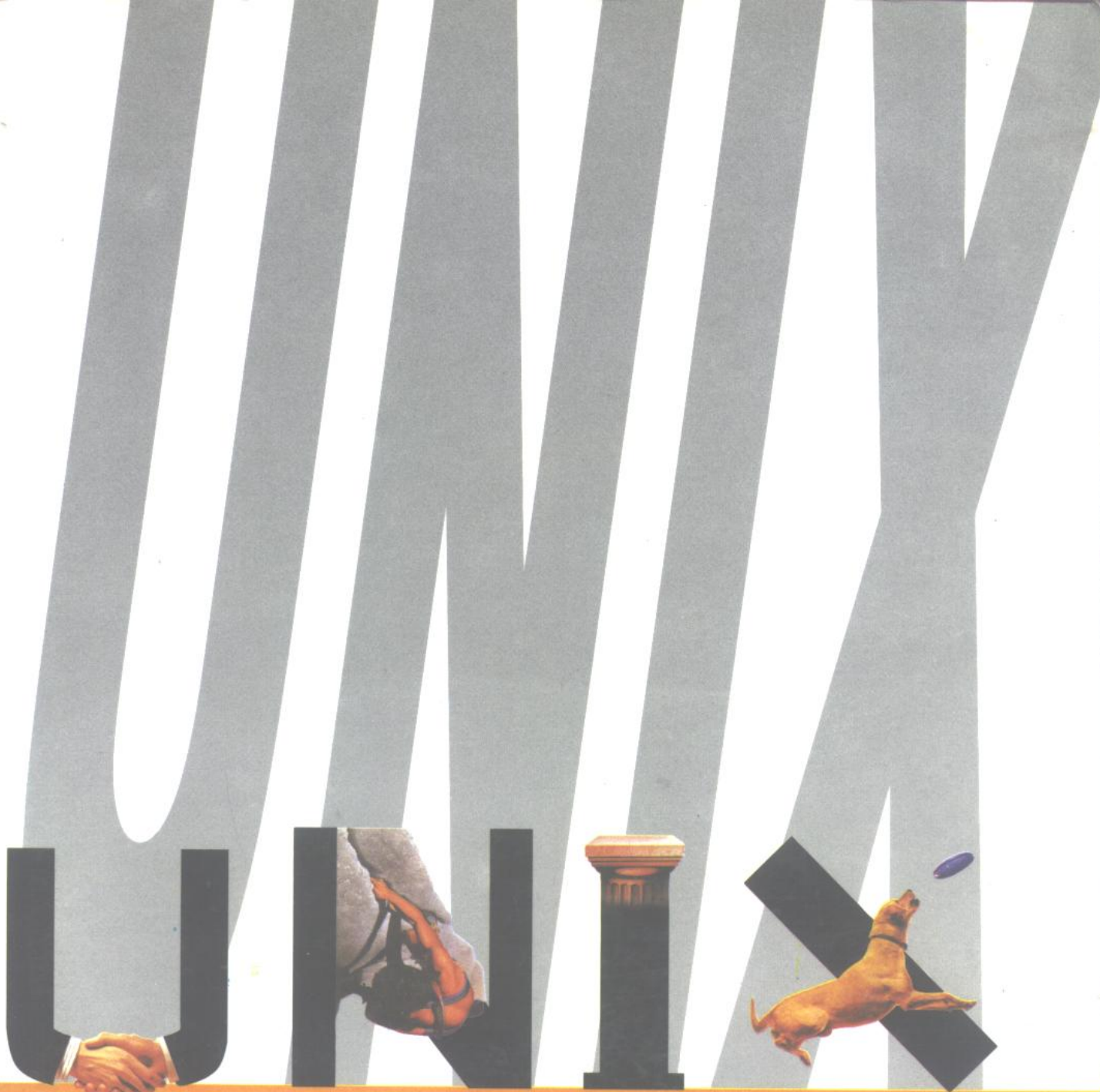




UNIX 系统基础

81
1

陈慧蓉 编著



清华大学出版社



UNIX 系统基础

陈慧蓉 编著

清华大学出版社

(京)新登字 158 号

内 容 简 介

这是一本较为全面且实用的介绍 UNIX 系统的书。书中首先通过示例以及与 DOS 的比较,介绍 UNIX 系统的使用方法。然后从 UNIX 的外部 and 内部两个方面进一步介绍 UNIX。从外部介绍作为用户与 UNIX 系统之间的较高层次的使用界面的 Shell 及 UNIX 的实用程序;从内部介绍 UNIX 操作系统的基本原理以及它所提供的系统程序设计界面,即系统调用及其在程序设计中的应用。最后介绍 UNIX 的扩展知识,如有关网络的一些基本知识。

本书可作为大学计算机应用类(非计算机系)专业的教学参考书,也可供有关科技人员阅读参考。

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

UNIX 系统基础/陈慧蓉编著. —北京:清华大学出版社,1998
ISBN 7-302-02767-6

I. U… II. 陈… III. UNIX 系统-基础理论 IV. TP316

中国版本图书馆 CIP 数据核字(97)第 27198 号

出版者:清华大学出版社(北京清华大学校内,邮编 100084)

