

TCP/IP 实践教程

(第2版)

- 构思独特，所有案例来自一线实战场景；
- 实用性强，将抽象的理论结合到实战案例上；
- 内容全面，结构清晰，体例丰富。

◎ 王晓明 李海庆 杨士纪 编著

清华大学出版社





TCP/IP 实践教学教程

(第2版)

○ 王晓明 李海庆 杨士纪 编著

清华大学出版社
北京

内 容 简 介

在当今的互联网络世界中, TCP/IP 协议已经成为计算机通信的标准。本书循序渐进地讲解了在现代网络中管理 TCP/IP 并且指导其运行的所有常见模型、协议、服务和标准。全书主要介绍了 TCP/IP 基础、ISO/OSI 和 TCP/IP 模型、链路层协议模型、网络层和 IP 协议、ICMP 协议、DHCP 协议、传输层的 TCP 和 UDP 协议、域名系统 DNS、IP 组播知识、IPv6 协议、管理 TCP 环境、NetBIOS 和 WINS 知识, 最后介绍了网络接口的知识。本书各章都提供了填空题、选择题和问答题, 以巩固每章中介绍的重点和难点知识。

本书可以作为普通高校计算机专业和网络通信专业的教程, 也可供自学读者使用。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签, 无标签者不得销售。

版权所有, 侵权必究。侵权举报电话: 010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

TCP/IP 实践教程/王晓明, 李海庆, 杨士纪编著. —2 版 —北京: 清华大学出版社, 2016
(清华电脑学堂)

ISBN 978-7-302-42743-8

I. ①T… II. ①王… ②李… ③杨… III. ①计算机网络-通信协议-教材 IV. ①TN915.04

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 019996 号

责任编辑: 夏兆彦

封面设计: 张 阳

责任校对: 胡伟民

责任印制: 沈 露

出版发行: 清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址: 北京清华大学学研大厦 A 座 邮 编: 100084

社 总 机: 010-62770175

邮 购: 010-62786544

投稿与读者服务: 010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质量反馈: 010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

印 刷 者: 北京鑫丰华彩印有限公司

装 订 者: 三河市吉祥印务有限公司

经 销: 全国新华书店

开 本: 185mm×260mm

印 张: 24.25

字 数: 605 千字

版 次: 2007 年 6 月第 1 版

2016 年 9 月第 2 版

印 次: 2016 年 9 月第 1 次印刷

印 数: 1~3000

定 价: 59.00 元

产品编号: 055215-01

本书特色

本书是针对初、中级用户量身订做的,全书由浅入深地讲解 TCP/IP 协议簇的原理以及其应用途径。本书采用大量的示意图进行讲解,力求使读者更容易地理解 TCP/IP 的功能、原理、结构及组成。

知识点全面

本书紧紧围绕 TCP/IP 协议簇的定义原因、以及在操作系统中的实现及工作方式讲述了 TCP/IP 的知识。另外,还重点介绍了一些操作系统中常见的实例,比如流、播、云。

基于理论,注重实践

本书不仅仅介绍 TCP/IP 的结构,而且还介绍一些实用网络拓扑结构的详细知识。包括:以太网、光纤分布式数据接口、综合业务数字网、串行线路接口、X.25、帧中继、异步传输等内容。

全书共分为 12 章,主要内容简介如下:

第 1 章 TCP/IP 概述。综合概述 TCP/IP 知识,包括互联网地址、域名系统、封装和分用的知识,对 TCP/IP 工作模型、TCP/IP 协议层、TCP/IP 应用以及网络互联方面的知识也进行了初步介绍,最后还对 TCP/IP 的标准以及 TCP/IP 的发展历史和趋势做了简单的介绍。

第 2 章 ISO/OSI 和 TCP/IP 模型。本章将详细向读者介绍 ISO/OSI 和 TCP/IP 模型的各个组成部分,以及每一部分的功能及其实现原理。

第 3 章 网络访问层。本章将向读者介绍网络访问层的功能以及它与 OSI 模型的关系,并将向用户介绍网络访问层的典型应用网络——以太网。

第 4 章 网际层。本章将介绍网络层协议包括 ARP(地址解析协议)、IP(网际协议)、ICMP(Internet 消息控制协议)和 IGMP(网际组管理协议)等。

第 5 章 子网划分与 CIDR。本章将向大家讲解子网的功能及其原理,并向大家概述 CIDR 的功能。

第 6 章 传输层。本章介绍了 TCP/IP 传输层的两个协议,即传输控制协议(TCP)和用户数据报协议(UDP),包括它们的特征、功能和用途等。

第 7 章 应用层。本章主要介绍应用层协议和服务的基本原理、文件传输协议(FTP)、远程登录(Telnet)、简单邮件传送协议(SMTP)、超文本传输协议(HTTP)、简单网络管理协议(SNMP)等多种基础的 TCP/IP 服务的功能及工作原理。

