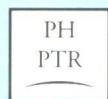


国外计算机科 学教材系列

因特网高级技术

Advanced Internet Technologies

[美] Uyles Black 著
宋建平 张轶谦 刘毅 等译
史美林 审校



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

TP339.4



国外计算机科学教材系列

因特网高级技术

Advanced Internet Technologies

[美] Uyles Black 著

宋建平 张轶谦 刘毅 等译

史美林 审校

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

内 容 简 介

本书详细介绍了当前因特网发展过程中出现的各种新技术,包括 VoIP、实时视频传输、第3层交换、IPv6、实时传输协议 RTP/RTCP 以及 IP 漫游等。具体到每种技术,本书作者从产生背景和基本原理开始,介绍该技术的体系结构和各部分的功能,最后剖析若干实现方法,因此对读者极具指导价值。

本书语言简洁、流畅,内容新颖详实,讲述深入浅出,是大专院校高级网络课程难得的教材和参考书。本书也适合于计算机网络技术人员以及其他对网络技术感兴趣的读者。

Authorized translation from the English language edition published by Prentice-Hall, Inc Copyright © 1999

All rights reserved. No part of this book may be reproduced or transmitted in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying, recording or by any information storage retrieval system, without permission from the Publisher.

Simplified Chinese language edition published by Publishing House of Electronics Industry Copyright © 2001

本书中文简体专有翻译出版版权由 Pearson 教育集团所属的 Prentice-Hall, Inc 授予电子工业出版社。其原文版权及中文翻译出版版权受法律保护。未经许可,不得以任何形式或手段复制或抄袭本书内容。

图书在版编目(CIP)数据

因特网高级技术/(美)布莱克(Black, U.)著;宋建平等译.—北京:电子工业出版社,2001.4

(国外计算机科学教材系列)

书名原文:Advanced Internet Technologies

ISBN 7-5053-6603-3

I. 因 . II. ①布...②宋... III. 因特网-新技术-教材 IV. TP393.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 18951 号

丛 书 名: 国外计算机科学教材系列

书 名: 因特网高级技术

原 书 名: Advanced Internet Technologies

著 者: Ulyess Black

译 者: 宋建平 张轶谦 刘 毅 等

审 校 者: 史美林

责任编辑: 赵红燕

排版制作: 电子工业出版社计算机排版室监制

印 刷 者: 北京东光印刷厂

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: 14.75 字数: 368 千字

版 次: 2001 年 4 月第 1 版 2001 年 4 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 7-5053-6603-3
TP·3664

定 价: 24.00 元

版权贸易合同登记号 图字:01-2000-3483

凡购买电子工业出版社的图书,如有缺页、倒页、脱页、所附磁盘或光盘有问题者,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

出版说明

随着 21 世纪的到来, 计算机技术的发展更加迅猛, 在各行各业的应用更加广泛, 越来越多的高等院校增设了有关计算机科学的课程内容, 或对现有计算机课程设置进行了适当调整, 以紧跟前沿技术。在这个教学体系和学科结构变革的大环境下, 对适合不同院系、不同专业、不同层次的教材的需求量与日俱增。此时, 如果能够借鉴、学习国外一流大学的先进教学体系, 引进具有先进性、实用性和权威性的国外一流大学计算机教材, 汲取其精华, 必能更好地促进中国高等院校教学的全局改革。

美国 Prentice Hall 出版公司是享誉世界的高校教材出版商, 自 1913 年成立以来, 一直致力于教材的出版, 所出版的计算机教材为美国众多大学采用, 其中有不少是专业领域中的经典名著, 已翻译成多种文字在世界各地的大学中使用, 成为全人类的共同财富。许多蜚声世界的教授、学者都是该公司的资深作者, 如道格拉斯·科默 (Douglas E. Comer)、威廉·斯大林 (William Stallings) 等。早在 1997 年, 电子工业出版社就从 Prentice Hall 引进了一套计算机英文版专业教材, 并将其翻译出版, 同时定名为《国外计算机科学教材系列》(下称: 第一轮教材)。截至 2000 年 12 月, 该系列教材已出版 23 种, 深受读者欢迎, 被许多大学选为高年级学生和研究生教材或参考书。

