

高等院校计算机基础教育教材

2004版

操作系统教程

本书编委会 编

- 操作系统概论
- 进程控制与同步
- 调度与死锁 作业管理
- 存储管理 设备管理
- 文件管理 UNIX操作系统
- Linux操作系统简介 Windows操作系统
- 对称多处理系统和分布处理
- 网络操作系统的构成和服务
- Windows操作系统的实践



西北工业大学出版社

高等院校计算机课程教材

操作系统教程

本书编委会 编

西北工业大学出版社

【内容提要】 操作系统是计算机的核心软件,是所有计算机专业的必修课程。

本书分为 12 章和 1 个附录,每章由章前导读、本章要点、理论知识、本章小结、基础要点和习题六部分组成。第 1 章使读者建立操作系统的概念;第 2,3 章首先引入进程的概念,进而阐述了进程管理的各个环节,包括进程控制、进程同步和通信、进程调度以及死锁问题;第 4 章讨论了作业调度和用户接口两大问题;第 5 章介绍了存储器管理的基本概念,引入虚拟存储器处理;第 6 章讨论了设备分配和设备处理;第 7 章比较详细的阐述了文件管理;第 8,9,10 章有次序的介绍了目前常用的操作系统实例,如 UNIX、Linux 和 Windows NT;第 11 章介绍了对称多处理系统和分布处理;第 12 章介绍网络操作系统的构成与服务,是顺应最新操作系统的发展趋势而增加的独特的章节。附录中给出了 Windows 相关操作系统的实践。

本书可作为面向各高等院校计算机专业本科生的实用教材,同时也适合具有同等文化程度的读者自学之用。

图书在版编目(CIP)数据

操作系统教程/《操作系统教程》编委会编. —西安:西北工业大学出版社,2004.4
ISBN 7-5612-1707-2

I. 操… II. 操… III. 操作系统(软件)—高等学校—教材 IV. TP316

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 108720 号

出版发行:西北工业大学出版社

通信地址:西安市友谊西路 127 号

邮编 710072

电话:029-88493844

网 址:www.nwpup.com

印刷者:陕西天元印务有限公司

开 本:787 mm×1 092 mm 1/16

印 张:25

字 数:671 千字

版 次:2004 年 4 月第 1 版

2004 年 4 月第 1 次印刷

定 价:30.00 元

前 言

在计算机普及的今天，如果让用户去使用一台没有配置操作系统的计算机，将会是一件很难想象的事。操作系统是管理和控制计算机系统中的所有软硬件资源的软件，是计算机系统的灵魂和核心。用户使用计算机实际上就是熟悉使用操作系统所提供的用户界面环境。每台计算机必须安装操作系统，有的不止安装一套。普通用户只需了解操作系统的外部功能，而无需知道其内部实现细节；但对于计算机专业的学生，掌握计算机不仅要求会操作它，还要学会利用计算机去开发各种软件，解决复杂的应用问题；对于一个程序员来说，操作系统是最大的挑战，它包含了从底层设备管理到并发控制再到面向对象设计的方方面面。

操作系统作为现代计算机系统最重要的系统软件，起着“中枢神经”的作用，它也是计算机应用者首先关心和感兴趣的一个领域。所以操作系统课程已成为计算机专业的一门专业主干课。编者通过对国内外操作系统方面有关教材和论著的深入研究，力求使内容由浅入深、通俗易懂、涵盖面广、理论知识详实，并力图反映操作系统技术的新发展和新成果。

本书分为 12 章，1 个附录。第 1 章向读者建立操作系统的概念；第 2，3 章首先引入进程的概念，进而阐述了进程管理的各个环节，包括进程控制、进程同步和通信、进程调度以及死锁问题；第 4 章讨论了作业调度和用户接口两大问题；第 5 章介绍了存储器管理的基本概念，引入虚拟存储器处理，同时讲述了存储管理的各个方案及其特点；第 6 章讨论了设备分配和设备处理；第 7 章比较详细的阐述了文件目录、文件结构、文件寻址、文件的保护以及文件的使用等问题；第 8，9，10 章有次序的介绍了目前常用的操作系统实例，UNIX，Linux 和 Windows NT；第 11 章介绍了对称多处理系统和分布处理；第 12 章网络操作系统的构成与服务是顺应最新操作系统的发展趋势而增加的独特的章节。附录中给出了 Windows 相关操作系统的实践。

