

UNIX/Linux

周明德 编著

核心



清华大学出版社

TP316.81
57

UNIX/Linux

周明德 编著

核心

北方工业大学图书馆



00543647

清华大学出版社
北京

内 容 简 介

任何一台现代计算机系统,小至台式机、笔记本电脑甚至各种嵌入式计算机系统,大至巨型机,都离不开操作系统。目前主流的操作系统有:在PC机上广泛使用的操作系统 Windows 系列和在服务器特别是高端服务器上的主流操作系统 UNIX 系列。近年来, Linux 因其功能强大、开发人员众多、发展迅速又是源代码公开的系统,日益得到人们的喜爱和重视,成为得到广泛应用的主流操作系统之一。

现代的操作系统的核心和外围软件两大部分。外围软件由命令解释语言、大量的命令与实用程序、各种库函数,操作系统支持的高级语言和图形用户界面等组成。用户在使用操作系统时首先与外围软件交互和使用外围软件。但是,操作系统的核心是整个软件系统的基础、核心和灵魂,是软件皇冠上最灿烂的明珠。不理解、不懂得操作系统的核心,虽然会使用操作系统,但也只是知其然而不知其所以然。所以,要能得心应手、自由地、有创造性地使用操作系统,必须学习和理解操作系统的核心。

作者自 20 世纪 80 年代末以来主持和参加了国产操作系统的开发。因工作需要,先后分析了 UNIX System V R4.0、Mach 2.5、Mach 3.0 和 Tru64 UNIX V5.0 等的核心的源代码。并为各种层次的技术人员培训过 UNIX 核心,积累了丰富的经验。

本书不着眼于如何使用 UNIX/Linux,不介绍如何在 UNIX/Linux 上编程。而是希望更深入一步,帮助读者进入 UNIX/Linux 的核心,理解它们、掌握它们,从而有助于更好地应用 UNIX 和 Linux。

本书适用于广大的软件开发人员。也可作为高等院校的操作系统课程的教材或参考书。

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/Linux 核心/周明德编著. —北京:清华大学出版社,2004.1
ISBN 7-302-07883-1

I. U… II. 周… III. ①UNIX 操作系统 ②Linux 操作系统 IV. TP316.81

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 125604 号

出 版 者: 清华大学出版社

<http://www.tup.com.cn>

社 总 机: 010-62770175

地 址: 北京清华大学学研大厦

邮 编: 100084

客 户 服 务: 010-62776969

责任编辑: 张瑞庆

印 刷 者: 北京国马印刷厂

装 订 者: 北京市密云县京文制本装订厂

发 行 者: 新华书店总店北京发行所

开 本: 185×260 印 张: 19.75 字 数: 450 千字

版 次: 2004 年 2 月第 1 版 2004 年 2 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 7-302-07883-1/TP·5725

印 数: 1~5000

定 价: 29.00 元

本书如存在文字不清、漏印以及缺页、倒页、脱页等印装质量问题,请与清华大学出版社出版部联系调换。联系电话: (010)62770175-3103 或 (010)62795704

前 言

任何一台现代计算机系统,小至台式机、笔记本电脑甚至各种嵌入式计算机系统,大至巨型机,都离不开操作系统。

操作系统的主要功能是:

- 管理和驱动硬件;
- 为所有上层软件提供支持;
- 方便用户使用。

随着 20 世纪 80 年代初个人计算机(personal computer, PC)的诞生和迅猛发展, PC-DOS得到了极其广泛的应用,拥有了庞大的用户群。随着硬件功能和性能的急剧扩展与提高,PC-DOS 的版本也不断更新。进入 20 世纪 90 年代,诞生了 Windows 系列的各级版本直至 Windows 95、Windows 98、Windows 2000 以及目前的 Windows XP,功能也从单用户、单任务的磁盘操作系统发展为现代的多任务网络操作系统,拥有了最广大的用户群。

20 世纪 70 年代初,美国电报电话公司(AT&T)贝尔实验室的 K. 汤普逊和 D. 里奇开发了 UNIX 操作系统,特别是在里奇开发了 C 语言,并用 C 语言重写了 UNIX 系统后, UNIX 成为第一个用高级语言编写的操作系统。由于 UNIX 是一个功能完整、强大而又十分短小精悍的操作系统,便于剪裁和移植,因此,在美国的大学得到了普及和应用,培养了大批应用和开发 UNIX 的人才。UNIX 成为在各种硬件体系、各种规模(从台式机到巨型机)的计算机上应用的惟一的操作系统。特别是 UNIX 与 Internet 的诞生和发展紧密相关。绝大部分 Internet 设备和系统是在 UNIX 系统上开发的。至 20 世纪 80 年代后期和 20 世纪 90 年代初以来,UNIX 成为当时的超级小型机、工程工作站(workstation)和网络服务器的主流操作系统。目前 UNIX 在可靠性(reliability)、可用性(availability)和可伸缩性(scalability)上仍是无可匹敌的。在大型和高端的服务器上仍是主流的操作系统。近年来,在互联网时代,一些软件开发的爱好者在 Linus Benedict Torvalds 率领下开发了非 UNIX 的 UNIX 类操作系统 Linux,日益得到人们的喜爱和重视,成为操作系统领域的一支强大的生力军。

