



高等学校计算机科学与技术教材

- ① 原理与技术的完美结合
- ② 教学与科研的最新成果
- ③ 语言精炼，实例丰富
- ④ 可操作性强，实用性突出

计算机操作系统

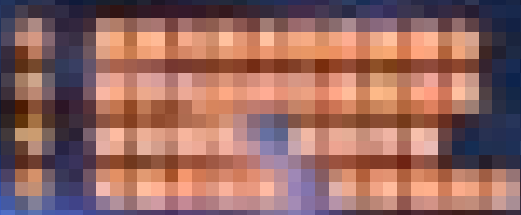
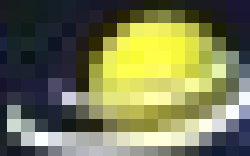
□ 殷兆麟 主编
□ 刘厚泉 林果园 徐秀 编著



清华大学出版社



北京交通大学出版社



计算机操作系统

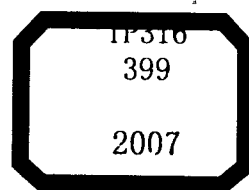
作者：[作者姓名]
出版社：[出版社名称]



清华大学出版社

计算机操作系统

高等学校计算机科学与技术教材



计算机操作系统

殷兆麟 主编
刘厚泉 林果园 徐 秀 编著

清华大学出版社
北京交通大学出版社
·北京·

内 容 简 介

教材内容的选择满足培养以信息技术人才为主的计算机专业操作系统课程的需要。每一章将介绍操作系统的基本原理(共享、并行、分布和安全)与对 Windows XP/2003 的理解、使用、配置和基本系统调用编程密切结合。本书前 5 章介绍了单机操作系统的一般原理,从资源管理的角度,分别阐述了操作系统的进程管理、存储管理、设备管理、文件管理。第 6 章阐述如何扩展单机操作系统的有关概念,构造网络操作系统的基本功能的原理。第 7 章介绍了操作系统的安全与保护。教材重视操作系统资源管理中涉及的逻辑结构,使用简明易懂、并不非常严格的 UML 图描述,利于操作系统教学与学生面向对象技术能力培养自然地结合。教材、课件、网站构成为教学、自学、实验、考核服务的立体化体系。

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 13501256678 13801310933

图书在版编目(CIP)数据

计算机操作系统/殷兆麟主编. —北京:清华大学出版社;北京交通大学出版社, 2007.3
(高等学校计算机科学与技术教材)

ISBN 978-7-81082-937-3

I. 计… II. 殷… III. 操作系统-高等学校-教材 IV. TP316

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 005887 号

责任编辑:谭文芳 特邀编辑:陈晓莉

出版发行:清华大学出版社 邮编:100084 电话:010-62776969 <http://www.tup.com.cn>

北京交通大学出版社 邮编:100044 电话:010-51686414 <http://press.bjtu.edu.cn>

印刷者:北京瑞达方舟印务有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:185×260 印张:15.75 字数:400 千字

版 次:2007 年 3 月第 1 版 2007 年 3 月第 1 次印刷

书 号:ISBN 978-7-81082-937-3/TP·329

印 数:1~4000 册 定价:26.00 元

本书如有质量问题,请向北京交通大学出版社质监组反映。对您的意见和批评,我们表示欢迎和感谢。

投诉电话:010-51686043, 51686008; 传真:010-62225406; E-mail: press@bjtu.edu.cn。

前 言

计算机操作系统教材面临以下三个问题。

第一,教材适用于培养何种 IT 方向的学生。国内外信息专家调查研究分析表明,计算机专业的设置与内涵必须从社会对“计算机人才”需求的角度出发。不同类型的 IT 职业按素质要求、知识结构和专业能力大体分为下列几类:信息技术、软件工程、计算机工程和计算机科学。实行分类培养是我国高校解决当前培养信息人才知识结构不合理、专业技能范围过宽、专业能力不突出、优势不明显问题的重要措施。培养信息技术人才为主,兼顾软件工程人才培养是多数高校计算机专业的目标。与目前传统的计算机应用专业培养要求相比,这类人才素质要求、知识结构、专业能力表现出新的特点:适度淡化计算机知识体系中的硬件系统,加强计算机系统应用的教学;扩展当前新兴实用技术的教学,加强信息技术领域核心技术和概念的运用能力的培养;适度扩大知识面,提高学生系统地分析、确定和阐明用户需求,设计出高效实用的信息技术解决方案的能力,提高学生设计解决方案和用户环境整合的能力。本书主要面向信息服务类人才,为了配合计算机硬件课程的减少,简明地介绍了与操作系统密切相关的中央处理器、中断、通道设备控制器等基本硬件的原理,以方便学生理解教材内容。同时突出操作系统作为专业基础课的作用,加强操作系统涉及的共享、并行、分布和安全的基本概念、基本理论、基本技术的教学。