本书尽可能详细的介绍了现代操作系统的基本原理和实现技术，可作为计算机专业大学本科生的教材，参考教学时数为 56~80 学时，若学时不够，第 8，9，10 章可以根据需要有选择的讲解，第 11 章以及第 12 章可在教师的指导下组织学生自学。附录中的内容可作为学生上机实习时参考。在编写过程中，编者始终坚持理论与实践相结合的原则，着重讲述原理、概念和实例并重。

由于作者水平有限，书中难免存在缺点和不足之处，敬请广大读者和同行批评指正。

本书编委会

目 录

第 1 章 操作系统概论	1
1.1 操作系统的概念	1
1.2 操作系统的形成和发展	2
1.2.1 人工操作阶段	2
1.2.2 脱机输入输出技术	3
1.2.3 批处理技术	3
1.2.4 多道程序设计技术	3
1.3 操作系统的基本类型	5
1.3.1 多道批处理操作系统	6
1.3.2 分时系统	7
1.3.3 实时系统	7
1.3.4 网络操作系统	8
1.3.5 分布式操作系统	10
1.3.6 五大类型操作系统特点的比较	10
1.4 操作系统的特征与功能	11
1.4.1 操作系统的特征	11
1.4.2 操作系统的功能	11
1.4.3 操作系统的性能评价	13
1.5 安全操作系统	14
1.6 操作系统的结构设计模式	16
1.6.1 模块化结构	16
1.6.2 层次化结构	17
1.6.3 客户/服务器结构	17
1.6.4 对象模式	18
1.6.5 对称多处理模式	18
1.7 小 结	18
习题一	19
第 2 章 进程控制与同步	21
2.1 进程的引入	21
2.1.1 前趋图	22
2.1.2 程序的顺序执行及其特性	22
2.1.3 程序的并发执行及其特性	23
2.1.4 程序并发执行的条件	23

2.2 进程的描述	24
2.2.1 进程的定义及特征	24
2.2.2 进程的状态	25
2.2.3 进程控制块 PCB	27
2.3 进程控制	29
2.3.1 进程创建与撤消	30
2.3.2 进程的阻塞与唤醒	31
2.3.3 进程挂起与激活	33
2.4 线 程	33
2.4.1 线程的引入	33
2.4.2 线程的定义	34
2.4.3 线程与进程的比较	34
2.5 进程的互斥	35
2.5.1 资源共享所引起的制约	35
2.5.2 互斥的加锁实现	37
2.5.3 信号量和 P, V 原语	38
2.5.4 用 P, V 原语实现进程互斥	41
2.6 进程同步	42
2.6.1 同步的概念	42
2.6.2 私用信号量	44
2.6.3 用 P, V 原语操作实现同步	44
2.7 经典进程的同步问题	45
2.7.1 生产者-消费者问题	45
2.7.2 读者-写者问题	47
2.7.3 哲学家进餐问题	49
2.8 管程机制	51
2.8.1 管程的基本概念	51
2.8.2 利用管程解决生产者-消费者问题	52
2.9 进程通信	54
2.9.1 进程通信的类型	54
2.9.2 直接通信和间接通信方式	55
2.9.3 消息传递系统中的几个问题	57
2.9.4 消息缓冲队列通信机制	58
2.10 小 结	60
习题二	61
第 3 章 调度与死锁	66