因特网地址: www.tup.tsinghua.edu.cn

印刷者:昌平环球印刷厂

发行者:新华书店总店北京科技发行所

开 本: 787×1092 1/16 印张: 17.75 字数: 417 千字

版 次: 1998 年 2 月第 1 版 1998 年 6 月第 2 次印刷

书 号: ISBN 7-302-02767-6/TP·1440

印 数: 6001~11000

定 价: 18.50 元

JS327/3/1

前 言

UNIX 是一种多任务分时操作系统,它最初是由 AT&T Bell 实验室的一些科研人员为了自己的工作需要而开发的。由于具有安全可靠、使用方便、开放性和可移植性良好等优点,它迅速成为在小型机和工作站上普遍使用的一种主流操作系统,进而在小至微型机,大到大型机,乃至巨型机的各种机型上也被广泛使用。90 年代风靡全球的 Internet(译为因特网),就是在 UNIX 的基础上发展起来的;目前 Internet 上的大多数服务器也是建立在 UNIX 系统平台上的。随着 Internet 的普及,学习和使用 UNIX 的需求也越来越高。

UNIX 系统包括的内容很广,“UNIX 操作系统”是它的一个部分,即其“内核(kernel)”部分。UNIX 系统还为用户提供了包括 Shell 在内的大量功能强大的实用程序,用户可以借助实用程序及其功能的组合完成相当复杂的工作。UNIX 内核以系统调用的方式为用户提供了系统程序设计界面;Shell 作为命令行解释程序,同时也是一种程序设计语言,提供用户与 UNIX 系统之间的操作界面。

本书的对象是具有使用计算机的经验并对某种操作系统有一定了解的非计算机专业的读者。它旨在使读者通过学习,对 UNIX 系统有一个较全面的了解,掌握 UNIX 系统的基本原理和使用方法,并了解如欲进一步学习、使用或管理 UNIX 系统应朝哪方面努力。它不同于一般的“傻瓜书”,因为它要涉及 UNIX 系统的许多基本原理的内容;同时它又不同于计算机专业的操作系统原理的书籍,它的重点是在简要介绍 UNIX 操作系统原理的同时,让读者在理解的基础上使用 UNIX 操作系统提供的资源。

除第 1 章外,全书大体分为三部分:第一部分(第 2 章)是面向 UNIX 的一般用户的,它对 UNIX 的使用进行简单的介绍。对于一些常用的 UNIX 命令,作者力图尽量通过例子来介绍其基本的功能及使用方法。第二部分是面向程序员的,它包括第 3 至第 5 章。先从 UNIX 的外部着眼,介绍作为用户与 UNIX 的操作界面的 Shell 及有关实用程序;然后深入到 UNIX 的内部,简要介绍 UNIX 内核的基本实现以及内核提供给用户的程序设计界面,即系统调用。第三部分(第 6 章)则面向兴趣不只局限于一般地使用 UNIX 的用户,这部分介绍有关系统管理的一些基础知识、关于 Motif 和 X 窗口的使用以及网络的一些基本概念及必要的背景知识。最后,附录给出了两种最基本的 Shell(Bourne Shell 和 C Shell)的比较,UNIX 常用系统调用,以及目前的微机上使用较普遍的 Linux(一种免费的 UNIX)的大致安装过程。

本书可作为从事计算机应用的大学本科非计算机类专业有关 UNIX 系统的课程的教学参考书,也可供有关 UNIX 用户及进行 UNIX 系统环境下的应用软件设计的科研人员参考。如作为教材,建议对第 1 和第 2 章只作一些简单的介绍,安排足够的时间让学生自己上机实践,并将 UNIX 系统的使用方法与自己所熟悉的操作系统(例如 DOS)比较,从而获得对 UNIX 的初步的认识;讲课的内容主要安排在第 3 至第 5 章,视要求的不同将重点放在第 3 和第 4 章(以了解和使用 UNIX 的外在的功能为主)或第 5 章(以了解

UNIX的内核及使用 UNIX 的系统调用为主);第 6 章作为 UNIX 系统的知识的扩展,可让学生进一步自学或根据需要选择其中的一节,结合其它有关的参考书介绍。

本书编写过程中参考了若干有关的著作及教材,以及 Internet 上的一些讨论话题,并结合作者在自动化系讲授“UNIX 系统基础”选修课的讲稿整理。要特别感谢黄韬同志在本书的编写过程中给予作者的诸多帮助,包括与作者详细讨论本书的提纲,为本书的写作提供若干素材和程序实例,以及对书稿全文进行认真校阅并提出修改意见。

