



上海“九五”重点图书出版规划项目
全国名校计算机专业核心课程教材

操作系统原理

何炎祥等 编著



上海科学技术文献出版社

上海“九五”重点图书出版规划项目
全国名校计算机专业核心课程教材

操作系统原理

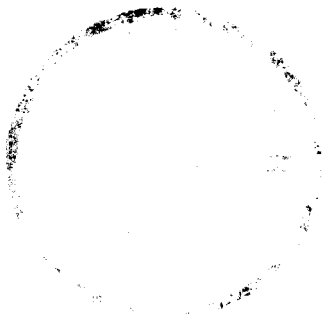
何炎祥等 编著

上海科学技术文献出版社

内 容 摘 要

本书全面系统地介绍了现代操作系统的基本概念、设计原理以及在构造过程中可能面临的种种问题及其解决方法,此外,还介绍了在设计操作系统过程中一些重要的新进展,如线程、实时系统、多处理器调度、进程迁移、分布计算模式、安全性等。为便于理解,还选择了三个有代表性的操作系统:Windows NT,UNIX 和 MVS 作为实例贯穿全书。

本书内容丰富,取材新颖,强调理论与实践的结合,既可作为大专院校计算机及相关专业的教科书,又适合于计算机爱好者自学,还可作为有关工程技术人员的参考书。



上海“九五”重点图书出版规划项目

全国名校计算机专业核心课程教材

编辑委员会

- | | | | | |
|---|---|-----------|---------|-------------|
| 顾 | 问 | 陈火旺 | 中国工程院院士 | 国防科学技术大学 |
| | | 盛焕烨 | 教授 | 上海交通大学 |
| | | 顾冠群 | 中国工程院院士 | 东南大学 |
| 主 | 任 | 左孝凌 | 教授 | 上海交通大学 |
| 编 | 委 | (按姓氏笔画排序) | | |
| | | 朱 洪 | 教授 | 复旦大学 |
| | | 刘瑞挺 | 教授 | 南开大学 |
| | | 何炎祥 | 教授 | 武汉大学 |
| | | 招兆铿 | 教授 | 复旦大学 |
| | | 金廷赞 | 教授 | 浙江大学 |
| | | 徐洁磐 | 教授 | 南京大学 |
| | | 谢康林 | 教授 | 上海交通大学 |
| 策 | 划 | 方金善 | 副编审 | 上海科学技术文献出版社 |
| | | 项暑烽 | 编 审 | 上海科学技术文献出版社 |
| | | 廖 恬 | 高 工 | 上海科学技术文献出版社 |

总 序

近 20 年来,计算机学科的发展,促使现代科学迅速崛起。当前计算机学科,已经成为实时控制、信息处理、通讯、企事业管理,以及社会生活各个方面无所不在,无所不用的必不可少的实用工具。计算机技术的应用,冲破了传统学科的分类,例如经济、艺术、法律、农林、医学等各种学科,都需依赖于计算机的应用,除了各自领域的专业实施外,应用计算机已是各个专业提高效率,发挥潜能,促进发展,与专业息息相关的有效手段。同时,计算机应用的拓广,使计算机科学与现代科学技术相互结合,千丝万缕。当前,计算机专业教育中面临的最大问题是教学内容,远远滞后于应用实践。当前,个人电脑已深入到各行各业,网络、多媒体等在各方面应用普遍,但是在计算机专业教育中,这些内容还难成主流,而一些基础课程,如数据结构、数据库,以及计算机原理与组成等都还不能涉及前沿,有些课程内容,长期滞留在七、八十年代的水平。此外,计算机发展,已渗透到很多相关学科,如通讯、视像、激光、生物、化学、管理等各种相关领域,计算机教学的内容颇具知识爆炸之势,因此如何去芜存精,深厉浅揭是当前计算机教育改革的当务之急。本着上述观点,近年来,国内一些院校,曾对部分课程作了分析、实验、论证。大家认为当前世界计算机发展过程中,存在四大流行趋势,即是面向对象、并行与分布处理、多媒体结构以及网络运行。如何在教学内容中,反映这四方面的应用是刻不

