



21st CENTURY
规划教材

面向21世纪高职高专计算机系列规划教材
COURSES FOR VOCATIONAL HIGHER EDUCATION .COMPUTER

Windows 网络程序设计

WINDOWS NETWORK PROGRAMMING

袁德明 编 著



科学出版社
www.sciencep.com



面向21世纪高职高专计算机系列规划教材
COURSES FOR VOCATIONAL HIGHER EDUCATION: COMPUTER

Windows 网络程序设计

袁德明 编著

科学出版社

北京

内 容 简 介

本书先从网络程序设计概述入手,引出网络编程接口和 Windows 网络编程思想等问题,接着阐述 TCP/IP 协议体系和 WinSock 体系,然后逐步展开,介绍了面向连接的通信编程、面向无连接的通信编程、WinSock 库函数、网络服务器程序设计、Internet 网络应用程序设计、自定义协议开发与应用、原始套接字的应用等 Windows 网络编程实用知识和技能,并配有大量的基础练习。

本书适合作为高等院校和高职院校开设网络程序设计相关课程的教材,同时也适合从事计算机网络应用程序开发、安全技术应用和对此感兴趣的人员阅读参考。

图书在版编目(CIP)数据

Windows 网络程序设计/袁德明编著. —北京:科学出版社,2004
(面向 21 世纪高职高专计算机系列规划教材)
ISBN 7-03-014227-6

I. W… II. 袁… III. 窗口软件, Windows — 程序设计 — 高等学校: 技术学校 — 教材 IV. TP316.7

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 085512 号

责任编辑:李佩乾 丁 波 / 责任校对:耿 耘
责任印制:吕春珉 / 封面设计:飞天创意

科 学 出 版 社 出 版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

新 蕾 印 刷 厂 印 刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2004年9月第 一 版 开本:787×1092 1/16
2004年9月第一次印刷 印张:17 1/4
印数:1—3 000 字数:384 000

定价:23.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换〈路通〉)

面向 21 世纪高职高专规划教材专家委员会

主 任 李宗尧

副主任 (按姓氏笔画排序)

丁桂芝 叶小明 张和平 林 鹏

黄 藤 谢培苏

委 员 (略)

信息技术系列教材编委会

主 任 丁桂芝

副主任 (按姓氏笔画排序)

万金保 方风波 徐 红 鲍 泓

委 员 (按姓氏笔画排序)

于晓平	马国光	仁英才	王东红	王正洪
王 玉	王兴宝	王金库	王海春	王爱梅
邓 凯	付百文	史宝会	本柏忠	田 原
申 勇	任益夫	刘成章	刘克敏	刘甫迎
刘经玮	刘海军	刘敏涵	安志远	许殿生
何瑞麟	余少华	吴春英	吴家碚	吴瑞萍
宋士银	宋锦河	张红斌	张环中	张海鹏
张蒲生	张德实	李云程	李文森	李 洛
李德家	杨永生	杨 闯	杨得新	肖石明
肖洪生	陈 愚	周子亮	周云静	胡秀琴
赵从军	赵长旭	赵动庆	郝 梅	唐铸文
徐洪祥	徐晓明	袁德明	郭庚麒	高延武
高爱国	康桂花	戚长政	曹文济	黄小鸥
彭丽英	董振珂	蒋金丹	韩银峰	魏雪英

出版前言

随着世界经济的发展，人们越来越深刻地认识到经济发展需要的人才多元化、多层次的，既需要大批优秀的理论性、研究性的人才，也需要大批应用性人才。然而，我国传统的教育模式主要是培养理论性、研究性的人才。教育界在社会对应用性人才需求的推动下，专门研究了国外应用性人才教育的成功经验，结合国情大力度地改革我国的“高等职业教育”，制定了一系列的方针政策。联合国教科文组织 1997 年公布的教育分类中将这种教育称之为“高等技术与职业教育”，也就是我们通常所说的“高职高专”教育。