3.1 处理机调度	66
3.1.1 调度的层次	66
3.1.2 进程调度	68
3.2 调度算法	70
3.3 死 锁	74
3.3.1 死锁的起因及概念	74
3.3.2 产生死锁的必要条件	75
3.3.3 死锁举例及对策	76
3.4 死锁的预防	78
3.5 死锁的避免和银行家算法	79
3.5.1 系统资源分配状态	79
3.5.2 银行家算法	80
3.5.3 银行家算法的例子	82
3.6 死锁的检测与解除	83
3.6.1 死锁的检测	83
3.6.2 死锁的解除	85
3.7 小 结	86
习题三	87
 第 4 章 作业管理	 90
4.1 作业的基本概念	90
4.1.1 作业的定义	90
4.1.2 作业组织	92
4.1.3 作业管理的基本功能	93
4.1.4 作业的状态及其转换	94
4.2 作业管理的任务	95
4.3 作业调度及常用作业调度算法	97
4.3.1 作业调度	97
4.3.2 调度性能的衡量	98
4.3.3 常用作业调度算法	99
4.4 联机命令接口	101
4.4.1 联机命令的类型	101
4.4.2 键盘终端处理程序	103
4.4.3 命令解释程序	105
4.5 系统调用	107
4.5.1 系统调用的基本概念	107
4.5.2 系统调用的类型	108

4.5.3 系统调用的实现	109
4.6 图形用户接口	112
4.6.1 桌面、图标和任务栏	112
4.6.2 窗口	114
4.6.3 对话框	115
4.7 小 结	117
习题四	117
第 5 章 存储管理	119
5.1 存储管理的概述	119
5.1.1 存储管理的功能	119
5.1.2 地址重定位	120
5.2 连续分配存储管理	121
5.2.1 单一连续分配	122
5.2.2 分区分配	122
5.2.3 覆盖与交换技术	131
5.3 分页存储管理	132
5.3.1 页面与页表	133
5.3.2 地址变换机构	134
5.3.3 两级和多级页表	135
5.3.4 分页存储管理算法	138
5.3.5 分页存储管理方案的评价	139
5.4 分段存储管理	140
5.4.1 分段存储管理方式的引入	140
5.4.2 分段系统的基本原理	141
5.4.3 信息共享	143
5.5 虚拟存储器	144
5.5.1 虚拟存储器的引入	144
5.5.2 虚拟存储器的实现方法	145
5.5.3 虚拟存储器的特征	146
5.6 请求分页系统	147
5.6.1 请求分页管理	147
5.6.2 页表	147
5.6.3 缺页中断与地址变换	148
5.6.4 页面调度策略	149
5.6.5 页面置换算法	150
5.6.6 页的共享和保护	152

5.7 请求分段式存储管理	152
5.7.1 请求分段中的硬件支持	152
5.7.2 分段共享与保护	154
5.8 段页式存储管理	156
5.8.1 段页式存储管理的实现	156
5.8.2 段页式存储管理的评价	158
5.9 小 结	159
习题五	160
 第 6 章 设备管理	 162
6.1 设备管理概述	162
6.1.1 设备分类	162
6.1.2 设备管理的任务和功能	164
6.2 数据传送控制方式	165
6.2.1 程序直接控制方式	165
6.2.2 中断方式	166
6.2.3 DMA 方式	168
6.2.4 通道控制方式	169
6.3 中断技术	171
6.3.1 中断的基本概念	171
6.3.2 中断的分类与优先级	172
6.3.3 软中断	172
6.3.4 中断处理过程	173
6.4 缓冲技术	174
6.4.1 缓冲的引入	174
6.4.2 单缓冲和双缓冲	175
6.4.3 循环缓冲	176
6.4.4 缓冲池 (Buffer Pool)	177
6.5 设备的分配	178
6.5.1 设备分配中的数据结构	179
6.5.2 设备分配时应考虑的因素	180
6.5.3 设备独立性	181
6.5.4 独占设备的分配程序	182
6.6 磁盘调度	183
6.6.1 磁盘调度	183
6.6.2 磁盘调度算法	185
6.7 I/O 软件的层次结构	188