荣钢老师仔细阅读了本书的提纲并提出了宝贵的意见,他和董晓雪、覃美珍、张学工、应晓新、刘业新等老师为本书的完成提供了许多便利和帮助,在此一并表示深切的谢意。

清华大学出版社为本书的编辑出版付出了大量辛勤的劳动,借此表示诚挚的谢意。

UNIX 系统博大精深,本书所介绍的内容难免挂一漏万。由于作者水平有限,书中可能会有不少谬误之处,敬请读者批评指正。

作 者

1997 年 8 月 于清华园

E-mail 地址:chr@info.au.tsinghua.edu.cn

目 录

第 1 章 UNIX 系统概述	1
1.1 UNIX 系统的历史和现状	1
1.2 UNIX 系统的特点	3
1.3 UNIX 系统的层次结构和本书的组织	5
1.3.1 UNIX 系统的层次结构	5
1.3.2 本书的组织	7
1.3.3 本书的书写格式和符号的约定	8
第 2 章 UNIX 使用入门	9
2.1 UNIX 用户的工作环境	9
2.1.1 注册(login)与注销(logout)	9
2.1.2 Shell 工作环境	11
2.1.3 图形用户界面工作环境	16
2.2 UNIX 命令	20
2.2.1 UNIX 命令的基本格式	20
2.2.2 多命令行和多行命令	22
2.2.3 利用 man 命令获取联机帮助	22
2.3 UNIX 文件系统简介	24
2.3.1 UNIX 文件	24
2.3.2 UNIX 目录树	24
2.3.3 UNIX 文件的许可机制	25
2.4 文本编辑程序 vi	27
2.4.1 进入 vi	28
2.4.2 vi 的三种工作方式	28
2.4.3 退出 vi	31
2.4.4 常见问题的处理	31
2.5 常用的 UNIX 命令	32
2.5.1 有关目录和文件操作的命令	32
2.5.2 有关状态信息查询的命令	48
2.5.3 网络和通信命令	54
2.5.4 程序运行的命令	59
2.5.5 其它命令	61
习题	63

第3章 SHELL 及其程序设计	64
3.1 Shell 命令解释程序	64
3.1.1 输入输出重定向	64
3.1.2 管道线	68
3.1.3 后台进程	69
3.1.4 通配符及特殊字符	69
3.1.5 C Shell 的交互功能	71
3.2 Shell 程序设计	74
3.2.1 Shell 程序及其执行	74
3.2.2 Shell 变量	75
3.2.3 简单命令、管道线和命令表	81
3.2.4 test 命令	82
3.2.5 条件控制 (if 结构和 case 分支)	84
3.2.6 循环(for、while 和 until 循环)	88
3.2.7 Shell 变量的算术运算(expr)及命令的多重替换(eval)	91
3.2.8 C Shell 程序设计	93
3.2.9 Bourne Shell 函数与程序递归	97
3.2.10 Shell 程序的调试	101
习题	103
 第4章 UNIX 实用程序	104
4.1 最基本的实用程序	104
4.2 文本编辑程序	104
4.2.1 ed 文本编辑程序	105
4.2.2 vi	107
4.3 滤通程序	108
4.3.1 一些简单的滤通程序	108
4.3.2 模式搜索程序 grep	109
4.3.3 流编辑程序 sed	112
4.3.4 数据检索和加工工具 awk	116
4.3.5 sort 排序与合并	123
4.4 程序设计工具	125
4.4.1 程序翻译	125
4.4.2 C 语言	126
4.4.3 查错程序(dbx)	129
4.4.4 程序的管理	130
4.4.5 词法分析和语法分析	138

4.5	其它实用程序	138
4.6	实用程序与 Shell 程序设计	138
	习题	141
第 5 章	UNIX 内核及程序设计界面	142
5.1	UNIX 内核	142
5.2	系统调用和库函数	142
5.3	进程管理	144
5.3.1	进程	144
5.3.2	进程描述	145
5.3.3	进程状态及其转换	147
5.3.4	进程调度	148
5.3.5	进程的创建和终止	150
5.4	进程系统调用	150
5.4.1	进程的创建和终止有关的系统调用	151
5.4.2	库函数 system	156
5.4.3	进程的通信 I: 信号及其处理	157
5.5	进程存储状态及存储管理	166
5.5.1	进程的存储描述	166
5.5.2	存储管理策略	168
5.6	文件系统	175
5.6.1	UNIX 文件系统结构	175
5.6.2	索引节点和目录	176
5.6.3	UNIX 文件系统主要数据结构及关系	179
5.6.4	UNIX 文件的共享及进程用户标识	180
5.6.5	文件 I/O 系统调用	183
5.6.6	进程的通信 II	193
5.7	设备管理	204
5.7.1	设备驱动程序接口	205
5.7.2	数据缓冲区高速缓冲	206
5.7.3	块设备管理	207
5.7.4	字符设备管理	208
5.7.5	设备驱动程序的一个简例	210
	习题	215
第 6 章	UNIX 系统进阶	216
6.1	系统管理基础知识	216
6.1.1	系统引导及初始化进程 init	216

6.1.2	UNIX 系统中的进程	218
6.1.3	系统管理员的工作	218
6.1.4	系统启停	219
6.1.5	文件系统的维护	220
6.1.6	系统性能的维护	223
6.1.7	设备的管理	223
6.1.8	用户的管理	226
6.2	X 窗口系统和 UNIX 图形用户界面	228
6.2.1	X 窗口	228
6.2.2	UNIX 图形用户界面及其应用	228
6.2.3	Motif 风格	229
6.2.4	X 和 Motif 程序设计	229
6.2.5	图形用户界面设计工具	233
6.3	UNIX、网络及 Internet	234
6.3.1	计算机网络的概念	234
6.3.2	网络分层结构和 ISO/OSI 参考模型	235
6.3.3	TCP/IP 协议层架及其工作过程	235
6.3.4	Internet	238
6.3.5	网络文件系统	242
6.3.6	网络配置文件和一个实例	244
6.3.7	网络上的进程通信: socket 及其系统调用	246
	习题	252
	附录 A Bourne Shell 和 C Shell 的比较	253
	附录 B UNIX 的常用系统调用	255
	附录 C Linux 系统的安装	259
	参考文献	273