4 年过去了, 已出版的教材中多数已经有了后续版本。因此, 我们开始设计新一轮教材 (第二轮教材) 的出版, 成立了由我国计算机界著名专家和教授组成的“教材出版委员会”, 并结合第一轮教材的使用情况和师生反馈意见, 组织了第二轮《国外计算机科学教材系列》出版工作。

第二轮教材的出版原则为:

1. 引进 Prentice Hall 出版公司 2000 年和 2001 年推出的新版教材, 作为替换版本。
2. 在著名高校教授的建议下, 除了从 Prentice Hall 新选了一些教材之外, 还从 McGraw-Hill 和 Addison Wesley Longman 等著名专业教材出版社、麻省理工学院出版社和剑桥大学出版社等著名大学出版社引进了一些经典教材, 作为增补版本。
3. 对于第一轮中无新版本的优秀教材, 我们将其作为延用版本, 直接进入第二轮使用。
4. 对于第一轮中翻译质量较好且无新版本的教材, 我们将其进行了修订, 也作为延用版本, 进入第二轮使用。

这次推出的教材覆盖学科范围广、领域宽、层次多, 既有本科专业课程教材, 也有研究生课程教材, 以适应不同院系、不同专业、不同层次的师生对教材的需求。广大师生可自由选择 and 自由组合使用。

按照计划, 本轮教材规划出版 37 种, 其中替换版本 8 种, 新增版本 14 种, 延用版本 15 种。教材内容涉及的学科方向包括网络与通信、操作系统、计算机组织与结构、算法与数据结构、数据库与信息处理、编程语言、图形图像与多媒体、软件工程等。本轮教材计划于 2001 年 7 月前全部出版。教材的使用年限平均为 3 年。我们还将陆续推出一些教材的参考课件, 希望能为授课老师提供帮助。

为了保证本轮教材的选题质量和翻译质量, 我们约请了清华大学、北京大学、北京航空航天大学、复旦大学、上海交通大学、南京大学、浙江大学、哈尔滨工业大学、华中科技大学、西安交通

大学、国防科学技术大学、解放军理工大学等著名高校的教授和骨干教师参与了本轮教材的选题、翻译和审校工作。他们中既有讲授同类教材的骨干教师和博士,也有积累了几十年教学经验的教授和博士生导师。

在本轮教材的选题、翻译和编辑加工过程中,为提高教材质量,我们做了大量细致的工作,包括:

1. 对于新选题和新版本进行了全面论证。
2. 对于沿用版本,认真审查了前一版本教材,修改了其中的印刷错误。
3. 对于译者和编辑的选择,达到了专业对口。
4. 对于从英文原书中发现的错误,我们通过作者联络、从网上下载勘误表等方式,一一做了修改。
5. 对于翻译、审校、编辑、排版、印刷质量进行了严格的审查把关。

通过这些工作,保证了本轮教材的质量较前一轮有明显的提高。相信读者一定能够从字里行间体会到我们的这些努力。

今后,我们将继续加强与各高校教师的密切联系,为广大师生引进更多的国外优秀教材和参考书,为我国计算机科学教学体系与国际教学体系的接轨做出努力。

由于我们对国际计算机科学、我国高校计算机教育的发展存在认识上的不足,在选题、翻译、出版等方面的工作中还有许多有待提高之处,恳请广大师生和读者提出批评和建议。

电子工业出版社
2001年春

教材出版委员会

- | | | |
|----|-----|---|
| 主任 | 杨芙清 | 北京大学教授 中国科学院院士 北京大学信息与工程学部主任 北京大学软件工程研究所所长 |
| 委员 | 王 珊 | 中国人民大学信息学院院长、教授 |
| | 胡道元 | 清华大学计算机科学与技术系教授 国际信息处理联合会通信系统中国代表 |
| | 钟玉琢 | 清华大学计算机科学与技术系教授 中国计算机学会多媒体专业委员会主任 |
| | 谢希仁 | 中国人民解放军理工大学教授 全军网络技术研究中心主任、博士生导师 |
| | 尤晋元 | 上海交通大学计算机科学与工程系教授 上海分布计算技术中心主任 |
| | 施伯乐 | 中国计算机学会常务理事、上海市计算机学会理事长 上海国际数据库研究中心主任、复旦大学教授 |
| | 邹 鹏 | 国防科学技术大学计算机学院教授、博士生导师 教育部计算机基础教学课程指导委员会副主任委员 |
| | 张昆藏 | 青岛大学信息工程学院教授 |

