。很明显，Internet 中充满了这类冗余数据，而我们的网络容量也因此而减少了。

更为遗憾的是，这些冗余的数据通常并不是以组播的方式在网络中传输，以减少传输的整体影响。组播提供了一种方式，使得信息能够在不必为每个用户建立单独的信息流的情况下，同时传送给许多用户；更重要的是，数据包被散发到了通信传输最终端的每个单元。

- **可预见性和可靠性至关重要**：当我们的生活因为需求的增加而变得越来越复杂时，事物的可预见性也越来越重要了。我们能够满足不断增长的需求是建立在我们对于服务的期望值的信任基础上的。例如，完成了 A 工作就能得到 B 结果；如果今天发了一封



电子邮件，它就一定能在指定日期前到达；等等。再比如说，美国电话网非常可靠，随时都能提供服务，除非发生了地震或其他自然灾害。网络所提供的就是一种作为替代品的服务，而且他们是值得人们信任的。

1.3 通信模式

事实上，网络所要实现的通信模式无非是三种：一对一的通信，一对多的通信，多对多的通信。图 1.1 解释了这些通信类型的机制。

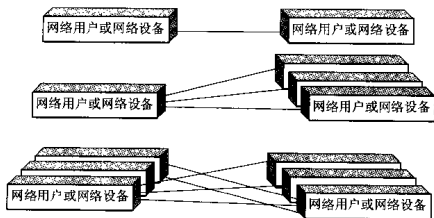


图 1.1 通信模式

一对一的通信，通常被称为单播（unicast），是最简单的通信方式。你发送一封电子邮件给同事甲，他又回复一封给你，你又将文件发送给打印机；这些都是单播通信的例子。

一对多或多对多是组播或广播通信的模式。组播指的是将数据发送给用户或设备的一个子集，而广播则是发送给所有用户或设备。将一个股票的报价发送给多个接收者；把一封电子邮件发给网络中的许多人，而每份拷贝都尽可能同时抵达；把一段视频流传送给多个观看者；将一个系统警报发送给所有用户。这些都是一对多通信模式的例子。

多对多通信是一对多通信的一个特例。除了一对多的那些特征外，其中的每个单元都可以与其他多个单元通信。聊天室或是多个地点举行的视频会议就是多对多通信的例子。

1.4 网络使用举例

网络已经成为我们的工作和生活的一个完整部分。客户机/服务器应用程序毫无疑问要依赖于网络,就如同大多数商人已经把它们视作事实上的信息系统一样。从早到晚,我们都在电话网络上拨打或接听呼叫,使用固定或移动电话。而在家中通过 Internet 服务提供商(Internet Service Provider)访问万维网(World Wide Web, WWW),在公司使用局域网(Local Area Network, LAN),在回家的路上驻足于联网的自动取款机(Automatic Teller Machine, ATM)前都是司空见惯的。如果一个职员拥有笔记本电脑,出差时他可以远程拨入,在家中可以通过综合业务数字网(Integrated Services Digital Network, ISDN)线路直接连接,或者在公司的不同位置进入办公网络。更有甚者,一些计算机/网络发烧友通过在家中安置基于转发器的网络以在多台 PC 之间共享打印机和文件。很显然,网络已经被揭开了神秘的面纱,进入了普通的大众生活,成为不论是个人生活还是企业运作的基本要求。下面列举了当今网络得以广泛接受的几个典型应用:

- 在家中、旅馆或其他地方连接办公室
- 在不同位置使用普通电话召开电话会议或视频会议
- 使用电子邮件或寻呼系统
- 在 WWW 上搜索信息或将信息下载到本地
- 使用 WWW 从事电子商务,比如购物或察看股票行情
- 远程访问公司数据库
- 使用电子公告牌了解信息或下载软件升级
- 使用匿名 FTP 在全球或企业内部传输文件
- 在多人之间共享计划安排,或通过手持电脑下载或上传信息。
- 在家中或办公室中建立网络以便在多个 PC 和/或工作站之间共享打印机和文件
- 使用网络控制远程环境,比如调节恒温期或开关电灯以保证安全