第 1 章 UNIX 系统概述

UNIX 系统从 1969 年问世,按中国人的说法,已经快到它的“而立”之年。短短的二十多年,UNIX 从一个工作小组为了自己的工作方便而开发的一个操作系统,到今天风靡全球,占据工作站操作系统的绝大部分市场,并在小到微机,大到大型机,乃至巨型机的操作系统市场中占据相当份额,成为计算机业界事实上的操作系统标准之一,恐怕是它的最初的研制者始料不及的。十几年以前,在 UNIX 开始得到普及时,还有两种截然相反的认识:一种说法是“UNIX——从现在起就把它当作标准”;一种说法是“UNIX——从一开始就是一具僵尸”。现在,自然是不再有人会对 UNIX 的强大生命力表示怀疑了。UNIX 系统已经渗透到每一类计算机、每一类用户和每一类应用中,世界上主要的计算机厂商无不涉足 UNIX 计算机市场。据美国 IDG 公司 1995 年 9 月的估计,在全世界中档机的销量和销额中,UNIX 系统已分别占有 46.3%和 35.9%的市场;在 1994 至 1999 年间,全世界 UNIX 系统销量平均每年增长 12.4%,销额每年增长 11.6%,到 1999 年,销量和销额将分别达到 230.9 万台和 503.5 亿美元。近几年,信息高速公路飞速发展,Internet 成为计算机业界乃至许多家庭的热门话题。据报道,Internet 用户以每月 15%的高速率增长,截至 1996 年底,全世界已有 6000 万台计算机联入了 Internet 网。随着网络和 Internet 热的不断升温,作为 Internet 主要基础的 UNIX 的普及和发展一定会更上一个台阶。

1.1 UNIX 系统的历史和现状

UNIX 与其它计算机操作系统相比,它的发展历史是非常独特的。它的出现,既不是来自官僚主义的决定,也不是出自功利主义的商业目的,而是直接来自实际需要和计算机专家的创造性。这就使得 UNIX 成为计算机领域中创造新思想的肥田沃土之一。

提到 UNIX 的历史,不能不提到它的开山鼻祖 D. Ritchie 和 K. Thompson。Thompson 和 Ritchie 是 AT&T Bell 实验室的科研人员,此前都曾参加过由 Bell 实验室、MIT 和 GE 公司联合开发的 Multics 系统的研制工作。Multics 系统是当时较为著名的一个分时交互式操作系统,虽然 Bell 实验室后来退出了 Multics 系统的开发工作,但是 Multics 系统的某些思想却在后来的 UNIX 中起着重要作用。

在结束 Multics 研制工作以后,Bell 实验室的科研人员为了改善他们的程序设计环境,由 Ritchie 和 Thompson 等人设计出一个简单的文件系统,一个操作系统的内核的雏形;同时他们也为 GECOS 编制一个名为“太空旅行(Space Travel)”的游戏程序。该程序在分时计算机上运行效率很低。当时他们找到一台废弃的 PDP-7,因为这台 PDP-7 能提供相对较好的图形显示和廉价的执行开销。Thompson 重写了在 PDP-7 上运行的“太空旅行”程序,同时也写了一个 PDP-7 上的操作系统的雏形,以及从 PDP-7 到 GECOS 的交叉汇编;利用交叉汇编,可将 GECOS 的纸带送到 PDP-7 上运行。很快,一个新的操作系

统便在 PDP-7 上运行起来,这就是 UNIX 操作系统。它吸收了 Multics 的精华,又比 Multics 大大简化。为了表示它与 Multics 既继承又独具特色的关系,开发者把它命名为 UNIX。

随着工作条件的改善,UNIX 被移植到 PDP-11 上。由于 UNIX 字处理功能的开发,Bell 实验室的专利部成为 UNIX 的第一个用户。1971 年 11 月,Thompson 和 Ritchie 写出了第 1 版的手册。在这一版中已经包含了 UNIX 的许多主要的思想,如文件系统、进程管理、系统界面以及若干主要命令。

第 2 版于 1972 年问世,增加了管道线的功能,但系统和实用程序仍是用汇编语言编写。此间 Thompson 开发了由 BCPL 派生的 B 语言,Ritchie 又把 B 语言发展成 C 语言。1973 年,他们用 C 语言重写了 UNIX,这就是 UNIX 的第 3 版。虽然这一版本的 UNIX 本身并不很引人注目,但是 C 语言的诞生在计算机界的影响却是不可估量的。用 C 语言编写的操作系统程序,虽然比用汇编语言编写的操作系统程序可能大一些、速度慢一些,但它的易读性、易修改性和易移植性则使人们受益无穷。可以说,UNIX 得以迅速推广,相当程度上也正是得益于 C 语言使 UNIX 基本上摆脱了对硬件平台的依赖性。