译者序

因特网自诞生以来,迅速在世界范围内推广。据统计,2000年因特网的用户将近2亿,比1999年增加46.9%。随着因特网规模的不断扩大,因特网应用也趋向于多样化,从最初的远程登陆(TELNET)、文件传输(FTP)、电子邮件(E-Mail)以及万维网(WWW)到现在的网络电话(VoIP)、网上直播(RTP, Multicast)等。可以预见,各种新应用将不断涌现,新型应用呼唤新的技术,因此需要人们开发出各种高级网络技术。

当前,介绍因特网应用和协议的书籍很多,然而论述因特网最新技术的专著却寥寥无几。我们需要了解某一新技术时,只能在网络上或期刊中查找相关文献,这样既不成系统,也浪费很多查找时间。本书就是为弥补这种空白而推出的。

本书作者 Uyless Black 是一位在计算机网络和数据通信领域令人尊敬的知名顾问,对各种因特网高级技术有深刻了解,又有在大学里讲授因特网技术的丰富经验。作者深入浅出地分析了视频传输、VoIP、第3层交换、RTP/RTCP、IP 漫游等最新网络技术。在介绍每种技术时,作者首先描述该技术的产生背景,然后定义相关的概念和体系结构,最后给出应用实例,以使读者有更深刻的理解。因此,本书不仅可以用做大学高年级和研究生网络技术课程的教科书和参考书,也为网络技术人员或因特网应用程序开发人员提供了极有价值的参考资料。

在翻译本书的过程中,我们力求保持原著新颖的特色,对书中大量的新技术名词,在给出译文的同时还在括号中注明英文原文,以便于读者体会。另外,本书要求读者具备一定的因特网基础知识,这样才能够较好地理解书中内容。

本书第1章~第4章、第6章由张轶谦翻译,第5章由刘毅翻译,第7章~第12章由宋建平翻译。全书由清华大学计算机系史美林教授统稿、审校。在本书翻译过程中,王宇、侯文婷、陆涛涛、张晓瑜等同志给予了很大帮助。

由于时间仓促和译者水平所限,错误在所难免,敬请读者指正。

译者

2001年1月于清华园

目 录

| | |
|---------------------------------------|--------|
| 第 1 章 概述 | (1) |
| 1.1 基本术语和概念 | (1) |
| 1.2 Internet 的特性 | (2) |
| 1.3 接入 Internet | (2) |
| 1.4 Internet 的分层体系结构 | (4) |
| 1.5 Internet 的发展、现状及其原因 | (5) |
| 1.6 近期发展情况 | (11) |
| 1.7 挑战:从单一面向数据到面向多种服务 | (11) |
| 1.8 高级 Internet 特性预览 | (15) |
| 1.9 小结 | (17) |
| 第 2 章 Internet:体系结构和通信特征 | (18) |
| 2.1 协议族 | (18) |
| 2.2 名字和地址 | (20) |
| 2.3 ARP | (25) |
| 2.4 IP 简介 | (27) |
| 2.5 TCP 和 UDP 简介 | (30) |
| 2.6 数据怎样通过 Internet 传输 | (34) |
| 2.7 域名系统 | (42) |
| 2.8 上层标识符 | (43) |
| 2.9 Internet 数据特征 | (44) |
| 2.10 小结 | (46) |
| 第 3 章 数字语音和视频 | (47) |
| 3.1 VoIP 语音数字化标准 | (47) |
| 3.2 模/数转换概述 | (48) |
| 3.3 G.711 PCM 编码器 | (51) |
| 3.4 其他方法概述 | (51) |
| 3.5 无线应用中的 G.721.3 可扩展编码 | (55) |
| 3.6 速度编码器的比较 | (56) |
| 3.7 专用编码器 | (56) |
| 3.8 数据传送 | (57) |
| 3.9 语音分组 | (57) |