1.5 今天的网络

在网络出现的信息无外乎三种基本形式:音频,视频,以及普通数据。如今,我们已经拥有了数以百计的广域网,数以百万计的小型局域网,以及许多互相连接的遍布全球的专用局域网。今天的一个典型的全球网络就是 Internet,它被设计用来传输数据;而另一个就是电话网络,它被设计用来提供语音服务;而各个企业还在使用许多其他的全球网络组建它们自己的网络。这些网络提供帧中继永久性虚电路(Permanent Virtual Circuit, PVC),使用异步传输模式(Asynchronous Transfer Mode, ATM)通过大型通信公司的网络实现透明连



接。而本地网络可能是城域网 (Metropolitan Area Network, MAN) 或局域网, 其大小和范围不定, 既可能是覆盖整个城市的大型网络, 也可能是某个居民家中的小型网络。

Internet 是一种无连接的网络, 一种基于数据包的网络, 它提供了一个“尽力而为 (best-effort)”的媒介在两个端点之间传输数据。数据被分为若干个数据包, 在不建立连接的情况下发送到目的地。每个数据包的路由是实时决定的, 这一点与电话网络不同, 后者在传输任何数据之前先要创建专门的连接。在 Internet 中, 并不能保证每个数据包能够抵达最终的目的地, 也不能保证多个数据包能够按照发送的顺序到达。

☞ 注释

在 Internet 中, 传输控制协议 (TCP) 在无连接的 Internet 协议 (IP) 的基础上提供了一种基于连接的服务。TCP 如今已被广泛应用于在 Internet 上提供可靠的通信。第 2 章我们会提供有关 TCP、IP 以及通信服务分层的更多信息。

电话网络是面向连接的, 这意味着通信之前要建立一个连接, 通常被称作电路 (circuit)。一个电路是两个端点之间的专用路径和通道, 它使得数据能够通过预先定义的路径在两个方向流动, 提供全双工的通信。在通过专用通信信道发送数据时, 面向连接的网络具备内置的服务保证。例如, 电话网络能够保证我们在感觉不到语音延时的情况下进行交谈。

☞ 进一步注释

长途通信有时会使用到卫星通信, 后者本身就存在延迟, 而这在电话交谈时会使你感到有延时现象。

面向连接的服务 (例如电话网络) 的一个缺点是服务请求可能因为资源有限而遭拒绝。在电话网络中, 任何时刻都只有有限数量的电路可供使用。如果没有更多的电路可以腾出来的话, 服务就肯定会被拒绝。这就是为什么节假日我们偶尔会被告知“请稍候再拨”的原因, 因为所有的电路都忙。

不论是电话网络还是 Internet, 其实际用途都远远超出了其设计的初衷。电话网络经常被用来传输语音以外的其他形式的数据。一个最常见的例子可能就是从原地通过电话线接入, 以检查电子邮件或获取和发送文件。而 Internet 最初是用作交互式音频的载体。因为交互式音频对延时非常敏感, 而现在的基于数据包的 Internet 只能提供尽力而为的服务, 所以 Internet 上的交互式音频总是因为断断续续的延时而起伏不定。

在本地网络中类似 Internet 的基于数据包的服务占据了统治地位, 虽然其中有一些也使用了面向连接的技术 (如 ATM)。帧中继则是上述技术的混合产物; 它的永久虚电路 (Permanent Virtual Circuit, PVC) 和交换式虚电路 (Switched Virtual Circuit, SVC) 提供了一个任何长度的帧都可以在上而传输的途径。本地网络 (有时被称为 Intranet) 经常使用

