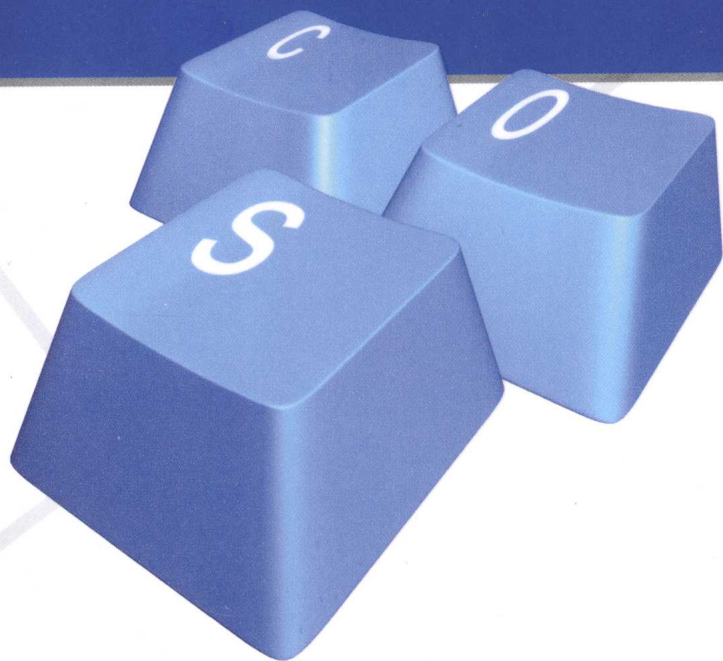


21 世纪面向工程应用型
计算机人才培养规划教材

冯裕忠 方智 周舫 编著

计算机操作系统



清华大学出版社

21 世纪面向工程应用型计算机人才培养规划教材

计算机操作系统

冯裕忠 方 智 周 舸 编著

清华大学出版社
北 京

内 容 简 介

本书详细介绍了计算机系统的重要组成部分——操作系统。全书共分10章。第1章介绍了操作系统的定义、功能及服务对象、结构、发展过程、分类与基本特征。第2章和第3章阐述了进程和线程的同步、通信、调度和死锁等基本概念。第4章讲解了存储管理方式和虚拟存储器的概念。第5章~第7章讲述了设备和文件的管理及操作系统接口。第8章介绍 Windows 操作系统的基本情况和重要版本。第9章详细讲述了 UNIX 操作系统的基本组成、特点和常用命令等。第10章为上机实验内容,安排了进程管理、进程调度算法、存储管理等三个实验。本书在附录中还为读者提供了翔实的参考内容。

本书可作为高等学校计算机工程和应用专业的教材,也可作为 IT 类相关专业的教材或参考书。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

计算机操作系统/冯裕忠等编著. —北京:清华大学出版社,2010.10

(21 世纪面向工程应用型计算机人才培养规划教材)

ISBN 978-7-302-23504-0

I. ①计… II. ①冯… III. ①操作系统 IV. ①TP316

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 157158 号

责任编辑:魏江江

责任校对:李建庄

责任印制:杨 艳

出版发行:清华大学出版社

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座

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

邮 编:100084

社 总 机:010-62770175

邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62795954, jsjic@tup.tsinghua.edu.cn

质 量 反 馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

印 装 者:北京国马印刷厂

经 销:全国新华书店

开 本:185×260 印 张:14.75 字 数:367 千字

版 次:2010 年 10 月第 1 版 印 次:2010 年 10 月第 1 次印刷

印 数:1~3000

定 价:25.00 元

产品编号:035979-01

前言

foreword

计算机操作系统是最核心、最基础的计算机系统软件,也是计算机系统资源的管理者。计算机操作系统的设计原理与实现技术是计算机专业人员必须掌握的基本知识。当前最为流行、应用最为广泛的计算机操作系统是 Windows 和 UNIX 及各兼容版本(如 Linux)。前者是单用户、多任务、分时操作系统,主要用于 PC 等个人处理机;后者是多用户、多任务、分时操作系统,主要用于大、中、小型计算机中的业务(诸如银行、证券等)处理。