| | | |
|--------------|-------------------------------|-------------|
| 3.10 | 再论同步与异步、CBR 与 VBR | (62) |
| 3.11 | 数字化视频:MPEG-2 标准 | (62) |
| 3.12 | MPEG-2 的基本操作 | (63) |
| 3.13 | MPEG-4 | (70) |
| 3.14 | MPEG-7 | (71) |
| 3.15 | 小结 | (71) |
| 第 4 章 | 在 IP 上传送语音 | (72) |
| 4.1 | 关于 VoIP 的市场预测 | (72) |
| 4.2 | 三个关键因素 | (73) |
| 4.3 | VoIP 的配置 | (74) |
| 4.4 | 评估标准 | (75) |
| 4.5 | 关于评估标准的另一种看法 | (77) |
| 4.6 | 单向延迟 | (79) |
| 4.7 | 忽视的因素:高性能的本地环路 | (79) |
| 4.8 | 四个 VoIP 网关的比较 | (80) |
| 4.9 | 小结 | (83) |
| 第 5 章 | H 系列协议:视听和多媒体系统 | (84) |
| 5.1 | H.323 协议结构 | (84) |
| 5.2 | 编码解码器的需求 | (86) |
| 5.3 | H.323 协议栈 | (86) |
| 5.4 | 注册、准入控制和状态(RAS)操作 | (87) |
| 5.5 | 其他 RAS 过程 | (96) |
| 5.6 | 关于 H.323 协议和 H.225.0 协议 | (96) |
| 5.7 | T.120 | (97) |
| 5.8 | H.245 | (97) |
| 5.9 | H.324 | (98) |
| 5.10 | 小结 | (98) |
| 第 6 章 | 路由、路由发现和数据完整性操作 | (99) |
| 6.1 | 面向连接的和无连接的网络 | (99) |
| 6.2 | 标记和地址 | (100) |
| 6.3 | 管理用户数据 | (101) |
| 6.4 | 网络上的转发通信 | (103) |
| 6.5 | 交换和路由技术的发展 | (105) |
| 6.6 | 路由和交换协议的对比 | (106) |
| 6.7 | 网桥和路由器 | (107) |
| 6.8 | 路由通知 | (108) |

| | |
|-------------------------------------|--------------|
| 6.9 小结 | (110) |
| 第7章 IP路由和标记交换 | (111) |
| 7.1 术语解释 | (111) |
| 7.2 IP路由过程 | (111) |
| 7.3 IP路由表 | (112) |
| 7.4 网络掩码 | (113) |
| 7.5 地址聚集 | (114) |
| 7.6 无类域间路由 | (116) |
| 7.7 变长子网掩码 | (116) |
| 7.8 重负荷的IP路由 | (118) |
| 7.9 源路由 | (120) |
| 7.10 路由和标记交换的比较 | (122) |
| 7.11 标记交换 | (123) |
| 7.12 标记的定义 | (123) |
| 7.13 标记交换:转发与控制 | (123) |
| 7.14 边界设备的作用 | (126) |
| 7.15 概述:YANKEE小组和TOLLY小组的分类方法 | (126) |
| 7.16 三种方法剖析 | (128) |
| 7.17 逻辑IP子网 | (128) |
| 7.18 IP交换 | (129) |
| 7.19 标签交换 | (133) |
| 7.20 信元交换路由器 | (141) |
| 7.21 CSR的主要特性 | (142) |
| 7.22 MPOA | (142) |
| 7.23 小结 | (145) |
| 第8章 IPv6 | (146) |
| 8.1 IPv4的不足 | (146) |
| 8.2 IPv6的设计原则 | (146) |
| 8.3 所做修改的总结 | (147) |
| 8.4 IPv6地址 | (147) |
| 8.5 IPv6数据报 | (149) |
| 8.6 IPv6和IPv4的比较 | (151) |
| 8.7 IPv6扩展首部 | (152) |
| 8.8 分组大小 | (155) |
| 8.9 IPv6与ATM | (156) |
| 8.10 IPv6和ICMP | (156) |
| 8.11 IPv6和TCP/UDP | (157) |

