

网络程序设计系列丛书

Borland C++ Builder 网络编程

贺 涛 编著
博嘉科技 审校

清 华 大 学 出 版 社

(京)新登字 158 号

内 容 简 介

本书采用理论与实例相结合的形式向读者介绍使用 C++ Builder 进行网络开发的方法和技巧。理论部分涉及到 Internet 基础知识、网络协议、客户/服务器原理、Web 服务器与浏览器、CGI 与 ISAPI、动态链接库、分布式系统、Socket 编程原理、NetBIOS、C++ Builder 的网络开发控件使用原理及方法等内容。实例是与理论紧密结合的应用程序,主要包括:收发电子邮件系统、文件传输系统、新闻组系统、网络数据传输、网络聊天系统、网络连珠游戏、创建 web 服务器应用程序、基于客户/服务器模式的数据库和多层数据库应用程序开发、应用程序中嵌入浏览器、主机 IP 地址查询、获取网络适配器信息等。

本书内容丰富、语言简洁。要求读者具有使用 C++ Builder 开发应用程序的基本知识。此书可作为广大程序员、大专院校师生、计算机网络爱好者和相关人员的培训教材。

版权所有,翻印必究。

本书封面贴有清华大学出版社激光防伪标签,无标签者不得销售。

图书在版编目(CIP)数据

Borland C++ Builder 网络编程/贺涛编著. —北京:清华大学出版社,2002.5

(网络程序设计系列丛书)

ISBN 7-302-05309-1

. C... . 贺... . C 语言—网络编程 . TP312

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 013352 号

出 版 者:清华大学出版社(北京清华大学学研大厦,邮编:100084)

<http://www.tup.tsinghua.edu.cn>

责任编辑:龙啟铭

印 刷 者: 印刷厂

发 行 者:新华书店总店北京发行所

开 本:787×1092 1/16 印张:25.75 字数:624 千字

版 次:2002 年 5 月第 1 版 2002 年 5 月第 1 次印刷

书 号:ISBN 7-302-05309-X/ TP·3120

印 数:0001~5000

定 价:36.00 元

前 言

网络已经深入每个人的生活,开发网络应用程序是所有程序员必须具备的本领。同时,熟悉网络编程就意味着在一个日益增长的市场需求中拥有一项很有潜力的技能。

C++ Builder 提供了一个面向对象、可视化设计的快速应用程序开发环境,使用 C++ Builder 可以用最少的程序代码编写各类 Windows 应用程序。在界面设计、Windows 编程、数据库编程、网络编程等方面具有其他软件开发工具无法比拟的独到之处。尤其在网络编程方面,C++ Builder 提供了一套由 NetMasters 公司开发的简便易用的控件,突破了从前程序员编写 TCP/IP 程序时不得不掌握复杂的协议知识和必须使用 Win32 下的 WinSock API 函数的难点,大大地降低了各种网络环境下应用程序开发的难度,并大幅度地提高开发效率。毫不夸张地说,C++ Builder 是网络编程的最佳利器之一。

本书系统地介绍了使用网络控件开发网络应用程序的基本方法,同时还介绍了如何开发 CGI、ISAPI 类型的服务器应用程序,并讨论了使用 NetBIOS、WinSock API 等进行网络实用程序设计的方法和技巧。

本书的最大特点是各章都介绍了与实例紧密结合的丰富理论知识。这些理论涉及到网络、协议、各种网络应用程序开发原理等诸多方面。掌握这些理论知识,无疑对理解实例和开发应用程序都有极大的帮助。

本书主要内容

本书分三部分共 16 章。第一部分介绍如何使用网络控件进行网络程序设计;第二部分重点介绍 Web 程序设计;最后,第三部分介绍了如何使用 WinSock API、NetBIOS 等编写网络应用程序,以弥补网络控件的不足。

本书编排特点

笔者希望通过对各方面、各种类型实例从易到难、由浅入深地讲解,使读者能较轻松地掌握用 C++ Builder 进行应用程序开发的技能,并可由此开发出其他实用的应用程序。因此,在本书编排上,主要采用“理论+实例”的模式,即在每章的开始部分,介绍了开发此应用程序所需的相关知识,主要包括网络知识和 C++ Builder 在该类程序中的应用,为接下来的实例开发打下基础;在实例部分,每个实例都提供了程序目标要点、实际设计步骤、程序源代码、实例解析等内容,使读者能通过对实例的理解进一步掌握相关理论,从而提高网络应用程序开发的能力。