1975 年 UNIX 系统第 6 版问世并第一次成为广泛应用的版本;由于它只是象征性地收费,使它更有利推广。1979 年第 7 版宣布发行。相对于第 6 版来说,第 7 版增加了可移植性,在内核部分,把与机器有关的部分独立出来,尽量减少对特定机器的依赖性;在外层,加强了 shell,为 shell 提供了字符串变量、信号捕获处理、结构化程序设计等功能。第 6 版的 shell 虽已具有 I/O 重定向、管道线、后台处理等功能,但实质上还是一个交互的命令解释程序,第 7 版的 shell 就不仅是一个命令解释程序,而是一种程序设计语言了。

UNIX 系统开始被看作一种操作系统标准。第 7 版 UNIX 可以在 PDP-11 16 位机及 Interdata 32 位机上运行;1980 年在 Bell 实验室的 VAX-11/780 上进一步形成了 UNIX 32V。

UNIX 的另一大分支始于 1980 年,当时加州大学 Berkeley 分校受命重新设计 UNIX 以利于分布计算的研究。Berkeley 工作组开发的 UNIX 取名为 4BSD(4th Berkeley Software Distribution)。最初开发的版本是以 VAX 上运行的 32V 为基础的,称作 4.1BSD。4.1BSD 对 32V 所作的主要改进有:进程空间大大扩大、引入请求页面式存储管理、进程通信的推广包括局域网支持等,还增加了一些实用程序,如全屏编辑、终端通用接口等。

1982 年,AT&T 推出了 UNIX 的第一个商用版本,称作系统 III。系统 III 又增加了远程作业、源代码控制系统 SCCS 及记帐等新功能。1984 年公布的系统 V 大部分与系统 III 兼容,但文件系统更快捷,改进了终端驱动程序,推广了进程通讯,实现了内存共享及信号量等。

AT&T Bell 实验室后来相继推出了 UNIX 系统 V.2 和系统 V.3;而 Berkeley 也相继公布了 BSD4.2 和 BSD4.3。系统 V 和 BSD 形成了 UNIX 世界的两大分支。粗略地看,BSD 系统在太学和研究机构用得较多,而系统 V 则在工业和商业事务中占有举足轻重的地位。此外,许多研究机构和生产厂家也纷纷推出自己的 UNIX 系统产品,例如 SCO 和 Microsoft 协作开发的 XENIX 在微机市场上占有重要地位,而 Sun Microsystems 则把 BSD UNIX 系统商品化,加进系统 V 和 Sun 自己开发的功能,形成 SunOS。

UNIX 系统功能越来越齐全,软件越来越丰富,系统越来越庞大,用户也越来越多。虽然各种版本的 UNIX 机器变种在基本的部分能够保持一致,但在许多方面又差别甚大,于是 UNIX 标准化的问题就提上了议事日程。1988 年春,AT&T 和 Sun 公司结盟,宣布联合开发融 AT&T 的系统 V、SunOS 和 XENIX 为一体的 UNIX 系统 V.4;1988 年 5 月,以 IBM、DEC 和 HP 等几家大计算机厂家为首成立了开放软件基金会 OSF(Open Software Foundation);1988 年底,以 AT&T 和 Sun 为首,宣布了 UNIX 国际组织(UNIX International)的成立。UNIX 世界的这两大集团几乎包括了世界上所有最有影响的计算机厂家和软件开发公司。1989 年 8 月,UI 宣布了它的 UNIX 标准版本系统 V.4,OSF 也在 1990 年推出了它的标准化 UNIX 版本 OSF/1。虽然 UNIX 两大集团的成立带有浓重的商业竞争色彩,但它们为 UNIX 的统一作出了极为有益的贡献,它们都遵照 POSIX 标准,规定了统一的应用程序界面。目前市场流行的各种 UNIX 版本,基本上都是以这两种版本为基础的。

在我国,微机在计算机市场中占有很大的份额。随着微机硬件性能的迅速提高和网络热的迅速升温,UNIX 以其高可靠性和良好的功能以及强大的网络功能在微机领域中也越来越占有重要地位。目前在微机上使用最广泛的是 SCO UNIX 和 Linux,SUN 公司的基于系统 V.4 的 UNIX 系统(Solaris),也有其 X86 版本。

SCO UNIX/XENIX 是 SCO 公司的拳头产品,在 UNIX 市场尤其是微机的 UNIX 市场占有举足轻重的地位。从 1997 年 1 月起,SCO 公司开始向中国的教育、科研机构和个人全面赠送 SCO UNIX 的软件许可证。用户只要在 SCO 公司的万维网(WWW)主页上填一张表,便可立即获得一份 SCO OpenServer 5.0 的使用许可,这对 UNIX 在中国的推广无疑会发挥十分积极的作用。

Linux 是 1991 年由芬兰的 Linus Benedic Torvalds 设计的一种运行于 386 以上微机的 UNIX。为了不断扩充该系统的功能,他把系统的源代码放到 Internet 网上,取名为 Linux,并在网上发出公开信邀请更多的人来参加 Linux 的研制、开发工作。他的提议得到了热烈的响应,世界各地的各种研究人员包括教师、学生、工程师等积极参加进来,同时 Linux 也就在 Internet 网上不胫而走。由于 Linux 是免费使用,源程序公开,用户很容易从 Internet 网上下载,linux 迅速得到普及和推广。

