

计算机系列教材

# 操作系统原理与实践教程 (第2版)

滕艳平  
柴宝仁 李丽丽 谷文成

清华大学出版社

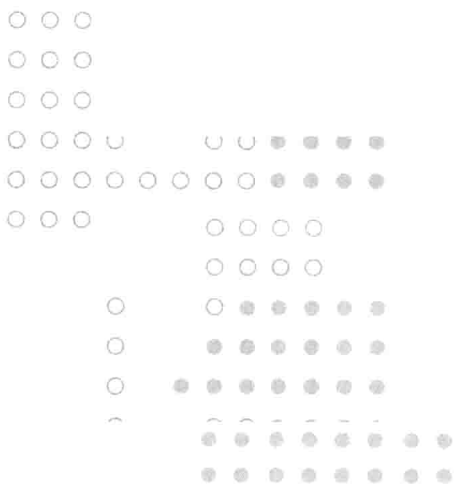


计算机系列教材

主 编 滕艳平

副主编 柴宝仁 李丽丽 谷文成

# 操作系统原理与实践教程 (第2版)



清华大学出版社

北京

## 内 容 简 介

本书介绍了现代操作系统的基本概念、工作原理和实现技术。全书分为原理篇和实践篇,原理篇包括第1~8章的内容,分别是操作系统引论、进程管理、中断与处理机调度、死锁、存储器管理、设备管理、文件管理和操作系统的安全与保护;实践篇包括第9~第11章的内容,分别是Linux操作系统案例分析、Windows 2000/XP操作系统案例分析和操作系统算法模拟的相关实例。

本书内容丰富,结构清晰,突出基础,注重应用,既可作为普通高等学校计算机专业及其相关专业操作系统课程的教材,也可作为计算机科技人员学习操作系统的参考书。

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

操作系统原理与实践教程/滕艳平主编. —2版. —北京:清华大学出版社,2015

计算机系列教材

ISBN 978-7-302-40838-3

I. ①操… II. ①滕… III. ①操作系统—高等学校—教材 IV. ①TP316

中国版本图书馆CIP数据核字(2015)第164202号

责任编辑:白立军 薛 阳

封面设计:常雪影

责任校对:焦丽丽

责任印制:宋 林

出版发行:清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址:北京清华大学学研大厦A座 邮 编:100084

社总机:010-62770175 邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, [c-service@tup.tsinghua.edu.cn](mailto:c-service@tup.tsinghua.edu.cn)

质量反馈:010-62772015, [zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn](mailto:zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn)

课件下载: <http://www.tup.com.cn>, 010-62795954

印 装 者:三河市少明印务有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×260mm 印 张:16.25 字 数:370千字

版 次:2008年11月第1版 2015年9月第2版 印 次:2015年9月第1次印刷

印 数:1~2000

定 价:34.50元

产品编号:065373-01

“操作系统”是计算机科学与技术专业的一门专业基础课,是计算机相关专业学生的必修课程。在知识经济高速发展的今天,软件产业占据核心地位,而操作系统又是计算机系统核心系统软件,用于控制和管理计算机系统中的各种软硬件资源,提供用户与计算机之间的接口。操作系统在计算机系统中处于特殊地位,其重要性体现在以下三个方面:

- (1) 本课程在计算机学科知识中处于硬件知识和软件知识的结合点;
- (2) 本课程中关于进程和线程的概念是多任务应用程序设计的理论基础;
- (3) 本课程提供的系统调用界面是应用程序设计所必需的支撑环境。

为此,在教材编写中,注重理论联系实际,即本教材把操作系统原理和实际操作系统的实现有机地结合起来,在每章理论讲解之后给出实例分析,加深读者对抽象概念的理解和掌握。另外,本教材增加实践环节,对 Linux 和 Windows 2000/XP 进行案例分析,提供了相关的编程实例和技术,同时又给出了实现操作系统功能的模拟算法,使读者能够掌握多任务并发的程序设计思想,理解操作系统的工作原理和实现技术,具有一定的实用性。

全书共 11 章。第 1 章介绍操作系统的形成和发展、操作系统的特征、功能和类型,操作系统的结构设计;第 2 章阐述进程的基本概念、进程的描述、进程状态、进程控制和进程同步;第 3 章介绍中断和处理机调度;第 4 章介绍死锁概念、死锁原因和必要条件以及解决死锁的方法;第 5 章介绍存储器管理的思想,包括连续区分配、分区分配和虚拟存储器;第 6 章、第 7 章分别介绍设备管理和文件管理;第 8 章介绍操作系统的安全和保护;第 9 章、第 10 章介绍 Linux 操作系统、Windows 2000/XP 操作系统的案例,包括进程创建、进程通信、内存分配和文件系统调用等;第 11 章给出操作系统的算法模拟实例,可进一步强化读者的实际应用能力。