本书各章之间既有一定的联系又相对独立,便于读者根据需要进行选择阅读。

本书适用对象

由于篇幅限制,本书不可能包括 C++ Builder 程序开发的方方面面,而是将重点集中在网络编程的应用,所以本书省略了对 VCL 库等基本知识的介绍。因此,要求读者具有 C++ Builder 的基本编程经验。

除了有志于使用 C++ Builder 进行网络开发的读者外，本书对所有希望了解网络及其协议等知识的读者也不失为一本好的参考书。

致谢

本书由贺涛主编。参与编著的还有安建伟、林小茹、赵连海、李熙蓉、马普东、马奕飞、张宇、吕为勇、陈晓东、罗第元、任世问、陈伟、杨伟杰、廖敏、邓志平、张志渝、王德凯、张庆荣、邓玉华、王乔宇、丁红、陈伶俐、张鹏、崔耀、杨林、田英、林海英、蒋学斌、贺凌云等，在此一并致谢。由于编者水平所限，书中错误在所难免，希望广大读者不吝指正。

另外，如果读者在学习过程中发现问题，或有更好的建议，欢迎与编者联系。联系方式为 E-mail：longqm@tup.tsinghua.edu.cn 或 bojiakeji@163.net。

编 者

目 录

第一部分 C++ Builder 网络控件编程

第 1 章 Powersock、NMEcho、NMDayTime 与 NMTime 控件编程	1
1.1 Internet 简介	2
1.1.1 Internet 的形成和发展	2
1.1.2 Internet 体系结构	3
1.1.3 Internet 提供的服务	6
1.1.4 Internet 的连接方法	7
1.2 C++ Builder 中网络连通性测试控件	8
1.2.1 Powersock 控件	8
1.2.2 NMEcho 控件	13
1.2.3 NMDayTime 控件	13
1.2.4 NMTime 控件	13
1.3 网络连通性测试程序	14
1.3.1 程序目标	14
1.3.2 实现步骤	14
1.3.3 实例分析	18
第 2 章 NMFTP 控件编程	24
2.1 文件传输	25
2.1.1 文件传输基本知识	25
2.1.2 文件传输服务的实现机制	26
2.1.3 普通文件传输协议	33
2.1.4 网络文件系统	34
2.2 NMFTP 控件	36
2.2.1 NMFTP 控件的功能	36
2.2.2 NMFTP 控件的属性、方法和事件	37
2.3 文件传输实例程序	39
2.3.1 程序目标	39
2.3.2 实现步骤	40
2.3.3 实例分析	55
第 3 章 NMPOP3 和 NMSMTP 控件编程	62
3.1 电子邮件	63

3.1.1	电子邮件基本知识	63
3.1.2	现代 E-mail 系统的实现机制	71
3.2	注册表和 NMPOP3 及 NMSMTP 控件	73
3.2.1	注册表	73
3.2.2	NMPOP3 控件	74
3.2.3	NMSMTP 控件	75
3.3	收发电子邮件实例程序	76
3.3.1	程序目标	76
3.3.2	实现步骤	76
3.3.3	实例分析	93
第 4 章	NMUDP 控件编程	104
4.1	数据报基本知识	105
4.1.1	网络主机间数据传送	105
4.1.2	端口号	106
4.1.3	UDP	106
4.1.4	UDP 头部	107
4.1.5	UDP 检验和	107
4.1.6	UDP 回送服务器	108
4.1.7	时间和日期服务	108
4.2	NMUDP 控件	109
4.2.1	NMUDP 的功能	109
4.2.2	NMUDP 的属性、方法和事件	109
4.3	数据报系统实例	111
4.3.1	程序目标	111
4.3.2	实现步骤	111
4.3.3	实例分析	115
第 5 章	NMNNTP 控件编程	120
5.1	新闻组基本知识	121
5.1.1	新闻组的历史	121
5.1.2	新闻组的主要功能	121
5.1.3	新闻组与 BBS	121
5.1.4	新闻组系统组成	121
5.1.5	新闻服务器	122
5.2	NNTP 控件	122
5.2.1	NNTP 控件的属性	122
5.2.2	NNTP 控件的方法	124
5.2.3	NNTP 控件的事件	125