1.2 UNIX 系统的特点

UNIX 往往是与计算机界的热门环境或热门软件密切联系的。目前在计算机系统程序设计及应用程序设计中使用最广泛的语言是 C 语言(当然还有从 C 发展的 C++)。C 语言和 UNIX 是一对孪生兄弟,确切地说,C 语言是为了开发 UNIX 而研制的一种语言。这几年网络炙手可热,谈到计算机几乎没有不谈网络,谈到网络没有不谈 Internet 的。Internet 的发展在很大程度上得益于 UNIX 的开放性,事实上目前 Internet 上的大部分服务器使用的也是 UNIX 平台。

归纳起来,UNIX 主要有如下特点:

(1) 设计简洁、功能全面

UNIX 作为一个操作系统,开始时只有两个人进行开发,但是它确实是一个完整的操作系统。它不但具有传统的操作系统的诸如进程管理、文件管理等功能,还包括了网络的功能。

(2) 使用方便

掌握了 UNIX 的一些基础知识,用户就可以通过一些简单的命令进行大量的工作。例如,UNIX 的输入输出重定向,使用户可以方便地把输出到屏幕的信息写到文件,也可以将预先准备好的文件的内容作为输入,避免重复击键的繁琐。通过管道将命令组合,可以利用单一命令行完成相当复杂的命令操作。

(3) 丰富的软件开发环境

我们知道,UNIX 系统最初并不是由生产厂家,而是由用户设计出来的。设计者的初衷并不是想使它商品化,而是想为自己的科研工作创造一个良好的环境。它长期应用于大学、科研机构等领域,使用者都具有相当的水平。由于 UNIX 提供了一个良好的开放的工作环境,如各种高级语言,强有力的调试手段,便于使用的文本编辑和其它实用程序等,于是众多的开发者又在此基础上增添了更多的应用软件和开发工具,如此形成良性循环,使 UNIX 成为今天这样一个强有力的软件开发环境。

UNIX 运行环境为用户特别是程序员提供了广泛的资源。许多问题的求解不必按传统的方法编程,而只需利用 UNIX 提供的工具或手段,把现有的资源组织在一起。UNIX 的许多命令看起来简单而又普通,但是当它们组织在一起时,就表现出强有力的功能和广泛的用途,这一点恐怕是其它操作系统所难以企及的。

(4) 开放性和良好的可移植性

UNIX 能够得到如此迅速的发展,最根本的原因,恐怕要得益于它的开放性和良好的可移植性。计算机硬件的发展极为迅速,CPU 速度每隔大致一年甚至半年便会提高一倍,存储容量增长迅速,相反,成本却不断下降;计算机的品种日益繁多,价格也越低。许多用户在购置和更新计算机系统的时候必然会关心:以前所做的工作可以移植过来吗?谁都不愿意自己的工作总是处在从头开始的起跑线上。

操作系统是人与计算机的界面。操作系统管理着系统的硬件资源,直接与硬件相关。以前,操作系统多是用汇编语言编写,汇编语言对硬件的依赖性强,兼容性很差,而且硬件的改变,必然导致操作系统也要作相应的改变。操作系统的改变不仅因本身复杂而不易实现,还可能牵连建立在它上面的庞大的软件系统。UNIX 及与之相关的 C 语言的出现,使这种状况大为改观。C 语言既具有高级语言的易于掌握、易于移植的特点,又具有低级语言可以直接对硬件进行操作的能力。UNIX 的绝大部分代码都是用 C 语言写的,其内核十分简洁,结构模块化,各模块可以单独编译。一旦硬件环境发生变化,只要把内核中有关模块作相应修改,编译后与其它模块装配在一起,即可构成一个新的内核,而建立在内核上层的软件则可维持不变。因此,它既可以在各种不同厂家的硬件平台上工作,也可以适用于小到掌上机,大到超级计算机的各种不同的硬件平台。这就是它的可移植性,即可伸缩性或称档次皆宜性(scalability)。

(5) 网络范围的互操作性

UNIX 提供了先进的网络功能。在 UNIX 环境下作为 Internet 通信协议而设计的

TCP/IP 协议,已经成为将各种网络连接起来的粘合剂,使 UNIX 成为把系统与网络连接起来的优选环境。使用 UNIX 操作系统,把一台计算机联到以太网,只要做很少的工作,便可以很方便地与其它计算机进行联络,而不必担心硬件的结构和配置的不同。虽然各种 UNIX 可能会有不同,但是由于它们都采用了公共的系统管理和联网协议,使得用户可以方便地混用和匹配多种 UNIX 系统。

此外,UNIX 在其安全性和可靠性方面也具有极大的竞争力。一方面,UNIX 实行开放的方针;另一方面它又有良好的安全保护功能。用户之间的资源共享非常方便,资源保护又非常严格。居心叵测者要想在 UNIX 系统下捣鬼,恐怕不是很容易的事情。

由于 UNIX 最初是由一些专家根据自己的需要而开发的这种先天原因,UNIX 在一开始有时不易被一般用户所接收,他们认为 UNIX 太难学了。清华大学有一位初学 UNIX 的同学的评价令作者印象极为深刻,他说:“UNIX 就像是一个工作努力、殷勤周到但又冷冰冰的服务员。”随着 UNIX 的日益推广,UNIX 本身在不断的改进中,增加了对用户的“友好”程度,例如提供了菜单选择、图形用户界面等手段,以方便广大普通用户。本书的目的,也是希望能把我们对 UNIX 的认识和理解以及我们使用 UNIX 的一些经验介绍给读者,帮助读者看到这位“服务员”热情友善的一面。