本书共分 10 章。第 1 章让读者全面了解操作系统的定义、功能及服务对象、结构、发展过程、分类与基本特征等基本知识。第 2~6 章是本书内容的重中之重,使读者清楚地知道在计算机中计算机系统和用户程序是怎样工作的。在第 8 章和第 9 章中介绍了 Windows 和 UNIX 操作系统的基本组成、特点和常用命令等。第 10 章给出了上机实验的基本内容。

本书课堂授课为 64 学时,实验 8 学时。教师可以根据授课对象来安排学时。

冯裕忠提出了本书的编写大纲,并编写了第 1~3 章、第 7~9 章和附录;方智编写了第 4 章和第 10 章;周舸编写了第 5、6 章和习题。在编写本书的过程中,本校计算机系的同事给予了大力支持,并提出好的建议,在此表示感谢。

由于时间较紧,加之作者水平有限,书中难免出现不足和疏漏,敬请广大读者批评指正。

作 者

2010 年 8 月

目 录

contents

第 1 章 操作系统概述	1
1.1 操作系统的定义	1
1.2 操作系统的功能及服务对象	2
1.2.1 操作系统的功能	2
1.2.2 操作系统的服务对象	4
1.3 操作系统的结构	4
1.3.1 层次结构	4
1.3.2 模块结构	5
1.4 操作系统的发展过程	6
1.5 操作系统的分类与基本特征	7
1.5.1 单道批处理系统	7
1.5.2 多道批处理系统	8
1.5.3 分时系统	10
1.5.4 实时系统	10
1.5.5 网络操作系统	11
1.5.6 分布式操作系统	14
1.5.7 嵌入式操作系统	16
1.5.8 操作系统的基本特征	17
习题	20
第 2 章 进程和线程	21
2.1 进程的定义	21
2.2 进程的管理	26
2.2.1 PCB 简介	26
2.2.2 进程的调度	31
2.2.3 进程的同步与互斥	33
2.2.4 进程通信	44
2.3 线程的定义	50
2.3.1 线程的引入	50
2.3.2 线程的概念和属性	51
2.3.3 超线程简介	52

习题	56
第3章 调度与死锁	57
3.1 处理机调度的基本概念及设计原则	57
3.2 常用的几种调度方式	58
3.2.1 高级调度	58
3.2.2 低级调度	58
3.2.3 中级调度	60
3.3 几种常用的调度队列模型	60
3.3.1 只有进程调度的调度队列模型	60
3.3.2 具有高级和低级调度的调度队列模型	61
3.3.3 同时具有三级调度的调度队列模型	62
3.4 调度算法的若干准则	63
3.5 常用调度算法	63
3.5.1 先来先服务调度算法	63
3.5.2 短作业(进程)优先调度算法	64
3.5.3 高优先权优先调度算法	65
3.5.4 基于时间片轮转的调度算法	66
3.6 多处理机的调度	68
3.6.1 多处理机的类型	68
3.6.2 多处理机系统中的进程分配方式	68
3.6.3 进程(线程)的调度方式	69
3.7 死锁	72
3.7.1 产生死锁的原因	72
3.7.2 产生死锁的必要条件	73
3.7.3 预防死锁的基本方法	73
3.7.4 系统运行的安全状态	74
3.7.5 利用银行家算法避免死锁	75
习题	78
第4章 存储管理	80
4.1 存储管理的功能	80
4.1.1 内存分配与回收	80
4.1.2 内存共享与保护	81
4.1.3 地址映射	83
4.1.4 内存扩充	83
4.2 重定位	83
4.2.1 名字空间	83
4.2.2 逻辑空间	83