我国经济建设需要大批应用性人才，呼唤高职高专教育的崛起和成熟，寄希望于高职高专教育尽快向国家输送高质量的紧缺人才。近几年，高职高专教育发展迅速。目前，各类高职高专学校已占全国高等院校的近 1/2，约有 600 所之多。教育部针对高职高专教育出台的一系列政策和改革方案主要体现在以下几个方面：

- “就业导向”成为高职高专教育的共识。高职高专院校在办学过程中充分考虑市场需求，用“就业导向”的思想制定招生和培养计划。
- 加快“双师型”教师队伍建设。已建立 12 个国家高职高专学生和教师的实训基地。
- 对学生实行“双认证”教育。学历文凭和职业资格“双认证”教育是高职高专教育特色之一。
- 高职高专教育以 2 年学制为主。从学制入手，加快高职高专教学方向的改革，充分办出高职高专教育特色，尽快完成紧缺人才的培养。
- 开展精品专业和精品教材建设。已建立科学的高职高专教育评估体系和评估专家队伍，指导、敦促不同层次、不同类型的学校办出一流的教育。

在教育部关于“高职高专”教育思想和方针指导下，科学出版社积极参与到高职高专教材的建设中去。在组织教材过程中采取了“请进来，走出去”的工作方法，即由教育界的专家、领导和一线的教师，以及企事业从事人力资源工作的人员组成顾问班子，充分分析我国各地区的经济发展、产业结构以及人才需求现状，研究培养国家紧缺人才的关键要素，寻求切实可行的教学方法、手段和途径。

通过研讨认识到，我国幅员辽阔，各地区的产业结构有明显的差异，经济发展也不平衡，各地区对人才的实际需求也有所不同。相应地，对相同专业和相近专业，不同地区的教学单位在培养目标和培养内容上也各有自己的定位。鉴于此，适应教育现状的教材建设应该具有多层次的设计。

为了使教材的编写能针对受教育者的培养目标，出版社的编辑分不同地区逐所学校拜访校长、系主任和老师，深入到高职高专学校及相关企事业，广泛、深入地教学第

一线的老师、用人单位交流，掌握了不同地区、不同类型的高职高专院校的教师、学生和教学设施情况，清楚了各学校所设专业的培养目标和办学特点，明确了用人单位的需求条件。各区域编辑对采集的数据进行统计分析，在相互交流的基础上找出各地区、各学校之间的共性和个性，有的放矢地制定选题项目，并进一步向老师、教育管理者征询意见，在获得明确指导性意见后完成“高职高专规划教材”策划及教材的组织工作：

- 第一批“高职高专规划教材”包括三个学科大系：经济管理、信息技术、建筑。
- 第一批“高职高专规划教材”在注意学科建设完整性的同时，十分关注具有区域人才培养特色的教材。
- 第一批“高职高专规划教材”组织过程正值高职高专学制从3年制向2年制转轨，教材编写将其作为考虑因素，要求提示不同学制的讲授内容。
- 第一批“高职高专规划教材”编写强调
 - ◆ 以就业岗位对知识和技能需求下的教材体系的系统性、科学性和实用性。
 - ◆ 教材以实例为先，应用为目的，围绕应用讲理论，取舍适度，不追求理论的完整性。
 - ◆ 提出问题→解决问题→归纳问题的教、学法，培养学生触类旁通的实际工作能力。
 - ◆ 课后作业和练习（或实训）真正具有培养学生实践能力的作用。

在“高职高专规划教材”编委的总体指导下，第一批各科教材基本是由系主任，或从教学一线中遴选的骨干教师执笔撰写。在每本书主编的严格审读及监控下，在各位老师的辛勤编撰下，这套凝聚了所有作者及参与研讨的老师们的经验、智慧和资源，涉及三个大的学科近200种的高职高专教材即将面世。我们希望经过近一年的努力，奉献给读者的这套书是他们渴望已久的适用教材。同时，我们也清醒地认识到，“高职高专”是正在探索中的教育，加之我们的水平和经验有限，教材的选题和编辑出版会存在一些不尽人意的地方，真诚地希望得到老师和学生的批评、建议，以利今后改进，为繁荣我国的高职高专教育不懈努力。