第二,以何种主流操作系统为教材讲授背景。国内教材有的以 UNIX 为讲授背景,有的以 Windows 为讲授背景,也有的两者都兼顾。对培养信息系统与服务为主的计算机专业,目前以 Windows XP/2003 为背景更合适一些。因为它是目前及今后一段时间我国个人计算机、局域网服务器的主流操作系统。提高学生对 Windows XP/2003 的理解、应用和开发能力则是操作系统课程的主要目标。

第三,如何处理操作系统原理的讲授与实际操作系统应用能力提高的关系。传统的操作系统教学,对操作系统课程涉及的应用能力的理解主要是针对系统调用的理解、编程与应用(如线程编程),或者操作系统部分功能的计算机模拟(如可变分区管理的计算机模拟)。但是教学实践表明,在现代商业操作系统(如 Windows)、程序开发环境(如 VC++)下,教学效果不理想。主要有两方面原因:一是现代商业操作系统和程序开发环境复杂,为商用服务,不适合直接作教学环境;二是教材对学生应用能力的培养不分阶段、层次。经验表明操作系统教材要分两个层次:第一个层次是对操作系统的使用、配置、理解;第二个层次是按学生当前的编程能力,选择合适的教学环境,培养学生基于系统调用(或重用类、库)自主开发能力,如线程编程或系统部分功能的计算机模拟。这里强调合适的教学环境是指教学环境要有利于学生理解课程原理,避免商用软件非原理因素引起过多的困难。另外,操作系统前期课程(计算机基础、程序设计、数据结构等)的配套也非常重要。目前学生面向对象的编程能力普遍不适应后期教学要求,一个重要原因是对培养学生面向对象编程能力的难度认识不足、措施不力。

操作系统以单机操作系统原理讲授为主,主要包括进程管理、内存管理、设备管理和文件

管理,同时在扩展单机操作系统功能基础上,讲授网络操作系统的网络进程通信管理、远程文件服务管理、分布式计算和操作系统安全与保护,它体现了操作系统专业基础课程的作用。与目前国内外同类教材相比,本教材具有以下特点。

(1) 为了学生易于理解操作系统,适当补充操作系统涉及的计算机硬件原理知识,如中央处理器、中断、通道、设备控制器等。

(2) 注重“共享、并行、分布和安全”基本概念及理论的讲授。操作系统原理介绍与 Windows XP/2003 使用、配置、维护、编程密切结合。

(3) 一般计算机专业目前都选择面向对象的语言作为主要教学语言,专业课学习更多的是面向对象的技术。本教材在涉及的资源管理的逻辑结构时重视使用简明易懂的、不非常严格的 UML 图描述,这利于操作系统教学与学生面向对象技术能力培养相结合。

(4) 教材、课件(自学、实验、考核)、教学网站形成立体化体系。本书 CAI 课件提供该课程教学大纲、各章知识点要求、实验安排、知识试题、终考试卷,以供老师和学生参考。

王潜平教授仔细阅读了全书,提出了许多宝贵意见,在此表示衷心的感谢。

本书配套的 CAI 课件下载方式为:进入 <http://www.cumt.edu.cn> 主页,单击左下方“网络教学”,在网络教学课件标题下可以下载《计算机操作系统》CAI 课件。