| | |
|------------------------------------|--------------|
| 8.12 IPv6 对巨型分组的支持 | (157) |
| 8.13 从 IPv4 向 IPv6 过渡 | (158) |
| 8.14 小结 | (160) |
| 第 9 章 点对点协议 | (161) |
| 9.1 PPP 的开发背景 | (161) |
| 9.2 PPP 和 HDLC | (161) |
| 9.3 LCP | (163) |
| 9.4 PPP 操作实例 | (163) |
| 9.5 PPP 相位图 | (164) |
| 9.6 LCP 分组 | (165) |
| 9.7 网络层协议 | (170) |
| 9.8 PPP 上的 IPv6 | (171) |
| 9.9 IPv6CP 配置选项 | (172) |
| 9.10 小结 | (172) |
| 第 10 章 Internet 多媒体协议 | (173) |
| 10.1 定义 | (173) |
| 10.2 IP 组播 | (173) |
| 10.3 IGMP 操作 | (176) |
| 10.4 MBONE | (177) |
| 10.5 实时协议 | (177) |
| 10.6 实时控制协议 | (182) |
| 10.7 资源预约协议 | (186) |
| 10.8 小结 | (192) |
| 第 11 章 移动 IP | (193) |
| 11.1 市场前景 | (193) |
| 11.2 连接方法 | (194) |
| 11.3 使用移动 IP 的理由 | (194) |
| 11.4 移动 IP 实体、地址和操作 | (196) |
| 11.5 移动 IP 服务 | (196) |
| 11.6 基本操作概述 | (197) |
| 11.7 新报文和协议扩展 | (198) |
| 11.8 代理发现 | (198) |
| 11.9 路由器发现协议 | (199) |
| 11.10 代理通告 | (201) |
| 11.11 移动节点 | (203) |
| 11.12 注册 | (204) |

| | | |
|---------------|--------------------------|--------------|
| 11.13 | 安全参数索引 | (206) |
| 11.14 | 外埠代理 | (207) |
| 11.15 | 本埠代理 | (208) |
| 11.16 | IP/UDP 字段 | (208) |
| 11.17 | 广播数据报 | (209) |
| 11.18 | 组播数据报路由 | (209) |
| 11.19 | ARP、代理 ARP 和自发 ARP | (209) |
| 11.20 | TCP 问题 | (210) |
| 11.21 | 小结 | (214) |
| 第 12 章 | 结论 | (216) |
| 12.1 | 本地环路中的问题 | (216) |
| 12.2 | Internet 中的问题 | (216) |
| 12.3 | 永恒环路 | (216) |
| 12.4 | 下一步是什么 | (217) |
| 12.5 | 如何达到目标 | (217) |
| 12.6 | 局面将变得混乱 | (217) |
| 缩略语 | | (219) |

第 1 章 概 述

本章介绍 Internet。首先描述 Internet 的主要特性以及它的形成。在讨论中,我们研究 Internet 如何发展成为现在的样子。理解 Internet 的结构和行为对理解本书所介绍的 Internet 运作十分重要。其次描述多服务应用(语音、视频、数据、传真等)对网络带宽和延迟保证的要求。最后介绍用于支持多媒体(语音、视频和数据)网络的关键的网际协议。

1.1 基本术语和概念

Internet 是数以千计的通过网络互相通信的用户计算机的集合。这些用户计算机称为主机。网络通过另一台机器来连接,这台机器在用户应用程序(如电子邮件和文件传输)之间转发数据,用户应用程序运行在主机上。在 Internet 技术中,我们把这种在网络之间执行转发功能的机器称为网关或路由器。图 1.1 显示了放置在网络 A、B 和 C 之间的网关/路由器。

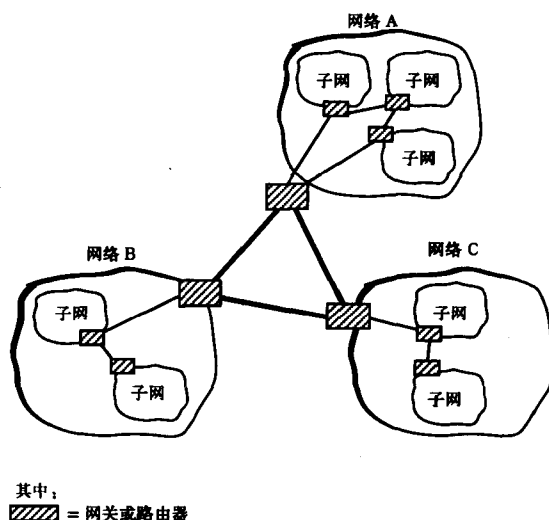


图 1.1 网际互联和互联网

网络 A、B 和 C 称为子网。就本身而言,它们已经是完整的网络了,但子网的概念可以与一个机构或某个管理域(例如 Internet 服务提供商,ISP)相联系。该机构可以通过子网标识符(ID)来表示每个子网,可以把这些 ID(子网)合并为组或者单独对待它们。这种合并的概念称为地址集合。