容缓,势所必然之事。

为此,我们经过筹划,组织了这套“全国名校计算机专业核心课程教材”(简称“名校教材”)。“名校教材”,并非都是名家,名作,它只是反映了国内一些名校在教学改革中的一些思想、举措。例如,当前计算机高级语言是大学的最基础先行课程。自C语言以后,很多异军突起,先有C++面向对象,又有VB,VC方便简捷,各领一方;网络流行之后,又有JAVA风靡一时,面对基础语言课程,观点各异,仁智相见,难执一词,难成共识。为此有人建议,语言应自概论讲起,分析语法结构,掌握语言构成规律,读通语言文本,那么任何计算机高级语言,都可举一反三,触类旁通。这种以结构规律来学会应用的方法,就是以不变应万变,任其千变万化,万变不离其宗。这种抓住本质,适应瞬息变化的拓展学科方法,在计算机的专业教育中是极具典型和富于启迪的。本丛书中,还有些教材,力图反映当前计算机学科中的最新进展,如数据库、操作系统两书都在详述基础概念基础上分类介绍了面向对象、并行与分布技术以及网络、多媒体等实施的内容,使读者既能建立深厚基础,又能高屋建瓴,接近最新领域。

“名校教材”,目前已列为上海“九五”重点图书出版规划项目,并得到国内著名院校的教授、专家支持。

这套丛书,立意是着重基础,反映导向,注重实践。希望每种教材,能有创意,能具共鸣,能被接受,能予推广。但是另一方面,我们也意识到,由于各校情况各异,作者观感不一,理解角度有所不同,所以对教材的选用和编著,还不易一致认同,我们只希望这套教材不落窠臼,在反映当前学科动向,促进学以致用等方面,能起到推波助

澜作用。希望有关院校能根据本身条件,积极使用,参与讨论,以使各书能够不断修改,日臻完善。

最后我们感谢中国高等学校计算机教育研究会对“名校教材”策划的各种支持,感谢上海科学技术文献出版社为本丛书的立题、报审、出版等所付出的艰辛和努力。

左孝凌

1997.7

前 言

操作系统是计算机系统中十分重要的系统软件,也是计算机课程中必不可少的教学内容。本书主要阐述了操作系统的各种基本概念,设计操作系统的基本原理和典型技术,以及构造操作系统过程中可能面临的种种问题及其解决办法。其目的是为了尽可能清晰、全面的向读者展现现代操作系统的性质和特征。

计算机系统存在着极大多样性,包括个人计算机、工作站、小型机、大型机等;还有一些特殊的计算机系统,如实时系统等。计算机的多样性不仅表现在容量和机器速度的差异,而且应用程序和系统支持环境也不尽相同。另外,整个计算机系统以极快的速度发展着,不断有新的关键领域在操作系统中诞生。因此,我们的任务是极其艰巨的。在本书中,我们将结合当今操作系统的设计,以及操作系统的发展方向,着重讨论操作系统设计的基本原理。我们希望读者通过阅读本书能够深入理解现代操作系统的设计思想、关键结构,以及与操作系统相关的一些内容(硬件、系统程序、应用程序等)。

本书除阐述了操作系统的基本原理外,还介绍了在操作系统设计中一些非常重要的新进展,包括:

(1) 线程。进程是由两个独立的部分实现的,一是同资源的拥有有关,另一个同执行有关。这种区别就导致了在一些操作系统中逐渐发展出了一种新的结构——线程。

(2) 实时系统。近年来,实时计算被看作是计算机领域出现的一个重要分支。而操作系统是实时系统中最重要的组成构件。

(3) 多处理器调度。随着人们对线程及并行编程应用兴趣的不断增加,多处理器调度已成为人们专门研究和努力发展的领域。

(4) 分布式系统。随着价格低廉但功能强大的个人计算机和

微型计算机越来越广泛的应用,人们对分布式数据处理的兴趣越来越大。本书中,许多有关 OS 设计的讨论将展现分布环境的复杂性。

(5) 进程迁移。进程迁移就是将一个进程从一个机器移到另一个机器,它已成为分布式操作系统中的一个热门话题。人们对这个概念的兴趣源自对网络系统负载平衡实现方法的研究,而进程迁移概念的应用现已超出了这一领域。最近,一些研究人员感到进程迁移是不实际的,这种评价太悲观了。实际上,新的实现方法,包括一些商业产品的出现,使人们对这一领域的兴趣不断高涨。

(6) 安全性。安全性一直是操作系统设计所关注的问题。

本书的目的是使读者了解现代操作系统的设计原理与基本实现技术。因此,仅介绍纯粹的概念或理论是不够的。为了更好的理解概念、原理和方法并与实际设计相结合,我们选择了三个操作系统作为例子:

(1) Windows NT。一个单用户、多任务操作系统,运行在个人计算机、工作站和服务服务器上。作为一种新型操作系统,Windows NT 采用了操作系统最新的技术。另外,Windows NT 是第一个严格采用面向对象设计原理设计的重要操作系统。

(2) UNIX。一个多用户、多任务、分时交互式操作系统。UNIX 开始是为微型计算机设计的,现在,它已在从微型机到超级计算机的范围内广泛得到应用。

(3) MVS。IBM 大型计算机的顶级操作系统,而且 MVS 还是曾经出现过的操作系统中最复杂的。它提供了批处理和分时处理的功能。

选这三个操作系统是因为它们具有相关性、代表性和典型性。

本书由以下 11 章组成:

第 1 章操作系统概述。本章对本书的内容进行了概述。

第 2 章进程的描述和控制。本章讨论了进程的概念,以及操作系统对进程进行控制的数据结构,还讨论了与进程相关的线程等内容。

第3章并发控制。互斥和同步,本章着重讨论在单一系统中并行处理的关键技术——互斥和同步机制。

第4章死锁处理。本章描述了死锁和饥饿的性质并讨论了解决它们的方法。

第5章内存管理。本章提出了多种内存管理方法,并讨论了支撑虚拟内存所需的硬件结构和操作系统用来管理虚拟内存的软件特性。

第6章处理机调度。本章讨论了各种不同的进程调度方法,包括实时调度策略。

第7章I/O管理和磁盘调度。本章论述了操作系统对输入/输出的控制,尤其是对系统性能影响较大的磁盘I/O的调度和控制。

第8章文件管理。本章对文件的管理进行了综述。

第9和10章分布计算和分布式进程管理。这两章描述了分布式操作系统的一些关键设计领域,包括Client/Server结构,中间件,用于消息传递和远程过程调用的分布式通信机制、分布式进程迁移以及解决分布式互斥和死锁问题的原理与技术。

第11章安全性。本章简要讨论了保证计算机系统和网络安全性的相关理论和方法。

本书全面讨论了操作系统相关的领域,概念清晰,内容丰富,取材新颖,强调理论与实践的结合,既可作为大专院校计算机及相关专业的教科书,又适合于计算机爱好者自学,还可作为有关工程技术人员的参考书。