现代操作系统可粗略地分为操作系统的核心和外围软件两大部分。外围软件由命令解释语言、大量的命令与实用程序、各种库函数,操作系统支持的高级语言和图形用户界面等组成。用户在使用操作系统时首先与外围软件交互和使用外围软件(大量的用户只使用操作系统的外围软件)。但是,操作系统的核心是整个软件系统的基础、核心和灵魂,是软件皇冠上最灿烂的明珠。不理解、不懂得操作系统的核心,虽然会使用操作系统,但也只是知其然而不知其所以然。所以,要能得心应手地、自由地、有创造性地使用操作

系统,必须学习和理解操作系统的核心。

作者自 20 世纪 80 年代末以来主持和参加了国产操作系统的开发。因工作需要,先后分析了 UNIX System V R4.0、Mach 2.5、Mach 3.0 和 Tru64 UNIX V5.0 等的核心的源代码。并为各种层次的技术人员培训过 UNIX 核心,积累了丰富的经验。

本书不着眼于如何使用 UNIX/Linux,不介绍如何在 UNIX/Linux 上编程。而是希望更深入一步,帮助读者进入 UNIX/Linux 的核心,理解它们、掌握它们,从而有助于更好地应用 UNIX 和 Linux。

本书不追求全面,不是面面俱到地介绍 UNIX/Linux 的核心。而是追求深入性、系统性和先进性,追求有自己的特色。

作者因中国计算机软件与服务总公司(简称中软总公司)与美国 Compaq 公司合作开发国产操作系统 COSIX 61(以 Tru64 UNIX V5.0 为基础)的需要,参加了 Compaq 公司的“Tru64 UNIX V5.0 系统核心”培训。本书吸取了培训教材的一些内容。

周明德
2004 年 1 月

目 录

第 1 章 引论	1
1.1 什么是操作系统	1
1.1.1 用户如何使用操作系统	1
1.1.2 操作系统的功能	1
1.2 操作系统的结构	3
1.2.1 PC-DOS 的结构	3
1.2.2 Windows 95 的结构	4
1.2.3 Windows NT 的结构	5
1.2.4 UNIX 操作系统的结构	6
1.3 UNIX 发展简史	8
1.3.1 UNIX 的诞生	8
1.3.2 UNIX 走向社会	8
1.3.3 UNIX 的商品化	8
1.3.4 UNIX 走向统一	9
1.3.5 OSF/1	9
1.3.6 Linux	9
1.4 操作系统与标准化	10
1.4.1 开放系统	10
1.4.2 标准化的过程	11
第 2 章 并发程序设计(进程管理)	13
2.1 多道程序的并发执行	13
2.1.1 程序的顺序执行	13
2.1.2 程序并发执行时环境的变化	14
2.1.3 程序的并发执行	14
2.2 进程	15
2.2.1 什么是进程	15
2.2.2 进程的地址空间	17
2.2.3 进程映像	18
2.2.4 进程环境(进程上下文)	22
2.3 任务与线程	25
2.3.1 导言	25
2.3.2 任务	28
2.3.3 线程	29

2.3.4	进程数据结构的变化	30
2.3.5	super_task 结构	34
2.3.6	super_thread 结构	37
2.4	进程控制	39
2.4.1	进程的创建和撤销	39
2.4.2	进程的阻塞与唤醒	42
2.4.3	等待进程的终止	45
2.4.4	调用其他程序	46
2.5	进程间的同步与互斥	49
2.5.1	进程的互斥	50
2.5.2	互斥的加锁实现	51
2.6	进程和线程的状态及其转换	52
2.6.1	传统的 UNIX 进程的状态及其转换	52
2.6.2	线程状态及其转换	54
2.6.3	上下文切换	57
2.6.4	挂起机制	63
2.6.5	事件等待机制	64
2.7	进程(线程)调度	65
2.7.1	进程调度的功能	65
2.7.2	进程调度的时机	66
2.7.3	调度算法	67
2.7.4	分时调度	69
2.7.5	实时调度	74
2.7.6	线程调度的几个主要函数	76
2.8	信号	78
2.8.1	什么是信号	78
2.8.2	信号的处理	80
2.8.3	保持信号的数据结构	82
2.8.4	信号的发送和交付	82
2.8.5	进程中信号的发送	85
第 3 章	虚拟存储器管理	86
3.1	引言	86
3.1.1	存储器管理的目的和功能	88
3.1.2	存储分配	88
3.1.3	虚拟存储器	91
3.2	进程的地址空间	103
3.2.1	进程的存储映像	103
3.2.2	地址空间的主要数据结构	110
3.3	页表与虚拟地址和物理地址之间的转换	115
3.3.1	分页	115
3.3.2	80x86 的页表结构	116

