



>>> 应用性
人才培养

规划教材

普通高等学校应用性人才培养系列规划教材
丛书主编 陈明

计算机网络编程技术

JISUANJI WANGLUO BIANCHENG JISHU

张晓明 编著



中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE



普通高等学校应用性人才培养系列规划教材
丛书主编 陈明

计算机网络编程技术

张晓明 编著

中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

内 容 简 介

本书从网络通信的编程原理和开发基础入手,阐述主机扫描、TCP 协议编程、UDP 协议编程、远程屏幕监视、木马程序、IP 语音网络编程、E-mail 协议编程、FTP 协议编程、网络信息加密传输和网络信息隐藏通信编程等原理、技术和实现方法。每章都有丰富的程序源代码和实验项目。

本书以套接字编程为基本路线,力求体现网络编程的技术性、实用性和安全性,在 IP 语音网络通信和网络信息隐藏通信等章节,还综合体现了科研成果和技术开发的相关应用,具有一定的先进性。

本书适合作为高等院校计算机及相关专业学生的教材,也可作为多媒体网络通信和安全编程人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

计算机网络编程技术 / 张晓明编著. —北京: 中国铁道出版社, 2009. 9

(普通高等学校应用性人才培养系列规划教材)

ISBN 978-7-113-10041-4

I. 计… II. 张… III. 计算机网络—程序设计—高等学校—教材 IV. TP393

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 161959 号

书 名: 计算机网络编程技术
作 者: 张晓明 编著

策划编辑: 秦绪好 周海燕

责任编辑: 秦绪好

编辑助理: 王 彬

封面设计: 付 巍

编辑部电话: (010) 63583215

封面制作: 白 雪

版式设计: 于 洋

出版发行: 中国铁道出版社(北京市宣武区右安门西街 8 号 邮政编码: 100054)

印 刷: 河北省遵化市胶印厂

版 次: 2009 年 10 月第 1 版 2009 年 10 月第 1 次印刷

开 本: 787mm×960mm 1/16 印张: 20.75 字数: 447 千

印 数: 5 000 册

书 号: ISBN 978-7-113-10041-4/TP·3294

定 价: 31.00 元

版权所有 侵权必究

本书封面贴有中国铁道出版社激光防伪标签, 无标签者不得销售

凡购买铁道版的图书, 如有缺页、倒页、脱页者, 请与本社计算机图书批销部调换。

普通高等学校应用性人才培养系列规划教材

主 任：陈 明

副主任：蒋宗礼 严晓舟 王锁柱

委 员：（按姓氏笔画排序）

王全民 刘贵龙 刘振华 张晓明

李也白 陈志泊 郝 莹 秦绪好

袁 薇 解 凯 管建和

总策划：焦金生

编 辑：杨 勇 周海燕

经过几十年的研究与探索,现代计算机系统功能越来越强大、应用越来越广泛。计算机的飞速发展对人类社会的发展做出了卓越的贡献,应用是推动计算机学科发展的源动力,一直受到社会的关注。

计算机学科呈现出的学科内涵宽泛化、分支相对独立化、社会需求多样化、专业规模巨大化和计算教育大众化等特点,使得计算机企业成为朝阳企业,软件公司、网络公司等 IT 企业需要大量的具有专门计算机技能的人才,而大学中单一的计算机精英型教育培养的人才已不能满足实际需要,社会对计算机人才的需求发生了巨大变化,凸显了职业特征的计算机应用型教育异军突起,迅速发展,倍受关注。因此,研究和实施计算机应用型人才培养势在必行。

传统的研究型计算机教育是以学术教育为基础,以培养计算机精英为目的的计算机教育,但是,随着科技迅速发展、知识经济的产生与发展的需要,社会 and 行业对计算机高等教育人才需求迅速增大,尤其需要大量的计算机应用型人才。这种需求促使教学模式呈现了职业性,并在培养面向知识应用和全面能力方面,提出了多种职业性教学模式。例如:网络工程师、软件工程师、动画设计师、硬件工程师等培养模式。

计算机应用型教育的培养目标可以利用知识、能力和素质三个基本要素来描述。

知识是基础、载体和表现形式,从根本上影响着能力和素质。学习知识的目的是为了获得能力和不断地提升能力。能力和素质的培养必须通过具体的知识传授来实现,能力和素质也必须通过知识来表现。