6.7.1 中断处理程序	188
6.7.2 设备驱动程序	189
6.7.3 与设备无关的软件	190
6.7.4 用户空间的软件	191
6.8 SPOOLing 技术	192
6.8.1 什么是 SPOOLing	192
6.8.2 SPOOLing 系统的组成	192
6.8.3 共享打印机	193
6.8.4 SPOOLing 系统的特点	193
6.9 小 结	194
习题六	194
第 7 章 文件管理	197
7.1 文件系统的概念	197
7.1.1 文件系统的引入	197
7.1.2 文件和文件系统	198
7.1.3 文件类型和文件系统模型	199
7.1.4 文件管理的功能	201
7.2 文件的结构和存取方法	201
7.2.1 文件的逻辑结构	201
7.2.2 文件的物理结构	202
7.2.3 文件的存取方法	206
7.2.4 文件结构、文件存储设备和存取法的关系	207
7.3 文件存储设备及存储空间管理	207
7.3.1 文件的存储设备	207
7.3.2 文件存储空间管理	210
7.3.3 空白块链	211
7.3.4 位示图 (Bit Map)	211
7.4 文件目录结构	212
7.4.1 文件控制块	212
7.4.2 一级目录结构	212
7.4.3 二级目录结构	213
7.4.4 目录树结构	214
7.4.5 目录树的构造	214
7.5 文件共享与文件保护	217
7.5.1 存取控制表	217
7.5.2 口令	219
7.5.3 密码	219

7.6 文件的使用	219
7.6.1 文件的创建和删除	219
7.6.2 文件的打开和关闭	220
7.6.3 文件的读写	220
7.7 小 结	221
习题七	222
 第 8 章 UNIX 操作系统	225
8.1 UNIX 操作系统概述	225
8.1.1 UNIX 的历史	225
8.1.2 UNIX 系统的特征	226
8.1.3 UNIX 系统的结构	226
8.1.4 UNIX 系统的内核结构	227
8.2 UNIX 的进程	229
8.2.1 进程的描述	229
8.2.2 进程状态及其转换	230
8.2.3 进程上下文	231
8.2.4 进程控制	232
8.2.5 进程调度和切换	234
8.2.6 进程的同步与通信	235
8.3 存储器管理	236
8.3.1 请求调页管理的数据结构	236
8.3.2 换页进程	238
8.3.3 请求调页	239
8.4 设备管理	239
8.4.1 设备缓冲管理	239
8.4.2 核心与设备驱动程序接口	242
8.4.3 磁盘驱动程序	244
8.5 文件管理	245
8.5.1 文件存储空间的管理	245
8.5.2 文件的物理结构	246
8.5.3 用户文件描述符表和文件表	248
8.6 目录管理	248
8.7 文件系统的系统调用	250
8.7.1 系统调用 Open	250
8.7.2 系统调用 creat	251
8.7.3 系统调用 close	252

8.7.4 系统调用 link 和 unlink	252
8.7.5 系统调用 read 和 write	253
8.8 小 结	254
习题八	255

第 9 章 Linux 操作系统简介

256

9.1 Linux 简介	256
9.1.1 Linux 的发展过程	256
9.1.2 Linux 内核结构	258
9.1.3 Linux 运行模式、地址空间与上下文	261
9.2 Linux 进程管理	262
9.2.1 Linux 进程控制块结构	262
9.2.2 进程调度算法和调度策略	264
9.2.3 进程使用的文件	265
9.2.4 进程使用的虚拟内存	265
9.2.5 系统调用	266
9.2.6 进程的创建与终止	267
9.3 进程间的通讯机制	268
9.3.1 信号 (signal)	268
9.3.2 管道 (Pipe)	269
9.3.3 消息队列	269
9.3.4 信号量	270
9.3.5 共享内存	271
9.4 Linux 存储管理	271
9.4.1 虚拟内存的实现机理	271
9.4.2 80386 体系结构的存储管理功能	271
9.4.3 Linux 分页管理机制	272
9.4.4 空闲物理内存空间管理	273
9.4.5 虚拟段的组织	274
9.4.6 共享内存	274
9.4.7 请求换页与页面换入	275
9.4.8 交换空间	276
9.4.9 换出与丢弃页面	276
9.4.10 存储管理系统的高速缓冲机制	277
9.5 Linux 文件系统	277
9.5.1 Linux 文件系统的特点	277
9.5.2 EXT2 文件系统物理结构	278
9.5.4 EXT2 超级块	279