本书第 1~第 5 章、第 8 章、第 9 章由滕艳平编写,第 6 章、第 7 章由柴宝仁编写,第 10 章由李丽丽编写,第 11 章由谷文成编写,全书由滕艳平统稿。

限于编者水平,本书还会存在一些错误和不当之处,敬请读者批评指正。

作者

2015 年 3 月

## 第一部分 原 理 篇

### 第 1 章 操作系统引论 /3

- 1.1 操作系统的概念 /3
  - 1.1.1 操作系统的地位和作用 /3
  - 1.1.2 操作系统定义 /4
- 1.2 操作系统的发展过程 /4
  - 1.2.1 手工操作方式 /4
  - 1.2.2 脱机输入输出技术 /5
  - 1.2.3 批处理系统 /5
  - 1.2.4 分时系统 /7
  - 1.2.5 实时系统 /8
  - 1.2.6 网络操作系统 /9
  - 1.2.7 嵌入式操作系统 /9
- 1.3 操作系统的基本特征 /10
- 1.4 操作系统的主要功能 /11
- 1.5 操作系统的结构设计 /12
  - 1.5.1 操作系统的设计目标 /13
  - 1.5.2 操作系统的结构 /13
- 1.6 实例分析 /15
- 本章小结 /16
- 习题 /18

### 第 2 章 进程管理 /19

- 2.1 进程的概念 /19
  - 2.1.1 程序的顺序执行及其特征 /19
  - 2.1.2 程序的并发执行及其特征 /20
  - 2.1.3 进程的定义及其特征 /21
  - 2.1.4 进程与程序的区别 /22
- 2.2 进程描述 /23
  - 2.2.1 进程控制块 /23

- 2.2.2 进程控制块的组织方式 /24
- 2.3 进程的状态与转换 /25
  - 2.3.1 进程的基本状态及其转换 /25
  - 2.3.2 具有挂起状态的进程转换图 /25
- 2.4 进程控制 /26
  - 2.4.1 进程的创建和撤销 /26
  - 2.4.2 进程的阻塞与唤醒 /27
  - 2.4.3 进程的挂起与激活 /28
  - 2.4.4 线程的概念及实现 /29
- 2.5 进程同步 /30
  - 2.5.1 同步概念 /30
  - 2.5.2 信号量机制 /31
  - 2.5.3 经典的进程同步问题 /34
  - 2.5.4 管程 /36
- 2.6 进程通信 /37
- 2.7 实例分析 /38
- 本章小结 /41
- 习题 /42

**第3章 中断与处理机调度 /44**

- 3.1 中断技术 /44
  - 3.1.1 中断及其相关概念 /44
  - 3.1.2 中断处理过程 /45
  - 3.1.3 核心态和用户态 /45
- 3.2 处理机调度 /46
  - 3.2.1 三级调度及其模型 /46
  - 3.2.2 常用调度算法 /47
  - 3.2.3 实时调度 /52
- 3.3 实例分析 /54
- 本章小结 /55
- 习题 /56

<b>第4章 死锁</b>	/57
4.1 死锁的概念	/57
4.2 死锁产生的原因和必要条件	/57
4.3 死锁问题的解决方法	/59
4.3.1 死锁的预防	/59
4.3.2 死锁的避免	/60
4.3.3 死锁的检测	/64
4.3.4 死锁的解除	/65
4.4 实例分析	/65
本章小结	/68
习题	/69
<b>第5章 存储器管理</b>	/70
5.1 基本概念	/70
5.2 连续分配方式	/72
5.2.1 单一连续分配方式	/72
5.2.2 固定分区分配方式	/73
5.2.3 动态分区分配方式	/74
5.2.4 可重定位分区分配方式	/74
5.2.5 分区分配和回收算法	/75
5.3 分页存储系统	/78
5.3.1 分页基本原理	/79
5.3.2 地址变换机构	/80
5.3.3 快表与多级页表	/81
5.4 分段存储管理方式	/82
5.4.1 分段管理机制的引入	/82
5.4.2 分段基本原理	/82
5.4.3 分段的共享和保护	/83
5.4.4 分段与分页的区别	/85
5.5 段页式存储管理方式	/85
5.6 虚拟存储器	/85
5.6.1 虚拟存储器的概念	/86

