

J a v a

Java

技术基础

(第2版)

J I S H U

J I C H U

刘 正 林 周 纯 杰 周 凯 波 编 著

华中科技大学出版社

- 以最新推出的Java 2 SDK1.4.2_03版本作为语言蓝本
- 全面、系统、完整地讲述Java技术基础的核心
- 循序渐进、突出重点、深入浅出、融会贯通

Java 技术基础

(第2版)

刘正林 周纯杰 周凯波 编著

图书在版编目(CIP)数据

Java 技术基础(第2版)/刘正林 周纯杰 周凯波 编著
武汉:华中科技大学出版社, 2004年5月
ISBN 7-5609-3136-7

I. J...

Ⅰ. ①刘... ②周... ③周...

Ⅱ. Java 语言-程序设计

Ⅳ. TP312

本书封面贴有华中科技大学出版社激光防伪标志,无标志者不得销售

版权所有 盗印必究

Java 技术基础(第2版)

刘正林 周纯杰 周凯波 编著

责任编辑:吴悦涛

封面设计:刘 卉

责任校对:刘 峻

责任监印:熊庆玉

出版发行:华中科技大学出版社

武昌喻家山 邮编:430074 电话:(027)87557436

录 排:华中科技大学惠友科技文印中心

印 刷:湖北新华印务有限公司

开本:787×1092 1/16

印张:35.75

字数:850 000

版次:2004年5月第2版

印次:2004年5月第2次印刷

定价:42.80元

ISBN 7-5609-3136-7/TP·522

(本书若有印装)

调换)

内 容 简 介

本书以美国 Sun 公司最新推出的 Java 2 SDK1.4.2_03 版本作为语言蓝本和开发工具,全面、系统、完整地讲述 Java 技术基础的核心部分,按照“循序渐进,突出重点,深入浅出,融会贯通”的教学原则编写,并用“深入浅出,通俗易懂”的方式讲解令人眼花缭乱的可视化编程技术。在内容安排上有浅有深且侧重应用,适用于各个层次的读者,既适合以前从未接触过 Java 技术和可视化编程的初学者,也适合具有一定编程基础的读者作为学习 Java 技术、提高编程能力的教材和参考书。

前 言

Java 技术随着 Internet 网的兴起应运而生,也随着 Internet 网的推广普及和蓬勃发展而成长壮大。它由 C++ 发展而来,保留了 C++大部分良好的内容和特性,并整合成完全面向对象、面向计算机网络的编程语言。Java 的出现正改变着整个电脑工业的面貌,业已成为 Internet 网上最流行的有力编程工具和工业标准,它的发展已不仅仅只是一种计算机语言了,现已形成成为 Java 技术,其应用已辐射到信息、制造、金融、医疗、商务和教育等各行各业,推动着各行各业市场的飞速发展,并创造了相当规模的产值,即正在逐步衍生出新兴的“Java 产业”,成为目前信息产业的主流技术。随着电脑的主要用途从单机应用转向网络应用,未来世界将是网络世界,Java 技术的推广普及已成大势所趋。因此,Java 技术将是各类专业的本科生和研究生所必备的计算机基础知识。

为了适应不同的应用场合,Sun公司将Java2(即JDK1.2以后的版本统称为Java2)平台划分成3个版本:第1个是Java2平台微型版,也称“J2ME(Java 2 Platform Micro Edition)技术”,定位于嵌入式系统的应用;第2个是Java2平台标准版,又称“J2SE(Java 2 Platform Standard Edition)技术”,定位于客户端程序的应用;第3个为Java2平台企业版,也称“J2EE(Java 2 Platform Enterprise Edition)技术”,定位于服务器端程序的应用。Java2平台标准版J2SE是创建和配置客户端应用的、既安全又牢固的基础,它是Java2平台微型版J2ME的基石,也是Java2平台企业版J2EE执行程序的“引擎(engine,即发动机)”。2002年2月Sun公司推出了与J2SE 1.3.1版完全兼容但又得到重大升级的J2SE 1.4版本,它是一个快速开发和配置跨平台的企业级应用与服务的综合性平台,必将成为网络服务和电子商务领域和企业信息化的主流技术,主要包含JDK(Java Developer's Kit,Java开发工具箱)和JRE(Java Runtime Environment,Java运行环境)等平台软件和开发工具,为用户提供调试、编译和运行等所需要的全部软件工具以及广泛的跨平台兼容性,改变了传统软件开发和部署的模式,大幅度提高了Java的计算性能,经实际评测J2SE 1.4版的性能比J2SE 1.3.1版提高了40%~60%,其中特别是程序的执行速度提高了60%,这标志着Java标准平台获得了大跨步前进,势必成为大规模数据挖掘、商务智能、工程技术和科学研究等应用的理想平台。