由于编者水平有限,书中难免有错,殷切希望广大读者批评指正。

殷兆麟
2007.2 徐州

目 录

第 1 章 概论	1
1.1 计算机系统的定义、功能	1
1.1.1 操作系统的定义	2
1.1.2 操作系统的功能	2
1.2 操作系统的发展	5
1.2.1 手工操作阶段	5
1.2.2 早期批处理阶段	5
1.2.3 执行系统阶段	6
1.2.4 操作系统的形成与发展	7
1.3 Windows XP/2003 操作系统	13
1.3.1 Windows 概况	13
1.3.2 Windows XP/2003 客户-服务器结构	13
1.3.3 Windows XP/2003 命令的使用	15
小结	21
习题	22
上机实习(1) 了解 Windows XP 的“系统信息”	22
上机实习(2) 自定义自己的计算机和了解注册表	24
第 2 章 进程管理	29
2.1 概述	29
2.1.1 CPU	29
2.1.2 DMA 和通道	31
2.1.3 中断机制	32
2.2 程序的顺序执行与并行执行	33
2.2.1 程序的顺序执行	33
2.2.2 程序的并行执行	34
2.3 进程的特征与控制	35
2.3.1 进程的定义与进程状态	35
2.3.2 进程控制块 PCB	37
2.3.3 进程控制	37
2.3.4 进程的组织	39
2.4 进程的互斥与同步	40
2.4.1 并行程序与时间有关的错误	40
2.4.2 临界资源与临界区	41

2.4.3	关锁和开锁	42
2.4.4	P,V 操作	43
2.4.5	进程同步	46
2.4.6	进程同步的进一步讨论	48
2.4.7	进程通信	49
2.5	进程调度	50
2.5.1	进程调度功能	50
2.5.2	调度策略	51
2.6	死锁	54
2.6.1	死锁的产生	54
2.6.2	死锁的防止	56
2.6.3	检测与解除	59
2.6.4	并发处理的开销	60
2.7	Windows XP 中的进程与线程	60
2.7.1	进程	60
2.7.2	线程	65
	小结	67
	习题	67
	上机实习(1) Windows XP 任务管理器的使用	68
	上机实习(2) Windows XP 并行编程初步	77
第 3 章	内存管理	86
3.1	概述	86
3.1.1	存储器结构	86
3.1.2	地址变换	86
3.1.3	内存管理的功能	88
3.2	分区式内存管理	89
3.2.1	单一连续内存管理	89
3.2.2	固定分区内存管理	90
3.2.3	可变式分区	91
3.3	页式存储管理	93
3.3.1	基本原理	93
3.3.2	页地址转换过程	95
3.3.3	页的共享	96
3.3.4	页式内存块管理	98
3.3.5	页的保护	98
3.4	请求页式存储管理	99
3.4.1	基本原理	99
3.4.2	请求页式存储管理的页表	99
3.4.3	页地址转换与缺页中断	100

3.4.4	页面置换算法	101
3.4.5	影响请求页式存储管理性能的因素	103
3.5	段式存储管理	105
3.5.1	基本原理	105
3.5.2	段地址转换与段的共享	106
3.6	段页式系统	107
3.7	Windows 虚拟存储器	108
3.7.1	请求页式管理	108
3.7.2	存储器映射	109
	小结	109
	习题	109
	上机实习(1) Windows 任务管理器的进一步理解	110
	上机实习(2) 可变分区管理的计算机模拟	112
第 4 章	设备管理	114
4.1	概述	114
4.1.1	设备分类	114
4.1.2	设备管理的目标、功能和结构	115
4.2	设备控制方法	116
4.2.1	程序循环测试方式	116
4.2.2	中断驱动方式	117
4.2.3	DMA 方式	118
4.2.4	通道方式	118
4.3	缓冲技术	120
4.3.1	单缓冲	120
4.3.2	双缓冲	121
4.3.3	多缓冲	122
4.4	设备驱动程序	122
4.4.1	设备驱动程序概述	122
4.4.2	可重构设备驱动程序技术	126
4.5	设备分配	126
4.6	设备分配程序	127
	小结	130
	习题	130
	上机实习(1) Windows XP 设备管理器的使用	131
	上机实习(2) Windows XP 设备的安装、配置及其使用	133
第 5 章	文件管理	139
5.1	概述	139
5.1.1	文件和文件系统	139
5.1.2	文件系统的功能	139