5.3	新闻阅读程序.....	126
5.3.1	实现目标.....	126
5.3.2	实现步骤.....	126
5.3.3	实例分析.....	131
第 6 章	NMHTTP 控件编程.....	135
6.1	HTTP 基本知识.....	136
6.1.1	超媒体与超文本.....	136
6.1.2	超文本标记语言.....	136
6.1.3	万维网页面中的表单.....	139
6.1.4	万维网页面中的超级链接.....	140
6.1.5	超文本传输协议.....	141
6.1.6	HTTP 的报文结构.....	141
6.1.7	统一资源定位符.....	144
6.1.8	WWW 的工作过程.....	145
6.1.9	浏览器的结构.....	145
6.1.10	域名系统.....	146
6.2	NMHTTP 控件.....	148
6.2.1	NMHTTP 控件的属性.....	149
6.2.2	NMHTTP 控件的方法.....	150
6.2.3	NMHTTP 控件的事件.....	151
6.3	超文本处理实例.....	151
6.3.1	程序目标.....	151
6.3.2	实现步骤.....	151
6.3.3	实例分析.....	160
第 7 章	NMURL 与 NMUUProcessor 控件编程.....	165
7.1	控件介绍.....	166
7.1.1	NMURL 控件.....	166
7.1.2	NMUUProcessor 控件.....	167
7.2	数据编码/解码实例程序.....	168
7.2.1	程序目标.....	168
7.2.2	实现步骤.....	168
7.2.3	实例分析.....	172
7.2.4	运行测试.....	175
第 8 章	NMMsg、NMMsgServ 与 NMStrm、NMStrmServ 控件编程.....	176
8.1	控件介绍.....	177
8.1.1	NMMsg 控件.....	177

8.1.2	NMMsgServ 控件	177
8.1.3	NMStrm 控件	178
8.1.4	NMStrmServ 控件	178
8.2	发送/接收数据实例程序	179
8.2.1	程序目标	179
8.2.2	实现步骤	179
8.2.3	实例分析	184
8.2.4	运行测试	187
第 9 章	ClientSocket 与 ServerSocket 控件编程	189
9.1	客户/服务器基本知识及编程原理	190
9.1.1	网络计算模式的发展	190
9.1.2	客户/服务器的基本模式	190
9.1.3	客户/服务器模式的具体内容	191
9.1.4	BOOTP 引导协议	195
9.1.5	动态主机配置协议	199
9.2	C++ Builder 与 WinSock 编程	199
9.2.1	WinSock 概述	199
9.2.2	C++ Builder 中 Socket 编程	200
9.3	网络聊天程序	214
9.3.1	程序目标	214
9.3.2	实现步骤	215
9.3.3	实例分析	223
9.4	网络连珠游戏	231
9.4.1	程序目标	231
9.4.2	实现步骤	231
9.4.3	实例分析	242

第二部分 Web 程序设计

第 10 章	Web 服务器应用程序	243
10.1	Web 服务器与 WWW 工作原理	244
10.1.1	Web 服务器	244
10.1.2	WWW 工作原理	244
10.1.3	Web 文档的三种类型	245
10.2	C++ Builder 与 Web 应用程序	245
10.2.1	Web 服务器应用程序的逻辑结构	245
10.2.2	Web 模块	246
10.2.3	WebDispatcher 控件	248