与电话系统类似,这种方法允许 Internet 的各个组成部分由一个分级地址来识别,因此十分有效。举例来说,在电话系统中,我们可以通过先拨区号,再拨交换号码,然后拨用户号码来接通一个人。在 Internet 中,地址通过一种称为地址前缀的层次式集合来管理,我们将在以后的章节中讨论这个问题。

网络路由器对于终端用户应用程序来说是透明的。由于终端用户应用程序常驻在主机中,路由器不必关心应用程序协议,可以集中力量完成较少的任务,例如管理网络间的通信。

1.2 Internet 的特性

构建 Internet 是为了借助自适应路由(Adaptive routing)来支持计算机和 workstation 之间的数据通信(见表 1.1)。自适应路由是指通信可以依据网络在特定时间的状况,如拥塞或连接失败,来选择不同的路由器通过 Internet。自适应路由的可能结果是目标端点的用户接收到包的顺序被打乱了。接收方的网际协议(TCP 协议,即传输控制协议)可以对这些包重新排序。自适应路由的另一个可能结果是接收方包到达的速率不同,造成差异的原因是一些包没有延迟,而另一些包的延迟较长。

表 1.1 互联网的特性

| 特性 | 后果 |
|-----------------------|-------------------------|
| 数据应用程序 | 不适用于语音或视频 |
| 适应性路由 | 路径可能在数据传输中发生变化,包可能以乱序到达 |
| 无连接 | 用户之间不建立电路 |
| 尽其所能(Best effort)传输服务 | 如果出现问题,数据将被丢弃 |

Internet 是一个无连接的系统,即在 Internet 上的机器之间没有建立连接。结果是 Internet 不维持关于主机的通信的信息,也不在源主机和目的主机的交换之间建立确定的连接,从而 IP 协议是无状态的。就是说,由于是无连接的,它没有建立一个包含连接信息的表格。

Internet 的无连接特性是与自适应路由密切相关的。但是在电话网络中,我们采用的体系结构正相反:在呼叫方和被呼叫方建立面向连接的确定的连接。电话中的这种方法被用来支持实时的、延迟恒定的语音传输,然而 Internet 是数据网络,大多数数据应用程序不需要实时传输服务。

Internet 是“尽其所能”(best effort)的传输网络。术语“尽其所能”是指 Internet 将努力传输,但是如果出现了问题(由路由器的噪声、拥塞引起数据位的损坏,等等)或者找不到目的主机,数据就被丢弃。在大多数情况下,常驻终端用户主机的 TCP 能重发丢失的或损坏的包。

1.2.1 Internet、internet 和 intranet

术语 internet 用于两个不同的场合。如果它的第一个字母大写,指的是用于商业基础上的公共 Internet。相反,如果它的第一个字母小写,指的是不属于公共 Internet 的一系列网络。这些网络通常是专有的。另一个描述专有互联网的术语是 intranet。

1.3 接入 Internet

大多数个人主机没有直接连接到 Internet,更多的情况下,一台主机首先连入一个访问节点(例如路由器)。这个访问系统可以采取多种形式,它可以是由政府代理机构、大学、研究中心或者商业公司(如 Earthlink)资助的网关。接入 Internet 的大多数服务提供商是相互竞争的

公司,他们按照向用户提供的服务收取费用。这些服务提供商称为 ISP,或 Internet Service Provider。

图 1.2 显示了 Internet 访问连接的一些例子和 Internet 用户在主机间运行的一些典型应用程序。图中描述了三种用户应用程序:

- Rlogin: 一个从终端到终端的协议,它支持主机之间交互时产生的小信息包的交换。
- FTP: 文件传输协议,它支持大批量通信交换(文件、数据库)。
- SMTP: 简单邮件传输协议,它支持电子邮件的传输。