Sun公司一直遵循“只有开放,才能让全世界的软件在研究和开发上没有国界”的宗旨,正面向全世界推行“全球工程”计划,在全球建立了9个工程研究院作为研究和开发的基地,Sun(中国)工程研究院就是其中之一,且它是全球惟一能够扩展核心技术的单位。并且,Sun公司还发起成立了一个JCP(Java Community Process)组织,联合了39家世界著名的计算机厂商,如IBM、Oracle、Borland等,其发明者无私地把Java奉献给全人类,J2SE 1.4版本(其中包括JDK和JRE)是该组织第一个推出的高质量开发平台产品。因此,学习Java技术应使用JCP组织所认定的原汁原味的开发工具和软件产品,绝对不要使用未经JCP组织认定的开发工具和软件产品,如Microsoft Visual J++,因为它含有不符合Java标准的部分,无法实现“一次编程,到处运行(write once, anywhere run)”的承诺。另外,美国从事Java技术教学和科研的教授们通过多次研讨会已达成共识,Java技术的学习不能局限于只在Microsoft公司的Windows操作系统

上,因为大型的计算机网络操作系统目前仍然以 UNIX 为主流,所以 Java 程序的编译和运行应从命令行操作开始学起,这对于用惯了 Windows 操作系统的读者来说,无疑会感到是倒退到了 MS-DOS 时代。为了解决这个矛盾作者从 Internet 网上下载了一个目前十分流行的 TextPad4 (中英文两用)通用编译器,并将 JDK 的一些常用命令行设置成用鼠标选择菜单子项的操作形式,其操作方法与 Windows 几乎一样,本书以 TextPad4 通用编译器代替 JDK 命令行作为操作工具,为初学者提供一个简便易掌握的编程环境,并为进一步学习功能强大的 Java 集成开发环境 IDE (Integrated Development Environment) 如 Forte For Java 开发实际工程项目打下牢固的基础。值得欣慰的是由于与 Microsoft 公司在中国市场的激烈竞争, Sun 公司已答应将 J2SE 1.4 版本的全部源代码优惠地提供给我,这势必推动 Java 技术在我国迅速普及和飞速发展。

本书以美国 Sun 公司 2003 年 11 月最新推出的 Java 2 SDK (Software Development Kit) 1.4.2_03 版本作为语言蓝本和开发工具,全面、系统、完整地讲述 Java 技术基础的核心部分,如基本语法、类和对象、继承机制和多态性、图形用户界面、授权式事件处理模式等以及异常处理、多线程机制、输入/输出流库和文件处理、动画和声音效果等高级特性。本书根据“循序渐进,突出重点,深入浅出,融会贯通”的教学原则编写,并用“深入浅出,通俗易懂”的方式讲解令人眼花缭乱的可视化编程技术。为便于理解,决不生硬翻译国外的语言手册,力戒使用晦涩难懂的语言,对于日新月异的计算机领域的许多新专业术语采用通俗易懂的大众化语言讲述,对核心概念做到图文并茂并必举实例加以说明。每章均有小结总结本章必须掌握的重点内容和编程方法,并备有适度的习题和上机练习加强开发软件的基本技能训练,帮助学生悟出 Java 技术的要领。贯穿本书的教学宗旨是在教给学生像“面包加糖果”之类知识的同时,更重要的是要他们掌握像“猎枪和钓鱼竿”这类工具的使用方法,学会了“猎枪和钓鱼竿”这类生存工具的使用方法,学生就有了独立探索寻求新知识的本领,这才是事半功倍的学习方法。

本书适用于大专院校理工科各类专业本科生、研究生以及计算机应用软件开发人员,在内容安排上有深有浅且侧重应用,适用于各个层次的读者,既适合以前从未接触过 Java 技术和可视化编程的初学者,也适合具有一定编程基础的读者作为学习 Java 技术提高编程能力的教材和参考书。

由于篇幅的限制,有关 Java 技术的其他高级特性如反射程序包 (java.lang.reflect)、Java 网络编程、JavaBean、Java 的数据库技术 (JDBC, Java Database Connectivity) 和嵌入技术等将在《Java 技术基础》配套书中讲述。

衷心感谢读者选用本书,欢迎批评指正。

作者的电子邮件地址: Cowherd_17@hotmail.com

通信地址: 湖北省武汉市珞喻路 1037 号 (邮编: 430074)