10.2.4	TWebActionItem	249
10.2.5	HTTP 请求消息.....	251
10.2.6	HTTP 响应消息.....	258
10.2.7	PageProducer 控件	265
10.2.8	DataSetPageProducer 控件.....	267
10.2.9	管理 Web 服务器应用程序	267
10.2.10	Web 服务器与数据库	269
第 11 章	CGI 编程	273
11.1	CGI 基本知识	274
11.1.1	处理动态文档的 Web 服务器的设计	274
11.1.2	CGI 标准与 CGI 脚本	275
11.1.3	CGI 的输出.....	276
11.1.4	环境变量.....	279
11.1.5	CGI 的输入.....	280
11.1.6	调用 CGI 程序.....	280
11.1.7	CGI 程序实例.....	280
11.1.8	CGI 与网络数据库的交互.....	281
11.2	C++ Builder 中的 CGI 编程	281
11.2.1	创建 CGI 类型服务器应用程序	282
11.2.2	CGI 类型 Web 服务器应用程序管理	282
11.2.3	CGI 中的 HTTP 请求消息.....	283
11.2.4	CGI 中的 HTTP 响应消息.....	284
11.3	CGI 编程实例	285
11.3.1	普通 CGI 编程实例.....	285
11.3.2	CGI 与数据库编程实例.....	288
第 12 章	ISAPI 编程	295
12.1	动态链接库.....	296
12.1.1	DLL 原理及特点	296
12.1.2	DLL 与 EXE 文件	297
12.1.3	DLL 导入与导出	297
12.1.4	隐式链接和显式链接	298
12.1.5	客户程序查找 DLL 的方式	298
12.2	ISAPI.....	299
12.2.1	ISAPI 基本知识.....	299
12.2.2	C++ Builder 与 ISAPI 编程.....	300
12.3	ISAPI 编程实例.....	303
12.3.1	实例目标.....	303

12.3.2	实例步骤.....	303
12.3.3	实例分析.....	306
12.3.4	运行测试.....	309
第 13 章	嵌入浏览器.....	310
13.1	C++ Builder 中的浏览器控件.....	311
13.2	嵌入浏览器实例.....	311
13.2.1	实例目标.....	311
13.2.2	实现步骤.....	311
13.2.3	实例分析.....	314
13.2.4	运行测试.....	316
第 14 章	MIDAS 编程.....	317
14.1	分布式程序基础知识.....	318
14.1.1	分布式系统的发展.....	318
14.1.2	分布式系统使用的技术.....	319
14.2	C++ Builder 与分布式结构.....	319
14.2.1	C++ Builder 对分布式结构的支持.....	319
14.2.2	MIDAS.....	319
14.2.3	DCOM.....	321
14.3	MIDAS 应用程序实例.....	321
14.3.1	数据显示实例.....	321
14.3.2	数据更新实例.....	325
14.3.3	数据查询实例.....	327
14.3.4	实例分析.....	328
14.4	MIDAS 程序的分发.....	350
14.4.1	服务器端应用程序的分发.....	350
14.4.2	客户端应用程序的分发.....	350
14.4.3	以 ActiveForm 方式发布客户程序.....	350

第三部分 Windows Socket API 网络编程

第 15 章	Windows Socket 编程.....	353
15.1	Windows Socket 的基本知识.....	354
15.1.1	Socket 的编程原理.....	354
15.1.2	WinSock 的编程原理.....	359
15.1.3	WinSock2.0.....	365
15.1.4	C++ Builder 控制台程序与 MS-DOS 程序.....	367
15.2	获取主机 IP 地址实例程序.....	368

15.2.1	实例目标.....	368
15.2.2	程序步骤.....	368
15.2.3	实例分析.....	370
15.2.4	运行测试.....	373
15.3	域名和 IP 地址的转换实例	374
15.3.1	实例目标.....	374
15.3.2	程序步骤.....	374
15.3.3	实例分析.....	377
15.3.4	运行测试.....	379
15.4	C/S 连接实例.....	379
15.4.1	实例目标.....	379
15.4.2	程序步骤.....	379
15.4.3	实例分析.....	383
15.4.4	运行测试.....	384
第 16 章	NetBIOS 编程.....	385
16.1	NetBIOS 的基础知识	386
16.1.1	NetBIOS 的功能.....	386
16.1.2	NetBIOS 命令.....	386
16.1.3	NCB 结构中的字段含义	387
16.1.4	NetBIOS 提供的服务.....	388
16.2	网卡测试实例程序	391
16.2.1	实例目标.....	391
16.2.2	程序步骤.....	391
16.2.3	实例分析.....	393
16.2.4	运行测试.....	395
附录	一些常见的服务及其对应端口	396

第一部分 C++ Builder 网络控件编程

第 1 章 Powersock、NMEcho、NMDayTime 与 NMTime 控件编程

Internet 的使用日益广泛，掌握相关的 Internet 知识是进行网络应用程序开发所不可或缺的。本章第 1 节将介绍 Internet 的基本知识，包括 Internet 的形成和发展、TCP/IP 协议族体系结构、Internet 提供的服务、计算机接入 Internet 的方法等内容。接入 Internet 是使用 Internet 所提供的服务的必要前提。