3.3.3	页表项格式	118
3.3.4	页级保护	120
3.3.5	转换查找缓冲器	120
3.4	高速缓存	122
3.5	物理页的分配和回收	124
3.5.1	页分配	125
3.5.2	页回收	125
3.6	存储映射	126
3.6.1	copy_on_write 策略的实现	127
3.6.2	文件的共享	128
3.6.3	体外消息的传送	129
3.7	换页与对换	130
3.7.1	引言	130
3.7.2	Linux 中的换页	131
3.7.3	Tru64 UNIX(COSIX64)系统中的换页与对换	133
第 4 章	UNIX/Linux 文件系统	142
4.1	用户观点的文件系统与它的若干主要系统调用	142
4.1.1	UNIX/Linux 系统中的文件	142
4.1.2	文件系统	142
4.1.3	打开文件——open	144
4.1.4	读文件——read	145
4.1.5	写文件——write	145
4.1.6	调整文件 I/O 指针——lseek	146
4.1.7	链接——link	146
4.1.8	关闭文件——close	147
4.2	UNIX 文件系统 UFS	147
4.2.1	老的 System V 文件系统布局及主要特点	147
4.2.2	UFS 文件系统布局	148
4.2.3	inode	149
4.2.4	UFS 的目录结构	152
4.2.5	UFS 中的系统打开文件表——file 结构	153
4.2.6	几个主要数据结构之间的关系	153
4.2.7	UFS 的超级块结构	154
4.2.8	UFS 中的碎片	156
4.2.9	磁盘块的分配	157
4.2.10	UFS 的主要系统调用	157
4.3	虚拟文件系统 VFS	158
4.3.1	概述	158
4.3.2	文件层次和 VFS 结构	159
4.3.3	VFS 的主要数据结构	160
4.3.4	安装的文件系统结构	164

4.3.5	文件系统的主要操作	165
4.4	EXT2 文件系统	168
4.4.1	EXT2 inode	169
4.4.2	EXT2 文件系统的超级块	170
4.4.3	EXT2 组描述符	171
4.4.4	EXT2 文件系统目录	171
4.4.5	在 EXT2 文件中查找文件	172
4.4.6	改变在 EXT2 文件中文件的尺寸	172
4.5	缓冲器管理	173
4.5.1	概述	173
4.5.2	传统的缓冲器快存	175
4.5.3	统一的缓冲器快存 UBC	178
4.6	先进文件系统	183
4.6.1	概述	183
4.6.2	AdvFS 结构	187
4.6.3	交易管理	201
4.6.4	AdvFS 中的文件和位文件	220
4.6.5	几个主要的系统调用	233
4.7	文件系统的访问控制	235
4.7.1	传统 UNIX 中文件的访问控制	235
4.7.2	访问控制表	236
4.7.3	强制型访问控制	236
第 5 章	进程间通信	238
5.1	概述	238
5.2	管道	238
5.3	FIFO	242
5.4	SVIPC 进程通信软件包的消息传送	249
5.5	共享内存	267
5.6	信号量	272
5.7	UNIX System V IPC 机制综述	280
第 6 章	套接口	282
6.1	概述	282
6.2	套接口的内存管理	287
6.3	套接口的数据结构	289
6.4	建立连接	292
6.5	数据传送	293
6.6	关闭套接口	296
6.7	应用举例	296
参考文献	303

第 1 章 引 论

1.1 什么是操作系统

1.1.1 用户如何使用操作系统

目前任何一个计算机系统都离不开操作系统,当今使用最广泛的操作系统是 MS-DOS(PC-DOS)、Windows、UNIX 和 Linux 等。

当用户开机使用计算机系统时,首先就在使用操作系统。操作系统把自己从硬盘上引导到系统的内存,检测系统的硬件和软件,在系统正常工作后就在显示器上显示系统提示符。对于单用户、单任务的 MS-DOS(以后简称 DOS)操作系统,就显示系统的命令提示符;对于多用户、多任务的操作系统,就提示用户登录,在用户正确地登录、输入合法的口令之后,系统显示命令提示符(也可以是某种图形用户界面)。