第 8 章 常见网络接口简介。本章主要介绍应用 TCP/IP 协议的几种常见的网络结构,

包括以太网、光纤分布式数据接口、综合业务数字网、串行线路接口、X.25、帧中继、异步传输等。

第9章 TCP/IP 连网。本章将介绍怎么将网络设备或者网段连接到 Internet 上, 包括拨号链接、数组用户线路、广域网、无线网、以及常见的网络设备等。

第10章 认识流、播与云。本章介绍了目前网络上三个非常流行的应用的功能、原理以及它们的发展方向, 包括流媒体、博客、云计算等。

第11章 认识 IPv6 协议。本章将向大家介绍为什么要引入 Internet 协议和新的 IPv6 地址空间、IPv6 的数据包格式以及 IPv6 新增特性。

第12章 管理 TCP 环境。本章将介绍 TCP/IP 网络相关的安全问题、并提供防止安全漏洞或安全问题发生的相关解决方法。

读者对象

本书可作为在校大学生学习互联网组成以及网络结构的参考教材, 也适合作为高等院校相关专业的教学参考书, 还可以作为非计算机专业学生学习计算机网络应用的参考书。

- ☐ 想学习计算机网络技术的人员;
- ☐ 网络应用及开发的初级和中级开发人员;
- ☐ 学习网络应用及开发的相关人员;
- ☐ 各大中专院校的在校学生和相关授课老师。

除了封面署名人员之外, 参与本书编写的人员还有李海庆、王咏梅、康显丽、王黎、汤莉、倪宝童、赵俊昌、方宁、郭晓俊、杨宁宁、王健、连彩霞、丁国庆、牛红惠、石磊、王慧、李卫平、张丽莉、王丹花、王超英、王新伟等。本书在编写过程中难免会有疏漏, 欢迎读者通过清华大学出版社网站 www.tup.tsinghua.edu.cn 与我们联系, 帮助我们改正提高。

编 者
2016年8月

第 1 章 TCP/IP 概述	1
1.1 认识计算机网络	1
1.1.1 计算机网络的阶段划分	1
1.1.2 计算机网络的发展方向	2
1.2 网络与协议	4
1.3 TCP/IP 简介	5
1.3.1 TCP/IP 的起源	6
1.3.2 TCP/IP 标准制定	7
1.3.3 TCP/IP 标准组织	8
1.4 TCP/IP 的特性	9
1.4.1 逻辑编址	9
1.4.2 路由选择	11
1.4.3 域名解析	12
1.5 TCP/IP 体系结构模型	12
1.5.1 网络互联	13
1.5.2 TCP/IP 工作模型	14
1.5.3 TCP/IP 协议层	15
1.5.4 TCP/IP 应用	17
1.6 TCP/IP 标准	18
1.6.1 请求注解	19
1.6.2 Internet 标准	21
1.7 TCP/IP 的发展趋势	22
1.7.1 多媒体应用	22
1.7.2 在商业上的运用	22
1.7.3 无线 Internet	23
1.8 常见的网络硬件设备	23
1.8.1 网桥	23
1.8.2 路由器	23
1.8.3 网关	24
思考与练习	24

第 2 章 ISO/OSI 和 TCP/IP 模型

2.1 OSI 网络参考模型	26
----------------------	----

2.1.1 协议层的运行情况	26
2.1.2 物理层	27
2.1.3 数据链路层	28
2.1.4 网络层	30
2.1.5 传输层	31
2.1.6 会话层	31
2.1.7 表示层	32
2.1.8 应用层	33
2.2 TCP/IP 网络模型	33
2.2.1 网络访问层	34
2.2.2 Internet 层	34
2.2.3 传输层	35
2.2.4 应用层	36
2.3 TCP/IP 各层安全	37
2.3.1 Internet 层的安全性	37
2.3.2 传输层的安全性	39
2.3.3 应用层的安全性	40
2.4 TCP/IP 相关属性	41
2.5 协议分析	44
2.5.1 协议分析的角色	44
2.5.2 协议分析器要素	44
2.5.3 协议分析器设置	47
思考与练习	47

第 3 章 网络访问层

3.1 网络访问层的功能	49
3.2 协议与硬件的关系	49
3.3 网络层与 OSI 模型	50
3.4 网络体系结构	50
3.5 典型网络——以太网	51
3.5.1 以太网的发展	51
3.5.2 IEEE 标准符号	53
3.5.3 桥接式以太网	54

3.5.4	交互式以太网	56
3.5.5	全双工以太网	57
3.5.6	全双工交换式以太网	58
3.6	剖析帧类型	60
3.6.1	以太网帧类型	60
3.6.2	令牌环帧类型	64
	思考与练习	67