第 2 节将介绍在 C++ Builder 开发环境下，可以用于检测计算机是否成功接入 Internet 的四个控件——Powersock、NMDayTime、NMEcho、NMTime。其内容包括各自的功能、属性、方法、事件及使用等。

第 3 节是应用实例，将具体介绍如何利用预备知识中介绍的四个控件来测试网络连通性，并将结合实例介绍 Windows 自带的 Ping.exe 程序。

1.1 Internet 简介

1.1.1 Internet 的形成和发展

Internet 是全世界最大的计算机互连网络，它不只是简单地把众多的计算机连接起来，更重要的是，它提供了极其丰富的信息资源，使人们在全世界范围内实现了通信和信息共享，打破了时间和空间的限制，从而实现在网络上工作、学习和生活。

Internet 是由美国 ARPANET 发展和演化而来的。ARPANET 是美国国防部于 1969 年建立的全世界第一个分组交换网，最初只有 4 个节点，是为了验证远程分组交换网的可行性而建立的。1972 年，在首届国际计算机通信会议 ICCC 上首次公开展示了 ARPANET 的远程分组交换技术，并在最初的基础上开始了第二代网络协议——NCP (Network Control Protocol) 的设计工作。随后，DARPA (国防高级计划研究局) 又组织有关专家开发了第三代网络协议——TCP/IP (Transmission Control Protocol/Internet Protocol)，并于 1983 年在 ARPANET 上正式启用，使 Internet 得以迅速发展。

Internet 发展的第二阶段是从 1983 年至 1994 年，核心是 NSFNET 的形成和发展，主要体现是在教育和科研领域的广泛使用。1986 年，美国 NSF (National Science Foundation，即国家科学基金委员会) 创建了 5 个超级计算中心，主要是让学校和全国学术研究单位共享资源，NSF 用 ARPANET 网上的 IP 技术以及 56Kbps 的电话线将单个计算中心连接起来，并且在各地建立局域网。学校、研究单位可以与最邻近的局域网连接，局域网又有某些网点与一个超级计算中心连接。采用这样的结构，每台计算机都可以与网上的其他计算机进行对话式通信。在结构上，NSFNET 是一个三级分层的互联网，即 NSFNET 主干网、各个区域网以及众多的校园网。

Internet 最初宗旨是用来支持教育和研究活动，而不是用于营业性的商业活动。但随着其规模的扩大，应用服务的发展，以及市场全球化需求的增长，Internet 的商业价值逐渐得以体现。AlerNet 和 PSInet 就是最早建立起来的商用 IP 网络。为了解决商用 IP 网络接入 Internet 的问题，采用了 CIX (Commercial Internet Exchange) 互连点的结构。它由高速路由器和连接各 CIX 成员的链路组成，这些 CIX 的成员都是网络服务提供者，而不是网络的最终用户。CIX 创造了更多的商业化机会，从此 Internet 就不仅服务于教育、科研和政府部门了。1994 年，NSF 宣布不再为 NSFNET 的运行和维护提供经费，而由其他商业公司（如 MCI 等）提供经费。这样不仅商业用户可进入 Internet，而且 Internet 的经营也商业化了。

随着 WWW 的发展，良好的操作界面大大降低了 Internet 的操作难度，更多的政府部门和商业公司加入了 Internet，从而丰富了其信息资源和应用服务。如今，Internet 已经深入到了人们生活的各个部分。通过 WWW 浏览、电子邮件、新闻讨论等方式，人们可以及时地获得自己所需的知识和信息。Internet 成了继电报、电话发明以来，人类通信的又一次革命，它已经成为未来国家信息基础设施 (NII) 和全球信息基础设施 (GII) 的雏形。

1.1.2 Internet 体系结构

计算机网络是一个非常复杂的系统。目前，已有数千万台计算机连接在 Internet 上。这些由不同厂家生产、使用着不同操作系统的计算机要进行相互通信，就必须遵守某种共同的规则。这些规则实际上就是 Internet 使用的一系列网络协议。1974 年，美国的 IBM 公司宣布了它研制的 SNA（System Network Architecture，即系统网络体系结构）。1977 年，国际标准化组织（ISO）成立了专门的结构研究不同网络体系结构相互通信的问题，提出了 OSI/RM（Open Systems Interconnection/Reference Model，即开放系统互连基本参考模型），简称为 OSI。目前，Internet 使用的协议标准是 TCP/IP。