在命令提示符下,用户可以使用操作系统所提供的显示目录内容、改变当前目录、打开文件、显示或打印文件内容、复制文件等命令。

这些命令往往比较简单明了,但所完成的操作可能是非常复杂的,这些复杂的工作是由操作系统替用户完成的。

用户可以命令操作系统运行用户所编写的程序(应用软件)。这些程序可以用系统提供的各种语言:汇编语言、FORTRAN 语言、C 语言、C++ 语言等来编写,程序中可以使用也必然要使用操作系统的系统调用。系统调用是操作系统对在其上运行的所有软件的最直接、最有效的支持。在操作系统之上的任何软件,没有这些系统调用的支持是不可能运行的。用户程序中的系统调用语句是很简单的,而操作系统却要用几百条、甚至几千条语句才能完成这些系统调用。

当前的用户,特别是最终用户,常常通过各种支持软件,例如数据库、电子报表等,通过各种工具或各种图形用户界面来使用计算机,并不直接使用操作系统的系统调用。但是,所有这些支持软件、工具和图形用户界面等都要依赖于操作系统的支持,都要使用操作系统的系统调用。用户仍然是间接地使用了操作系统。

1.1.2 操作系统的功能

综上所述,操作系统的本身是一个软件,它的主要功能可以概括为两方面。

1. 管理系统的硬件和软件资源

一个计算机系统的构成可以用图 1-1 来表示。

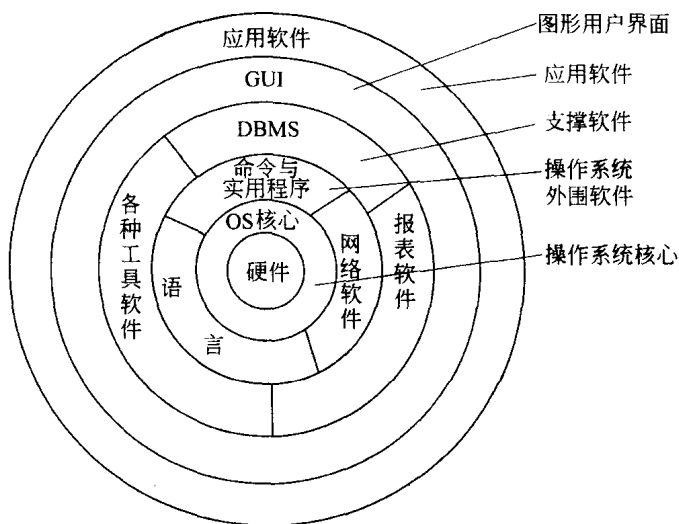


图 1-1 计算机系统的构成

计算机系统的基础是硬件。硬件通常由中央处理单元(CPU,或称为处理机)、存储器(通常称为系统的内存储器)以及输入输出设备构成。CPU 目前绝大部分采用由大规模集成电路技术生产的芯片,例如 Intel 公司的 IA-32 系列处理器(例如 80386、80486、Pentium、Pentium Pro、Pentium II、Pentium III 和 Pentium 4 等)或某种 RISC 芯片(例如 SPARC、MIPS、POWER PC、 α 等),它们都是把中央处理单元做在一个芯片上,所以也称为微处理器。存储器目前主要是由 4~32MB 或更高的字节构成。输入输出设备却是多种多样的,最常用的有键盘和鼠标输入、高分辨率显示器、打印机、软盘驱动器、硬盘驱动器、CD-ROM 等,还有各种多媒体(声音、图像的输入输出)设备以及在工业控制现场的各种输入输出设备。这些硬件设备的启动、正常工作,信息的输入和输出,多个设备的并行工作、管理与调度以及如何充分发挥硬件设备的效率和利用率,都是由操作系统控制和管理的。控制和管理计算机系统的硬件资源,这就是操作系统的基本功能之一。

计算机系统中同样存在大量的软件资源,系统支持的各种语言,系统提供的各种命令、实用程序和库函数,配置在系统中的各种支撑软件,例如网络软件、数据库管理系统、字处理软件、报表软件、图形系统、图形用户界面等,所有这些都是系统的软件资源,都是在操作系统的控制、管理之下的。为所有上层软件提供支持,这也是操作系统的另一个基本功能。

2. 方便用户使用

一个用户若没有操作系统的支持,要直接使用计算机的各种硬件和软件是十分困难和复杂的。所以,操作系统的另一方面的功能是方便用户使用。

首先,操作系统提供所支持的各种语言方便编程。由机器语言到汇编语言、高级语言、第四代语言、各种编程工具,使用户越来越方便。

其次,硬件的直接使用是十分困难的,操作系统提供了各种设备的驱动程序,用一些简单的命令或通过系统调用,可以方便地使用各种设备。

随着信息量的大量增加和用户的广泛使用,计算机系统的存储容量越来越大,目前常

用的微机系统的硬盘容量为几百兆至几千兆字节。用户要直接从磁盘上读写信息,是十分不安全(信息无法保密也容易被覆盖),也是十分困难的。操作系统用文件系统来组织与维护磁盘上的信息,保证了信息的安全及共享,也大大地方便了用户的使用。