能力是核心,是人才特征的最突出的表现。计算机学科人才应具备计算思维能力、算法设计与分析能力、程序设计与实现能力、系统能力(系统的认知、设计、开发、应用能力)。计算机应用型人才的能力主要包括应用能力(专业能力)和通用能力。应用能力主要是指用所学知识解决专业实际问题的能力。通用能力是指跨职业能力,并不是具体的专业能力和职业技能,而是对不同职业的适应能力,也就是当职业发生变更时,这些能力依然在从业者身上起作用。计算机应用型本科人才所应具备的三种通用能力是:学习能力、工作能力、创新能力。

基本素质是指具有良好的公民道德和职业道德,具有合格的政治思想素养,遵守计算机法规和法律,具有人文、科学素养和良好的职业素质等。计算机应用型人才素质主要是指工作的基本素质,且要求在从业中必须具备责任意识,能够对自己职责范围内的工作认真负责地完成。

计算机应用型教育课程类型分为通用课程、基础课程、专业核心课程、专业选修课程、应用课程、实验课程、实践课程。计算机应用型教育课程体系包括公共基础课程平台、专业基础课程平台、专业选修课程平台、基本素质平台。课程是载体、是实现培养目标的重要手段。教育理念的实现必须借助于课程来完成。教育类型和教育层次的划分实质上是课程内容和课程性质的划分。因此,计算机应用型教育培养目标的实现关键在于课程体系的构建,即课程内容和课程性质的确定。

目前,应用型人才培养的研究方兴未艾,本系列教材适用于计算机应用型人才的培养。在架构设计和具体教材的编写上都突出了注重能力的培养的理念,经过了系统规划,将陆续出版。希望各位老师和读者指正。

《普通高等学校应用性人才培养系列规划教材》丛书主编

陈明

本书是作者基于十几年的网络编程教学与科研工作而编写的。本书作者先后为企业开发完成了基于 Windows 环境的电话语音网络系统和纯软件型多媒体网络教学系统原型。随后,在北京市教委科技项目等连续资助下,重点研究信息隐藏技术及其在分布式网络通信中的应用,完成了鲁棒音频数字水印技术、基于 IP 电话的隐秘通信关键技术和网页防篡改技术,取得了较好的成果,也为本书的编写积累了大量的技术资源。在本书编写过程中,参照了相关的文献和网络资料,以丰富本书的教学内容。

本书的特色及创新主要表现在:

- 技术性和编程方法的结合:使学生在编程的同时,能够通过设计思路、设计流程等开拓思维,既基于编程又不限于编程。
- 实用性和趣味性融于一体:以网络开发项目为主题,比如主机扫描、网络游戏开发、手机短信编程、木马技术、远程监控等项目,容易使学生产生浓厚的兴趣。
- 系统性和层次性紧密结合:从主机扫描、常规通信到安全通信,具有系统性,在设计内容、设计难度和综合性方面具有层次性,适合于不同深度的需求。
- 适合教学需要:全部实例都可以调试和运行;具有完整的多媒体课件;每章后面还设计了实验项目指南,便于读者开展课程设计、综合实验和毕业设计所用。
- 体现科研成果:比如网络信息隐藏通信一章就是作者近年来的研究成果内容,而木马技术、语音通信、屏幕监控和远程控制等,则是作者的科技项目转化内容。

本书以项目主题方式组织全文,每个主题单独一章,既相互支持,又保持一定的独立性。每章都给出了主要内容,包括基本原理、开发方法、技术流程、界面设计、编程要点和代码分析等。

与本书配套的还有课件 PPT 资料和关键源代码。在实现代码方面,从项目实战出发,全部基于 VS 2005.NET 环境,采用 C# 编程语言。

开设本课程时,授课学时为 40 左右。建议在配置有多媒体教学投影系统的实验室授课,将授课和学生操练结合在一起,教师可以灵活地控制学生的演练进度和深度,并按照项目组的工作方式,以任务驱动方法为动力,为每组安排单独的项目,不断激发学生的编程思路。