5.1.3	文件的分类	140
5.2	文件的组织	140
5.2.1	文件的逻辑结构	140
5.2.2	文件的物理结构	140
5.2.3	文件的存取方法	142
5.2.4	文件存储空闲空间管理	144
5.3	目录	145
5.3.1	单级和二级目录	145
5.3.2	多级目录	147
5.3.3	文件目录检索	147
5.4	文件的共享与保护	149
5.4.1	文件共享	149
5.4.2	文件的保护	150
5.5	文件的使用	151
5.5.1	建立文件	152
5.5.2	打开文件	152
5.5.3	写文件	153
5.5.4	读文件	153
5.5.5	关闭文件	153
5.5.6	撤销文件	153
5.6	结构化文件	154
5.6.1	数据库管理系统的文件	154
5.6.2	多媒体文件	154
5.7	Windows 的文件系统	154
5.7.1	Windows XP/2003 文件系统概述	154
5.7.2	Windows XP/2003 文件系统模型	157
5.7.3	NTFS 的可恢复性	159
5.7.4	NTFS 的安全性	159
5.7.5	内存映射文件	160
	小结	161
	习题	161
	上机实习(1) Windows XP/2003 磁盘管理与磁盘碎片整理	161
	上机实习(2) Windows XP 文件的安全与共享	164
第 6 章	网络操作系统	171
6.1	计算机网络概述	171
6.2	通信协议	172
6.2.1	网络通信协议	172
6.2.2	ISO 的 OSI 网络体系结构模型	172
6.2.3	TCP/IP 协议	174

6.3 远程文件系统	181
6.3.1 通用文件管理的体系结构	181
6.3.2 块高速缓存	182
6.3.3 文件级高速缓存	183
6.3.4 网络文件夹共享	184
6.4 分布式计算基础	186
6.4.1 计算分解	186
6.4.2 支持分布式计算	187
6.4.3 客户-服务器模型的一种实现	190
小结.....	193
习题.....	194
上机实习(1) Windows XP/2003 组件安装与 TCP/IP 协议配置	194
上机实习(2) Windows XP 本地用户组、用户管理	199
第 7 章 操作系统的安全与保护	201
7.1 基本概念	201
7.1.1 安全性	202
7.1.2 完整性和保密性	205
7.1.3 操作系统的安全等级	205
7.2 操作系统的安全威胁与保护	206
7.2.1 安全威胁的类型	206
7.2.2 操作系统保护层次	207
7.3 操作系统的网络通信安全	211
7.3.1 数据加密与解密	211
7.3.2 消息摘要与消息验证码	212
7.3.3 数字签名与公钥基础设施	213
7.4 针对操作系统的入侵与防范	215
7.4.1 黑客入侵	215
7.4.2 病毒入侵	220
7.5 审计	223
小结.....	223
习题.....	223
上机实习(1) Windows 2003 的安全与保护体系	224
上机实习(2) Windows XP 下文件系统的加密	237

第 1 章 概 论

1.1 计算机系统的定义、功能

计算机系统分为硬件和软件两大部分。由硬件组成的计算机称为裸机,裸机只能执行机器代码语言,一般人无法使用。在为裸机配置了各种功能软件之后,便构成了一台比裸机功能强得多、使用更加方便的计算机,这种计算机称为具有该功能的虚拟计算机。一层层的软件,形成层次的虚拟计算机。在这些软件中,最重要一种就是称为操作系统的系统软件。

图 1-1 描述了计算机系统的层次结构。最内层的硬件是计算机裸机;其外面第一层是操作系统内核,它扩充了裸机的功能,实现了操作系统核心安全可信部分的功能,在此基础上建立不同特征的操作系统。在操作系统的外面是语言、数据库系统,它们使计算机成为不同的语言虚拟机、数据库虚拟机。也就是说,由于有了语言层,计算机可以识别、运行相应语言程序;由于有了数据库系统层,计算机可以操作相应的数据表格。中间件(CORBA, J2EE, .NET, Web Service)进一步补充、扩展了内层操作系统分布计算功能和系统集成能力。最外面是应用程序,用户在这一层既可以方便地部署、配置、运行、维护基于网络的计算机应用系统,也可以方便地开发基于网络的计算机应用。