操作系统的人机界面,由命令→菜单→图形用户界面;由字符→图像→声音……也极大地方便了用户的使用,促进了计算机应用的普及。

总之,管理系统资源、方便用户使用,这就是操作系统的本质功能。

1.2 操作系统的结构

1.2.1 PC-DOS 的结构

PC-DOS(或 MS-DOS)是随着微型计算机的崛起而得到最广泛应用的操作系统,其结构如图 1-2 所示。

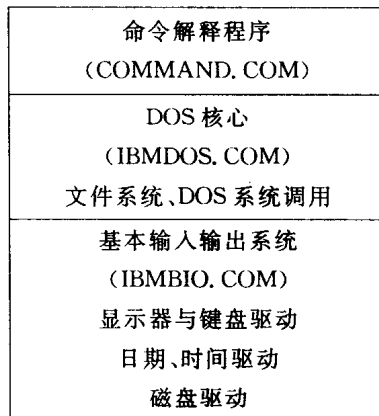


图 1-2 PC-DOS 结构

DOS 的最底层是设备驱动程序,但 DOS 的实际驱动程序驻留在 ROM 中,通常称为 ROM-BIOS,可以由用户通过中断向量加以调用。操作系统的这一部分,实际上是操作系统的核心与 ROM-BIOS 的接口。

操作系统的核心是 DOS 核心部分(IBM DOS.COM),在 PC-DOS 中,它的主体是文件系统和系统调用代码。

PC-DOS 是在 1981 年随着 IBM-PC 的推广而应用的。当时的 CPU 是 5MHz 的 Intel 8088(准 16 位处理器),系统的内存是 16~64KB,只有单面单密度的软盘驱动器(80KB),系统没有硬盘。后来推出的 IBM-PC/XT,内存为 128KB,有一个 10MB 的硬盘。总之,当时硬件的能力是十分有限的。与硬件相适应,PC-DOS 就是一个单用户、单任务的操作系统,没有进程管理,也没有内存管理,它只是一个磁盘文件系统。能力也是十分有限的。

PC-DOS 另一个致命的弱点是操作系统本身的代码和核心数据结构没有保护措施。不像本书后面将介绍到的操作系统分为核心态和用户态,操作系统代码和核心数据结构

工作在核心态,用户代码工作在用户态,这样可以对操作系统实现保护,这是实施系统安全性的十分重要的措施。因此,DOS 容易受到侵入,这也就是在 DOS 下病毒容易泛滥的内部原因。

1.2.2 Windows 95 的结构

IBM-PC 的推出,大大地推动了微型计算机的应用,计算机硬件也迅速地更新换代。CPU 由 8088 → 80286 → 80386 → 80486 → Pentium → Pentium Pro..., 主振频率已超过 1GHz; 内存也已达到 32MB、128MB、256MB; 硬盘已为几 GB 至几十 GB。硬件的能力有了极大的提高。

在硬件发展的过程中,DOS 也不断地更新。但 DOS 的实质仍是单用户、单任务的操作系统,仍是工作在 386 以上芯片的实地址方式下,其内存的寻址范围仍受到极大的限制。随着应用的发展,为方便用户,引入了窗口系统,引入了图形用户界面,Microsoft 公司开发了 Windows 系统。但在 Windows 95 之前,Windows 本质上是运行在 DOS 操作系统上的窗口系统与图形用户界面。Windows 95 才是一个全新的操作系统,其结构如图 1-3 所示。