WAN 服务与其他 LAN 实现互连。

注释

同步 (synchronous), 异步 (asynchronous), 等时 (isochronous) 是三个经常使用的网络术语, 在此有必要加以特别说明。

- 同步用来表示两个或多个进程 (例如, 两个系统之间的数据流) 使用精确的时钟来保证协调一致。
- 异步与同步相反。在异步传输中不使用时钟; 异步传输中每一个进程都独立进行, 并且没有间隔时间。
- 等时用来表示在并发传输之间有固定间隔的数据流。普通的语音通话就是等时的。

1.6 未来的网络需求

下面, 我们来列举一些未来网络将面临的重大挑战:

- 对于网络的依赖正在急速增加:** 仅仅在几年以前, 如果网络关闭了 15 分钟是不会有人抱怨的。但现在, 如果网络停了两分钟, 管理员的房间肯定会电话铃不断。网络已经成为商业运作的基础, 其地位已经与电和电话同等重要。
- 时间就是金钱:** 一个迟缓的网络会使商业活动浪费大量的金钱。想象一下, 由于网络拥挤直线下滑的股票无法出手; 传输一个文件, 下载一个 Web 图形, 同步电子邮件文件足够你去喝一杯咖啡, 甚至去吃一顿午餐。太可怕了!
- 尽力而为有时就是无能为力:** 你是否曾经碰到过一封重要的电子邮件卡在了 Internet 的某个队列中? 有时候真希望网络能够保证传输, 并在垃圾邮件到处传播前采取点措施。如果可以提供像 FedEx 那样的服务保障不是更好吗?
- 实时数据网络还远未实现:** 在 Internet 中, 图形文件的下载通常非常缓慢, 交互式语音听起来也像是和一个老要屏住呼吸的人交谈。而实时视频通常也是起伏不定。
- 网络还不可靠:** 全球各地的雇员通过电话网络 (可靠的服务) 确认通过 Internet 或自己的企业内部网的文件传输 (通常是电子邮件) 或解决相关问题的次数仍然居高不下。
- 80% 是本地, 20% 是远程的规则不再适用:** 现时的网络都是根据如下规则构建的: 80% 的通信量是在本地完成, 只有 20% 的通信量会传输到远地。但实际上, 随着 WWW 和全球分布式网络环境的发展, 上述规则很有可能会倒转过来——20% 的数据留在本地, 而 80% 的数据要通过远程传输了。



1.7 网络的主要目的

网络是当今发展最快的技术之一。网络所提供的，是已经成为我们日常生活的基础的信息通信机制。网络为所有商业运作和个人生活创造了崭新的机遇，因为它明显地缩短了信息源和信息使用者之间的距离。图 1.2 从概念上解释了网络的主要目的。

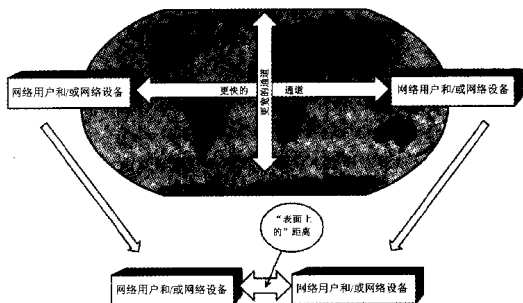


图 1.2 减少表面上的距离

毫无疑问，我们对于网络的依赖在接下来的几年里会进一步增强。未来的网络需要满足我们在速度、可靠性、对视频和音频的实时支持、便携性以及用户的可定制性上的需要。费用也是一个重要因素——网络必须使每个人都能够承受得了，当然也为那些按使用付费的需要特殊服务的人或群体提供额外的性能。

1.8 电话网络的整体特征

人们所期望的未来的网络将是最好的电话网络和数据网络的混合体。理想情况下，我们得到的将是一个崭新的、更加强大的 Internet，它能够具备电话网络所具备的巨大的容量和强有力的特性。电话网络的一些关键特征必须应用到 Internet 中去；一个电话网络具备如下特征：

- **便携性：**电话网络的蜂窝化扩展使得在移动当中通过一个号码接收和发送呼叫成为了可能。