第4章 网络层

4.1	网络层概述	68
4.2	认识 IP	70
4.2.1	IP 的特性	70
4.2.2	认识 IP 数据报	71
4.3	IP 编制基础	73
4.3.1	IP 寻址基础知识	73
4.3.2	二进制和十进制	74
4.3.3	IP 编址方式	76
4.3.4	IP 地址空间	79
4.4	IP 路由	80
4.4.1	IP 路由表	82
4.4.2	IP 路由算法	85
4.5	IP 地址配置	88
4.5.1	网络空间	89
4.5.2	主机空间	90
4.6	ARP	91
4.6.1	ARP 综述	91
4.6.2	ARP 缓存列表	93
4.6.3	代理 ARP	95
4.6.4	ARP 消息数据包	96
4.7	RARP	100
4.8	ICMP	101
4.8.1	认识 ICMP	101
4.8.2	ICMP 的分组格式	103
4.8.3	ICMP 查询诊断消息	103
4.8.4	ICMP 差错消息	106
4.9	DHCP	109
4.9.1	DHCP 的基本概念	109
4.9.2	DHCP 的软件组成	111
4.9.3	理解 DHCP 服务	112

4.9.4	DHCP 的数据包结构	114
4.9.5	DHCP 状态和过程	118
4.9.6	DHCP 地址发现 (获取) 过程	118
4.9.7	DHCP 地址更新过程	121
4.9.8	DHCP 地址释放 (终止) 过程	125
4.9.9	DHCP 引导请求消息	125
	思考与练习	127

第5章 子网划分与 CIDR

5.1	子网划分	128
5.1.1	IP 子网的出现	129
5.1.2	IP 子网的结构	130
5.1.3	IP 子网划分类型	132
5.2	子网掩码	133
5.2.1	子网掩码的计算	133
5.2.2	子网掩码的划分	133
5.3	CIDR 标记	135
	思考与练习	137

第6章 传输层

6.1	传输层简介	138
6.2	传输层的基本功能	139
6.2.1	端到端的通信概念	139
6.2.2	网络服务与服务质量	141
6.3	端口和套接字	142
6.3.1	端口	143
6.3.2	套接字	144
6.4	UDP 协议	145
6.4.1	理解无连接传输协议	145
6.4.2	UDP 题头	146
6.4.3	UDP 端口和进程	147
6.4.4	UDP 的机制	148
6.4.5	UDP 封装和解封装	149
6.5	理解面向连接的协议	150
6.6	TCP 协议	151
6.6.1	TCP 概念	152
6.6.2	TCP 窗口原则	153

6.6.3	TCP 题头	155
6.6.4	TCP 应用编程接口	159
6.6.5	TCP 封装和解封装	160
6.7	TCP 连接	161
6.7.1	建立 TCP 连接	161
6.7.2	终止 TCP 连接	164
6.8	TCP 错误控制机制	165
6.8.1	处理损坏段	165
6.8.2	丢失、遗漏和重复段	167
6.8.3	无序接收和丢失确认段	168
	思考与练习	169

第 7 章 应用层 170

7.1	认识应用层	170
7.2	万维网	171
7.2.1	万维网发展史	171
7.2.2	万维网基本概念	172
7.2.3	万维网的组成	174
7.3	文件传输协议	174
7.3.1	FTP 概述	174
7.3.2	FTP 连接	176
7.3.3	常见 FTP 命令	178
7.4	简单邮件传输协议	180
7.4.1	SMTP 概述	180
7.4.2	SMTP 工作机制	181
7.4.3	SMTP 组成	182
7.5	远程登录	187
7.5.1	Telnet 概述	187
7.5.2	网络虚拟终端 NVT	188
7.5.3	Telnet 选项	190
7.5.4	操作模式	193
7.6	超文本传输协议	193
7.6.1	认识 HTTP 协议	194
7.6.2	HTTP 消息模式	195
7.6.3	HTTP 题头	199
7.7	简单网络管理协议	201
7.7.1	网络管理结构	201
7.7.2	SNMP 的指令架构	202
7.7.3	SNMP 的管理架构	203

7.8	DHCP 动态主机配置协议	204
7.8.1	DHCP 结构简介	204
7.8.2	DHCP 的运作模式	205
7.8.3	DHCP 的分组格式	206
7.9	DNS 网站域名管理系统	207
7.9.1	主机的命名	208
7.9.2	DNS 的分层管理	208
7.9.3	网站名称的解析	209
7.9.4	DNS 服务器类型	209
7.9.5	了解消息格式	210
7.10	其他的 TCP/IP 服务	210
7.10.1	Finger	211
7.10.2	Whois	211
7.10.3	TFTP	212
7.10.4	Echo	212
	思考与练习	212

第 8 章 常见网络类型 214

8.1	以太网	214
8.1.1	以太网的发展	214
8.1.2	以太网标准符号	216
8.1.3	以太网拓扑结构	216
8.1.4	以太网帧格式	217
8.1.5	标准以太网	219
8.1.6	快速以太网	221
8.1.7	千兆位以太网	223
8.2	光纤分布式数据接口	225
8.3	综合业务数字网	227
8.3.1	ISDN 简介	227
8.3.2	ISDN 的接口	229
8.3.3	宽带 ISDN	230
8.3.4	ISDN 封装	231
8.3.5	ISDN 的应用	231
8.4	串行线路接口协议	232
8.5	X.25	233
8.5.1	认识 X.25	233
8.5.2	X.25 的结构	235
8.5.3	X.25 分组级分组格式	236
8.6	帧中继	239