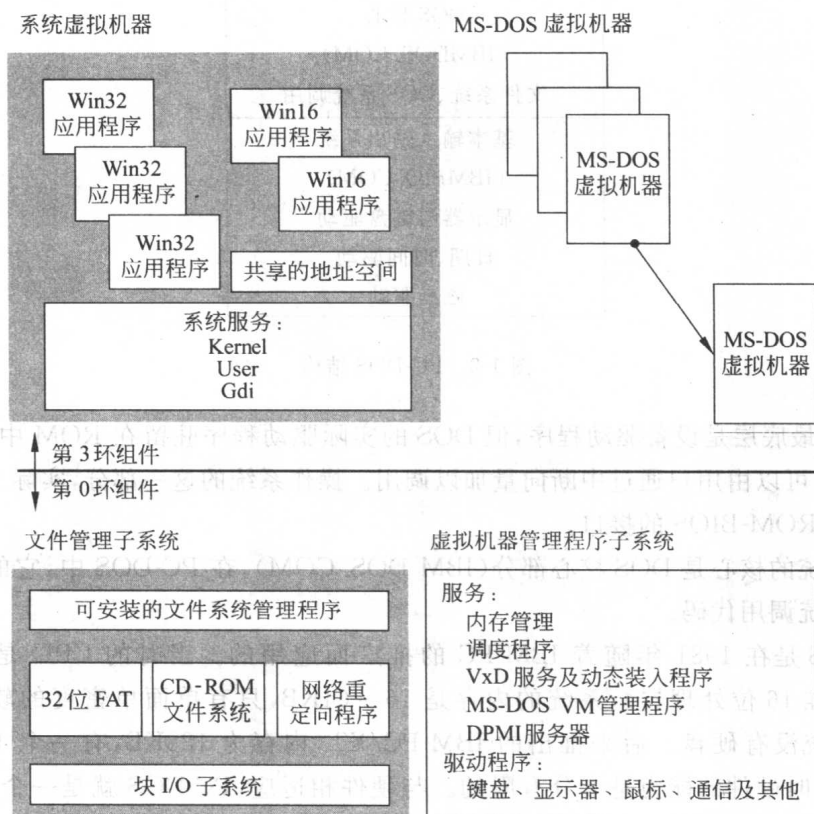


图 1-3 Windows 95 系统的结构

从图 1-3 中可看到,Windows 95 是由工作在特权级 0(即核心态)的操作系统核心和

工作在特权级 3(即用户态)的操作系统外围程序组成。核心是操作系统的实体,它实现进程(包括线程)管理和调度、虚拟存储器管理、文件系统以及设备管理与驱动。外围主要是由命令解释程序、窗口系统以及用户接口构成。操作系统这样的区分,保证了系统的安全、可靠运行。

1.2.3 Windows NT 的结构

Windows 95 是 Microsoft 公司在 20 世纪 90 年代初期推出的基于微内核和客户/服务器(Client/Server)结构的新一代操作系统。

从 DOS 的结构到 Windows 95 结构,可以看出一个健全的操作系统应由工作在核心态的操作系统核和工作在用户态的外围程序构成。一般层次结构的操作系统结构如图 1-4 所示。

操作系统核心的最低层是设备管理和设备驱动程序,核心的最上层是系统服务(也称为系统接口),核心通常由 CPU 管理、进程管理、内存管理(或虚拟存储管理)、文件系统等构成。

外围程序由命令解释程序、大量的命令和实用程序以及库函数构成。

20 世纪 80 年代后期,以卡里奇-梅隆大学(CMU)的 Mach 操作系统为代表的基于微内核、客户/服务器结构的操作系统,得到了广泛的重视,成为 20 世纪 90 年代操作系统发展的一种重要方向。这种操作系统的一般结构

如图 1-5 所示。

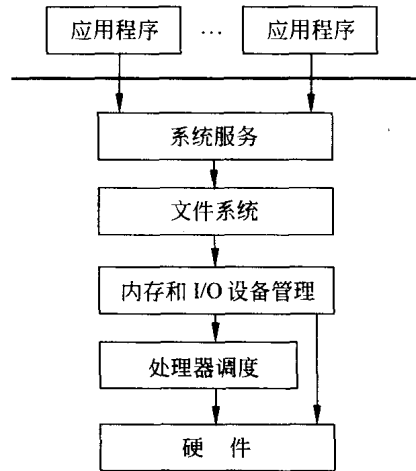


图 1-4 层次式操作系统

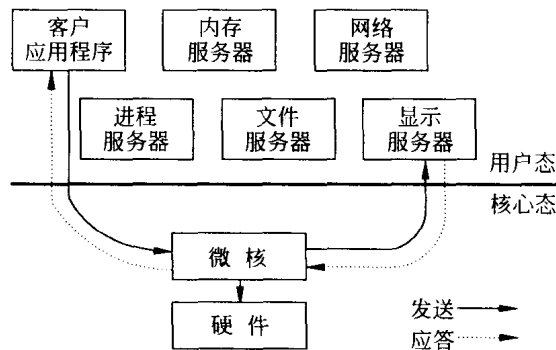


图 1-5 客户/服务器操作系统

Windows NT 就是一种基于微内核、客户/服务器结构的操作系统,其结构如图 1-6 所示。

Windows NT 的核及执行层,由设备驱动、文件系统、进程管理、存储管理及系统服务构成,工作在核心态;由 Win32 子系统、OS/2 子系统、POSIX 子系统构成的用户界面工作