科学出版社

2004年6月1日

前 言

Windows 网络程序设计是计算机网络应用技术的核心内容之一。以网络技术为基础的信息技术和应用的飞速发展,使得网络应用大量涌现,社会急需熟悉网络应用程序设计的应用型人才,尤其是懂网络安全应用程序设计的应用型人才。随着网络高新技术的不断发展,社会经济建设与发展越来越依赖于信息技术,在加强网络安全应用的同时,增加网络程序设计知识和能力,培养熟悉网络程序设计的应用型和技能型人才十分重要。但是,这方面的教材,特别是适合高等职业技术教育特点的教材很缺乏。

本书是在广泛调研和充分论证的基础上,结合当前应用最为广泛的操作平台和网络程序设计标准,并通过教学实践而形成的一本国内少有和社会广泛需求的,特别是适合职业教育改革和发展特点的教材。

与国内外已出版的同类书籍相比,本书更注重以实践能力为中心,以培养应用型和技能型人才为根本,通过实践、总结和提高这样一个认识过程,精心组织学习内容,全面适应社会发展需要,符合高等职业技术教育教学改革规律及发展趋势,具有独创性、层次性、普及性、先进性和实用性等特点。

全书共 10 章。第 1 章是网络程序设计概述,主要介绍了网络程序设计的一些基本概念、概念和方法。第 2 章主要介绍了网络编程所用到的 TCP/IP 协议体系和相关工具的使用方法。第 3 章是网络编程接口,主要介绍了 WinSock 接口和 MFC 接口中的基本概念、基本功能、编程原理和使用方法。第 4 章是面向连接的通信编程,通过点对点通信程序的实现,主要介绍了基于 WinSock 的面向连接通信程序的设计方法和实现过程,以及网络程序设计中的几个重点问题。第 5 章是面向无连接的通信编程,通过网络广播和多播技术的实现,主要介绍了面向无连接通信程序的设计与实现方法。第 6 章是 WinSock 库函数,主要介绍了 WinSock 库函数中的基本概念、数据结构,接口函数的功能、调用方法等,它们是开发 Windows 网络应用程序的基础和标准。第 7 章是网络服务器程序设计,讨论了网络服务器程序设计的基本要求、特点和实现结构,并通过实例介绍了设计实现支持多线程的网络服务器的基本方法和过程。第 8 章是 Internet 网络应用程序设计,主要介绍了开发 Web 浏览器、FTP 服务器、FTP 客户端,以及电子邮件的收发处理等应用程序的基本方法,并详细解析了 HTTP、FTP、SMTP 和 POP3 协议的基本结构、内容和原理,这些是开发 Internet 网络应用程序的基础。第 9 章是自定义协议开发与应用,主要介绍了网络协议工程的基本概念、基本原理,以及自定义协议的开发过程。第 10 章主要介绍了使用原始套接字进行网络程序开发的基本方法和实现原理。

本书中的所有实例程序都是笔者在 Windows Server 2000 下使用 VC++ 6.0 开发并调试通过的,如有问题,请与笔者联系,E-mail 地址为:yj@xzcat.edu.cn。

由于时间仓促,加之编者水平有限,书中错漏在所难免,希望广大读者批评指正。

袁德明

2004 年 7 月于徐州

目 录

第 1 章 网络程序设计概述	1
1.1 网络程序的概念	1
1.1.1 定义	1
1.1.2 网络程序的通信结构	1
1.1.3 网络程序设计考虑的主要问题	2
1.2 网络程序设计的一般模型	4
1.2.1 C/S 结构模型	5
1.2.2 面向连接的方式	6
1.2.3 面向无连接的方式	6
1.3 安全网络程序设计的概念	6
1.3.1 安全网络程序设计结构	6
1.3.2 数据加密	7
1.3.3 安全协议	8
1.3.4 安全服务	9
1.4 网络程序的开发工具	11
1.4.1 开发工具应具备的基本条件	11
1.4.2 VC++ 6.0 简介	11
1.4.3 其他开发工具介绍	12
小结	12
思考与练习	13
第 2 章 TCP/IP 协议体系	14
2.1 协议分层与 OSI 参考模型	14
2.1.1 协议分层的概念	14
2.1.2 OSI 七层协议模型	14
2.2 TCP/IP 协议体系结构	15
2.2.1 层次结构	15
2.2.2 TCP 协议	16
2.2.3 UDP 协议	17
2.2.4 IP 协议	18
2.2.5 端口号	20
2.3 几个实用程序	21
2.3.1 ping	22
2.3.2 ipconfig	22