8.6.1 帧中继概述	239
8.6.2 帧中继的应用	241
8.7 异步传输模式	242
8.7.1 ATM 概述	242
8.7.2 ATM 的信元	242
8.7.3 ATM 的工作方式	243
8.7.4 ATM 上的经典 IP	244
8.7.5 ATM LAN 仿真	246
8.7.6 ATM 上的多协议	248
8.7.7 ATM 基本术语	249
思考与练习	250

第9章 TCP/IP 连网 252

9.1 拨号连接	252
9.1.1 点对点连接	252
9.1.2 调制解调协议	253
9.1.3 点到点协议	254
9.2 数组用户线路	256
9.2.1 DSL 的分类	256
9.2.2 DSL 的特点	257
9.2.3 DSL 的应用	258
9.2.4 DSL 编码格式	260
9.3 广域网	261
9.3.1 认识广域网	261
9.3.2 组网方式	262
9.3.3 广域网类型	264
9.3.4 广域网连接方案	265
9.3.5 广域网应用实例	265
9.4 无线网络连接	267
9.4.1 认识无线网络	267
9.4.2 无线网的关键—移动 IP	271
9.4.3 蓝牙技术	272
9.5 常见网络连接设备	275
9.5.1 网桥	275
9.5.2 HUB	277
9.5.3 交换机	280
思考与练习	281

第10章 认识流、播与云 283

10.1 流媒体	283
10.1.1 认识流媒体	283
10.1.2 数据传输方式	284
10.1.3 流媒体的组成	285
10.1.4 传输协议	286
10.1.5 播放方式	287
10.1.6 技术应用	288
10.2 播客	291
10.2.1 实现技术	291
10.2.2 播客与博客	292
10.3 云	293
10.3.1 认识云	293
10.3.2 云计算的特点	295
10.3.3 云计算的服务	296
10.3.4 云计算的应用	297
10.3.5 中国云计算的未来	301
思考与练习	302

第11章 认识 IPv6 协议 304

11.1 IPv6 概述	304
11.1.1 IPv6 产生的原因	304
11.1.2 IPv6 优点及现状	306
11.2 IPv6 地址空间	306
11.2.1 IPv6 地址格式	307
11.2.2 IPv6 地址类型	307
11.2.3 IPv6 地址分配	308
11.2.4 IPv6 单播地址	309
11.2.5 任播地址	315
11.2.6 多播地址	315
11.3 IPv6 数据包格式	316
11.3.1 IPv6 基本题头	316
11.3.2 IPv6 扩展题头	319
11.3.3 逐跳选项扩展题头	322
11.3.4 源路由扩展题头	323
11.3.5 分段扩展题头	325
11.3.6 身份验证扩展题头	325
11.3.7 封装安全有效负载题头	327
11.3.8 目的选项题头	327

11.4	ICMPv6	328	12.2.2	IP 服务的漏洞问题	349
11.4.1	ICMPv6 消息处理规则	328	12.2.3	漏洞、后门	349
11.4.2	ICMPv6 题头	329	12.2.4	IP 安全原理	351
11.4.3	ICMPv6 查询消息	330	12.3	常见的攻击方式	352
11.4.4	ICMPv6 错误报告消息	332	12.3.1	常见恶意程序	352
11.5	IPv6 新增特性	334	12.3.2	拒绝服务攻击	355
11.5.1	自动配置	334	12.3.3	分布式服务拒绝攻击	357
11.5.2	无状态自动配置	335	12.3.4	缓存溢出	360
11.5.3	DHCPv6	336	12.3.5	欺骗	360
11.5.4	IPSec	337	12.3.6	TCP 会话截击	361
11.5.5	服务质量 (QoS)	339	12.3.7	网络窥视	361
11.5.6	移动 IPv6	340	12.4	维护 IP 安全问题	362
11.6	IPv4 到 IPv6 的过渡	342	12.4.1	补丁和修复程	362
思考与练习		343	12.4.2	识别攻击签名	364
第 12 章	管理 TCP 环境	345	12.5	IP 安全措施	365
12.1	网络安全概述	345	12.5.1	防火墙及代理服务器	366
12.2	网络安全性	347	12.5.2	网络地址转换 (NAT)	371
12.2.1	常见 IP 攻击方法	348	12.5.3	其他设施和服务	373
			思考与练习		375

第1章 TCP/IP 概述

现在,越来越多的人依赖于 Internet 提供的应用,例如电子邮件和 Web 访问。此外,商业应用的不断普及,也进一步强调了 Internet 的重要性。传输控制协议/网际协议(Transmission Control Protocol/Internet Protocol, TCP/IP)协议族是 Internet 和全球各地网络互联的引擎。TCP/IP 协议族具有简单性和强大的功能,使它成为当今世界网络协议中的唯一选择。在本章中,综述了 TCP/IP 协议族,并将讨论 Internet 的形成、发展以及未来可能的发展趋势。