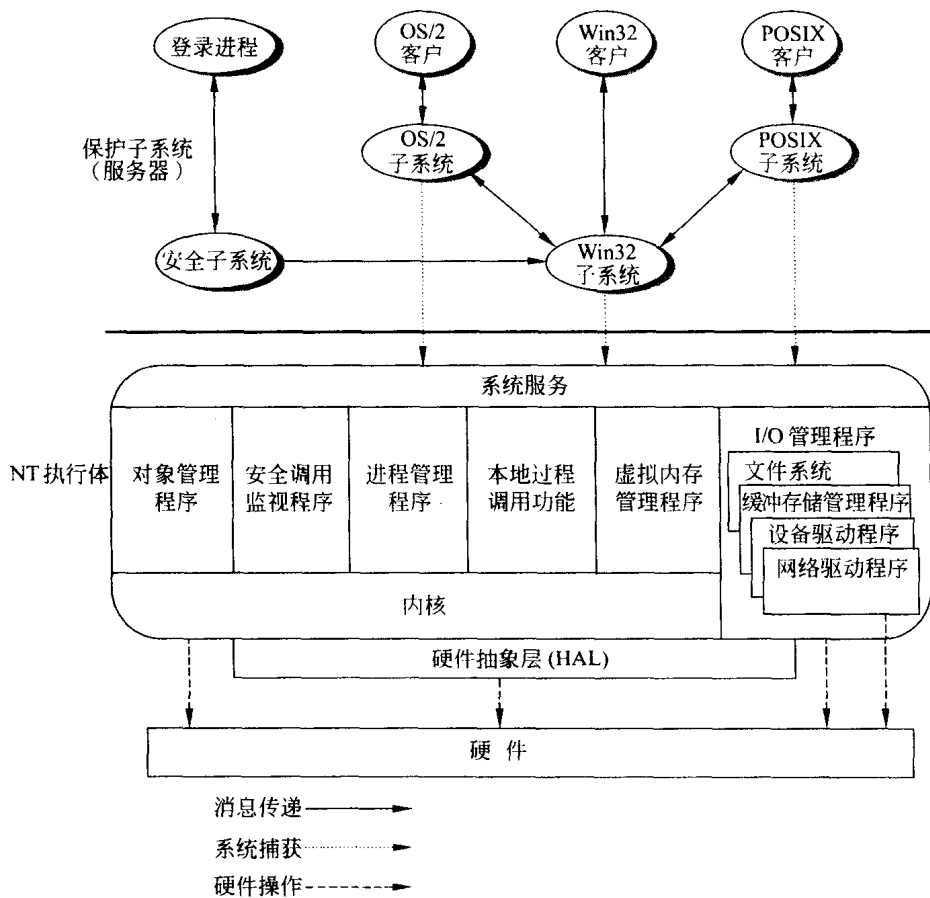


图 1-6 Windows NT 框图

在用户态。

1.2.4 UNIX 操作系统的结构

UNIX 是 20 世纪 70 年代初由 AT&T 贝尔实验室开发的多用户、多任务分时式操作系统,近年来得到了广泛的应用。到 20 世纪 80 年代后期成为工作站、网络服务器、超级小型机的主流操作系统,也是操作系统的国际标准制订的基础。UNIX 的结构如图 1-7 所示。

UNIX 核心由进程控制子系统和文件子系统两部分组成。进程控制子系统中包括了虚拟存储器管理和进程通信;文件子系统包含了块设备和字符设备的管理及驱动。操作系统的核心通过系统调用接口为用户态程序提供支持。

UNIX 的外围由命令解释程序 shell、大量的命令和实用程序以及各种库函数构成。

综上所述,一个健全的操作系统,至少应该由工作在核心态(高特权等级)的操作系统核心以及工作在用户态的操作系统的外围程序构成。这样既能方便用户使用又能保证操作系统本身的完整性、统一性以及安全性。

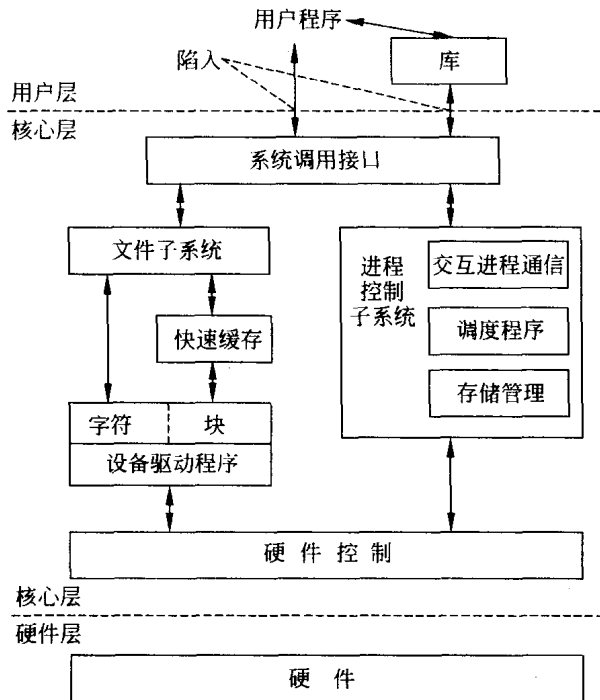


图 1-7 UNIX 操作系统的核心结构

一个多用户、多任务的操作系统核心,通常实现:

- CPU 管理、进程管理及进程之间通信;
- 虚拟存储器管理;
- 文件系统;
- 设备管理及设备驱动。

操作系统的外围程序,通常包括命令解释程序(UNIX 的 shell 和 DOS 的 COMMAND)、大量的命令和实用程序以及各种库函数。

外围程序工作在用户态,所有在操作系统支持下,工作在操作系统之上的系统软件(包括各种语言)、支持软件、应用软件以及图形用户界面都是工作在用户态。

为了保证操作系统的安全,所有工作在用户态的软件未经授权都不能访问系统的核心数据结构,也不能调用核心程序。而所有上层软件的工作又是绝对不能没有核心支持的,设备的驱动、文件的访问都必须由核心支持。

所有的上层软件如何能得到核心的支持?如何与核心交换信息呢?上层软件与核心之间必须有一种接口(interface,或称为界面)。这种接口就是操作系统提供的系统调用(或称为系统服务)。任何上层软件(包括操作系统的外围软件),只有通过系统调用,才能访问必须的核心数据结构,才能调用核心代码,才能得到操作系统的支持。除了中断与异常处理之外,系统调用是任何上层软件获得系统支持的惟一途径。所以,IEEE 和 ISO 在制订操作系统标准时,首先制订的就是操作系统的接口标准——可移植操作系统应用程序界面(POSIX.1)。

1.3 UNIX 发展简史

1.3.1 UNIX 的诞生

1969 年美国电报电话公司(AT&T)贝尔实验室的 K. 汤普逊和 D. 里奇在参加大型操作系统项目 Multics 的基础上,为了内部开发工作的需要,在 PDP-7 的机器上开发了一个短小精悍的多用户、多任务操作系统,称之为 UNIX。UNIX 的早期版本就得到了很多人的赞赏,但直到把它实际应用于工程时其潜力才被人们所认识。1971 年 UNIX 移植到了当时美国的主流小型机系统 PDP-11,在贝尔实验室的内部日益得到了广泛的应用。

UNIX 在获得早期成功之后,汤普逊想为它实现一个 FORTRAN 编译器。在此过程中,里奇开发了一种新的语言称为 C 语言。C 语言是一种高级语言,但它具有与汇编语言相近的管理和驱动设备的能力及运行效率。因而 C 语言得到了极其广泛的应用和推广,逐渐成为高级语言的主流语言。

1973 年 UNIX 用 C 语言改写,成为第一个用高级语言编写的操作系统。UNIX 与 C 语言密切结合,相互促进,共同发展,成为一种重要的操作系统与编程语言。

当时的 UNIX 核心源代码大约为 10 000 行,其中约 1000 行为汇编代码。十分短小精悍而且功能又很强大,是一种典型的多用户、多任务操作系统,既便于移植推广又便于教学实践。因此 UNIX 系统的一个突出的特点是可移植性强。它在各种硬件体系结构上(包括 20 世纪 80 年代以后的各种微处理器)和各种规模(从嵌入式到巨型机)的计算机系统中都得到了应用,从而成为最接近于“开放系统(open system)”的一种操作系统。

1.3.2 UNIX 走向社会

UNIX 由于强大功能和便于剪裁、便于移植的特点,得到了越来越多的应用,版本也不断更新。1974 年汤普逊和里奇在《ACM 通讯》上发表了描述 UNIX 的文章,从而使 UNIX 走出了贝尔实验室,走向了社会,特别是走向了美国的各个大学。1976 年的 UNIX V5 是 UNIX 走向社会的标志。

由于受 1956 年美国联邦政府签署的法令的限制,AT&T 不能销售计算机产品,既不能为 UNIX 系统登广告宣传,又不能在市场上销售,也不能支持这一系统。但是可以向大学提供 UNIX 系统,在大学中把 UNIX 用在教学上。软件总是要维护的,在大学中使用的 UNIX 必然会产生各种各样的问题。AT&T 既不能销售 UNIX,也不会下大力气维护 UNIX。因此,把源代码向大学公开就是一种合理的选择。这样就进一步推动了 UNIX 在大学的使用、维护和开发,从而培养了大批 UNIX 人才,这反过来又进一步推动了 UNIX 的应用和开发,从而使 UNIX 日益成为小型机、超级小型机、工程工作站、网络服务器的主流操作系统。

1.3.3 UNIX 的商品化

美国的反垄断法把 AT&T 一分为三,从而 AT&T 获得了经营销售计算机和软件产