1. TCP/IP 协议

网络协议通常分为不同层次，每一层次分别负责不同的通信功能。一个协议族是一组不同层次上多个协议的组合。

TCP/IP 协议族是实现互连网络和互操作性的关键。正是通过它，Internet 上的各种网络才得以互连并实现通信。TCP/IP 是一个四层协议系统，其结构如图 1-1 所示。

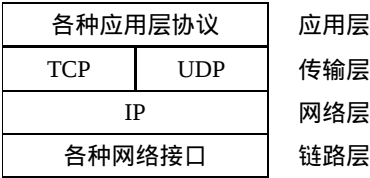


图 1-1 TCP/IP 协议族层次模型

每一层负责的功能描述如下。

- 链路层包括操作系统中的设备驱动程序和计算机中对应的网络接口卡，因此也叫网络接口层。其功能是处理链路层与传输媒介的物理接口细节。
- 网络层处理分组在网络中的活动。在 TCP/IP 协议族中，网络层协议包括 IP 协议（网际协议）、ICMP 协议（Internet 控制报文协议）和 IGMP 协议（Internet 组管理协议）。
- 传输层为两台主机提供端到端的通信，包括两个不同的协议：TCP 协议（传输控制协议）和 UDP 协议（用户数据报协议）。TCP 提供可靠的数据通信。它的工作包括把应用程序传送的数据分成适当的块交给下面的网络层，确认接收到的分组，设置发送最后确认分组的超时时钟等。UDP 则只为应用层提供一种简单的服务，它把数据报从一台主机发送到另一台主机，但并不保证该数据报能到达另一端，任何必须的可靠性都必须由应用层提供。
- 应用层提供特定的应用服务，如 TELNET 远程登录、FTP 文件传输、SMTP 简单邮件传送、SNMP 简单网络管理等。

下面，介绍 TCP/IP 协议的功能及工作原理。

1) IP

IP 协议是 TCP/IP 的心脏，也是网络层中最重要的协议。

IP 层接收由更低层（网络接口层，例如以太网设备驱动程序）发来的数据包，并把该数据包发送到更高层——TCP 或 UDP 层。相反，IP 层也把从 TCP 或 UDP 层接收来的数据包传送到更低层。IP 数据包是不可靠的，因为 IP 协议并未做任何事情来确认数据包是按顺序发送的或者没有被破坏。IP 数据包中含有发送它的主机地址（源地址）和接收它的主机地址（目的地址）。

高层的 TCP 和 UDP 服务在接收数据包时，通常假设包中的源地址是有效的。或者说，IP 地址形成了许多服务的认证基础，这些服务相信数据包是从一个有效的主机发送来的。IP 确认包含一个选项，称为 IP source routing，可以用来指定一条源地址和目的地址之间的直接路径。对于一些 TCP 和 UDP 的服务来说，使用了该选项的 IP 包好像是从路径上的最后一个系统传递过来的，而不是来自于它的真实地址。这个选项是为了测试而存在的。使用此选项可以“欺骗”系统，进行某些被禁止的连接。这样，许多依靠 IP 源地址做确认的服务将产生问题并且会被非法入侵。

2) TCP

如果 IP 数据包中有已经封好的 TCP 数据包，那么 IP 将把它们向“上”传送到 TCP 层。TCP 将包排序并进行错误检查，同时实现虚电路间的连接。TCP 数据包中包括序号和确认，所以未按照顺序收到的包可以被排序，而损坏的包可以要求重传。

TCP 将信息发送到更高层的应用程序，如 TELNET 的服务程序和客户程序。应用程序轮流将信息送回 TCP 层，TCP 层便将它们向下传送到 IP 层，经设备驱动程序和物理介质，最后传到接收方。

面向连接的服务（例如 TELNET、FTP、rlogin、X Windows 和 SMTP）需要很高的可靠性，所以它们使用了 TCP。在某些情况下，DNS（Domain Name System，域名服务系统）使用 TCP 发送和接收域名数据库，而使用 UDP 传送单个主机的信息。