本书主要供具有一定 C 语言和网络基础的本科生使用,面向计算机科学与技术、信息安全、软件工程、信息管理与系统、信息与计算科学等信息技术类专业,可以作为计算机网络编程、计算机网络课程设计、网络安全编程等课程的教材或参考书。还可以供研究生的网络实践课程使用。

本书在写作过程中,得到了中国铁道出版社和众多同行的支持和鼓励,特别是陈明教授审阅了本书初稿,提出了中肯的修改意见。在此谨表衷心感谢。

由于作者水平有限和时间仓促,书中不妥之处在所难免,望广大读者不吝赐教。

编 者
2009 年 8 月

第 1 章 绪论	1
1.1 TCP/IP 协议简介	1
1.1.1 TCP/IP 的起源	2
1.1.2 TCP/IP 的体系结构和特点	3
1.2 网络编程的重要术语	4
1.2.1 套接字及其类型	4
1.2.2 网间进程通信的标识	6
1.2.3 客户机/服务器模式	6
1.3 C#网络编程概述	8
1.3.1 常用的网络组件	9
1.3.2 寻找 IP 地址的类和方法	10
1.3.3 数据流的类型与应用	11
1.3.4 多线程技术	13
1.4 套接字编程原理	15
1.4.1 面向连接的套接字调用流程	16
1.4.2 无连接套接字调用流程	17
1.4.3 Socket 类的基本使用	17
1.4.4 套接字的简单应用实例	21
小结	22
实验项目	23
第 2 章 主机扫描程序设计	24
2.1 活动主机探测技术	24
2.1.1 ICMP 协议介绍	25
2.1.2 基于 ICMP 的探测原理	27
2.1.3 活动主机探测程序设计	28
2.2 端口扫描技术	33
2.2.1 端口扫描器	33
2.2.2 端口扫描技术分类	34
2.3 TCP 全连接扫描程序设计	38

2.3.1	流程设计	38
2.3.2	程序实现	39
2.4	高级端口扫描程序设计	42
2.4.1	界面设计	43
2.4.2	程序实现	43
小结	.....	54
实验项目	.....	55
第 3 章	基于 TCP 协议的程序设计	56
3.1	TCP 协议介绍	56
3.1.1	TCP 数据包格式	57
3.1.2	TCP 协议的通信特点	57
3.1.3	TCP 的熟知端口	58
3.2	阻塞/非阻塞模式及其应用	58
3.2.1	典型的阻塞模式	59
3.2.2	阻塞模式的特点	59
3.2.3	阻塞模式的效率提升方法	60
3.2.4	非阻塞模式及其应用	61
3.3	同步套接字编程技术	62
3.3.1	服务器的程序设计	62
3.3.2	客户机的程序设计	66
3.4	异步套接字编程技术	70
3.4.1	客户机发出连接请求	70
3.4.2	服务器接收连接请求	70
3.4.3	服务器发送和接收数据	71
3.5	基于 TcpClient 类和 TcpListener 类的编程	72
3.5.1	TcpClient 类的使用方法	73
3.5.2	TcpListener 类的使用方法	74
3.6	网络游戏程序设计	75
小结	.....	86
实验项目	.....	86
第 4 章	基于 UDP 协议的程序设计	87
4.1	UDP 协议介绍	87
4.1.1	UDP 数据包格式	88
4.1.2	UDP 协议的主要特性	88
4.2	使用 UdpClient 类进行编程	89

4.2.1	UdpClient 类的使用方法	89
4.2.2	UdpClient 类的应用实例	91
4.3	网络广播程序设计	93
4.3.1	广播程序设计示例	94
4.3.2	套接字选项设置方法	96
4.4	多播程序设计	97
4.4.1	多播地址	97
4.4.2	因特网组管理协议 IGMP	98
4.4.3	多播编程方法	99
4.4.4	多播编程实例	101
小结	.....	104
实验项目	.....	104
第 5 章	远程屏幕监视程序设计	105
5.1	屏幕捕获过程解析	105
5.2	屏幕捕获程序设计	107
5.3	基于远程调用信道的远程屏幕监视程序设计	110
5.3.1	远程调用信道及其应用	110
5.3.2	基于远程调用信道的屏幕传输程序设计	116
5.4	基于 TCP 协议的远程屏幕监视程序设计	119
5.4.1	控制端	120
5.4.2	客户端	121
小结	.....	124
实验项目	.....	124
第 6 章	木马程序设计	125
6.1	木马工作原理	125
6.1.1	木马系统的组成	126
6.1.2	木马的功能和特征	126
6.1.3	木马的传播与运行	127
6.2	木马程序的常规设计	128
6.2.1	功能设计	128
6.2.2	流程图设计	128
6.2.3	命令规则设计表	129
6.2.4	文件操控模块流程	129
6.2.5	运行界面及说明	130
6.2.6	主要程序说明	131