华中科技大学主校区西二区 24 号 302 室 刘正林 收

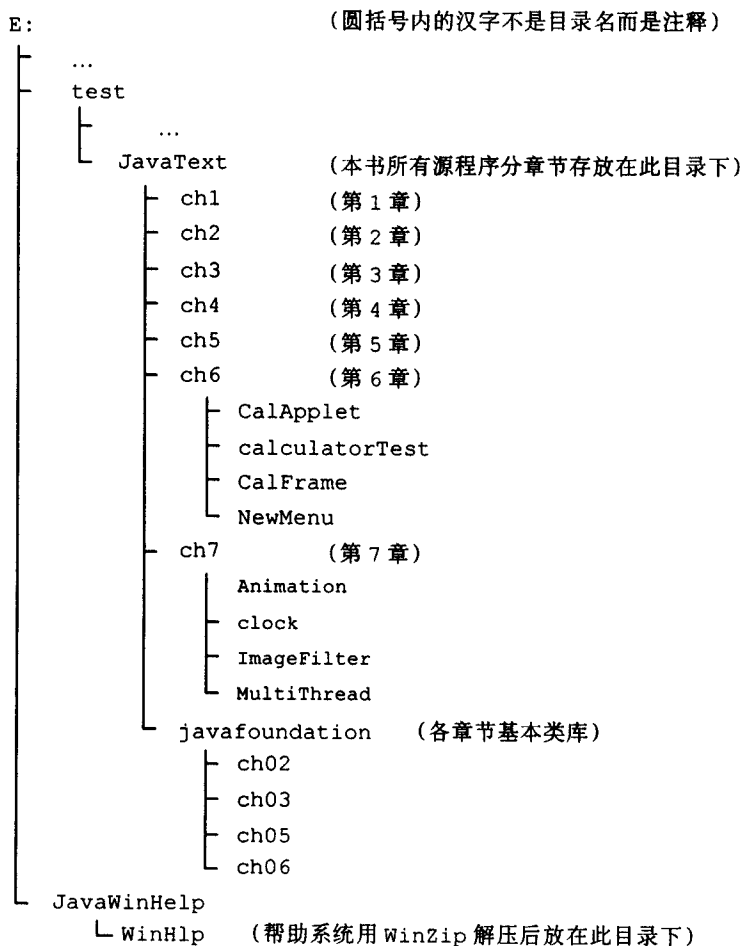
作 者

2004 年 3 月

读者须知

1. 本书的源程序（包括例程和习题中的程序）均在通用编辑器 TextPad4（中英文两用）上编辑、建立，并在 Win32（包括 Windows95、Windows98、Windows2000、Windows Me 和 Windows NT 等）操作系统平台上，采用 JDK1.4.2_03 版本的编译器 javac.exe 顺利通过编译生成类文件，Java 应用程序（Java Application）使用 JDK1.4.2_03 版本的 Java 解释程序（java.exe）都能成功地运行而无异常信息抛出，而 Java 小应用程序 applet 使用 JDK1.4.2_03 版本的小应用程序观察器（appletviewer.exe）都能成功地运行而无异常信息抛出，且都能不做任何修改移植到其他硬件机器和操作系统平台上。

2. “Java 技术基础”是一门实践性非常强的课程，必须在认真听课并读懂教材内容的基础上，通过上机实验进行开发程序的基本技能训练，因此，读者首先应在自己的机器上建立一个 Java 编程环境。读者按 1.4.1 节所述的办法下载平台软件和建立 Java 编程环境后应按下图建立目录路径，以便在阅读本书制作 Java 源程序时分章节存放在指定的目录路径下，也便于查找相关内容和例程。



3. 本书的标识符（类名、成员变量名、方法名、对象名和引用变量名等）采用如下约定。

(1) 对 class 类型的命名办法：若用一个英文单词作为类名则第 1 个字母使用大写，如果用多个英文单词组成一个类名，将它们紧靠在一起每个单词的第 1 个字母用大写，例如 MyMainWindow。若需要取用 Java 标准类库中已有的类名作为用户所编写类的名字，可在类名前加一个 U (User 的第 1 个字母) 以示区别，例如 java.util 程序包中的 Date 类，前面加一个 U 则为 UDate 类是用户定义的日期类。

(2) 其他标识符（成员变量名、方法名、对象名和引用变量名等）的命名办法与类名惟一不同之处是第 1 个单词的第 1 个字母用小写，例如变量名 gradeCounter、方法名 getXxx() 和 setXxx()（其中，Xxx 代表一个类的属性名，如一个组件类的属性名可以有 Size、Color、width 和 Height 等，则可以命名 getSize()、setSize()、getColor()、setColor()、getWidth()、setWidth()、getHeight()、setHeight() 等方法）等。

目 录

第 1 章 概论	(1)
1.1 Java 技术的入门知识	(1)
1.1.1 因特网和万维网(www)	(1)
1.1.2 Java 语言和 Java 技术	(11)
1.2 面向对象程序设计的有关概念和基本思想	(16)
1.2.1 面向对象程序设计的有关概念	(16)
1.2.2 面向对象程序设计的基本思想	(18)
1.2.3 面向对象程序设计的要点	(21)
1.3 Java 程序的构成特点	(24)
1.4 Java 编程环境	(34)
1.4.1 下载平台软件和建立 Java 编程环境	(34)
1.4.2 Java 编程环境的构成和命令行方式	(39)
1.4.3 借助 TextPad 建立 Java 编程环境	(43)
1.5 Win32 平台上的集成开发环境 IDE	(53)
1.5.1 Win32 平台上常用的集成开发环境 IDE 简介	(53)
1.5.2 RealJ 集成开发环境	(54)
小结	(67)
习题 1	(68)
第 2 章 Java 语言基础知识	(70)
2.1 数据类型、常量和变量	(70)
2.1.1 数据类型	(70)
2.1.2 常量	(73)
2.1.3 变量	(75)
2.2 运算符和表达式	(79)
2.2.1 算术运算符	(80)
2.2.2 关系运算符	(82)
2.2.3 逻辑运算符和位逻辑运算符	(82)
2.2.4 赋值运算符和增、减量运算符	(90)
2.2.5 自动类型转换和强制类型转换	(91)
2.2.6 运算符的优先级及其结合规则	(94)
2.3 流程控制语句	(95)
2.3.1 循环结构的流程控制语句	(96)