1.3 UNIX 系统的层次结构和本书的组织

UNIX 系统有时被称作 UNIX 操作系统,严格说,这是两个不同的概念。UNIX 系统是一个较为广义的概念,而 UNIX 操作系统是 UNIX 系统的一个部分,它是一般用户较少直接用到、但又是核心的部分。

1.3.1 UNIX 系统的层次结构

粗略地看,我们可以把 UNIX 系统的层次结构分为三层。如图 1.1 所示。

(1) 硬件

UNIX 系统具有良好的档次皆宜性,它可以在小至便携式大至巨型机等各种硬件平台上运行。

(2) 内核

内核(kernel)或称核心是真正意义上的 UNIX 操作系统,它执行操作系统的职责,如进程管理、存储管理、设备管理及文件系统的管理等。与其它操作系统不同,UNIX 操作系统还提供强大的网络功能。

内核即 UNIX 操作系统,是系统中的一个文件,而且显然是最重要的文件。通常它是/目录下的名为 unix 的文件(在 BSD 的 UNIX 系统中是/vmunix 文件),在一些可适用于各种机型的 UNIX 系统中,根据硬件平台的不同,放在相应平台的目录中(如 Sun Solaris 之/platform/sun4m/kernel/unix,其中 sun4m 是 Sun20 工作站的平台类型)。

UNIX 操作系统即 UNIX 内核的主体是用 C 语言写的,它把相当部分的内核代码提

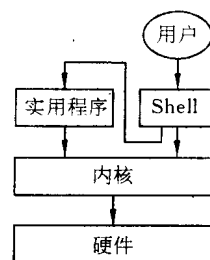


图 1.1 UNIX 系统的层次结构

供给用户使用,这就是 UNIX 的系统调用。UNIX 的系统调用为 UNIX 系统程序员进行程序设计提供了极大的方便。

(3) Shell

Shell 顾名思义是包在 UNIX 外的一层“壳”,它是 UNIX 与用户的界面。在绝大部分情况下,用户是通过 Shell 与 UNIX 打交道的。和 DOS 的 command.com 一样,UNIX Shell 承担着键盘命令行解释程序的功能,用户使用 UNIX 的命令,是由 Shell 接受,并由 Shell 去理解和执行的。UNIX Shell 同时又是一种程序设计语言,Shell 程序的作用类似于 DOS 中的批命令(.BAT)文件,它以一定的顺序执行若干命令,但 UNIX 的 Shell 程序比 DOS 的批命令文件结构复杂得多,功能也强大得多。Shell 程序是 UNIX 强大功能中不可或缺的重要部分。

有很多种 Shell 可在 UNIX 下运行,不同版本的 UNIX 可能也支持不同的 Shell,其中最基本的是 **Bourne Shell** 和 **C Shell**,任何一种 UNIX 都会提供这两种 Shell。

Bourne Shell 又称标准 Shell,是由其发明人 S. R. Bourne 得名,我们也把它称作 B Shell。它是由 Bell 实验室开发出来的资格最老的 Shell。虽然 B Shell 的语法和功能较之其它 Shell 简单,但由于它的程序设计方便和程序执行快捷的特点,至今仍被广泛用于 Shell 程序设计。Bourne Shell 是由执行/bin/sh 而得,它的缺省的提示符是“\$”,用户可以根据自己的喜好确定自己的提示符。

C Shell 是由加州大学 Berkeley 分校率先使用的一种 Shell,它因句法与 C 语言类似而得名。C Shell 由执行/bin/csh 而得,它的缺省的提示符是“%”。C Shell 提供了许多便于交互使用的功能,如别名(alias)、文件名自动匹配(file completion)及历史记录(history)等,可以大大减少击键次数,使得绝大多数交互用户喜欢使用 csh。

上述两种 Shell 的最主要的变种有 tcsh、ksh 和 bash。tcsh 是 csh 的扩展,它提供了比 csh 更方便的交互功能,如采用了 Emacs 风格的命令行编辑及可类似于 DOSKEY 利用箭头键回溯历史记录。ksh 的全称是 Korn Shell,它与 sh 兼容,同时加入了 csh 的许多好的功能。bash(GNU Bourne-Again Shell)则是一种融汇了 csh 和 ksh 的有用功能的 Shell。此外,还有一些其它 Shell,如 Microsoft 公司的可视化 Shell vsh,SCO 公司的用于系统管理的 sysadmsh 等。

(4) 实用程序

UNIX 的内核做得非常紧凑、精练,作为 UNIX 和用户的界面的 Shell 也是做得尽可能的紧凑、精练,这也是 UNIX 的一个重要的特点。和一般的操作系统的键盘命令解释程序不同,UNIX 只是把少数常用的和 Shell 的运行环境密切相关的命令如 set、cd、exec 等以及 Shell 程序设计的流程控制语句做在 Shell 的内部,大部分的命令是以实用程序的方式放在 Shell 的外面,与 Shell 同级放在存放有关命令的目录中。如 sh 是 /usr/bin/sh(或 /usr/bin)文件,而 pwd(列出当前的工作目录名,类似于 DOS 的不带参数的 CD 命令)和 ls(列出当前目录中的文件,类似于 DOS 的 DIR 命令)等,在 DOS 中,这些命令是放在 command.com 的内部,而在 UNIX 中这些命令是以单独的文件的方式,也放在 /usr/bin 目录中。在 UNIX 的 Shell 外,有数百条这样的命令。这样做,一方面可以使 Shell 本身相当精练,另一方面又可以比较方便地不断完善这些外部命令的功能而不对 Shell 产生影响。事