本章要点:

- ☐ 熟悉 TCP/IP 的起源历史
- ☐ 了解 TCP/IP 的标准制定
- ☐ 了解 TCP/IP 的应用
- ☐ 了解互联网的地址
- ☐ 了解域名系统、封装和分用
- ☐ 熟悉 TCP/IP 工作模型
- ☐ 熟悉 TCP/IP 协议层
- ☐ 了解 TCP/IP 的发展现状
- ☐ 了解 TCP/IP 的发展趋势

1.1 认识计算机网络

计算机网络近年来获得了飞速的发展。20 年前,在我国很少有人接触过网络。现在,计算机通信网络以及 Internet 已成为我们社会结构的一个基本组成部分。网络被应用于工商业的各个方面,包括电子银行、电子商务、现代化的企业管理、信息服务业等都以计算机网络系统为基础。从学校远程教育到政府日常办公乃至现在的电子社区,很多方面都离不开网络技术。可以不夸张地说,网络在当今世界无处不在。

1997 年,在美国拉斯维加斯的全球计算机技术博览会上,微软公司总裁比尔盖茨先生发表了著名的演说,他所说的“网络才是计算机”的精辟论点充分体现出信息社会中计算机网络的重要基础地位。计算机网络技术的发展越来越成为当今世界高新技术发展的核心之一。

1.1.1 计算机网络的阶段划分

网络的发展也是一个经济上的冲击。数据网络使个人化的远程通信成为可能,并改变了商业通信的模式。一个完整的用于发展网络技术、网络产品和网络服务的新兴工业

已经形成, 计算机网络的普及性和重要性已经导致在不同岗位上对具有更多网络知识的人才的大量需求。企业需要雇员规划、获取、安装、操作、管理那些构成计算机网络和 Internet 的软硬件系统。另外, 计算机编程已不再局限于个人计算机, 而要求程序员设计并实现能与其他计算机上的程序通信的应用软件。

随着计算机网络技术的蓬勃发展, 计算机网络的发展大致可划分为 4 个阶段。

1. 诞生阶段

20 世纪 60 年代中期之前的第一代计算机网络是以单个计算机为中心的远程联机系统。典型应用是由一台计算机和全美范围内两千多个终端组成的飞机订票系统。终端是一台计算机的外部设备, 包括显示器和键盘, 无 CPU 和内存。随着远程终端的增多, 在主机前增加了前端机 (FEP)。当时, 人们把计算机网络定义为“以传输信息为目的而连接起来, 实现远程信息处理或进一步达到资源共享的系统”, 但这样的通信系统已具备了网络的雏形。

2. 形成阶段

20 世纪 60 年代中期至 20 世纪 70 年代的第二代计算机网络是以多个主机通过通信线路互联起来, 为用户提供服务, 兴起于 20 世纪 60 年代后期, 典型代表是美国国防部高级研究计划局协助开发的 ARPANET。主机之间不是直接用线路相连, 而是由接口报文处理机 (IMP) 转接后互连的。IMP 和它们之间互连的通信线路一起负责主机间的通信任务, 构成了通信子网。通信子网互联的主机负责运行程序, 提供资源共享, 组成了资源子网。这个时期, 网络概念为“以能够相互共享资源为目的互连起来的具有独立功能的计算机之集合体”, 形成了计算机网络的基本概念。

3. 互连互通阶段

20 世纪 70 年代末至 20 世纪 90 年代的第三代计算机网络是具有统一的网络体系结构并遵循国际标准的开放式和标准化的网络。ARPANET 兴起后, 计算机网络发展迅猛, 各大计算机公司相继推出自己的网络体系结构及实现这些结构的软硬件产品。由于没有统一的标准, 不同厂商的产品之间互连很困难, 人们迫切需要一种开放性的标准化实用网络环境, 这样应运而生了两种国际通用的最重要的体系结构, 即 TCP/IP 体系结构和国际标准化组织的 OSI 体系结构。

4. 高速网络技术阶段

20 世纪 90 年代末至今的第四代计算机网络, 由于局域网技术发展成熟, 出现光纤及高速网络技术、多媒体网络、智能网络, 整个网络就像一个对用户透明的大的计算机系统, 发展为以 Internet 为代表的互联网。

1.1.2 计算机网络的发展方向

从计算机网络应用来看, 网络应用系统将向更深和更宽的方向发展。首先, Internet

信息服务将会得到更大发展。网上信息浏览、信息交换、资源共享等技术将进一步提高速度、容量及信息的安全性。

其次,远程会议、远程教学、远程医疗、远程购物等应用将逐步从实验室走出,不再只是幻想。网络多媒体技术的应用也将成为网络发展的热点话题。

今后计算机技术的发展将表现为高性能化、网络化、大众化、智能化与人性化、功能综合化,计算机网络将呈现出全连接的、开放的、传输多媒体信息的特点。

专家认为未来计算机的发展趋势是:微处理器速度将继续提升,英特尔公司计划在未来几年内制造出每个芯片上有 10 亿个晶体管的中央处理器,个人计算机将具有原来的高性能服务器所具有的处理能力;高性能计算机采用分布式共享存储结构,将拥有 1GHz 以上的时钟频率;每个芯片有 4 个 8 路并行的以及更为复杂的 GISC 接点;计算机将采用更先进的数据存储技术(如光学、永久性半导体、磁性存储等);外设将走向高性能、网络化和集成化并且更易于携带;输出输入技术将更加智能化、人性化,随着笔输入、语音识别、生物测定、光学识别等技术的不断发展和完善,人与计算机的交流将更加便捷。