- 5.6.2 请求分页管理方式 /87
- 5.6.3 页面置换算法 /88
- 5.6.4 请求分段存储管理方式 /91
- 5.7 实例分析 /92
- 本章小结 /94
- 习题 /95

## 第6章 设备管理 /97

- 6.1 I/O系统的组成 /97
  - 6.1.1 微小型机采用的总线型结构 /97
  - 6.1.2 大型机采用的主机和通道的结构 /98
- 6.2 I/O控制方式 /99
  - 6.2.1 程序控制 I/O方式 /99
  - 6.2.2 中断方式 /101
  - 6.2.3 DMA方式 /102
  - 6.2.4 通道方式 /104
- 6.3 I/O设备的类型 /106
- 6.4 缓冲管理 /107
  - 6.4.1 单缓冲 /108
  - 6.4.2 双缓冲 /108
  - 6.4.3 循环缓冲 /108
  - 6.4.4 缓冲池 /108
- 6.5 设备的分配 /111
  - 6.5.1 设备分配需要的数据结构 /111
  - 6.5.2 设备分配原则 /112
  - 6.5.3 设备分配通用算法 /113
  - 6.5.4 SPOOLing系统 /113
- 6.6 设备处理 /115
  - 6.6.1 设备驱动程序的功能 /115
  - 6.6.2 设备驱动程序的特点 /115
  - 6.6.3 设备处理过程 /116
  - 6.6.4 设备处理方式 /117



- 6.6.5 磁盘调度算法 /117
- 6.7 实例分析 /120
- 本章小结 /122
- 习题 /123

## 第7章 文件管理 /124

- 7.1 文件和文件系统 /124
  - 7.1.1 文件的概念 /124
  - 7.1.2 文件的分类 /125
  - 7.1.3 文件系统的概念 /126
  - 7.1.4 文件系统的层次模型 /126
  - 7.1.5 文件系统的功能 /127
- 7.2 文件的组织结构与存取方式 /128
  - 7.2.1 文件的逻辑结构和存取方式 /128
  - 7.2.2 文件的物理结构及存储介质 /130
  - 7.2.3 文件记录的成组与分解 /134
- 7.3 文件目录管理 /135
  - 7.3.1 一级文件目录 /136
  - 7.3.2 二级文件目录 /136
  - 7.3.3 多级文件目录 /137
- 7.4 文件存储空间的管理 /138
  - 7.4.1 空闲块表法 /139
  - 7.4.2 空闲块链法 /139
  - 7.4.3 位示图法 /140
- 7.5 文件的共享 /142
  - 7.5.1 早期文件系统实现共享的方法 /142
  - 7.5.2 现代文件系统实现共享的方法 /143
- 7.6 文件的保护和保密 /145
  - 7.6.1 文件的保护 /145
  - 7.6.2 文件的保密 /148
- 7.7 文件操作 /148
- 7.8 实例分析 /150