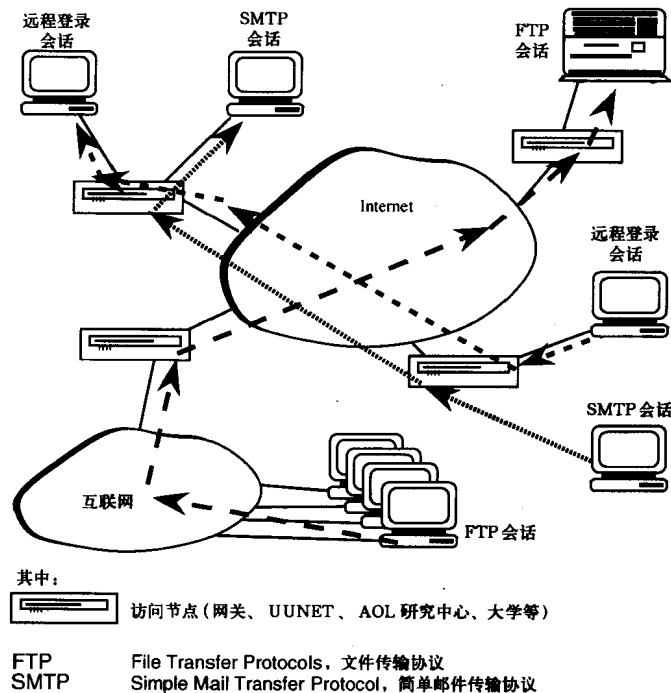


图 1.2 与互联网相联

1.3.1 一个 ISP 的例子

图 1.3 显示了一个 ISP 拓扑结构的例子。它是 MCI 的超高速主干网服务(vBNS)。作为使 Internet 向商业化转变的一部分,国家科学基金会(NSF)与 MCI 签了五年的合同来提供这项服务。

这种网络基于 ATM/SONET,有四个用于连接商业互联网机器的网络访问节点(NAP)。其主干运行速率为 SONET OC3,即 155Mb/s。正在实施的计划将把系统升级到 633Mb/s,最终达到 2.2Gb/s。

MCI 是上千个为终端用户提供 Internet 访问的 ISP 之一。ISP 通过 NAP 相互连接,从而允许不同 ISP 之间的用户互相通信。

从用户端到 ISP 端的连接采用:(1)在 ISP 路由器和用户端路由器建立专用连接。(2)在 ISP 和主机之间建立拨号连接。(3)在 ISP 和主机间建立无线连接。

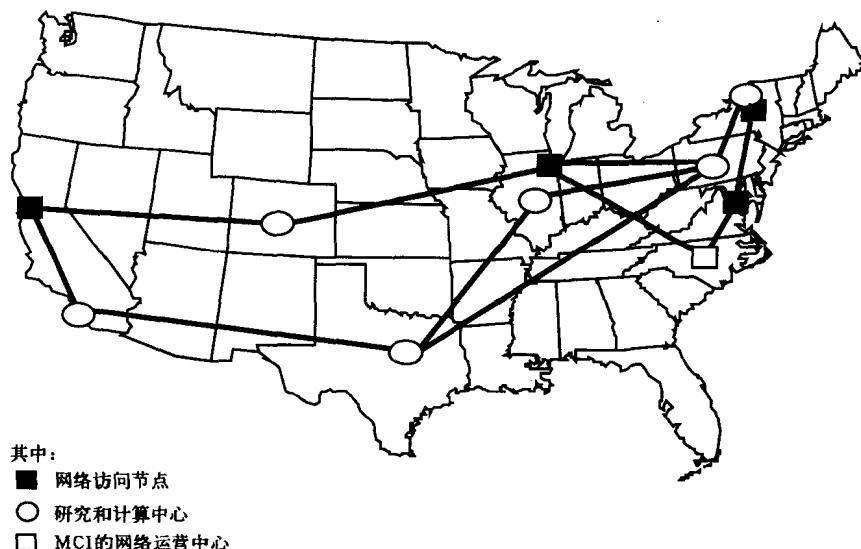


图 1.3 MCI 的超高速主干网服务(vBNS)