本书由何炎祥、石莉、张戈、宋志凯、黄浩和李超共同编写,何炎祥统编了全书。

本书的编写过程得到了左孝凌教授的关心和指导,正是左教授的大力支持和不断激励,才使本书得以同读者见面,在此特表谢意。

限于水平,书中无疑存在不少错误,敬请读者赐教。

何 炎 祥

一九九九年八月 于武昌珞珈山

目 录

第一章 操作系统概述	(1)
1.1 操作系统的目标和作用	(1)
1.1.1 作为人机交互界面	(1)
1.1.2 资源管理者	(3)
1.1.3 推动操作系统发展的因素	(3)
1.2 操作系统的演变	(4)
1.2.1 串行处理	(5)
1.2.2 简单批处理系统	(5)
1.2.3 多道程序批处理系统	(9)
1.2.4 分时系统	(13)
1.3 主要成就	(15)
1.3.1 进 程	(15)
1.3.2 存储器管理	(19)
1.3.3 信息保护和安全性	(21)
1.3.4 调度和资源管理	(22)
1.3.5 系统结构	(23)
1.4 操作系统举例	(26)
1.4.1 Windows NT	(26)
1.4.2 UNIX System V	(31)
1.4.3 MVS	(33)
1.4.4 多媒体计算机及多媒体操作系统	(37)
1.5 操作系统的主要研究课题	(41)
1.6 习 题	(42)

第二章 进程描述与控制	(43)
2.1 进程状态	(43)
2.1.1 两状态进程模型.....	(45)
2.1.2 进程的产生和终止.....	(47)
2.1.3 状态模型.....	(49)
2.1.4 挂起的进程.....	(53)
2.1.5 挂起的其他用途.....	(57)
2.2 进程描述	(58)
2.2.1 操作系统控制结构.....	(59)
2.2.2 进程控制结构.....	(60)
2.2.3 进程属性.....	(61)
2.3 进程控制	(64)
2.3.1 执行模式.....	(64)
2.3.2 进程创建.....	(65)
2.3.3 进程切换.....	(66)
2.3.4 上下文切换.....	(67)
2.3.5 操作系统的执行.....	(68)
2.3.6 微核.....	(70)
2.4 进程和线程	(71)
2.4.1 单进程多线程.....	(71)
2.4.2 其他安排.....	(73)
2.4.3 多对多关系.....	(73)
2.5 进程描述和控制的例子	(73)
2.5.1 UNIX System V	(73)
2.5.2 Windows NT	(77)
2.5.3 MVS	(82)
2.6 小 结	(86)
2.7 习 题	(87)
第三章 并发控制:互斥与同步.....	(91)

3.1	并发原理	(92)
3.1.1	与操作系统相关的问题	(95)
3.1.2	进程间的相互作用	(96)
3.1.3	进程间竞争资源	(97)
3.1.4	进程通过共享合作	(98)
3.1.5	进程通过通信合作	(99)
3.1.6	互斥的要求	(100)
3.2	互斥——软件方法	(101)
3.2.1	Dekker 算法的初次尝试	(101)
3.2.2	再次尝试	(102)
3.2.3	第三次尝试	(103)
3.2.4	第四次尝试	(104)
3.2.5	一个正确的解决方法	(105)
3.2.6	Peterson 算法	(105)
3.3	互斥——硬件支持	(107)
3.3.1	禁止中断	(107)
3.3.2	特殊的机器指令	(108)
3.3.3	使用机器指令方法的特性	(110)
3.4	信号量	(110)
3.4.1	互斥	(112)
3.4.2	生产者/消费者问题	(113)
3.4.3	信号量的实现	(118)
3.4.4	理发师问题	(118)
3.4.5	一个不公平的理发店	(120)
3.4.6	一个公平的理发店	(121)
3.5	管程	(123)
3.5.1	带信号量的管程	(124)
3.6	消息传递	(126)
3.6.1	同步	(128)
3.6.2	寻址	(129)

3.6.3	消息格式	(131)
3.6.4	排队规则	(131)
3.6.5	互 斥	(132)
3.7	读者/写者问题	(133)
3.7.1	读者优先	(134)
3.7.2	写者优先	(135)
3.8	小 结	(138)
3.9	习 题	(138)
第四章	死锁处理	(142)
4.1	死锁的概念	(142)
4.1.1	可重用资源	(143)
4.1.2	消耗型资源	(144)
4.1.3	产生死锁的条件	(144)
4.2	死锁预防	(146)
4.2.1	互 斥	(146)
4.2.2	占用并等待	(146)
4.2.3	非抢占	(146)
4.2.4	循环等待	(147)
4.3	死锁检测	(147)
4.4	死锁避免	(148)
4.4.1	避免启动新进程	(149)
4.4.2	避免分配资源	(150)
4.4.3	处理死锁的综合方法	(152)
4.5	哲学家用餐问题	(154)
4.6	小 结	(156)
4.7	系统举例	(156)
4.7.1	UNIX System V	(156)
4.7.2	Windows NT	(159)
4.7.3	MVS	(161)