9.5.5 EXT2 组描述符.....	280
9.5.6 EXT2 目录.....	280
9.5.7 EXT2 文件查找.....	280
9.5.8 EXT2 文件扩展策略.....	281
9.5.9 虚拟文件系统 (VFS) 概述.....	281
9.5.10 VFS 超级块.....	282
9.5.11 VFS 索引节点.....	282
9.5.12 文件系统的注册.....	283
9.5.13 文件系统的挂接与卸装.....	283
9.5.14 文件系统管理的缓存机制.....	284
9.5.15 bdfush 内核守护程序.....	286
9.6 Linux 设备管理.....	286
9.6.1 设备驱动程序环境.....	286
9.6.2 设备文件.....	291
9.6.3 设备驱动程序概述.....	293
9.6.4 设备驱动程序的结构.....	295
9.7 小 结.....	298
习题九.....	298
第 10 章 Windows 操作系统.....	300
10.1 Windows 操作系统发展概述.....	300
10.1.1 早期的 Windows.....	300
10.1.2 Windows 95 和 Windows 98.....	300
10.1.3 Windows 2000.....	300
10.2 Windows NT 的设计目标与结构.....	301
10.2.1 Windows NT 的设计目标.....	301
10.2.2 Windows NT 的模型.....	301
10.2.3 Windows NT 的结构.....	301
10.3 Windows NT 的对象、进程和线程.....	302
10.3.1 对象.....	302
10.3.2 进程.....	303
10.3.3 线程.....	303
10.3.4 对象、进程和线程之间的关系.....	304
10.3.5 进程管理程序.....	304
10.4 Windows NT 内核.....	305
10.4.1 线程调度.....	305
10.4.2 多处理机同步.....	306
10.5 Windows NT 虚拟内存管理.....	307

10.5.1 进程的虚拟地址空间	307
10.5.2 虚拟存储的实现	308
10.6 Windows NT 的文件系统	309
10.6.1 只读光盘文件系统与通用磁盘格式	309
10.6.2 文件分配表 (FAT) 形式的文件系统	310
10.6.3 新技术文件系统 (NTFS)	310
10.7 Windows NT 的 I/O 系统	311
10.7.1 I/O 系统的结构	311
10.7.2 I/O 管理程序	311
10.7.3 虚拟文件	312
10.8 Windows NT 网络	312
10.8.1 NT 网络特点	312
10.8.2 NT 网络的组成	312
习题十	313

第 11 章 对称多处理系统和分布处理

315

11.1 概 况	315
11.1.1 计算机系统的分类	315
11.1.2 主/从组织	316
11.1.3 分离执行组织	316
11.1.4 对称组织	317
11.2 对称多处理器操作系统的设计	317
11.3 分布处理	317
11.3.1 OSI 参考模型	317
11.3.2 分布处理	318
11.4 客户/服务器	319
11.4.1 信息处理基本模式	319
11.4.2 客户/服务器模式的工作过程	321
11.4.3 客户/服务器应用	322
11.5 基于消息传递的通信方式	324
11.5.1 消息传递	324
11.5.2 消息传递过程	324
11.5.3 发送原语和接收原语	325
11.6 通信原语的设计	325
11.6.1 通信原语的类型	325
11.6.2 同步原语和异步原语	325
11.6.3 缓冲与非缓冲原语	327

11.6.4 可靠的和不可靠的通信原语	328
11.7 远程过程调用	329
11.7.1 远程过程调用概述	329
11.7.2 单机环境下的过程调用	329
11.7.3 基本远程过程调用操作	330
11.7.4 参数传递	331
11.7.5 参数表示	331
11.7.6 动态绑定	332
11.7.7 同步和异步	332
11.7.8 远程过程调用与通信原语的比较	332
11.8 集 群	333
11.8.1 集群操作系统的设计问题	334
11.8.2 集群与对称多处理器	334
11.9 组通信	334
11.9.1 组	335
11.9.2 组通信的实现	335
11.10 分布式系统中的同步	335
11.10.1 分布式操作系统的特点	336
11.10.2 同步算法	336
11.11 分布式系统中的互斥	337
11.11.1 集中式算法	337
11.11.2 分布式算法	338
11.11.3 令牌环网算法	339
11.12 分布式系统中的死锁	340
11.12.1 集中式死锁检测方法	340
11.12.2 分布式的死锁检测	341
11.12.3 分布式死锁预防	342
11.13 分布式系统的管理	343
11.13.1 分布式操作系统的结构	343
11.13.2 分布式系统中的资源管理	343
习题十一	344
第 12 章 网络操作系统的构成和服务	346
12.1 计算机网络概述	346
12.1.1 计算机网络的组成	346
12.1.2 计算机网络的拓扑结构	348
12.1.3 交换网	350