6.3 键盘鼠标控制程序设计	136
6.3.1 键盘钩子说明	136
6.3.2 键盘鼠标的网络控制程序设计	138
小结	143
实验项目	143
第7章 IP 语音网络通信程序设计	144
7.1 基于多媒体控件的音频播放程序设计	145
7.2 基于 MCI 的音频采集与播放程序设计	146
7.2.1 MCI 编程基础	146
7.2.2 基于字符串的 MCI 命令	148
7.2.3 基于命令消息的 MCI 命令	151
7.2.4 基于 MCI 的音频播放程序设计实例	152
7.3 DirectX 组件的工作原理	158
7.3.1 DirectSound 简介	158
7.3.2 声音的播放过程	159
7.4 基于 DirectX 组件的 IP 语音网络程序设计	160
7.4.1 利用 DirectX 组件实现音频播放	160
7.4.2 利用 DirectX 组件实现音频采集	161
7.4.3 基于 DirectX 组件的 IP 电话程序设计	170
7.5 基于低级音频函数的 IP 电话程序设计	178
7.5.1 低级音频函数的调用方法	178
7.5.2 利用低级音频函数实现音频采集与播放	182
7.5.3 利用低级音频函数实现语音通信程序设计	190
小结	192
实验项目	192
第8章 E-mail 服务程序设计	193
8.1 E-mail 工作原理	193
8.1.1 E-mail 系统的工作原理	193
8.1.2 相关的协议	194
8.2 SMTP 协议编程	196
8.2.1 SMTP 的指令与响应码	196
8.2.2 E-mail 的组成	197
8.2.3 ESMTP 的工作流程	197
8.2.4 ESMTP 协议编程实例	199
8.3 POP3 协议编程	202

8.3.1	POP3 的工作流程	203
8.3.2	POP3 协议编程	204
8.4	利用 Smtplib 类发送 E-mail	208
8.4.1	System.Web.Mail 介绍	208
8.4.2	处理 E-mail 信息及附件	210
8.4.3	E-mail 发送方法	211
8.5	利用 JMail 类收发 E-mail	212
8.5.1	JMail 组件的特点	212
8.5.2	JMail 组件的主要参数与使用方法	212
8.5.3	基于 JMail 组件的 E-mail 发送编程	214
8.5.4	基于 JMail 组件的 E-mail 接收编程	215
小结	.....	217
实验项目	.....	218
第 9 章	FTP 服务程序设计	219
9.1	FTP 工作原理	219
9.1.1	FTP 服务的工作原理	220
9.1.2	FTP 的传输模式	220
9.1.3	FTP 的登录方式	221
9.2	FTP 协议规范	221
9.2.1	FTP 命令	222
9.2.2	FTP 响应码	223
9.2.3	FTP 命令和响应码的应用方法	224
9.3	FTP 协议的两种工作模式	225
9.3.1	FTP PORT 模式（主动模式）	225
9.3.2	FTP PASV 模式（被动模式）	226
9.3.3	两种模式的比较	227
9.4	基于 Socket 类的 FTP 程序设计	228
9.5	基于 TcpClient 类的 FTP 程序设计	247
9.5.1	发送与接受数据的方法	247
9.5.2	服务器程序	249
9.5.3	客户机程序	250
小结	.....	253
实验项目	.....	254