本章小结 /151

习题 /151

**第8章 操作系统安全概述 /152**

8.1 安全性目标和威胁 /152

8.1.1 安全性目标 /152

8.1.2 威胁的类型 /153

8.2 安全机制 /153

8.2.1 数据加密机制 /153

8.2.2 数字证书 /156

8.2.3 身份认证机制 /157

8.2.4 审计机制 /157

8.3 硬件保护机制 /158

8.3.1 存储保护机制 /158

8.3.2 运行保护机制 /158

8.4 访问控制机制 /159

8.5 安全评价标准 /162

8.6 实例分析 /163

本章小结 /164

习题 /164

**第二部分 实 践 篇**

**第9章 Linux 操作系统案例分析 /169**

9.1 Linux 概述与基本操作 /169

9.1.1 Linux 操作系统简介 /169

9.1.2 Linux 用户接口 /170

9.1.3 Linux 文件系统 /172

9.1.4 Linux 文本编辑器与编译器 /174

9.2 Linux 进程及命令管理 /176

9.2.1	Linux 系统中的进程	/176
9.2.2	Linux 进程管理命令	/178
9.2.3	Linux 守护进程	/180
9.3	Linux 系统调用及编程实例	/181
9.3.1	进程管理的 API 实例分析	/181
9.3.2	进程通信的 API 实例分析	/186
9.3.3	内存管理的 API 实例分析	/190
9.3.4	文件管理的 API 实例分析	/193
	本章小结	/195
	习题	/195
<b>第 10 章</b>	<b>Windows 2000/XP 操作系统案例分析</b>	<b>/197</b>
10.1	Windows 2000/XP 操作系统简介	/197
10.2	Windows 2000/XP 体系结构	/197
10.3	Windows 2000/XP 线程调度	/198
10.4	Windows 2000/XP 虚拟存储管理	/200
10.5	Windows 2000/XP 文件系统	/201
10.6	Windows 2000/XP I/O 设备管理	/204
10.7	Windows 2000/XP 实例分析	/206
10.7.1	GUI 应用程序	/206
10.7.2	进程对象	/207
10.7.3	进程创建	/208
10.7.4	虚拟内存机制	/210
10.7.5	文件输入输出	/211
	本章小结	/214
	习题	/214
<b>第 11 章</b>	<b>操作系统算法模拟实例</b>	<b>/215</b>
11.1	单处理机系统进程调度	/215
11.2	避免死锁的银行家算法	/219

11.3	存储器分配与回收	/227
11.4	页面置换算法	/232
11.5	简单文件系统的设计	/236
11.6	SPOOLing 系统模拟设计	/239
	本章小结	/244
	习题	/244

	参考文献	/246
--	------	------

# 第一部分

## 原 理 篇

- 第 1 章 操作系统引论
- 第 2 章 进程管理
- 第 3 章 中断与处理机调度
- 第 4 章 死锁
- 第 5 章 存储器管理
- 第 6 章 设备管理
- 第 7 章 文件管理
- 第 8 章 操作系统安全概述



# 第 1 章 操作系统引论

在当今的信息时代,计算机已成为各行各业不可缺少的工具,它之所以能够快速普及,除了硬件价格便宜外,很重要的原因是其功能强大,操作简便。这一切还要归功于在每台计算机上都配置了操作系统(Operating System, OS),操作系统能够有效管理计算机资源并为用户和应用程序提供一个简单的接口,方便用户的操作。

**本章重点:** 操作系统的定义、功能和基本特征。

**本章难点:** 多道程序设计、并发与并行、并发与共享、分时系统。

## 1.1 操作系统的概念

### 1.1.1 操作系统的地位和作用

#### 1. 操作系统的地位

一个完整的计算机系统由两大部分组成:计算机硬件和计算机软件。计算机系统的硬件基础是冯·诺依曼体系结构,主要包括中央处理器(运算器和控制器)、存储器、输入输出设备等。由硬件组成的计算机称为裸机(Bare Machine),裸机只能执行机器代码语言,一般人无法使用。

软件部分是指由计算机硬件执行以完成一定任务的所有程序及数据,主要包括系统软件和应用软件两大类。操作系统是一个最基本也是最重要的系统软件,它是对硬件功能的首次扩充,所有其他软件如汇编程序、编译程序等系统软件以及大量的应用软件都建立在操作系统的基础上,并得到它的支持和服务,如图 1.1 所示。

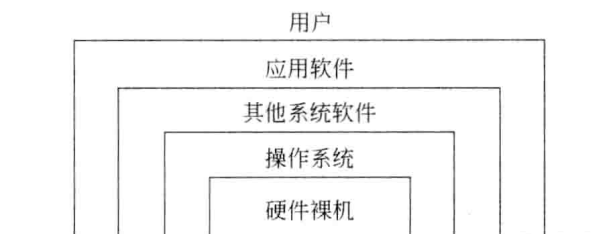


图 1.1 操作系统在计算机系统中的地位

#### 2. 操作系统的作用

(1) 操作系统作为计算机资源的管理者。

在一个计算机系统中,通常含有各种硬件和软件资源,相应地,操作系统的主要功能也正是针对这些资源进行有效的管理,即处理机管理,用于分配和控制处理机;存储器管

理,主要负责内存的分配与回收;I/O设备的管理,负责I/O设备的分配与操纵;文件管理,负责文件的存取、共享和保护。

当多用户对系统中的共享资源需求发生冲突时,操作系统必须对使用的资源进行授权,以协调多用户的使用。另外,为了对四类资源进行有效的管理,还应定义相应的数据结构和设计实现的算法。