4.2.3	内存存储空间	84
4.2.4	地址重定位	85
4.3	存储空间的分配	87
4.3.1	单一连续分配	87
4.3.2	固定分区分配	88
4.3.3	动态分区分配	89
4.3.4	可重定位分区分配	92
4.3.5	分区的保护	92
4.4	覆盖技术	93
4.5	交换技术	94
4.6	分页存储管理	94
4.6.1	页表	95
4.6.2	分页的地址变换	96
4.6.3	两级页表及多级页表	98
4.7	分段存储管理	99
4.7.1	段表	100
4.7.2	分段的地址变换	100
4.8	段页式存储管理	101
4.9	虚拟存储管理	102
4.9.1	虚拟存储的概念	102
4.9.2	请求分页存储管理	104
4.9.3	页面置换算法	106
4.9.4	请求式分段存储管理	108
	习题	109
第 5 章	设备管理	110
5.1	设备管理概述	110
5.1.1	设备的分类	110
5.1.2	设备管理的任务和功能	111
5.2	设备控制器	111
5.2.1	设备控制器的功能	112
5.2.2	设备控制器的组成	112
5.3	输入输出的控制方式	113
5.3.1	程序直接控制方式	113
5.3.2	中断控制方式	114
5.3.3	DMA 控制方式	115
5.4	中断技术	116
5.4.1	中断的基本概念	116
5.4.2	中断的分类和优先级	116

5.4.3 中断的处理过程	117
5.5 缓冲技术	117
5.5.1 缓冲的引入	118
5.5.2 缓冲的种类	118
5.6 设备的分配技术	121
5.6.1 设备分配中的数据表	121
5.6.2 设备分配的策略	123
5.6.3 设备分配程序	124
5.7 SPOOLing 技术	125
5.7.1 SPOOLing 的概念	125
5.7.2 SPOOLing 系统的组成	125
5.7.3 SPOOLing 系统的特点	126
习题	126
第 6 章 文件管理	127
6.1 文件系统概述	127
6.1.1 文件和文件系统	127
6.1.2 文件的类型和属性	127
6.1.3 文件系统的基本功能	129
6.2 文件结构与存储	129
6.2.1 文件的逻辑结构	129
6.2.2 文件的物理结构	130
6.2.3 文件的存取方式	133
6.2.4 文件的存储设备	133
6.3 文件存储空间的管理	134
6.3.1 外存的主要技术参数	134
6.3.2 空闲块的管理	135
6.3.3 空闲块的分配策略	136
6.4 文件目录的管理	136
6.4.1 文件目录的概念	136
6.4.2 单级目录结构	137
6.4.3 二级目录结构	137
6.4.4 多级目录结构	138
6.5 文件的共享与保护	139
6.5.1 文件的共享	139
6.5.2 文件的保护	141
习题	143

第 7 章 操作系统接口	144
7.1 命令接口	144
7.1.1 联机命令的类型	144
7.1.2 键盘终端处理程序	145
7.1.3 命令解释程序	146
7.2 程序接口	146
7.3 系统调用	147
7.3.1 系统调用的类型	147
7.3.2 系统调用的执行步骤	149
7.4 图形用户接口	150
7.4.1 组成	150
7.4.2 图形用户界面的任务管理	151
习题	152
第 8 章 Windows 操作系统	153
8.1 Windows 操作系统简介	153
8.2 Windows 操作系统的特点	155
8.2.1 16 位图形用户接口	156
8.2.2 混合的 16/32 位操作系统	156
8.2.3 32 位操作系统	156
8.2.4 64 位操作系统	157
8.2.5 MS-DOS 到 Windows 各版本的比较	157
8.3 Windows 操作系统安全预防	158
习题	158
第 9 章 UNIX 操作系统	159
9.1 UNIX 操作系统概述	159
9.1.1 UNIX 操作系统的发展过程	159
9.1.2 UNIX 操作系统的主要版本	161
9.1.3 UNIX 操作系统的特征	161
9.1.4 UNIX 操作系统的结构	162
9.1.5 UNIX 操作系统的启动流程	164
9.1.6 UNIX 操作系统的用户和用户职责划分	168
9.1.7 UNIX 操作系统的运行环境	169
9.1.8 UNIX 用户的登录与退出	169
9.2 UNIX 操作系统的文件系统和文件	171
9.2.1 磁盘组织	171
9.2.2 文件系统	171

9.2.3	文件类型	173
9.2.4	文件名和路径名	178
9.2.5	文件和目录的层次结构	179
9.3	进程的描述和控制	180
9.3.1	进程的 PCB	180
9.3.2	进程的状态与进程映像	183
9.3.3	进程控制	185
9.3.4	进程调度与进程切换	186
	习题	189
第 10 章	上机实验	190
	实验一 进程管理	190
	实验二 进程调度算法	194
	实验三 存储管理	200
附录 1	DOS/UNIX 操作系统的常用命令	206
附录 2	计算机系统和网络中的常用标准	207
附录 3	在 UNIX/Linux 操作系统下网卡等外设的安装	210
附录 4	计算机术语的解释	218