2.3.2 选择结构的流程控制语句	(105)
小结	(109)
习题 2	(110)
第 3 章 对象和类	(115)
3.1 类的定义	(115)
3.1.1 程序包	(117)
3.1.2 Java 源程序的组成	(118)
3.1.3 类的访问控制修饰符	(123)
3.2 字段和方法	(125)
3.2.1 字段的声明	(125)
3.2.2 方法的定义	(133)
3.2.3 方法的调用	(145)
3.3 对象的创建和自动回收	(151)
3.3.1 对象的创建	(151)
3.3.2 构造方法	(152)
3.3.3 this 引用变量	(155)
3.3.4 对象的自动回收	(156)
3.4 数组	(157)
3.4.1 数组的创建	(157)
3.4.2 数组的应用	(161)
3.4.3 多维数组	(166)
小结	(168)
习题 3	(169)
第 4 章 继承与多态性	(176)
4.1 Java 的继承机制	(176)
4.1.1 “是一种”关系	(176)
4.1.2 Java 的继承机制	(179)
4.2 Java 的多态性	(189)
4.2.1 什么是多态性	(189)
4.2.2 方法的重载和覆盖	(190)
4.2.3 “单界面多实现版本”的程序框架	(194)
4.3 抽象类和最终类	(197)
4.3.1 抽象方法和抽象类	(197)
4.3.2 最终类和最终方法	(200)
4.4 接口类型的定义和实现	(200)
4.4.1 接口类型的定义	(201)

4.4.2	接口类型的实现	(201)
4.4.3	使无关的类间具有相关性	(204)
4.5	内部类	(206)
4.5.1	成员类	(206)
4.5.2	方法体内的内部类和匿名类	(211)
4.6	对象引用的自动类型转换和造型	(218)
4.6.1	对象引用的自动转换	(218)
4.6.2	对象引用的造型	(220)
小结		(224)
习题 4		(225)
第 5 章	标准类库与常用算法	(234)
5.1	Java.lang 程序包中的几个重要类	(234)
5.2	java.util 程序包	(254)
5.2.1	java.util 程序包的类层次结构	(254)
5.2.2	Date 类、GregorianCalendar 类和 Calendar 抽象类	(257)
5.3	集合	(267)
5.3.1	向量类	(268)
5.3.2	二进制位集合类	(272)
5.3.3	堆栈类	(280)
5.4	排序算法	(281)
5.4.1	双冒泡排序算法	(281)
5.4.2	快速排序算法	(286)
小结		(298)
习题 5		(300)
第 6 章	图形用户界面 (GUI)	(305)
6.1	图形用户界面的概况	(305)
6.2	抽象窗口工具包 AWT	(308)
6.2.1	AWT 的类层次结构	(308)
6.2.2	组件的公用方法	(310)
6.2.3	图形和组件的绘制、画布和 Canvas 类	(323)
6.3	使用 Swing 组件的 Java Application 图形界面	(337)
6.3.1	模型、视图、控制器设计范式	(338)
6.3.2	Swing 类库、J 组件和类层次结构	(340)
6.3.3	文本字体及其相关的类	(355)
6.4	组件的布局和布局管理器	(363)
6.4.1	布局管理器的策略模式	(364)

6.4.2	常用的标准布局管理器	(365)
6.5	事件处理	(384)
6.5.1	事件控制基础	(384)
6.5.2	AWT 用于事件处理的类层次结构	(391)
6.5.3	几种独立事件的处理	(398)
6.5.4	选项窗格对话框和 JOptionPane 类	(419)
6.5.5	菜单的创建和使用	(422)
6.6	小应用程序 applet 和 Applet 类	(433)
6.6.1	Applet 类和 JApplet 类	(433)
6.6.2	applet 的生命周期和主方法	(436)
6.6.3	如何制作小应用程序 applet	(437)
6.6.4	applet 的安全性	(449)
小结		(451)
习题 6		(453)
第 7 章	Java 的高级特性	(469)
7.1	Java 的异常处理机制	(469)
7.1.1	Java 异常的概念	(469)
7.1.2	异常的种类和处理	(475)
7.1.3	用户自行定义异常类	(477)
7.2	多线程机制	(481)
7.2.1	进程和线程	(481)
7.2.2	Thread 类和线程的创建	(483)
7.2.3	线程的状态和行为	(489)
7.2.4	线程的优先级和线程组	(492)
7.2.5	同步控制	(499)
7.3	输入/输出流库和文件处理	(509)
7.3.1	java.io 程序包的类层次结构	(509)
7.3.2	File 类和文件处理	(515)
7.3.3	对象序列化	(527)
7.4	动画和音响效果	(533)
7.4.1	Image 类和 java.awt.image 程序包	(533)
7.4.2	图像的加载和显示	(537)
7.4.3	音响效果	(543)
小结		(550)
习题 7		(553)
参考文献		(561)