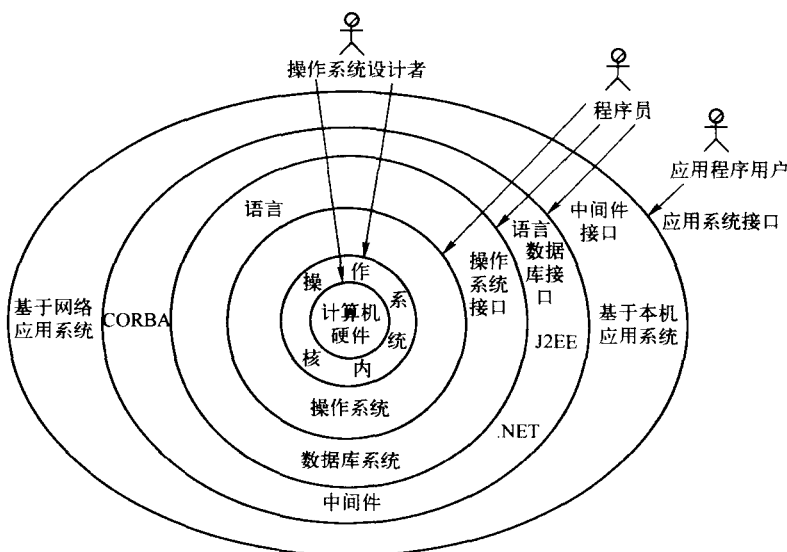


图 1-1 计算机系统的层次结构

1.1.1 操作系统的定义

从不同的角度看操作系统有不同的解释。如图 1-1 所示,从操作系统设计者的观点看,操作系统是基于计算机硬件系统开发的管理计算机资源、控制程序运行的第一层软件,它为操作系统用户(程序员、应用程序用户)提供使用计算机的接口。从程序员观点看,操作系统为程序提供系统调用或经进一步包装后的系统调用(即库函数、类库等),以方便程序员使用操作系统功能。从应用程序用户观点看,操作系统对自己是透明的,应用程序才体现自己使用计算机的价值,操作系统是支持应用程序开发、运行的基础平台。

从功能的观点看,若把计算机所能支配的硬件和软件都抽象地看做资源,则可以将操作系统看做是控制程序运行(即进程管理)和资源管理的系统。因此,操作系统定义为“用以控制和管理计算机硬件和软件资源、合理地组织计算机的工作流程及方便用户使用计算机的程序的集合”。

这个定义具有以下三个方面的含义。

① 操作系统统一控制和管理计算机系统所拥有的硬件和软件资源,使之可以得到更加合理的共享和尽量好的性能。

② 操作系统能合理地组织计算机系统程序的运行,提高系统的处理性能。

③ 操作系统为用户提供方便地使用计算机的接口。接口是对计算机资源的抽象,这种抽象可以是高层次的,如计算机所有硬件、软件资源抽象成文件或文件夹;也可以是低层次的。

操作系统为用户提供了不同方式的接口来使用计算机功能。

① 命令。

② 图形界面。方便学习使用。

③ 作业控制语言。用户利用“作业控制语言”书写批处理作业控制说明书,操作系统解释作业控制说明书,按其要求一步步地运行用户作业。DOS 下的批命令是一种简单的作业控制语言,UNIX 的 Shell 语言是现代计算机一种功能强大的作业控制语言。Windows 命令解释器也具有处理批命令文件的功能,由于 Windows 强大的图形界面功能,人们把它这方面的能力冷落了。

④ 系统调用和库函数。操作系统核心提供的功能调用接口,它是应用程序进入操作系统内核、使用操作系统核心功能的必经之路。为了方便程序员在不同语言环境下使用系统调用,不同的语言环境往往对系统调用进行适当包装,形成该语言下的库函数。程序员通过库函数使用操作系统功能。

为了保证操作系统内核安全,系统调用与普通的应用程序的过程、函数调用在原理上不一样,后面的章节会适当介绍。但是在许多情况下,为了用户使用方便,不同的语言对系统调用按需要加以包装,因此,形成自己的语言库程序,这些程序接口并不严格地称为系统调用。

1.1.2 操作系统的功能

计算机资源分为硬件资源和软件资源。硬件资源一般包括:中央处理器(Central Processing Unit, CPU)、内存、存储设备(软、硬磁盘驱动器,可读可写光盘等)、外部输入输出设备、通信设备等;软件资源指计算机所拥有的各种信息,如程序、数据等。现代操作系统管理计算机