4.8 习 题	(163)
第五章 内存管理	(165)
5.1 内存管理的要求	(165)
5.1.1 重定位	(165)
5.1.2 保 护	(166)
5.1.3 共 享	(167)
5.1.4 逻辑组织	(167)
5.1.5 物理组织	(167)
5.2 程序的加载	(168)
5.2.1 固定分区	(168)
5.2.2 分配算法	(169)
5.2.3 动态分区	(171)
5.2.4 配置算法	(173)
5.2.5 替换算法	(175)
5.2.6 重定位	(175)
5.2.7 简单分页	(177)
5.2.8 简单分段	(180)
5.3 虚拟内存的硬件和控制结构	(182)
5.3.1 局部性和虚拟内存	(185)
5.3.2 分页	(186)
5.3.3 页的大小	(193)
5.3.4 分段	(195)
5.3.5 段页组合式	(197)
5.3.6 共享和保护	(198)
5.4 操作系统软件	(199)
5.4.1 装入策略	(201)
5.4.2 分配策略	(201)
5.4.3 替换策略	(202)
5.4.4 常驻集管理	(209)

5.4.5	清除策略	(216)
5.4.6	加载控制	(217)
5.5	内存管理的实例	(219)
5.5.1	System/370 和 MVS	(219)
5.5.2	Windows NT	(224)
5.5.3	UNIX System V	(228)
5.6	小 结	(230)
5.7	附 录	(231)
5.7.1	加 载	(232)
5.7.2	连 接	(235)
5.8	习 题	(238)
第六章	处理机调度	(240)
6.1	调度类型	(240)
6.1.1	长程调度	(242)
6.1.2	中程调度	(243)
6.1.3	短程调度	(243)
6.2	调度算法	(243)
6.2.1	短程调度标准	(243)
6.2.2	优先权的使用	(244)
6.2.3	调度策略	(246)
6.2.4	性能比较	(256)
6.2.5	模拟模型	(259)
6.2.6	公平分享调度	(260)
6.3	多处理机调度	(262)
6.3.1	粒 度	(263)
6.3.2	设计要点	(264)
6.3.3	进程调度策略	(266)
6.4	实时调度	(273)
6.4.1	背 景	(273)

6.4.2	实时操作系统的特性	(274)
6.4.3	实时调度	(278)
6.4.4	期限调度	(279)
6.4.5	单一比率调度	(283)
6.5	系统举例	(286)
6.5.1	UNIX System V	(286)
6.5.2	Windows NT	(288)
6.5.3	MVS	(290)
6.6	小 结	(292)
6.7	附录 响应时间	(293)
6.8	习 题	(294)
第七章	I/O 管理和磁盘调度	(298)
7.1	I/O 设备	(298)
7.2	I/O 函数的组织	(300)
7.2.1	I/O 函数的发展	(300)
7.2.2	DMA	(301)
7.2.3	I/O 通道的性质	(303)
7.3	操作系统设计问题	(305)
7.3.1	设计目标	(305)
7.3.2	I/O 函数的逻辑结构	(305)
7.4	I/O 缓冲	(307)
7.4.1	单缓冲	(308)
7.4.2	双缓冲	(310)
7.4.3	循环缓冲	(311)
7.4.4	缓冲的用途	(311)
7.5	磁盘调度	(311)
7.5.1	磁盘性能参数	(311)
7.5.2	寻道时间	(312)
7.5.3	旋转延迟	(313)