第 1 章 概 论

1.1 Java 技术的入门知识

1.1.1 因特网和万维网 (WWW)

在 20 世纪的最后 10 年中, 因特网 (Internet) 以惊人的速度迅猛发展, 它将分布在世界各地的数十万个结构各异的计算机网络按照统一的通信协议, 即 TCP/IP (Transmission Control Protocol / Internet Protocol, 传输控制协议 / 网际协议) 协议中的 IP 协议连接成一个全球性的计算机互联网, 为人们获取信息和进行信息交换提供了快捷的通信方式。其最初是在 20 世纪 70 年代中期, 由美国国防部 DOD (Department Of Defense) 高级研究计划署 ARPA (Advanced Research Projects Agency) 组建了广域网 ARPANET, 历经多年的精心研究, 于 1983 年正式推出 TCP/IP 协议作为 ARPANET 的网络体系结构和协议的标准。此后, TCP/IP 被当今世界众多有名的局域网, 如以太网 (Ethernet Network)、令牌环网 (Token Ring Networks)、令牌总线网 (Token Bus Network), 光纤网等所采纳, 同时也被著名的广域网, 如计算机科学网 CSNET (Computer Science NETwork)、国防数据网 DDN (Defense Data Network)、美国国家科学基金网 NSFNET (National Science Network) 等所采纳, 其使用范围遍及政府部门、军事机构、科研院所、大专院校、工矿企业和商业界等。与此同时, 美国政府各部门, 如国防部、国家科学基金会、国家航空航天局 NASA (National Aeronautics and Space Administration)、能源部 DOE (Department Of Energy) 卫生与福利部 HHS (Department of Health and Human Services) 等的主干网都相继连入到 ARPANET, 接着许多国家和地区性网络也不断接入, 使得该广域网迅速发展并覆盖了世界各国和地区, 从而成为一个庞大的、全球性的计算机互联网。当今世界, Internet 已渗透到人类社会日常生活的方方面面, 并得到迅速地推广和普及, 业已成为一种新型的、时髦的大众化通信工具, 特别像快捷简便的 E-mail (伊妹儿, 电子邮件), 它通过因特网完成了对邮件的发送、接收和存储等处理操作, 是因特网用户间进行快速、简便和廉价的现代化通信联络方式, 是 Internet 网上最广泛使用并最受用户青睐的服务项目, 它与 VoiceMail (语音邮件) 一道正在逐步取代传统的人工邮件和电报业务, 这是信息产业革命的第一次大浪潮。

在计算机网络最初出现的数年间, 它只能传输色彩单调的文字信息, 网络是一个没有声音、没有图像、没有激情且令人生厌的环境世界, 在那时只有计算机技术人员和少数科研人员才使用它来交流学术研究方面的信息。1990 年位于瑞士日内瓦的欧洲粒子物理实验室 CERN (the European Laboratory for Particle Physics) 组建了一个分布式多媒体计算机网络信息系统, 并推出了第 1 套 WWW 软件, 以便让世界各地的物理学家能通过 Internet 网以快捷、简便且现代化的方式进行学术交流, 这就是著名的万维网 WWW (World Wide Web), 它也经常写成 WWW、Web 或 3W。WWW 是一个开放式的体系结

构,其中包括为用户提供多媒体信息服务的 3W 服务器和能够获取、观测多媒体信息的浏览器,因而使得 WWW 成为 Internet 网上的信息海洋,它不仅在网上传输文本信息,更重要的是它能传输图像、声音和动画等信息,即传输超文本 (HyperText) 和超媒体 (Hypermedia) 信息,而支持 3W 服务器和浏览器的关键技术之一是超文本标记语言 HTML (HyperText Markup Language),HTML 语言是网上各资源之间自由访问的工具,它使得 Internet 成为一个图文并茂、声形俱全且生动直观的缤纷世界,吸引着亿万用户涌入 Internet 网,成为进行学术讨论、文化交流、新闻发布、体育比赛、政坛辩论、娱乐游戏和商务流通等活动的重要场所,一些知名企业也利用 Internet 网发布广告、推销产品、树立企业形象、招募优秀英才,从而掀起信息产业革命的第二次大浪潮。1991 年,Java 语言的出现改变了网络信息处理的环境、应用系统和人机交互方式,它可以做到“一次编程,到处运行”(Write Once, Run Anywhere),业已成为目前公认的 Internet 网上的世界语和工业标准,它的发展已不仅仅只是一种计算机语言了,现已形成为 Java 技术,并正在成为“Java 产业”,它为用户创建了一个与硬件平台和操作系统完全无关的程序设计环境,导致 Internet 和 WWW 网发挥出了更大的潜力,从而引起整个电脑工业的面貌发生了巨大改变,使整个计算机网络就像是一个存储数据和程序的“大仓库”,以往是各用户到指定的网站去获取数据和资料,使用 Java 虚拟机可以直接去调用那里的程序,只要网络的速度足够快,任何用户都可以做到不用大量购买软件,而是在计算机网络上谁有就去使用谁的软件资源。随着电脑的主要用途从单机应用转向网络应用,未来世界将是网络世界,Java 的推广普及已成大势所趋。