2.3.3	netstat	23
2.3.4	hostname	23
2.3.5	tracert	23
2.3.6	arp	24
2.3.7	route	24
2.3.8	nbtstat	25
小结		25
思考与练习		26
第 3 章	网络编程接口	27
3.1	概述	27
3.1.1	什么是接口	27
3.1.2	接口的作用	27
3.1.3	常用接口简介	28
3.2	WinSock 接口	28
3.2.1	基本概念	28
3.2.2	WinSock 的编程原理	30
3.2.3	基本函数	31
3.2.4	WinSock 2 的新特性	32
3.3	MFC 网络编程接口	34
3.3.1	概述	34
3.3.2	MFCSocket 接口	35
小结		37
思考与练习		38
第 4 章	面向连接的通信编程	39
4.1	概述	39
4.2	WinSock 的启动和终止	41
4.2.1	启动	41
4.2.2	终止	43
4.3	套接字处理	43
4.3.1	创建套接字	43
4.3.2	绑定	44
4.3.3	关闭	46
4.4	建立通信连接	46
4.4.1	侦听	46
4.4.2	接受连接请求	46
4.4.3	请求连接	47
4.5	数据传输	48
4.5.1	发送数据	48

4.5.2 接收数据	49
4.6 点对点通信程序的实现	49
4.6.1 服务器端设计	50
4.6.2 客户端设计	54
4.7 几个设计问题	58
4.7.1 异步通信	60
4.7.2 阻塞与非阻塞	63
4.7.3 字节顺序	64
4.7.4 出错处理	65
小结	66
思考与练习	67
第5章 面向无连接的通信编程	68
5.1 概述	68
5.2 网络广播和多播	68
5.2.1 广播	68
5.2.2 多播	69
5.3 无连接数据传输	71
5.3.1 发送	71
5.3.2 接收	73
5.4 无连接编程应用	75
5.4.1 广播通信程序的实现	75
5.4.2 多播通信程序的实现	83
小结	88
思考与练习	89
第6章 WinSock 库函数	90
6.1 概述	90
6.2 WinSock 1.1	92
6.2.1 基本库函数	92
6.2.2 数据库函数	106
6.2.3 专用增设函数	108
6.3 WinSock 2	114
6.3.1 扩展的数据传输函数	114
6.3.2 新增的名字注册与解析函数	130
6.3.3 新增的网络事件函数	136
6.4 库函数调用举例:网络信息查询程序设计	138
小结	140
思考与练习	140

第 7 章 网络服务器程序设计	141
7.1 概述	141
7.2 MFC 中的线程技术	144
7.2.1 创建新线程	144
7.2.2 编写线程函数	145
7.2.3 向线程传递参数	147
7.3 多线程环境的编程	149
7.3.1 线程的基本操作	149
7.3.2 多线程程序设计	153
7.4 网络服务模式	164
7.4.1 串行服务	164
7.4.2 并发服务	166
7.5 网络服务器设计举例	167
7.5.1 支持多线程的聊天服务器实现	167
7.5.2 客户端程序	175
7.5.3 程序分析	180
小结	181
思考与练习	182
第 8 章 Internet 网络应用程序设计	183
8.1 Internet 的基本服务	183
8.1.1 Web 服务器简介	183
8.1.2 HTTP 协议	184
8.1.3 FTP 协议	189
8.1.4 电子邮件服务	197
8.2 Web 浏览器的开发	202
8.2.1 开发方法	202
8.2.2 设计实例	202
8.3 文件传输应用	206
8.3.1 FTP 服务器开发	206
8.3.2 FTP 客户端开发	208
8.3.3 FTP 设计实例	210
8.4 电子邮件应用	217
8.4.1 基于 SMTP 的邮件发送编程	217
8.4.2 基于 POP3 的邮件接收编程	222
小结	224
思考与练习	224
第 9 章 自定义协议开发与应用	226
9.1 协议工程概述	226