第 10 章 网络信息加密传输程序设计	255
10.1 数据加密模型	255
10.1.1 数据加密工作模型	256
10.1.2 对称加密模型	256
10.1.3 非对称加密模型	258
10.1.4 数字签名模型	259
10.2 对称加密程序设计	261
10.2.1 对称加密算法	261
10.2.2 基于流的加密解密方法	262
10.2.3 对称加密程序设计实例	264
10.3 非对称加密程序设计	267
10.4 网络信息加密传输程序设计	273
10.4.1 服务器的实现	274
10.4.2 客户机的实现	281
小结	287
实验项目	288
第 11 章 网络信息隐藏通信程序设计	289
11.1 LSB 信息隐藏方法	289
11.2 基于 LSB 的文件隐藏传输程序设计	291
11.2.1 设计思路	291
11.2.2 信息同步技术	292
11.2.3 LSB 的改进算法设计	293
11.2.4 主要代码实现	294
11.3 IP 语音隐秘通信程序设计	301
11.3.1 设计思路	301
11.3.2 发送端关键代码	302
11.3.3 接收端关键代码	304
11.4 网页信息隐藏程序设计	305
11.4.1 网页入侵检测的工作原理	305
11.4.2 网页入侵检测系统的设计	306
11.4.3 网页入侵检测系统的实现	307
小结	314
实验项目	314
参考文献	315

第

1

章

绪 论

学习目标

- 理解 TCP/IP 协议及其体系结构;
- 掌握网络编程的基本概念;
- 掌握 C# 网络编程的基础知识;
- 掌握套接字编程的基本原理。

网络编程既是网络原理的深入和实践过程,又是网络通信软件的重要开发内容。在了解网络体系结构的基础上,本章以套接字编程为主线,重点阐述网间进程通信、客户机/服务器模式、套接字类型、套接字调用流程和应用方法等基本内容,以及以 C# 为开发环境的网络组件、数据流和多线程等网络编程的入门技术,是后续各章节的基础。

1.1 TCP/IP 协议简介

微电子技术、计算机技术、通信技术的迅猛发展,促进了计算机网络的实现和发展。从 1969 年第一个分组交换计算机网 ARPANET 的出现,随着计算机硬件技术的飞速发展,计算机硬件价格的急骤下降,至今涌现了许多大型计算机网络,如由美国 NFS 支持设计的计算机科学研究网 CSNET、英国的联合科学网 JANET 等。计算机网络的发展为提高信息工业的生产力,提供了一种全社会的、经济的、快速的存取手段。这些网络建立的目标如下:

- ① 网络用户的资源共享(包括软件、硬件、信息等);
- ② 强化网络用户间的合作机会;
- ③ 加速学术研究成果的传播与流通;
- ④ 提供对网络技术的研究。

因此,如何实现不同网络及计算机间的互操作成为计算机连网的最关键问题。

TCP/IP 协议只是众多比较完善的网络协议中的一种。许多其他网络协议,如 Xerox 的 XNS, DEC 的 DECNET 和 IBM 的 SNA,虽然功能强大且拥有很多用户,但它们在异种机互连方面功能很弱。国际标准化组织(ISO)为实现计算机网络互连制定了开放系统互连标准(OSI),但 OSI 目前还缺乏足够多的产品支持,而且 OSI 的许多标准仍在制定中。于是,在 20 世纪 80 年代初,人们选择了 TCP/IP 作为实现异种机互连的工业标准。这是一个在国际标准 ISO/OSI 尚未完全被采纳时,用户和厂家共同承认的标准。

1.1.1 TCP/IP 的起源

在 TCP/IP 协议成为工业标准之前, TCP/IP 协议经历了近 12 年的实际测试。早在 20 世纪 70 年代中期,为了支持研究工作,美国国防部高级计划署(以下简称高研署)就开始着手全美范围内异种计算机间的连接。那时,计算机与计算机间的连接使用的还只是点对点专用线路,计算机与计算机的通信规约采用的是各厂家自行定义的专门协议。针对当时的现状,高研署与许多机构共同讨论制定了开放的通信协议标准,以满足日益迫切的基于异种操作系统的异种网络之间的通信连接,即 TCP/IP 开放协议。