实上,许多外部命令都有相当复杂的功能,还有许多外部命令本身甚至就是一些相当复杂的应用软件,我们把它们统称为实用程序。

我们使用 UNIX 的实用程序,是通过 Shell 这个中介来完成的。当某一种 Shell 运行时,它打印提示符等待用户输入命令,Shell 对命令行进行分析,如果是它的内部命令,它便执行;如果是一个外部命令(实用程序),Shell 就创建一个新的子进程来执行,执行完毕后,返回原有进程。其工作原理和过程,我们会在第 4 章予以介绍。

1.3.2 本书的组织

本书旨在帮助具有一定的计算机基础,尤其是对 DOS 较为熟悉的读者,学会使用 UNIX,并在了解 UNIX 的基本结构的基础上,进一步用好 UNIX。

作者的主观愿望是希望读者通过阅读或学习本书完成一个“从入门到熟悉”(不敢奢望“精通”)的过程。全书分为三部分。

第一部分即第 2 章,主要是面对一般的最终用户。在进行必要的背景知识介绍以后,本章分类将 UNIX 中最常用的几十条命令的最基本的概念分类列出。这一部分的内容有点像一本入门的“手册”。在这本“手册”中一是注意将列出的命令与 DOS 的相应命令对比;一是注意尽可能根据编者的使用经验,通过例子来说明命令的功能。希望读者能通过坐在计算机前实践这些命令,达到对 UNIX 的一定程度的了解,从而轻松地过渡到 UNIX。需要强调的是,在所列出的命令中,列举的功能大多还只是命令功能的很小的一部分;读者可在 UNIX 的联机帮助(man)命令的帮助下,查阅系统中的联机手册,达到对命令以及相关命令的了解。

第二部分是进一步面向程序员的。由于第一部分基本上不涉及原理,第二部分会介绍一些原理性的内容。按图 2.1 所示的层次结构我们将这部分划分为三章:第 3、4、5 章。第 3、4 章是从 UNIX 操作系统往外看,第 3 章介绍 UNIX 作为命令解释程序的 Shell 和 Shell 程序设计语言及其程序设计,第 4 章介绍可以通过 Shell 界面使用的 UNIX 的各种实用程序(或工具),第 5 章则是进入到 UNIX 操作系统的内部,概要地介绍 UNIX 操作系统的实现,如文件系统的结构及其管理、进程及其管理、进程间的通信等。由于 UNIX 是用 C 语言写的操作系统,它把实现 UNIX 的许多函数以系统调用(system call)的形式提供给用户使用,所以在这一章中,除了介绍内核实现的基本原理外,也以相当篇幅介绍用户在自己的 C 程序设计中利用内核所提供的这些功能的方法。

第三部分(第 6 章)则更进一步,是面向系统管理员或对 UNIX 有较深了解的用户,其中包括对系统管理知识的介绍(6.1 节)、对图形用户界面的介绍(6.2 节)以及对 UNIX 的网络及网络配置的介绍(6.3 节)。这一部分内容本身并不深奥,只是涉及的范围比较广一些。尤其是网络,目前流行的网络如 Inetrnet 网大多是在 UNIX 平台上开发出来,许多读者学习 UNIX 的出发点之一恐怕也是出于对认识和使用网络的知识的渴求。本章最后一节试图帮助读者在使用第一部分所列出的网络命令的基础上,能对网络有更深一些的理解。

1.3.3 本书的书写格式和符号的约定

(1) Shell 命令的格式中,凡属任选的标识符,均以[]括住。

(2) 由于 Shell 的提示符是可由用户自定的,本书中一般采用 C Shell 的缺省提示符“%”或 Bourne Shell 的缺省提示符“\$”。书中的示例可能只采用其中的一种提示符,这并不意味着该命令只能在那种 Shell 下使用,因为 Shell 的外部命令在各种 Shell 下均可使用。超级用户命令统一采用 root 的缺省提示符“#”。

(3) Shell 的命令行的示例以黑体字标志用户输入的部分,以非黑体字标志系统显示的部分。如命令

```
% pwd ↵  
/home/chr/cc
```

其中,“pwd ↵”是用户的输入,“%”和“/home/chr/cc”是系统的显示,“↵”代表[enter]键。在有些显而易见有[enter]键的地方,由于文本已经换行,书中可能将“↵”省略。

(4) 有些根据机器不同而有不同显示的字符,如 *hostname*(主机名,在网络中每一主机各有自己的名字),在书中以斜体字表示。如包含主机名的 C Shell 提示符

```
hostname %  
具体到主机名为 seis_2 的计算机,则代表  
seis_2 %
```

(5) 书中,编者将自己的某些经验或编者觉得值得提醒读者注意的地方框出,以期引起读者注意。如:

这里是值得读者注意之处。