9.1.1 基本术语	226
9.1.2 协议的定义	228
9.1.3 协议的最小描述	229
9.1.4 协议开发的基本过程	229
9.2 自定义协议开发	232
9.2.1 协议设计	232
9.2.2 协议描述	237
9.2.3 协议实现	237
小结	239
思考与练习	239
第 10 章 原始套接字的应用	240
10.1 基本概念	240
10.1.1 什么是原始套接字	240
10.1.2 创建原始套接字	240
10.2 IP 及相关基本协议	241
10.2.1 IP 协议	241
10.2.2 ICMP 协议	241
10.2.3 IGMP 协议	243
10.3 访问 ICMP 的应用举例:解析 ICMP 数据报	244
10.4 访问 IP 的应用举例:解析 IP 数据报	247
小结	258
思考与练习	258
主要参考文献	259

第 1 章 网络程序设计概述

本章主要介绍网络程序的定义、网络程序的通信结构、C/S 结构模型、面向连接的模式、面向无连接的模式、安全网络程序设计的概念、网络程序的开发工具等内容。

本章重点：网络程序的通信结构、C/S 结构模型。

1.1 网络程序的概念

1.1.1 定义

随着计算机网络技术的不断普及与深入,以计算机网络为基础的信息技术也得到快速发展,基于网络的各种应用越来越多,涉及的范围也越来越广。因此,社会对熟悉计算机网络程序设计和应用开发的人才的需求也与日俱增。计算机网络程序设计作为一项重要的知识技能也越来越受到人们的重视。

那么,什么是网络程序呢?所谓网络程序是指利用网络编程接口实现程序(或进程)间信息交互的程序。

根据定义,网络程序是一种特殊的计算机程序,其主要目的是基于网络编程接口实现程序(或进程)间的信息交互。网络编程接口是一组事先被设计好的用于访问网络协议所提供服务功能的程序。

在计算机网络环境下,程序间的信息交互分为两类,一类是在同一主机系统中的两个程序间的信息交互;另一类是在不同主机系统中的两个程序间的信息交互。无论哪种情况,凡是利用网络编程接口实现信息交互的程序都称为网络程序。通常,人们更关心后一种情况。

1.1.2 网络程序的通信结构

网络程序与网络是密切相关的,一个完整的网络程序的通信体系应包括应用程序、网络编程接口、网络通信协议服务、操作系统和物理介质五个层面,其层次结构如图 1-1 所示。相邻层间通过调用来获得所提供的服务功能,两个网络程序间的通信是在对等层上实现的;图 1-2 给出了网络程序间通信的流程结构示意图。

应用程序层主要完成对用户数据的加工处理,并通过调用网络编程接口层所提供的服务功能实现数据通信和对通信数据的处理等任务;网络编程接口层主要通过调用网络通信协议服务层的功能为应用程序层提供数据通信服务,如 BSD 接口、WinSock 接口等;网络通信协议服务层主要实现网络程序间的数据通信功能,包括数据传输、路由等,如 TCP、UDP 和 IP 协议服务;操作系统层主要提供有效的软硬件资源管理和协议服务保障

功能,如:UNIX、Windows、端口等;物理介质层主要提供网络适配器、物理连接标准、通信线路等网络通信的硬件基础环境设施,如网卡、交换机、路由器、串并口、RJ-45、双绞线等。