系统的资源的功能可以分成:进程管理(CPU 管理)、存储器管理、外围设备管理、文件管理(信息管理)、网络通信和网络文件服务几个方面。其中网络通信和网络文件服务是网络操作系统的基本功能。

1. 进程管理

多道程序同时运行是现代操作系统最重要、最基本的特征。图 1-2 表示 Windows XP 任务管理器,它显示了该机当前同时运行的 42 个进程。用户在 Windows XP 下直接同时按 Ctrl + Alt + Delete 键,就会触发任务管理器运行。任务管理器涉及的方面很多,以后各章将逐步介绍。

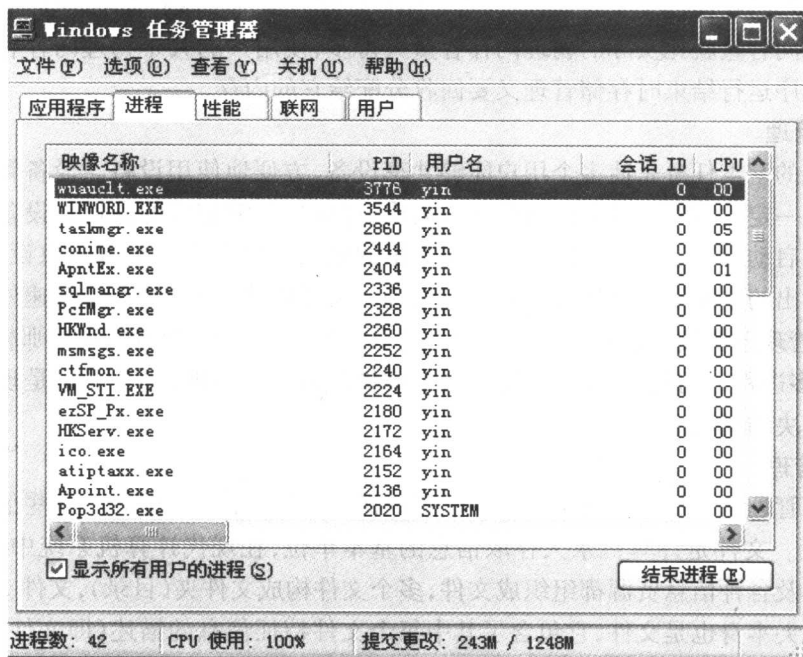


图 1-2 Windows XP 任务管理器

进程管理的任务是保证 CPU 同时正确地运行多道程序。在单道程序运行时,在内存只驻留一个用户程序,它独占 CPU 及其他系统资源。多道程序同时运行时,内存同时驻留多个程序,每个运行的程序处理自己的数据,CPU 为各道程序分时共享,这势必引起运行程序对 CPU 的竞争。为了描述程序运行,这里引入一个新的概念——进程。

虽然在宏观上允许多个进程同时在 CPU 上运行,但是在微观上,一个时刻 CPU 只能为一个进程服务。这里涉及如何建立进程、控制进程,进程间如何通信、协同工作,如何正确地共享系统资源等一系列问题,它们都是进程管理要解决的问题。

用户作业一般由多个作业步构成,每个作业步可能由独立运行的程序来完成,它们包含了操作系统如何运行用户作业的信息。现代操作系统(如 Windows)把作业组织成用户运行作业共享资源的静态环境,在这个环境下,多个计算同时运行,共同完成总的计算目标。在 Windows 中,这种用户作业共享资源的静态环境就称为“进程”,而把上述动态运行程序的进程就称为线程。UNIX, Linux 也有与此对应的不同术语。也就是说,一个进程管理着多个线

程共享系统的资源,多个线程共同运行,完成用户(即进程)的逻辑计算。

2. 存储管理

存储管理的主要任务是管理内存资源。首先,由于有多道程序同时共享内存,存储管理将根据各用户程序的不同要求按照一定的策略为每一个程序分配内存;由于程序逻辑空间的地址与其装入的内存物理地址不对应,存储管理需要完成程序逻辑空间的地址到其装入的物理空间地址的映射。其次,存储管理还要保护用户的程序和数据不被破坏,这也要求存储管理具有相应的管理策略与隔离保护措施。最后,当一个程序所要求的内存总和超过实际内存容量时,存储器管理必须具有内存扩充能力,也就是系统应实现虚拟存储器,即把由内存和外存组成的两级(或多级)存储器统一管理,成为可由用户程序存取的一级存储器系统。这样,用户所看到的逻辑空间容量就比实际的物理内存容量大得多,使用户的大于物理内存容量的程序得以运行。当程序运行结束时存储管理又要回收分配给它的内存。