专家提出,软件技术的发展将呈现平台网络化、技术对象化、系统构件化、产品领域化、开发过程化、生产规模化、竞争国际化的趋势。高端计算机软件、操作系统微内核与源码技术、软件可靠性和安全性、软件开发和集成工具面向人们个性化需求的应用软件,在相当长时期内仍将是软件领域的主要研究内容。软件技术正以计算机为中心向以多媒体信息服务为对象的方向发展,软件开发与芯片设计相互融合和渗透,将人机充分自然地结合起来;网络软件正在成为研究投资的热点;软件业的市场发展空间将超过硬件业的市场规模。

到 2005 年,全球电子计算机产品的市场规模已经超过 4000 亿美元,软件在 3500 亿美元以上;2010 年分别达到 5100 亿美元与 6000 亿美元左右。2005 年,国内市场对电子计算机产品的需求预测:微机 1800 万台(其中笔记本占 10%)、服务器 20 万套、显示器 2000 万台、打印机 800 万台;软件 2200~2500 亿元,其中系统软件为 110~120 亿元、支撑软件 300~320 亿元、应用软件 380~400 亿元。

专家建议,今后应当鼓励发展高性能服务器、移动式笔记本或掌上电脑、多功能激光、喷墨打印机、扫描仪;嵌入式操作系统软件(基于 Linux 及 UNIX)、网络控制软件、数据库软件、CAD / CAM 软件和其他应用软件等。继续支持发展的产品应有:普通针式打印机、彩色显示器、调制解调器等。对低档次个人计算机应实行限产。

未来的计算机将以超大规模集成电路为基础,向巨型化、微型化、网络化与智能化的方向发展。

1. 巨型化

巨型化是指计算机的运算速度更高、存储容量更大、功能更强。目前正在研制的巨型计算机其运算速度可达每秒百亿次。

2. 微型化

微型计算机已进入仪器、仪表、家用电器等小型仪器设备中,同时也作为工业控制

过程的“心脏”，使仪器设备实现“智能化”。随着微电子技术的进一步发展，笔记本型、掌上型等微型计算机必将以更优的性能价格比受到人们的欢迎。

3. 网络化

随着计算机应用的深入，特别是家用计算机越来越普及，一方面希望众多用户能共享信息资源，另一方面也希望各计算机之间能互相传递信息进行通信。计算机网络是现代通信技术与计算机技术相结合的产物。计算机网络已在现代企业的管理中发挥着越来越重要的作用，如银行系统、商业系统、交通运输系统等。

4. 智能化

计算机人工智能的研究是建立在现代科学基础之上。智能化是计算机发展的一个重要方向，新一代计算机，将可以模拟人的感觉行为和思维过程的机理，进行“看”、“听”、“说”、“想”、“做”，具有逻辑推理、学习与证明的能力。

1.2 网络与协议

网络是计算机或类似计算机的设备之间通过常用传输介质进行通信的集合。这里所指的传输介质是绝缘的金属导线，主要用来在计算机之间携带电信号。随着无线技术的日益发展，现在的无线网络也逐渐普及，此类网络则不需要实质的传输线路。

无论采用什么方式进行连接，计算机之间的通信过程都需要将来自于其中一台计算机的数据，通过介质传输到另外一台计算机上，如图 1-1 所示。

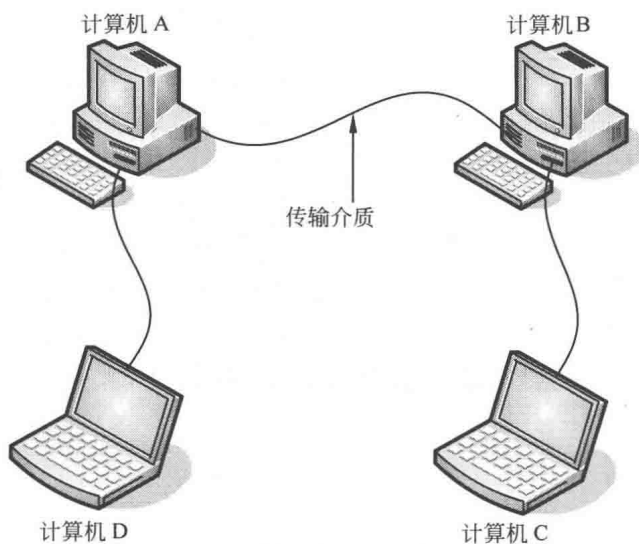


图 1-1 计算机之间的信息传送

在图 1-1 中，计算机 A 必须能够发送信息或请求到计算机 B。计算机 B 首先需要理解计算机 A 发来的信息或者请求，然后再发送信息来响应计算机 A。

当然，计算机之间的通信是需要通过应用程序来执行的，这些应用程序通常用来执行指定的网络任务或者管理通信，只不过人们在使用的时候没有觉察到而已。例如，上网的时候，Internet Explorer（简称 IE）浏览器将使用地址栏中指定的网络地址和位于远方的 Web 服务器进行通信。