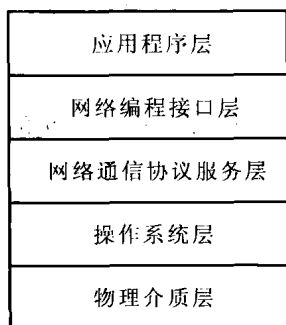


图 1-1 网络程序的通信体系结构

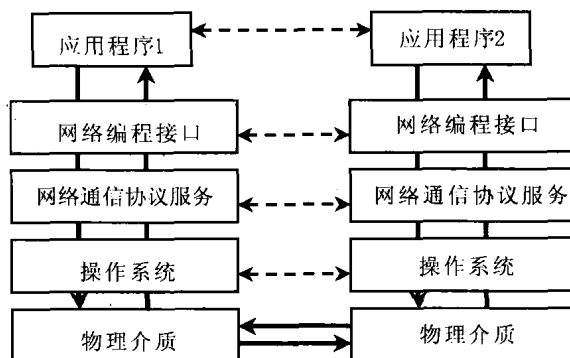


图 1-2 网络程序间的通信流程

1.1.3 网络程序设计考虑的主要问题

从网络程序的通信结构可以看出,网络程序不是一个孤立的程序。因此,网络程序设计必须考虑以下几个基本问题。

1. 网络编程环境问题

网络编程环境主要考虑操作系统的特性,以保证通信数据的正确性、一致性和有效性。通常,我们把网络编程环境分为同构环境和异构环境两种。同构环境是指通信双方所使用的操作平台(如开发工具、操作系统、协议体系等)完全相同,异构环境是指通信双方所使用的操作平台存在差异。

在同构环境下,主要考虑并发性操作问题。所谓并发是指在系统中多个进程和线程可以同步工作和资源共享。在一般情况下,现代操作系统都支持并发性操作,能保证大多数系统调用或函数的可重入性(即资源共享)。但有些系统调用或函数是不可重入的,或重入后会带来安全隐患,例如,一个线程调用另一个线程正在通信的网络端口资源时,将会导致通信的中断,此时,就不应有重入现象发生。各种操作系统都对其系统调用或函数的可重入问题有详细说明,对于那些不可重入或重入后可能产生安全隐患的系统调用或函数,在编程时,尽可能不用,当确实需要时,自己编写相应程序实现。

在异构环境下,除了要考虑操作系统的并发性操作问题外,更重要的是考虑可能导致通信数据产生错误的关键性问题,即字节顺序和数据类型长度。在异构环境下的网络程序设计必须充分考虑不同操作系统间存在的差异,特别是与数据格式相关的字节顺序和数据类型的长度问题。

(1) 字节顺序

在计算机中,数据都是以二进制形式表示的,但是,对于一个用二进制形式表示的具有多个字节的数据在计算机中的存放顺序却因操作系统平台的不同而有所不同,典型的

存放顺序有两种形式:第一种是高位字节占高地址单元,低位字节占低地址单元,依次存放,即低位在前高位在后。例如, Linux、Digital UNIX、DOS、Windows 等操作系统均采用低位在前高位在后的字节顺序。第二种是高位字节占低地址单元,低位字节占高地址单元,依次存放,即高位在前低位在后。例如, HP UNIX、IBM AIX、Sun OS 等操作系统均采用高位在前、低位在后的字节顺序。这一点必须引起注意。

(2)数据类型长度

计算机所处理的数据均有类型之分,如整型、实型、字符串等。但是,同一种数据类型在不同的操作系统平台上所定义的长度(字节数)却不一定完全一样。例如,一个长整型(longint)数在 64 位系统中和 32 位系统中的定义长度就是不同的。

对于像结构体和联合体这样的数据类型,其定义长度还要考虑结构本身的定界长度问题。例如,结构 `struct jg{longint a;char b;int c;}` 的定义长度是由结构内部的各元素类型总长度再加上结构本身的长度确定的,即:该结构的长度等于 longint、char 和 int 的长度加上结构本身的定界长度。对于结构本身的定界长度,不同的操作系统也有不同的定义,在一般情况下,系统为结构本身分配 4 个字节的定界长度。