操作系统概述

在当今信息社会时代,计算机的发展和应用给人们的生活、学习和工作带来了举足轻重的作用。人们平常所说的计算机,严格地讲应该指的是计算机系统,它包含两部分,一部分是指计算机硬件(如 CPU、内存、显示器、打印机等);另一部分指的是计算机软件(在硬件中运行的各种程序)。软件部分又分为系统软件和应用软件,应用软件就是人们平时用于管理和完成各种业务的程序(如办公软件 Office、银行业务管理程序和各种游戏程序等);系统软件就是管理和安排(控制)计算机硬件、应用程序运行的程序。也可以说,系统软件是管理和控制计算机系统的核心,通常把这部分称为计算机操作系统,也就是我们平时用到的 Windows、UNIX(Linux)系统软件等。Windows 是供 PC 使用的单用户、多任务、分时操作系统,而 UNIX 是在大中型(由于现在 PC 的硬件环境非常完善,也可以在 PC 上安装 UNIX 操作系统)计算机系统中使用的多用户、多任务、分时操作系统。

通常把没有配置系统软件的计算机(即硬件)称为裸机,它的功能非常弱,仅能完成简单的运算(只能进行 0 和 1 的二进制运算)。把计算机操作系统加载到计算机硬件上后,就可以使计算机功能变得非常强大、服务质量非常高、使用非常方便,从而为使用计算机的人提供一个安全、可靠的应用环境。同时,操作系统可以有效而合理地组织和安排多个用户共享计算机系统的各类设施(通常,把这些设施称为计算机系统的资源),最大限度地提高这些资源的利用率。

本章将分别介绍计算机的发展过程,操作系统在计算机系统中的地位、作用。让读者对计算机操作系统有一个总的认识 and 了解。

1.1 操作系统的定义

根据冯·诺依曼的指导思想,将运控部件(即运算器、控制器和一些专用的寄存器组,也就是 CPU)、内存、输入输出部件等安装在计算机主板上,通过逻辑连接构成计算机硬件系统。要使这些部件能够充分发挥其性能,尽可能地按人们预期的目的和要求来运行各类程序,就需要有一套管理(控制、分配)硬件和组织程序有序运行的程序。这套程序就是人们通常所说的操作系统。这非常类似于人们管理高速公路,为了提高运输和通行能力,就必须有一套管理高速公路的规章制度。在高速公路行驶的车辆必须严格执行规章制度,只有这样才能充分发挥高速公路的作用。当然,计算机操作系统要比一套高速公路的管理制度复杂得多。

通常,操作系统由许多可供用户调用的程序(也称为系统调用、命令)组成。这些程序可

分为三类。

1. 信息管理

信息管理(Information Management, IM)主要是提供对信息的存储、检索、修改和删除等功能。通常涉及以下几方面。

- (1) 创建文件。
- (2) 创建目录。
- (3) 文件的操作(打开/关闭和读/写文件)。
- (4) 创建链表/管道。

2. 进程管理

进程管理(Process Management, PM)主要为程序的执行而创建进程、调度进程、挂起进程、终止进程和重启进程等。

3. 内存管理

内存管理(Memory Management, MM)主要为进程分配所需的内存和回收进程已运行结束后所释放的内存。

1.2 操作系统的功能及服务对象

在计算机系统上配置操作系统,就是让硬件的功能得到成百上千倍的提升。配置(安装)什么样的操作系统,与计算机硬件的规模、用户使用计算机的环境和用途密不可分。人们在办公室或家中单独使用的个人计算机系统,通常就安装小规模、单用户、多任务的分时操作系统,如 Windows 操作系统;银行、证券、交通运输行业中的信息处理系统,大都需要安装大规模、多用户、多任务的分时操作系统,如 UNIX(Linux)操作系统。

1.2.1 操作系统的功能

操作系统的第一个功能是管理和控制 CPU。按照一定的条件(严格地讲就是分配算法或分配策略),把 CPU 分配给需要使用 CPU 的用户(这里的用户通常是指程序或进程)。当用户使用完 CPU 后,操作系统又要将 CPU 回收(也称为资源回收)后再按照分配策略将 CPU 分配给需要使用 CPU 的用户。这样,周而复始地进行下去,直至整个系统中的各类用户的任务完成。