(2) 操作系统作为用户与计算机硬件系统之间的接口。

用户通过操作系统来使用计算机系统,可通过以下三种方式使用计算机。

① 命令方式。由操作系统提供一组联机命令,通过键盘输入有关命令,来直接操纵计算机。例如Linux环境下的ls、cp等命令。

② 程序方式。操作系统提供一组系统调用,供用户程序或其他系统程序调用。每条系统调用都是操作系统中的一段程序,每当用户的应用程序要求操作系统提供某种服务时,便调用具有相应功能的系统调用。因有编程接口,故程序员可以直接引用。例如,在Linux系统中,有关进程的系统调用有创建进程fork()、获取进程标识符getpid()、终止进程exit()等,通过这些函数为上层软件提供服务,函数(系统调用)是用户应用程序与操作系统之间的一种接口。

③ 图形方式。用户通过屏幕上的窗口或图标来操纵计算机系统并运行自己的程序。

(3) 操作系统作为扩充机器(Extended Machine)。

通常把覆盖了软件的机器称为虚拟机(Virtual Machine)或扩充机器,它是对裸机的抽象和功能的扩充。例如,在设备管理中,通过定义数据结构和一组操作read或write命令来进行数据的读写,而无须关心I/O的具体实现细节,而此时用户看到的机器是一台比裸机功能更强、使用更为方便的机器。

## 1.1.2 操作系统定义

根据前面关于操作系统的地位和作用的描述,可以给操作系统一个非常形式化的定义如下:

操作系统是计算机系统中的一个系统软件(位于硬件层之上,所有其他软件层之下),是能够有效控制和管理计算机硬件和软件资源,合理组织计算机工作流程以及方便用户使用的程序集合。

## 1.2 操作系统的发展过程

操作系统的形成迄今已有五十多年的历史,经历了从无到有,从功能简单到功能完善的演变过程,并且还处于进一步发展之中。下面分别加以叙述。

### 1.2.1 手工操作方式

早期计算机上没有配置操作系统,人们采用手工操作方式使用计算机硬件系统,即由



操作员将纸带(卡片)装入纸带输入机(或卡片输入机),然后启动输入机将程序和数据送入计算机,接着通过控制台开关启动程序运行,当程序运行完毕后,用户取走计算结果,让下一个用户上机。这种操作方式具有用户独占计算机资源和 CPU 等待人工操作的特点。

随着 CPU 速度的提高,手工操作的低速与 CPU 运算的高速之间产生了矛盾,即所谓的人机矛盾。

例如,CPU 运行 1 万次/秒,某程序运行时间为 60 分钟,手工操作需 3 分钟,则手工操作时间与程序运行时间的比为  $3 : 60 = 1 : 20$ ;若 CPU 速度提高至 60 万次/秒,则该程序运行时间为 1 分钟,手工操作方式仍为 3 分钟,则手工操作时间与程序运行时间的比为  $3 : 1$ ,所以人机矛盾日趋严重。此外,CPU 与 I/O 设备之间速度不匹配的矛盾也日益突出。

### 1.2.2 脱机输入输出技术

为了解决手工操作所产生的人机矛盾以及 CPU 与 I/O 设备之间速度不匹配的矛盾,20 世纪 50 年代末出现了脱机输入输出技术。

该技术是预先将用户程序和数据在一台外围机的控制下,从低速输入设备输入到磁带上,当 CPU 需要这些程序和数据时,再从磁带上高速输入内存(此即脱机输入技术);当 CPU 需要输出时,可由 CPU 直接把数据高速地送至磁带上,然后在外围机的控制下,把磁带上的数据由相应的低速输出设备输出(此即脱机输出技术)。

在主机的直接控制下进行输入输出的方式称为联机输入输出。

脱机 I/O 的优点:在脱机 I/O 方式下,由外围机而不是主机的 CPU 等待手工操作,从而减少主机 CPU 的空闲时间,缓和人机矛盾;另外,CPU 直接通过高速磁带进行输入输出,这极大地提高了 I/O 速度,从而较好地缓和了 CPU 与 I/O 设备之间速度不匹配的矛盾。

### 1.2.3 批处理系统

#### 1. 单道批处理系统

批处理技术是指在系统中配置一个监控程序(Monitor),并在该监控程序的控制下,能够对一批作业自动进行处理的一种技术。

早期批处理技术系统中,由于内存中只能存放一道作业,因而称为单道批处理系统(Simple Batch Processing System)。而其中的监控程序就是操作系统的雏形。单道批处理系统的处理流程如图 1.2 所示。

单道批处理系统的主要特征如下:

- (1) 自动性。磁带上的一批作业能自动地、逐个地依次运行,无须人工干预。
- (2) 顺序性。作业完成的顺序与它们进入内存的顺序以及作业在磁带上的顺序一致。