在异构环境下,同一数据不但具有不同表示形式,而且其类型长度也有可能不同,必须采取必要的转换措施将其统一起来,否则,不但通信数据会产生错误,而且通信协议也会产生误操作,进而导致网络应用失败,并带来严重后果。

2. 网络程序的通信模式

网络程序的通信模式有阻塞和非阻塞之分。阻塞模式是指当某个进程或程序段开始执行后,直到其执行结束,在它后面的进程或程序段才可以继续执行,如果它没有执行完,那么,在它后面的进程或程序必须一直处于等待状态。非阻塞模式是指当某个进程或程序段开始执行后,不必等到它的各项操作结束,其后的进程或程序也可继续执行。

在进行网络程序设计时,选择何种通信模式是十分重要的。其重要性体现在:①影响通信协议的操作。例如,在阻塞模式下,当使用 TCP 协议接收数据报时,如果对方数据始终没有到达,则接收进程一直处于等待状态或出错,其后的进程将无法开始执行;当发送数据报时,若 TCP 的低层协议没有可用空间来存放数据,则发送进程将进入等待状态,直到低层有足够空间可用才进行发送。而在非阻塞模式下,无论是发送数据报,还是接收数据报,只要执行完发送或接收的动作,即可执行其后的其他进程,不必考虑数据报是否被发出或收到。②影响网络应用程序的设计方法。例如,要检查某服务端口是否有数据到达,在阻塞模式下,使用阻塞接收命令,利用返回参数进行判断即可实现检查的目的;而在非阻塞模式下,必须设计一个循环程序反复到指定端口去检查和判断,才能得到结果。③影响操作系统的特性发挥。对于单进程应用,若使用阻塞模式,在执行 I/O 操作时,将会导致其他进程无法正常工作。Windows 系统极力倡导使用非阻塞模式进行网络编程。

3. 需要什么网络服务

网络为用户提供了各种各样的服务以保证网络功能的发挥,例如,建立链路、网络寻址等。网络各层所提供的服务可分为两大类:一是面向连接服务;二是无连接服务。

(1) 面向连接服务

这种服务需要先两个对等层实体间建立连接信道,然后在连接信道上来保证实体间的正常通信,也称为“虚电路服务”,TCP 协议支持面向连接服务。面向连接服务包括三个环节:一是建立连接,二是数据交互,三是释放连接。

建立连接需要进行连接请求、应答请求和确认连接三个操作步骤。

(2) 无连接服务

这种服务不需要建立连接信道,直接进行对等层间的通信,其通信是由低层动态分配实现的。无连接服务不考虑通信对方的目前状态,而面向连接服务必须要考虑。无连接服务比面向连接服务更具有灵活性,可以采用多种形式进行对等实体间的交互。例如,有证实交付通信、无证实交付通信和请求应答通信等,UDP 协议支持无连接服务。

有证实交付是一种可靠通信,当数据报发到目的端后,由对等层协议实体反馈一个证实信息来证明收到数据报;无证实交付只管发送数据报,而不需要证实(默认可以收到);请求应答通信类似于一问一答方式,当数据报发出后,要求对方应答,得到应答后再进行下一个数据报的发送。利用无连接服务也可以实现面向连接服务的各项功能。

4. 出错处理

在网络程序设计中,各种问题都可能出现,为了保证网络程序的正确性、稳定性、灵活性和高容错性,必须进行出错处理。通常,对每一步有关网络 I/O 的操作都应进行状态检查,一旦发现出错,立即调用事先设计好的错误处理程序及时纠正。

在网络程序设计中,上述这些基本问题是必须要明确的,不然,设计出的网络程序就会出现许多问题,产生负作用。

1.2 网络程序设计的一般模型

网络程序设计的关键就是解决两个程序间的通信交互问题。从实现通信的角度来看,网络程序设计的规律性很强,它首先要有两个通信端,然后按着事先约定的通信规则建立通信连接,最后完成通信。事实上,网络程序设计中的大部分概念都与通信有关,例如,面向连接或无连接、阻塞模式与非阻塞模式等概念。