操作系统的第二个功能是管理存储器(包括内存和外存,这里主要是指内存)。对需要运行的程序(任务),按照一定的分配算法为其分配所需的存储空间。当使用完后,操作系统又负责将这部分存储空间回收。

操作系统的第三个功能是管理输入输出(I/O)设备。按照一定的分配策略(如排队 FCFS(先来先服务)),将计算机系统有限的可使用设备(资源)分配给需要 I/O 设备的用户,满足用户的要求。

操作系统的第四个功能是对系统中各类信息(通常也称为文件)进行管理。计算机系统的信息是五花八门的(如文字、图形、音乐等),怎样才能按照用户的要求,对信息分门别类地加以管理和控制,按照用户的需要检索文件,提供操作文件的各种命令,这都是操作系统中完成这部分功能的软件(程序)应该具备的。

上述功能的完成,例如何时分配 CPU,怎样控制用户一步一步地完成程序的运行,这就是靠计算机系统的控制器(此属于计算机系统的硬件,应在“计算机组成原理”课程中讲解)与操作系统的配合而实现的。

这些内容将在后面的章节中分别加以阐述。

综上所述,在计算机硬件中安装了操作系统,就可以实现上述功能。

1. 方便性

计算机硬件配置了操作系统后,人们使用计算机系统就更加方便。因为,如果计算机硬件不配置(安装)系统软件,则其非常难以使用计算机(例如现在的 PC,如果不安装操作系统,恐怕连启动计算机都是不可能的)。由于没安装操作系统的计算机硬件只能识别 0 和 1 二进制代码(也称为机器代码),所以,人们要在计算机上运行编写的程序,那么这个程序就必须是用机器语言编写的。这给用户编写程序带来极大的麻烦和困难。如果计算机硬件配置了操作系统,人们就可以用操作系统所提供的各类命令来操作计算机,也可以用计算机高级语言来编写所需的各种程序,然后将所编写的源程序交给操作系统提供的编译命令(程序)编译成计算机硬件能识别的代码。这样,用户使用计算机系统就非常方便了。在 PC 上,方便性更突出。

2. 有效性

在没有配置操作系统或操作系统的功能很弱的情况下,计算机硬件中的 CPU、内存和 I/O 设备经常会处于空闲状态而得不到充分利用,计算机硬件利用率不高,造成计算机硬件大量浪费。在配置了操作系统后,CPU、I/O 设备等在操作系统的控制下得到了充分利用,能有序完成单(多)个用户多个任务的运行。在大型机上,有效性比方便性更突出。

3. 可扩充性

随着超大规模集成电路(VLSI)和计算机技术的应用和发展,计算机硬件和计算机的体系结构发生了非常大的变化(例如,原来在一台计算机中采用单 CPU,而现在的计算机中可以采用多 CPU 结构)。在配置了操作系统的计算机系统中,可以根据用户的需要来增加硬件,或扩充系统的某一部分软件(如游戏、数据库等)。

4. 兼容性和开放性

随着计算机系统应用环境的变化(如从单机环境到多机的网络环境),各种不同结构体系的计算机相互传递信息,这就需要计算机系统(包括硬件和操作系统)具有兼容性和开放性。

综上所述,操作系统的主要功能表现在以下几个方面。

(1) 操作系统管理 CPU。为要运行的诸多程序创建和撤销进程(线程),对诸进程(线程)的运行进行协调,实现进程(线程)间的切换,并按一定的算法把 CPU 分配给具备条件的进程(线程)。也就是实现:进程控制、进程同步、进程通信和进程调度。有关进程的概念将在第 2 章介绍。

(2) 操作系统管理内存。主要是为用户程序分配内存、实现对内存的保护、地址映像和内存扩充。

(3) 操作系统管理 I/O 设备。在计算机系统中,实现设备的管理主要是缓冲管理、设备分配和设备处理等。

(4) 操作系统管理文件。文件管理是对用户文件和系统文件进行管理,就是对文件的存储空间、目录进行管理,按用户要求检索文件,对文件的读/写、文件的共享/保护进行管理。