1980 年,高研署在它的网络上首先采用 TCP/IP 协议。随后,又命令它所赞助的 ARPANET 网上的计算机都必须遵循 TCP/IP 协议。1983 年 1 月,ARPANET 网向 TCP/IP 的转换全部结束。美国国防通信署(Defense Communication Agency, DCA)将 ARPANET 分为独立的两部分,一部分称为 ARPANET,用于进一步的研究工作;另一部分稍大一些,成为著名的 MILNET,用于军方的非机密通信。为推广 TCP/IP 协议,高研署又首先与许多公司达成协议,低价出售 TCP/IP 的实现,将 TCP/IP 模块安装在政府部门通用的计算机操作系统上;并通过资助 BBN(Bolt Beranek and Newman Inc.)实现用于其 UNIX 操作系统的 TCP/IP 协议;还通过资助加州伯克利大学,将 TCP/IP 协议融入 UNIX BSD,促成 TCP/IP 与当时多数大学中流行的 UNIX BSD 的结合。对于各厂家开发的 TCP/IP 产品,由于有国防部通信署检查和验证,保证产品符合标准,具有良好的互操作性,因而极大地推广了 TCP/IP 的应用。

1983 年,伯克利大学推出内含 TCP/IP 的第一个 UNIX BSD 版本,满足了当时许多大学院系间连网的要求,提供了一种连网的手段,以建立各自的局域网。使得未加入 ARPANET 网的用户也可以使用 TCP/IP。随着安装 UNIX BSD 操作系统的 SUN 工作站的普及, TCP/IP 的需求量迅速增加。UNIX BSD 在网络方面的成功有以下几个原因:

① 除提供标准的 TCP/IP 应用程序外,它还支持一组网络服务工具程序(utilities)。这些工具的调用格式与 UNIX 命令调用格式相似,深受 UNIX 用户欢迎。

② UNIX BSD 提供一种供应用程序访问通信协议的操作系统调用,即 socket(套接字)。socket 是一种进程间通信机制,是 UNIX 输入/输出机制的推广。socket 的出现使程序员可以很方便地访问

TCP/IP, 从事网络的研究开发工作。

③ UNIX BSD 的开发者在其操作系统中还实现了地址解析协议(ARP)。地址解析协议是 TCP/IP 协议集中的一个协议, 它能将 Ethernet 地址映射成 Internet 地址。Internet 是 ARPANET、NFSNET、MILNET 等一组网络的集合, 它用 TCP/IP 协议集来实现一个统一可互操作的网络。这样, 便使得 TCP/IP 和 Ethernet 紧紧地联系在一起。现在, Ethernet 网成为介质访问的工业标准并日渐流行, 也使 TCP/IP 在当今局域网上得以流行, 成为事实上的工业标准。

随着 TCP/IP 协议的普及和流行, 今天, 对 TCP/IP 的支持又出现了一些新的趋势, 即许多外部设备安装有 TCP/IP 软件并通过网络直接与主机通信, 达到资源共享的目的。这一趋势是用户对网络需求的增加和 TCP/IP 日益流行的结果。

1.1.2 TCP/IP 的体系结构和特点

从协议分层模型方面来讲, TCP/IP 由四个层次组成: 网络接口层、网络层、传输层和应用层, 如图 1-1 所示。其中, 各层的特点如下:

网络接口层: 是 TCP/IP 的最低层, 负责接收 IP 数据报并通过网络发送之, 或者从网络上接收物理帧, 抽出 IP 数据报, 交给 IP 层。

网络层: 负责相邻计算机之间的通信。其功能包括三方面: ① 处理来自传输层的分组发送请求, 收到请求后, 将分组装入 IP 数据报, 填充报头, 选择去往信宿机的路径, 然后将数据报发往适当的网络接口。② 处理输入数据报: 首先检查其合法性, 然后进行寻径——假如该数据报已到达信宿机, 则去掉报头, 将剩下部分交给适当的传输协议; 假如该数据报尚未到达信宿, 则转发该数据报。③ 处理路径、流控、拥塞等问题。

传输层: 提供应用程序间的通信。其功能包括: ① 格式化信息流; ② 提供可靠传输。为实现后者, 传输层协议规定接收端必须发回确认, 并且假如分组丢失, 必须重新发送。