根据通信传输方式,可将网络程序设计分为面向连接和无连接两种模式。通信是在两个程序间进行的,无论面向连接通信,还是面向无连接通信,在通信时,始终存在发送方和接收方的概念,如果不存在接收方,则通信就没有实际意义。面向连接的通信需要通信双方先相互确认,并建立连接后才开始正常通信;面向无连接的通信不需要通信双方相互确认,发送者始终认为接收者存在并能收到信息,通常是直接将信息发送到一个始终存在的实体上,接收者需要查收信息时,直接到这个实体上去取。在通信协议规程中,请求和应答请求是发送数据或接收数据前的一个基本控制过程。通常,把发出请求信号的终端设备(或程序)称为客户端(Client)或客户机(或客户),把应答这个请求的终端设备(或程序)称为服务器(Server)(或服务),如图 1-3 所示。在图 1-3 中,客户机 1 和

客户机 2 分别通过请求和应答请求这个过程直接与服务器进行数据通信,而客户机 1 与客户机 2 间的数据通信是利用服务器间接实现的。网络程序设计的基本结构就是客户机与服务器结构,即 C/S 结构。

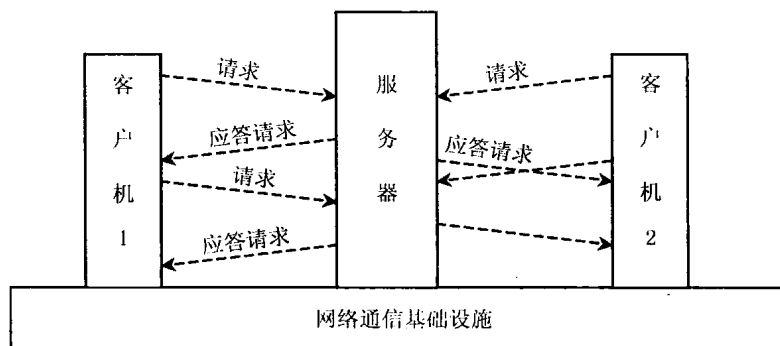


图 1-3 有两个客户的请求和应答请求的基本过程示意

1.2.1 C/S 结构模型

C/S 结构是网络程序设计的基本模型,它是一个典型的分布式结构。在 C/S 结构中,服务器程序始终处于监听状态,当被监听的服务端口处有服务请求时,立即响应客户的服务请求。一个大型的服务器,通常为各类客户提供多种服务,每种服务与一个端口号相对应。客户机在发出服务请求信号前,必须指定服务器地址和端口号才能获得相应的服务。

事实上,C/S 结构已经成为了现今网络应用的核心模式,这种结构可极大提高应用效率,可扩大客户机的应用空间,而服务器只需专注提高运算速度、处理能力和快速响应能力即可。

下面列举几种由 C/S 演变的流行结构。

1. 两层结构

与 C/S 结构直接对应的是两层结构。在 Internet 中,广泛使用的 IE (Internet Explorer) 浏览器/ Web 服务器结构(称为 B/W 结构),就是 C/S 结构的例子。

2. 三层结构

由两级 C/S 结构扩展的三层结构,这是目前企业应用中常见的一种形式,如:浏览器/ Web 容器/后台服务器(称为 B/W/S 结构)。这里的 Web 容器主要起控制和管理的作用,它从逻辑上将浏览器和后台服务器隔离,既提高了效率,又增强了安全性。

如图 1-4 所示是目前安全性能较好的一种由两级 C/S 结构复合成的三层结构模型。其中,CA 是一个第三方认证机制,通过这个机制可以认证客户

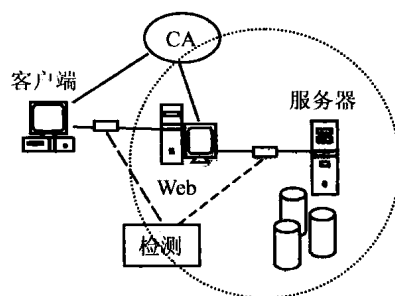


图 1-4 三层安全结构模型