那么互连设备进行通信时，仅依靠这些应用程序就可以完全实现吗？其实，不是这样的。要进行通信，两台或者两台以上的计算机必须遵守一定的通信规则，这样整个网络才不至于乱套，这个通信的规则被称为“网络协议”。

网络协议是一套通用规则，用来帮助定义复杂数据传输的过程。数据传输从一台计算机上的应用程序开始，通过计算机网络硬件，经过传输介质到达正确的目的地，然后上传到目的地计算机网络硬件，最后到达负责接收的应用程序，如图 1-2 所示。

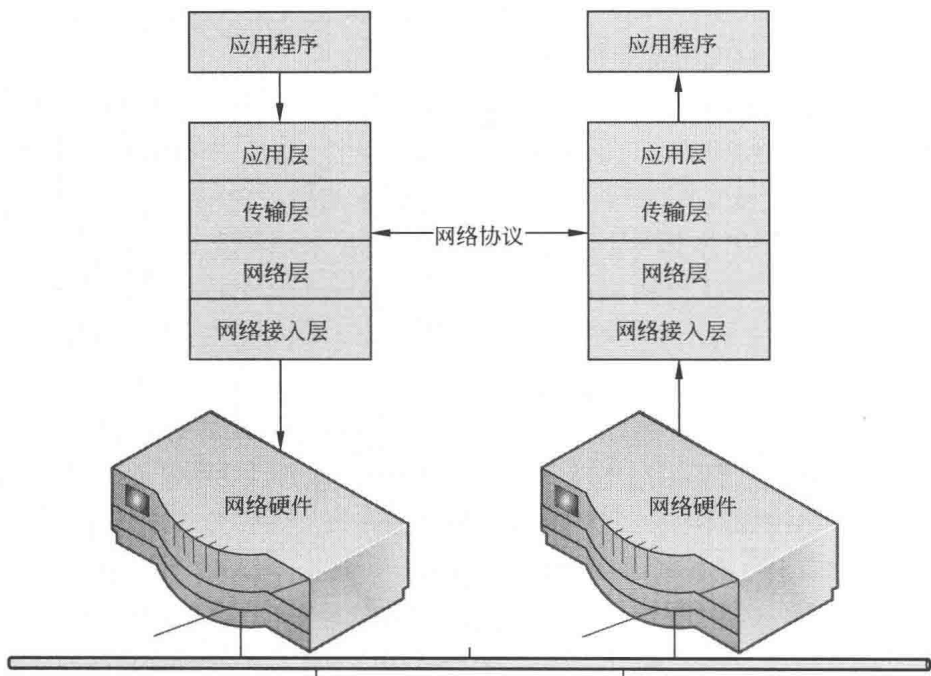


图 1-2 网络协议传输规则

TCP/IP 定义了网络中设备的通信过程，并且定义了数据单元的格式及内容，以便使计算机能够接收并正确理解信息。TCP/IP 及其相关协议构成了一套在 TCP/IP 网络中如何处理、传输和接收数据的完整系统，被称为协议族。

1.3 TCP/IP 简介

TCP/IP 是网络中使用的基本的通信协议。虽然从名字上看 TCP/IP 包括两个协议，传输控制协议（TCP）和网际协议（IP），但 TCP/IP 实际上是一组协议，它包括上百个各种功能的协议，如远程登录、文件传输和电子邮件等，而 TCP 和 IP 是保证数据完整传

输的两个基本的重要协议。通常说的 TCP/IP 是指 Internet 协议族,而不单单是 TCP 和 IP。

1.3.1 TCP/IP 的起源

早期的计算机并非如人们现在生活中见到的个人计算机那样,它们大都是以一个集中的中央运算系统,用一定的线路与终端系统(输入输出设备)连接起来。这样的—个连接系统就是网络的最初出现形式。各个网络都使用自己的一套规则协议,可以说是相互独立的。

在 1969 年美苏冷战期间,美国政府机构试图发展出一套机制用来连接各个离散的网络系统,以应付战争危机的需求。这个计划,就是由美国国防部委托 Advanced Research Project Agency 发展的 ARPANET 网络系统,研究当部分计算机网络遭到攻击而瘫痪后,是否能够透过其他未瘫痪的线路来传送数据。