12.1.4 局域网	353
12.2 开放系统互连参考模型	354
12.2.1 网络体系结构的基本概念	354
12.2.2 对等实体间的通信	356
12.2.3 服务存取点和连接	357
12.2.4 OSI 七层模型	358
12.3 客户/服务器模式和对等模式	359
12.3.1 客户/服务器模式的形成和结构	359
12.3.2 客户/服务器模式的类型	360
12.3.3 客户/服务器间的交互	360
12.3.4 客户/服务器模式的优点	361
12.3.5 对等模式	361
12.4 网络操作系统的构成	362
12.4.1 工作站网络软件	362
12.4.2 网络环境软件	364
12.4.3 网络服务软件	364
12.4.4 网络管理软件	365
12.5 文件与打印服务	366
12.5.1 文件服务的引入	366
12.5.2 文件服务软件	367
12.5.3 打印服务	369
12.6 电子邮件服务	370
12.6.1 电子邮件系统	370
12.6.2 报文处理系统的引入	372
12.6.3 报文处理系统的组成	373
习题十二	374
附录 Windows 操作系统的实践	376

第1章 操作系统概论

计算机系统由硬件和软件两部分组成。操作系统 OS (Operating System) 作为用户与计算机硬件系统之间的接口,是配置在计算机硬件上的第一层软件,是对硬件系统的第一次扩充。它在计算机系统中占据了特殊重要的地位,随着计算机技术的发展和计算机应用的日益广泛而逐渐发展和完善。其他所有的软件如汇编程序、编译程序、数据库管理系统软件以及大量的应用软件,都将依赖于操作系统的支持。提高系统资源的利用率和方便用户使用操作系统的宗旨,也是推动操作系统由简单到复杂、由低级到高级、由功能简单到功能强大的逐步发展的不竭动力。

本章要点:

1. 操作系统的定义。
2. 操作系统的特点。
3. 操作系统的功能及分类。
4. 多道程序设计。

本章是对计算机操作系统的概述。对全书有提纲挈领的作用。了解和掌握这部分知识有助于学生理解和掌握操作系统其他部分的内容。

1.1 操作系统的概念

一个完整的计算机系统,不论是大型机、小型机还是微型机,都由两大部分组成:计算机硬件和计算机软件。硬件是指计算机的机器部分,即我们所见到的物理设备和器件的总称,如中央处理机(CPU)、存储器(内存与外存)、输入/输出设备等。软件通常是指计算机系统中使用的程序和数据,并按功能分为系统软件和应用软件两类。系统软件是指为进行计算机系统的管理和使用而必须配置的软件,如:操作系统、各种语言处理程序等;应用软件是指针对某类专门应用而配置的软件,如:计算机辅助教学(CAI)软件、财务管理软件等。

仅由硬件组成而没有软件支持的计算机称为裸机,直接使用裸机进行工作几乎是不可能的。为了对计算机所有软件、硬件资源进行有效的控制和管理,在裸机的基础上形成了第一层软件,这就是操作系统。操作系统是最基本的系统软件,是对硬件机器的必要扩充。其他软件都是建立在操作系统层次基础上,通过操作系统进一步发挥硬件的功能,并在操作系统的统一管理和支持下运行,如图 1.1.1 所示。因此,操作系统在整个计算机系统中具有特殊的地位,它不仅是硬件与其他软件的接口,而且是整个计算机系统的控制和管理中心,它为人们操作和使用计算机提供了良好的界面。

从图 1.1.1 中可以看出,计算机的硬件和软件以及软件的各部分之间是一种层次结构的关系。裸机在最下层,它的上面是操作系统,经过操作系统提供的资源管理功能和方便用户的各种服务功能把裸机改造成为功能更强、使用方便的机器,通常称之为虚拟机或扩展机。而各种实用程序和应用程序运行在操作系统之上,它们以操作系统为支撑环境,同时又向用户提供完成其工作所需的各种服务。