应用层: 向用户提供一组常用的应用程序, 比如电子邮件、文件传输访问、远程登录等。远程登录 TELNET 使用 TELNET 协议提供在网络其他主机上注册的接口。TELNET 会话提供了基于字符的虚拟终端。文件传输访问 FTP 使用 FTP 协议来提供网络内计算机间的文件复制功能。

TCP/IP 协议簇起始于 IP 协议, 重要的协议在相应的 RFC 文档中均标记了状态: “必须”(required)、“推荐”(recommended)、“可选”(elective)。其他的协议还可能有“试验”(experimental)或“历史”(historic)的状态。所有的 TCP/IP 应用都必须实现 IP 和 ICMP。对于一个路由器而言, 有这两个协议就可以运作了。实际的路由器一般还需要运行许多“推荐”使用的协议, 以及一些其他的协议。

下面给出不同计算机运行的不同协议范例:

- 一个简单的路由器上可能会实现 ARP、IP、ICMP、UDP、SNMP、RIP。
- WWW 用户端使用 ARP、IP、ICMP、UDP、TCP、DNS、HTTP、FTP。

- 一台用户计算机上还会运行 TELNET、SMTP、POP3、SNMP、ECHO、DHCP、SSH、NTP。

无盘设备可能会在固件比如 ROM 中实现了 ARP、IP、ICMP、UDP、BOOT、TFTP（均为面向数据报的协议，实现起来相对简单）。

在应用程序开发时，需要通过访问传输层或网络层的协议。网络层的 IP、ICMP 和传输层的 TCP、UDP 协议，能够由应用程序直接访问。显然，越往底层连接，应用程序开发就会越复杂。

TCP/IP 协议的核心部分是传输层协议（TCP、UDP）、网络层协议（IP）和网络接口层，这三层通常在操作系统内核中实现。操作系统的内核是不能直接为一般用户所感受到的。一般用户感受到的只有应用程序（包括系统应用程序），即各种应用程序构成了操作系统的用户视图。那么应用程序通过什么样的界面与内核打交道呢？通过的是编程界面（即程序员界面）。各种应用程序，包括系统应用程序都是在此界面上开发的。编程界面有两种形式，一种是由内核直接提供的系统调用，一种是以库函数方式提供的各种函数。前者在核内实现，后者在核外实现。因此，内核中实现 TCP/IP 协议的操作系统可以叫做 TCP/IP 操作系统，其核心协议 TCP、UDP、IP 等向外提供的只是原始的编程界面，而不是直接的用户服务。用户服务要靠核外的应用程序。TCP/IP 网络环境下的应用程序是通过网络系统编程界面套接字（socket）实现的。网间应用程序之间的作用方式为客户机/服务器模式。TCP/IP 协议核心与应用程序的关系如图 1-2 所示。

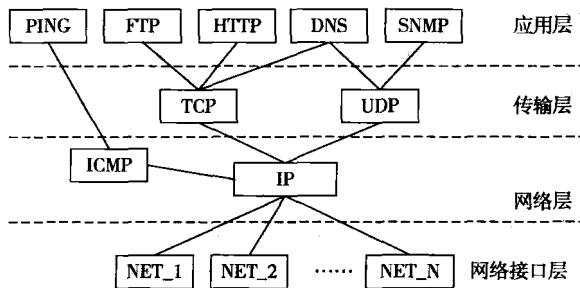


图 1-1 TCP/IP 协议簇

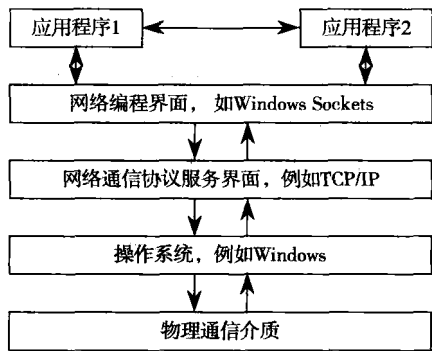


图 1-2 应用程序与 Windows Sockets 关系图

1.2 网络编程的重要术语

与网络编程相关的重要术语主要有套接字、网间进程、端口和客户机/服务器。

1.2.1 套接字及其类型

套接字成为了网络通信的基石（见图 1-2），是支持 TCP/IP 协议簇的网络通信的基本操作单元，