首先便于读者为学习“Java 技术”做好准备,下面先介绍几个有关的基础知识。

1. Internet 的组成

Internet 由主机、通信网络、路由器和信息资源等主要部分组成。

(1) 主机 (Host): 它是 Internet 网上能独立自主地运行各种程序的计算机,既可以是大型计算机,也可以是台式微型计算机或者是便携式微型机 (笔记本电脑)。主机按照其在网络中的作用可分为服务器 (Server) 和客户机 (Client) 两大类,专门为网络上的用户提供服务的主机称为服务器,由于要存储丰富的信息资源和提供快捷的信息检索服务,它通常是存储容量大、性能优良的高速计算机,并配置专用的服务器软件系统为用户提供优质服务。而接受这些服务的主机称为客户机,正如图 1.1 所示,它可以是 PC 机及其兼容机、便携式微型机或者是网络计算机等。配置 Internet 网上各种客户机软件用以提出各种服务请求以便访问 Internet 网上丰富而宝贵的信息资源,如通过使用 Internet 网上提供的电子邮件、远程登录、文件传输、WWW 服务 (也称为 Web 服务)、新闻网络 (Usenet)、电子公告牌 BBS (Bulletin Board Service) 和网络电话等,可以进行学术交流和讨论、新闻发布和政坛辩论、信息检索和通信、网上购物和电子商务、上网聊天和娱乐游戏以及拨打越洋电话等活动。

(2) 通信网络 (Communication Network): 与电话系统 (如公共电话交换网 PSTN, Public Switch Telephone Networks) 类似,把 Internet 网上的主机还有下面要介绍的路由器等设备连接起来的线路称为通信网络,按传输信号的媒体可分为两大类,用电缆或光缆连接的线路称为有线通信网络,使用卫星和无线电进行通信的叫做无线通信网络。只不过电话系统采用电路交换 (Circuit Switching) 技术,而通信网络采用分组