ARPANET 的构想和原理,除了研发出一套可靠的数据通信技术外,还同时要兼顾跨平台作业。后来,ARPANET 的实验非常成功,从而奠定了今日的网际网络模式,它包括一组计算机通信细节的网络标准,以及一组用来连接网络和选择网络交通路径的协议,就是后来的 TCP/IP 网际网络协议。时至 1983 年,美国国防部下令用于连接长距离网络的电话都必须适应 TCP/IP,同时 Defense Communication Agency(DCA)将 ARPANET 分成两个独立的网络:一个用于研究用途,依然称为 ARPANET;另一个用于军事通信,则称为 MILNET (Military Network)。

ARPA 后来发展出一个便宜版本,以鼓励大学和研究人员的采用它的协议,其时正适逢大部分大学计算机学系的 UNIX 系统需要连接它们的区域网络。由于 UNIX 系统上面研究出来的许多抽象概念与 TCP/IP 的特性有非常高度的吻合,再加上设计上的公开性,而导致其他组织也纷纷使用 TCP/IP。从 1985 年开始,TCP/IP 网络迅速扩展至美国、欧洲好几百个大学、政府机构、研究实验室。它的发展超过了人们的预期,而且每年以超过 15% 的速度成长,到 1994 年,使用 TCP/IP 的计算机已经超过三百万台之多。之后数年,由于 Internet 的爆炸性成长,TCP/IP 已经成为最常用的通信协议了。

Internet 和 TCP/IP 的结合最终形成了今天人们所知道的全球 Internet。以下是 TCP/IP 发展史中的一些重点。

1986 年,NSF (美国国家科学基金会)开发一种远距离的高速网络,称为 NSFNET,它以 56Kb/s 的速度运行,创造了网络的先河。NSF 同时采取一套规则,称为 AUP (可接收的使用策略),管理 Internet 的建议使用方法,并且设置了用户如何在 Internet 上继续交互作用。

1987 年,Internet 上的主机数量突破 10 000 台。

1988 年,Internet 上的主机数量突破 100 000 台。NSFNET 主干网络更新为 T1 速度,每秒 1.544Gb。

1990 年,McGill 大学发布了 Archie 协议及服务,它以 TCP/IP 为基础,使得 Internet

上的用户能够在任何位置搜索到基于文本的各种文档档案。ARPANET 中止运行,公司、学术机构、政府和通信公司,开始将 Internet 作为一项合作投资项目,对它进行支持。

1991 年,CIX(商用 Internet 交易所),由 Internet 操作员、系统提供商和其他对 Internet 感兴趣的商业操作的联营组成。有人将这称为“现代 Internet”的诞生,因为这是商业在 Internet 上第一次具备合法性。IBM 发布的 WAIS(广域信息服务系统),是一种基于 TCP/IP 的协议和服务。利用它可以跨 Internet 在网络上搜索数兆字节的数据。明尼苏达州立大学开发了 Gopher,它是一种基于 TCP/IP 的协议,不仅可以在网络上搜索文本文档和其他类型数据,而且可以将所有这些文档链接在一起,形成单独的实际信息世界,称为“Gopher 空间”。

1992 年,ISOC(Internet 协会)特许成立,Internet 上的主机数量突破 1 000 000 台。NSFNET 主干网络更新了 T3 速度,速率 44.735Mb/s。CERN 公开发布 HTTP 和 Web 服务器技术。

1993 年,InterNIC(Internet 国家信息中心)成立,它负责管理域名。这种高性能网络图形浏览器在 NCSA(国家超级计算应用中心)首次出现,启动了 Web 的革命。

1994 年,网络收发邮件和购物活动开始增加。

1995 年,Netscape 开发了 Netscape Navigator,并且开始实现 Web 商业化。Internet 上的主机数量突破 5 000 000 台。

1996 年,Microsoft 发布了 Internet Explorer Web 浏览器,虽然当时 Netscape 控制了 Web 浏览器的市场。

今天,几乎没有商业、通信和信息访问不涉及 Internet。E-mail、Web 和网络电子商务成为网络中不可缺少的部分。随着网络的发展,Internet 上也随之出现了新的服务和协议,但是 TCP/IP 却仍然具有非常重要的作用。

1.3.2 TCP/IP 标准制定

虽然 ARPA 计划从 1970 年就开始发展交换网络技术,到了 1979 年 ARPA 组织了一个委员会称为 Internet Control and Configuration Board (ICCB),但 TCP/IP 并不属于某一特定厂商和机构。它的标准是由 Internet Architecture Board (IAB) 所制定的。IAB 目前从属于 The Internet Society (ISOC),专门在技术上做监控及协调,且负责最终端评估及科技监控。

IAB 组织除了自身的委员会之外,它主要包含两个主要团体:Internet Research Task Force (IRTF) 和 Internet Engineering Task Force (IETF)。这两个团体的职能各有不同,IRTF 主要致力于短期和中期的难题;而 IETF 则着重处理单一的特别事件,其下又分出许多不同题目的成员与工作小组,各自从事不同的研究项目,研发出网际网络的标准与规格。

由于 TCP/IP 技术的公开性,它不属于任何厂商或专业协会所有,因此关于它的相关