3. 设备管理

设备管理的基本任务是使多个用户能够共享设备,方便地使用设备。设备管理按照外围设备的类型和一定的策略把外围设备分配给某作业(包括分配相应的通道和设备控制器);按照用户的要求启动设备、控制设备工作,实现真正的输入输出操作并负责回收设备;同时对控制器或通道发出的中断请求做出及时的响应处理。为了解决高速 CPU 和低速外围设备之间的矛盾,设备管理还要按一定的策略管理输入输出的缓冲区;为了使像打印机那样的独享设备实现多用户、多进程之间共享,操作系统提供了虚拟设备。即插即用、节能也是现代操作系统设备管理要解决的问题。

4. 文件管理

文件系统管理着计算机系统中的各种信息资源,包括程序和数据等。这些信息存储在外部存储设备上。文件是计算机永久存取信息的基本单位,在现代计算机系统中,为了便于管理,程序、数据及各种信息资源都组织成文件,多个文件构成文件夹(目录),文件夹也可以包含文件夹。文件夹本身也是文件,它包含了其中每个文件特征信息的描述(即文件目录项,简称目录)。

文件管理的任务就是对文件进行组织、存储、管理和保护,向文件用户提供对文件按名进行存取、检索、查询等的接口。

为了用户使用方便,各种设备也抽象为一种特殊的文件,用户以使用文件的方式使用这些设备。

5. 网络进程通信和网络文件服务

网络技术不断的发展,为用户共享各种网络资源提供了条件。局域网通过路由器(网关)与其他局域网和通信子网构成庞大的互联网。操作系统包含主要的标准局域网的物理层与数据链路层网络接口,其中包括以太网、令牌网和无线网,支持网络进程通信、网络文件服务等分布计算的基本功能。随着网络的发展,网络服务越来越丰富,当今的 WWW(World Wide Web,万维网)、电子邮件、文件传送、网络新闻、影视点播、网络安全服务等都是人人皆知的网络服务,它们都是在网络操作系统支持下实现的。

由上可见,计算机装配了操作系统后,功能更强、使用更方便、安全、可靠、性能更佳。方便,就是用户不必去考虑硬件机器的机器指令或外围设备的硬件特征,把一切都交给操作系

统去管理;安全,就是多个用户共享 CPU、内存、网络等资源互不干扰,每个用户的程序和数据不被他人破坏;可靠,就是通过操作系统可处理一些意外,如重复启动外围设备或文件的自动转储;性能更佳,是指通过共享充分发挥计算机资源的能力,提高计算机有限的宝贵资源的使用效率。

1.2 操作系统的发展

软件是伴随着计算机硬件的发展而逐步发展起来的,软件的发展又大大促进了硬件的不断进步和创新,与硬件关系极其密切的操作系统尤其是这样。操作系统在自己发展中形成了自己的术语、理论和技术,它极大地影响相关软件学科(如语言、算法设计、软件工程、并行计算等)的发展。

1.2.1 手工操作阶段

在第一代计算机中,由于计算机的运算速度较慢,且应用尚未普及,人们都是采用手工方式使用计算机,操作员(即程序员)编写程序时使用的是机器语言,不仅要编写应用程序,还要考虑程序放在内存的哪些地方、数据放在哪些地方、程序从何处启动,以及如何使用外围设备等一系列问题。程序编制复杂和困难,效率也很低。

上机时,第一是资源独占,即计算机的全部硬件资源由一个程序使用;第二是串行工作,即计算机各组件之间是串行工作的,即操作员首先从外围设备输入程序,然后运行程序,最后输出结果;第三是人工干预,即计算机在程序员的直接干预下进行工作。这种操作方式在早期计算机 CPU 运算速度较慢的情况下是不在意的。但是当计算机的运算速度提高之后,由于手工操作方式的安装、手工控制台操作速度都很慢,这就大大降低了计算机的运行效率。怎样才能更好地发挥和提高计算机的效率呢?当然,首先应当缩短人工操作的时间,使人工操作部分自动化。为此,人们首先想到作业转换的自动化,从而进入了早期的批处理阶段。