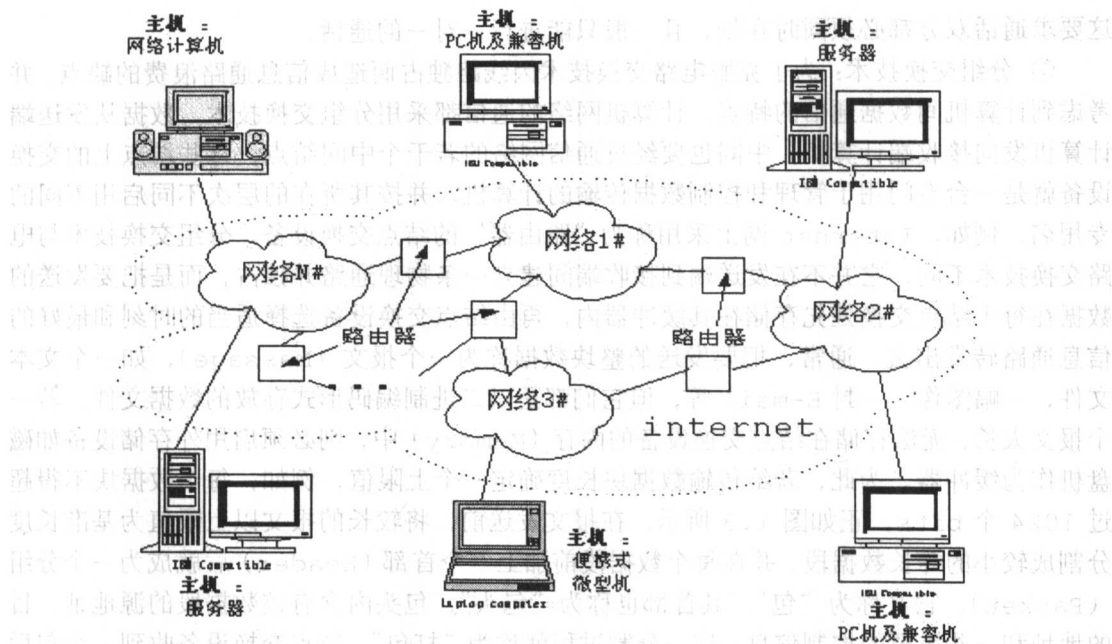


图 1.1 Internet 的组成

交换 (Packet Switching) 技术。

① 电路交换技术: 电话系统并不是在成千上万门电话机之间铺设直接相连的线路来实现通话, 这不仅对通信线路的资源是极大的浪费, 且用户数量太多也是不现实的。必须通过有中间结点的通信网络来实现用户间的互联, 这些中间结点上的设备称为交换机, 它并不关心通信的内容, 而是在两部通话的电话机之间架设一条客观存在而实际上可连通的物理线路。如图 1.2 所示, 当用户电话 T02# 向用户电话 T114# 发出呼叫时, 结点 1 上的交换机 01# 根据被呼叫机的号码选择接通结点 2 的通话线路, 且此时如果该通路是空闲的, 则如图 1.2 中虚线所画的部分通过硬件开关 (如电磁继电器) 将两处接通。与此同时, 结点 2 上的交换机 11# 内虚线所示的部分也被接通, 这样一来, 通话两端就被一条实际的物理线路所接通, 通话时这条话路就一直被独占, 直到通话结束挂机后才释放以备他用。

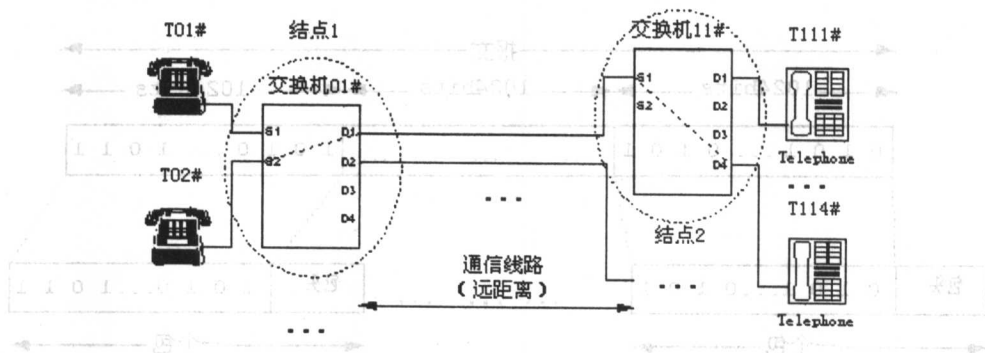


图 1.2 电话系统采用电路交换技术

这要求通话双方都必须同时在场, 且一般只能进行一对一的通话。

② 分组交换技术: 为了克服电路交换技术因线路独占而造成信息通路浪费的缺点, 并考虑到计算机间数据通信的特点, 计算机网络的通信都采用分组交换技术。数据从发送端计算机发向接收端计算机, 中间也要经过通信网络的若干个中间结点, 这些结点上的交换设备就是一台专门用于管理和控制数据传输的计算机, 并按其所在的层次不同启用不同的专用名, 例如, Internet 网上采用称为“路由器”的结点交换设备。分组交换技术与电路交换技术不同, 它并不在发送端到接收端间建立一条物理通路并独占, 而是把要发送的数据在每个结点交换处先存储在其缓冲器内, 再由结点交换设备选择适当的时刻和最好的信息通路转发出去。通常, 把要发送的整块数据称为一个报文 (Message), 如一个文本文件、一幅图像、一封 E-mail 等, 但它们都是以二进制编码形式存放的数据文件, 若一个报文太长, 无法存储在结点交换设备的内存 (Memory) 中, 则必须启用外存储设备如磁盘机作为缓冲器。为此, 若给传输数据块长度确定一个上限值, 例如, 每个数据块不得超过 1024 个 bits, 正如图 1.3 所示, 在报文发送前, 将较长的报文以上限值为基准长度分割成较小的等长数据段, 并在每个数据段前加上一个首部 (Header) 后就成为一个分组 (Packet), 它又称为“包”, 其首部也称为“包头”, 包头内含有该数据段的源地址、目的地址和一些重要的控制信息, 这一分割过程就称为“打包”。结点交换设备收到一个包后就先存入其缓冲器内, 接着根据包头内提供的信息查找传输路径表, 以便确定该包转发的下一个结点, 并根据线路的运行状态选择适当的时刻和最佳路径及时地发送出去。下一个结点的交换设备接收到该包后, 同样也是先存入其缓冲器内, 以同样的方式往下传送, 该包就像接力赛跑中的“接力棒”那样从一个结点传送到下一个结点, 一直传送到终点的主机, 在目的地经数据验证后再把这些经不同路径先后到达的一个个数据包重新组装起来还原成报文。由于包是一个较短的数据块, 可直接存储在结点交换设备的内存中而不必启用磁盘机, 从而确保了用户独占线路的时间非常短暂, 且在分组交换网上因允许很多主机同时进行通信, 从而大大提高了交换速率和通信线路的使用率。为了确保通信的高可靠性, 通信双方还必须遵循一些事先约定好的规则, 它规定了所交换数据的格式和有关的同步约定, 例如在何时应发出一些应答信息确保有条不紊地交换数据, 这些规则和约定有些已成为国际公认的事实标准, 统称为网络协议, 这就好比计算机为了进行数据处理和抽象计算需要使用程序设计语言一样。网络协议也有高低层次之分, 直接实现物理层的网络通信协