3) UDP

UDP 与 TCP 位于同一层，但 UDP 对数据包的顺序错误或重发不做任何处理。因此，UDP 不用于那些使用虚电路的面向连接的服务，而主要用于那些面向查询/应答的服务，例如 NFS（网络文件系统）、NTP（网络时间协议）和 DNS（DNS 也使用 TCP）。相对于 FTP 或 TELNET，这些服务需要交换的信息量较小（更多的 UDP 知识可参考本书 4.1 节内容）。

4) ICMP

ICMP 与 IP 位于同一层，用来传送 IP 的控制信息。其作用主要是提供有关通向目的地址的路径信息。ICMP 的“Redirect”信息通知主机通向其他系统的更准确的路径；而“Unreachable”信息则指出路径有问题。另外，如果路径不可用了，ICMP 可以使 TCP 连接终止。Ping 是最常用的基于 ICMP 的服务。

2. IP 地址与域名系统

可以将整个 Internet 看成是一个单一的、抽象的网络。IP 地址就是给每一个连接在 Internet 上的主机分配一个全世界惟一的用 32 位二进制数表示的地址。为了方便起见，IP 地址通常写成四个十进制数，每个整数表示一个字节，之间用“.”隔开。这就是所谓的“点分十进制记法”（dotted decimal notation）。例如，202.115.64.33 就表示一台计算机的 IP

地址。IP 地址的结构使用户在 Internet 上能方便地进行寻址。先按 IP 地址中的网络号找到主机所在的网络，再按主机号找到主机。所以，IP 地址并不只是一个计算机号，而是指出了连接到某个网络上的某个计算机。

为了便于管理提供不同类型服务的服务器，在 Internet 上，IP 地址分为五类，地址格式如图 1-2 所示。其中，A 类地址的范围是从 0.0.0.0~127.255.255.255；B 类地址的范围是从 128.0.0.0~191.255.255.255；C 类地址的范围是从 192.0.0.0~223.255.255.255；D 类地址的范围是从 224.0.0.0~239.255.255.255；E 类地址的范围是从 240.0.0.0~247.255.255.255。目前，大量使用的 IP 地址仅有 A 类、B 类和 C 类三种。

A 类	0	网络号（7 位）		主机号（24 位）	
B 类	1	0	网络号（14 位）		主机号（16 位）
C 类	1	1	0	网络号（21 位）	主机号（8 位）
D 类	1	1	1	0	多播组号（28 位）
E 类	1	1	1	1	0 留待后用（27 位）

图 1-2 五类 IP 地址

由于一般用户很难记住数字形式的 IP 地址，而是使用名字的形式代替，所以 Internet 同时向用户提供了 DNS。它是一个分布式数据库，用来提供主机名和 IP 地址之间的映射信息。域名由若干部分组成，它们之间用点分开，每个部分最少由两个字母或数字组成。例如，bbs.net.swjtu.edu.cn 表示中国教育部门西南交通大学网络研究室的一台 BBS 公告牌系统计算机。

有关域名系统的更详细的介绍，可参考本书 6.1.10 节内容。

3. 端口号与套接字

在网络编程中，端口号的使用贯穿始终，端口号也是 TCP/IP 协议的一个重要部分。端口的意义在于可以支持不同的协议，指定的一个端口号可以表示使用服务器提供的某种服务。

端口有两种。一种是标准化的端口，又称为“知名端口”，它使远程计算机知道连接哪个端口就可以得到特定的服务。例如，提供 FTP 的所有系统都在端口号 21 上提供该服务。另一种端口号类型是“动态分配端口”，只有在用户运行该客户程序时，动态分配端口才临时赋予进程（网络服务）。比如，有两个用户使用 FTP 服务，首先分配一个随机的源端口号给第一个用户（动态分配端口），而其目的端口号是 21（知名端口）。服务器随机分配另一个源端口号给第二个用户，但目的端口号仍然是 21。一对源端口号和目的端口号就可以惟一地标志一个网络连接。

一个 IP 地址和一个端口号的组合称为一个套接字（Socket）。一个套接字可以惟一标志整个 Internet 中的一个网络进程。假设主机 202.78.45.3 上的一个用户使用 FTP 去连接主