1.2.2 早期批处理阶段

早期批处理方式分为联机批处理和脱机批处理两种类型,在这个阶段,操作系统的雏形监督程序开始出现。

1. 早期的联机批处理

操作员把若干作业合成一批(见图 1-3),监督程序把这一批作业从输入设备上逐个地输入到磁带上。输入完成后,监督程序逐个地把它们装入内存,对其进行汇编或编译,由装配程序把编译后的结果程序和子程序装配成目标,启动该目标程序,输出计算结果,完成作业的计算。监督程序承担了输入输出设备的控制,使程序员编写应用程序时不必再考虑外围设备复杂的使用细节。同时程序员从机器指令编程进入汇编阶段。由此看出,计算机操作系统进化与其语言进化是同步的。

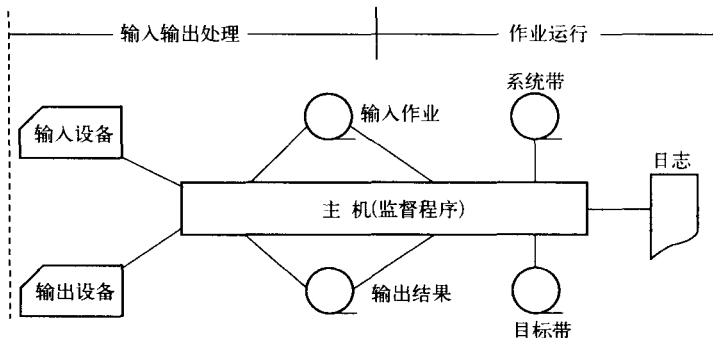


图 1-3 联机批处理

在监督程序管理下,实现了作业之间的自动转换,缩短了作业之间的人工操作时间,但是这并没有解决慢速的外围设备与高速主机间的矛盾。为解决这一矛盾,引入了脱机批处理方式。

2. 早期的脱机批处理

图 1-4 描述了早期的脱机批处理。这种方式是增加一台不与主机直接连接的简易计算机,称为卫星机。首先,输入机上的成批作业通过卫星机逐个输入到输入磁带上,以供主机调入内存运行,主机运行后的结果输出到输出磁带上,由卫星机再把输出磁带上的结果在打印机上打印出来,这样主机与外围设备的串行工作变成了并行,从而提高了主机效率。

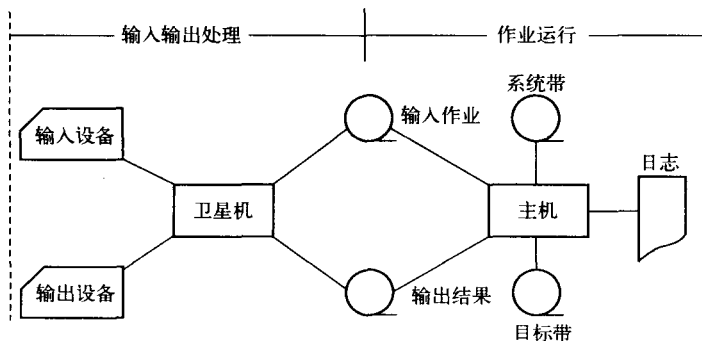


图 1-4 脱机批处理

1.2.3 执行系统阶段

批处理系统克服了手工操作的一些缺点,但是其中所涉及的监督程序、系统处理程序(如汇编程序、编译程序、装配程序、子程序库等)和用户程序之间是一种互相调用关系。在这种情形下,无法防止用户程序破坏监督程序和系统处理程序,执行系统就是为了解决对这些程序的保护问题并实现主机与外围设备并行工作而引进的。

20 世纪 60 年代初期出现了通道和中断机制。通道实际上是一种速度较慢、价格较便宜、专门用于控制外围设备且能独立于 CPU 又与 CPU 并行工作的处理器。通道连接着内存和外围设备,具有向内存直接存取数据的能力。一旦主机把输入输出任务交给通道后,通道与