(5) 操作系统为用户使用计算机系统提供接口(这里的接口是指软接口,即相关命令、系统调用)。通过操作系统提供的命令和系统调用来完成各种控制和计算。

1.2.2 操作系统的服务对象

从大的方面讲,操作系统或者说整个计算机系统都是为人服务的。但具体则是用于完成计算机系统硬件的管理和控制,具体完成对各类信息的编辑、运行、输入输出等实行控制。因为,在计算机系统中,有多个程序(作业)并发执行,竞争使用资源。这时操作系统根据资源的状态和运行程序的优先级等条件按一定的算法将资源分配给具备条件的程序(进程或线程)。例如在单 CPU 系统中,一个 CPU 要满足众多用户的需要,而任何时刻则只能有一个用户占用 CPU。所以,操作系统也称为计算机系统资源的管理者。

在计算机系统中,人们是通过操作系统或者说是通过操作系统提供的各种相关命令来使用计算机的,所以说操作系统是用户与计算机系统的接口。

1.3 操作系统的结构

操作系统是一个十分复杂而庞大的系统软件。为了控制该软件的复杂性,可以用软件工程的概念、原理、规范来开发、运行和维护该软件,以杜绝开发软件的随意性、编程冗余和维护困难等问题。为此,人们把做工程的思路和方法应用到了软件(尤其是系统软件)的开发过程中。下面展示较为普遍的模块结构和层次结构。

1.3.1 层次结构

在层次结构中,整个操作系统的构成通常以分层的结构来实现,各个部分关系清晰,一目了然。通常,用图 1.1 和图 1.2 说明在层次结构中,操作系统在整个计算机系统的位置。

图 1.2 中间的三层(命令层、服务层和内核层)实际上就是操作系统部分。

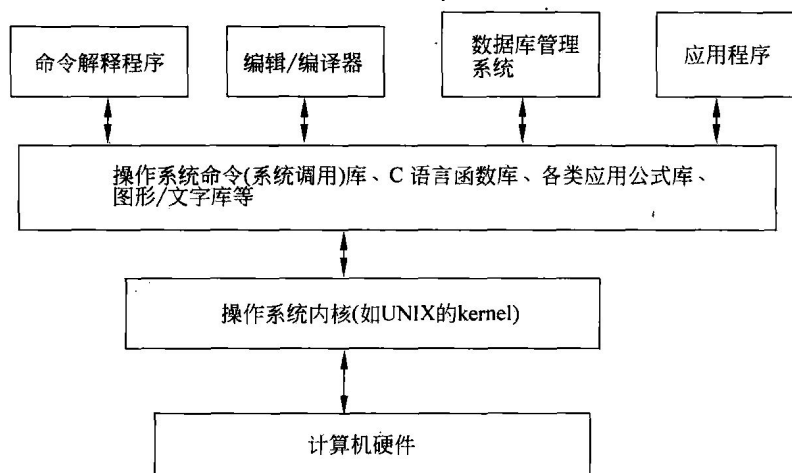


图 1.1 计算机系统中的层次结构

1. 内核层

它是操作系统的最里层,是唯一直接与计算机硬件打交道的一层。它使得操作系统和计算机硬件相互独立。也就是说,只要改变操作系统的内核层就可以使同一操作系统运行于不同的计算机硬件环境下。内核提供了操作系统中最基本的功能,它包括了装入、执行程序以及为程序分配各种硬件资源的子系统。把软件与硬件所传递的各类信息在内核进行处理。这样,对普通用户来讲,使复杂的计算机系统变得简单易操作。我们可以通过图 1.1 和图 1.2 了解计算机系统的层次结构。

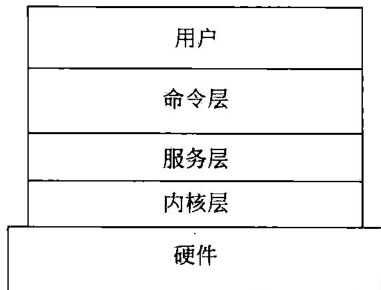


图 1.2 计算机系统中的分层结构

2. 服务层

服务层接受来自应用程序或命令层的服务请求,并将这些请求译码为传送给内核执行的指令,然后再将处理结果回送到请求服务的程序。通常,服务层由众多程序组成,可以提供如下服务。