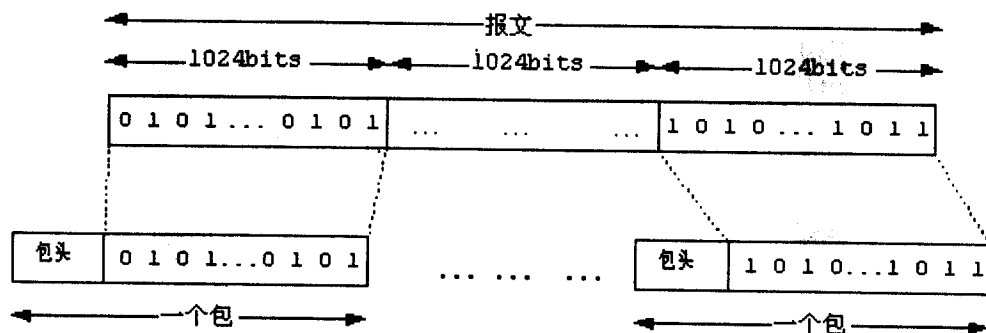


图 1.3 报文的分组打包过程

议如以太网协议属于低层次的就如同计算机的汇编语言,而实现较复杂、较抽象功能的协议,像 TCP/IP 协议属高层次的如同计算机的高级语言。

(3) 路由器 (Router): Internet 网采用标准化方法,将分布在世界各地且结构各异的计算机网络通过路由器连接成一个全球性的计算机互联网,接入的计算机网络都采用世界公认的网际协议 IP 进行通信。当网上的众多主机间在进行通信时,各主机用户并看不到各个互连的计算机网络间进行通信的具体实现细节,即对用户和应用程序隐藏了网络间物理层硬件连接的细节,用户就好像是在同一个网络上进行通信一样,因此可以将整个互联网看成为是一个虚拟网络。这正如图 1.1 中,用虚线所画的云图来表示该虚拟网络。并且,在 Internet 网上任何一个能够传输数据包的计算机通信系统都被看成网络,大到广域网 WAN (Wide Area Network),小到局域网 (Local Area Network),甚至两台计算机间点到点的连接都被看成网络,IP 协议均平等对待它们,这称之为网络对等性,它极大地简化了 IP 协议对结构各异的网络间进行通信时所要做的处理,使得 TCP/IP 中所说的“网络”完全撇开了它的物理性质成为一个抽象的“逻辑网络”概念,这给 TCP/IP 协议赋予了巨大的灵活性和通用性。

Internet 网所采用的路由器其实就是一台专门用来选择网络间通信传输路径的计算机。当一个数据包从某个网络传送到路由器时,首先将它存入到其内存的缓冲器中,接着根据数据包所要到达的终点,按一定的传输路径选择算法为它选择一条最佳输出路径。它还负责管理该输出路径的数据包等待队列,将该数据包在适当的时刻及时地转发出去。一个数据包从源主机发出经 Internet 网直至到达目的主机,往往需要经过很多个计算机网络传输,所以也就需要经过多个路由器转发。

(4) 信息资源: Internet 网业已成为全球规模最大、发展最快的计算机网络,特别是万维网 www 的广泛使用导致了 Internet 网用户的急剧增长。不仅限于政府部门、学校和科研机构,还有世界各国的名牌公司也都纷纷接入进来,使得 Internet 网上信息资源成为一部“大百科全书”,涉及人类社会生活的方方面面,其类型不仅有文本类型,还有图像、声音、动画和视频等超文本及多媒体类型,人们使用它可以轻松地查找到所需要的各种信息,并能方便地从网上下载信息、浏览文本和图形并听到声音,还可以非常容易地向网上发布用户自己制作的信息。

2. IP 地址和域名

Internet 网采用 IP 地址和域名两种形式来惟一地确定其内的任何逻辑网络的一个通信实体,如一台主机或路由器的某端口。基于 IP 通信协议的计算机网络(如 Internet 网)内传输的数据包都必须使用 IP 地址来标识,这就像信件必须写明发信人的通信地址和收信人的通信地址一样,邮政工作人员按照这些地址来确定信件的走向。而 IP 地址由 Internet 网络信息中心 INTERNIC (Internet Network Information Center) 给每个连接到网上的主机分配一个全网惟一的地址,它不是网络间互联的物理地址,而是在高层协议中使用的、用以屏蔽掉网络间互联时物理地址的实现细节。目前使用的 IP 地址使用分层结构,如图 1.4 所示,它是一个 32bits (即 4 个字节)的地址码,称为 IPv4 地址。粗略看来,它可提供 2^{32} (约等于 43 亿) 个地址号码,似乎取之不尽、用之不竭,于是分成 A、B、C、D 和 E 五类分配给下属的组织或公司。常用的 A、B 和 C 类由网络号字段 net-id (network - index) 和主机号字段 host-id (host - index) 组成,