1.4 Internet 的分层体系结构

本书中的许多概念需要借助分层协议来解释。本节简要回顾一下 Internet 的各层。第 2 章将更为详细地论述。

图 1.4 所示的是 Internet 的协议和分层结构。除了一些例外,OSI 模型(开放系统互联参考模型)中,第 6 层一般不用,第 5 层则从来不用。

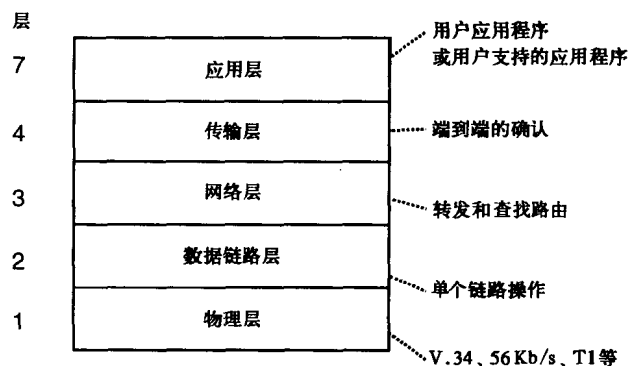


图 1.4 网际协议组和分层结构

通常情况下,物理层和数据链路层也没有定义。这样做的出发点是利用现有的物理数据链路系统。当然也有例外情况,一个显著的例外在数据链路层,Internet 任务组定义了点对点协议(PPP)。

对于初学者或想复习的读者,以下是各层功能的总结:

- 物理层:定义信号的媒介和物理特性(电压等)。定义时钟控制和同步操作。定义物理

连接器。通常表示为第1层或L_1。

- 数据链路层:支持在一个链接上的通信传输。依靠特定的连接层协议,能检错并重传。通常表示为第2层或L_2。
- 网络层:执行转发包和查找路由的功能。支持有限的诊断功能,如状态报告。通常表示为第3层或L_3。
- 传输层:支持作为可选项的端到端的通信确认。在接收端的主机上,通过端口号识别第7层协议,该协议被调用以处理接收的数据。通常表示为第4层或L_4。
- 应用层:包含终端用户应用程序,或者直接支持终端用户应用程序的另一个应用程序,例如文件传输或电子邮件操作。通常表示为第7层或L_7。

1.5 Internet 的发展、现状及其原因

Internet 说明了在现代社会中研究的重要性,当然,资金也同样重要。幸运的是,用于 Internet 的财力和资源得到了合理的分配。Internet 的巨大成功离不开美国纳税人的支持。这里并不想批评什么,作者赞同为研究提供资助,它使科学家和工程师们能够去探索,犯错误,甚至重新开始,并做出改进。在本书的开始部分提出这一点只是为了强调 Internet 拥有一个非常慷慨的赞助者,使得 Internet 在这 20 年的迅猛发展中得到了强有力的资金支持。

1.5.1 通向 Internet 的早期活动

为了理解 Internet 的高级特征和它向多服务环境的逐渐演化过程,首先需要描述一下 Internet 的早期发展,从而了解 Internet 的组织方式和原因,以及它从一个面向数据的网络向一个多服务的网络发展时面临的挑战^①。

Internet 起源于 20 世纪 60 年代中期美国国防部的开拓性工作。那时,美国国防部的高级研究计划机构(ARPA)受命分配研究经费,并协调机构内的研究计划。在此期间,ARPA 是研究人员的主要资助者。美国政府制订了一个巨大的研究预算,并常常负责协调不同的项目且为它们提供资金。那时,ARPA 的官员清楚地认识到,全国许多的研究站点需要彼此交换信息。五角大楼里的 ARPA 安装了一台 IBM 的 Selectric 打字机(一个 Model 33 的电传打印机设备),一台旧的 IBM Q.32。两台机器根据它们的内部协议运作,而与别的机器无关。由于别的站点(如波士顿、加利福尼亚的站点)要彼此交换信息,或与 ARPA 总部交换信息,因此上述情况很难处理。为解决上述问题,最初人们致力于使这些机器能相互通信,最终演变为我们今天熟知的系统。

1.5.2 一个面向数据的网络

这种方案不考虑对语音或视频的支持。因为电话网络在支持语音通信方面做得很好。那时候没有人能想像在用户计算机之间传输视频信号。即便一些概念已初现端倪,那些最初的机器也无法支持视频通信。

^① 本书对多服务、多应用和多媒体不加以区分。