- (1) 访问 I/O 设备：将数据进行输入输出。
- (2) 访问存储设备(内存或外存)：把数据从磁盘读出后送到内存或将内存的数据写到磁盘。
- (3) 文件操作：通常指打开(关闭)文件、读写文件。
- (4) 特殊服务：窗口管理、通信网络和数据库访问等。

3. 命令层

它提供用户接口,是操作系统中唯一直接与用户(应用程序)打交道的部分(如 UNIX 操作系统的 shell)。

4. 用户

这里通常是指应用程序。

1.3.2 模块结构

模块结构是指在开发软件尤其是像计算机操作系统这样的大型软件时,由于其功能复杂,参加开发工作的人员众多,要让每个人都能各负其责、各尽其职,有序地完成开发任务,通常的做法是根据软件的大小、功能的强弱和参与人员的具体情况,把开发软件工作按功能(任务)划分为若干块(模块),分散开发,集中组合、调试,使开发的软件功能完善、结构优化。图 1.3 给出了操作系统的模块结构示意图。

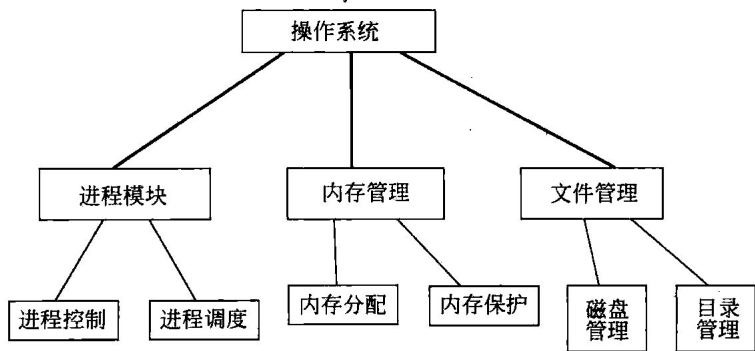


图 1.3 操作系统的模块结构

在整个计算机系统中,不管是层次机构还是模块结构,操作系统都可以用图 1.4 来说明其构造体系。

高层: 用户接口(命令接口、程序接口、图形接口)
中层: 对对象实施操作和管理的软件集合
底层: 操作系统的对象(CPU、内存、I/O 设备、文件和作业(任务))

图 1.4 整个计算机操作系统的结构体系

从图 1.4 可以看到,底层实际上是操作系统控制和管理的计算机硬件、各类信息(文件)和需要运行的程序等部分。

中层是指完成底层任务所需要的各类程序,这是一个庞大的软件体。

除了上面所讲的两部分外,余下的就应该是用户的各类应用程序了,这些应用程序怎样与操作系统的管理程序实现调用呢? 这需要一个切入点,也就是人们平常所说的接口。在计算机系统中,接口应该包括命令接口、程序接口和图形接口。也就是说,应用程序是通过这些接口渗透到计算机系统的核心的。反之一样。

1.4 操作系统的发展过程

由于计算机硬件的不断发展,其功能越来越复杂。计算机硬件的构成部件已经经历了电子管、晶体管、小规模集成电路(SIC)、中大规模集成电路(MIC、LIC)时代,现在已经进入超大规模集成电路(VLSI)时代,如图 1.5 所示。那么管理计算机硬件的操作系统也同样经历了近 60 年的时间。从 20 世纪 50 年代的单道批处理操作系统,到 60 年代的多道批处理操作系统,到 80 年代至 90 年代又有了用于 PC、多处理机和计算机网络的单用户/多任务/分时操作系统、多用户/多任务/分时操作系统(最为典型的操作系统有 Windows、UNIX)。

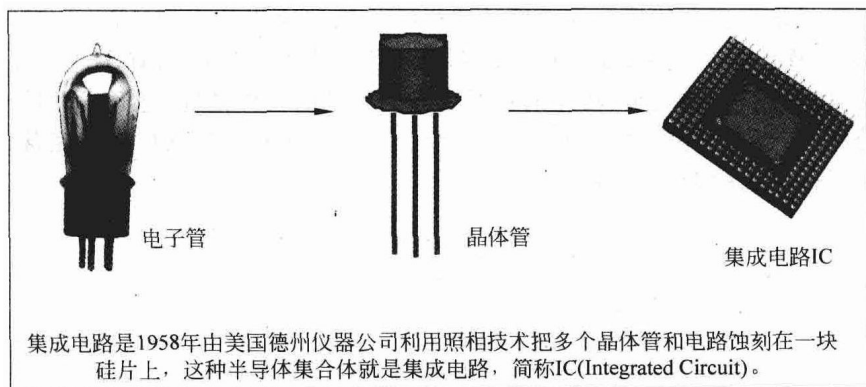


图 1.5 计算机器件的变迁

现对描述计算机操作系统关键特征的几个术语说明如下:

(1) 单道批处理。单道批处理是指用户将需要运行的程序交给操作计算机的工作人员后,等待工作人员每次仅将其一道程序输入计算机中运行,得到结果后再交给用户。如果程

序运行中出错,由于计算机系统没有交互功能,用户不能在现场纠错,只好将出错的程序带回去修改后再交给计算机运行。单道批处理的缺点是程序执行的周转时间长,设备利用率非常低。

(2) 多道批处理。随着计算机处理能力的增强,用户可以将多道程序交计算机运行,得到结果再交给用户。如果程序运行中出错,计算机工作人员就调另一程序来运行,但是,由于多道批处理系统也没有交互功能,出错的程序不能及时得到处理,计算机系统利用率还是很低,用户程序运行周转时间仍然较长。

(3) 单用户。单用户是指在计算机系统中,某一时间仅能供一个用户独占整个计算机系统资源。如果其他用户需要使用计算机系统,则只能待占用计算机系统资源的用户退出后方可使用计算机系统。这里的关键问题是计算机操作系统不支持多个用户同时使用计算机系统。

(4) 多任务。多任务(也称为多程序、多道作业)操作系统是一次并发执行一个用户的多个程序。

(5) 多用户。在多用户环境中,多个用户通过自己的终端使用同一台计算机主机。而多用户操作系统(如 UNIX)是一个非常复杂而庞大的软件,它同时为当前的所有用户提供所需的服务。多个用户的程序(进程)都存放在内存中,好像这些程序在同时执行。但是,由于 CPU 只有一个或少于内存中的程序(进程)个数,这样在某一时刻只有一个或少数的程序(进程)得到执行。在开发操作系统时,人们就考虑到 CPU 和外部设备速度的差异,就是当一个程序在运行中需要请求使用 I/O 设备时,就让此程序等待 I/O 的操作,而操作系统再把 CPU 分配给内存中的另一程序并让其执行。从一个程序转到另一程序这个过程称为程序切换。由于计算机系统的运行速度非常快,用户根本感觉不到系统中程序的切换,认为自己就是系统中唯一的用户。

(6) 分时。分时操作系统就是为解决人机“交互”而设计的,它主要涉及多个用户共享同一台主机的 CPU 处理时间。分时系统给每个用户任务(程序的进程或线程)分配一定的 CPU 时间。通常,把这个时间称为时间片。以时间片为单位在多个任务之间快速切换,而时间片只是一个任务所需执行时间的一小部分(时间片的单位为 ms、 μ s,甚至更小)。

1.5 操作系统的分类与基本特征

通常,根据操作系统的功能来对其进行类别划分,这样就有了如下的类别。

1.5.1 单道批处理系统

在 20 世纪 50 年代,计算机硬件中还没有配置操作系统,计算机本身的功能非常弱,而且价格非常昂贵。为了能充分利用计算机,尽量减少计算机系统的空闲时间,人们预先把一批要运行的程序先存放在外存(磁带)上,由系统中的监督程序(操作系统的雏形)控制磁带上的程序一个接一个连续运行。其处理过程:首先,由监督程序把磁带上的第一个程序装入内存,并把运行控制权交给该程序,直到该程序运行结束或出错时,又把运行控制权交回监督程序,再由监督程序把第二个程序装入内存运行。这样,计算机系统就自动地完成这批程序的运行,直至外存上的程序处理完为止,整个运行过程如图 1.6 所示。由于系统对程序