



计算机 操作系统

JISUANJI
CAOZUO XITONG

韩彦岭 李 净 / 主编
王令群 周汝雁 张明华 / 副主编
张 云 / 主审

上海科学技术出版社



计算机操作系统

韩彦岭 李 净 主 编
王令群 周汝雁 张明华 副主编
张 云 主 审

上海科学技术出版社

图书在版编目(CIP)数据

计算机操作系统 / 韩彦岭, 李净主编. — 上海: 上海科学技术出版社, 2018. 1

ISBN 978 - 7 - 5478 - 3640 - 8

I. ①计… II. ①韩…②李… III. ①操作系统
IV. ①TP316

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 165254 号

计算机操作系统

韩彦岭 李 净 主编

王令群 周汝雁 张明华 副主编

上海世纪出版(集团)有限公司 出版、发行
上海科学技术出版社

(上海钦州南路 71 号 邮政编码 200235 www.sstp.cn)

上海盛通时代印刷有限公司

开本 787×1092 1/16 印张 14.75

字数: 340 千字

2018 年 1 月第 1 版 2018 年 1 月第 1 次印刷

ISBN 978 - 7 - 5478 - 3640 - 8/TP · 53

定价: 49.00 元

本书如有缺页、错装或坏损等严重质量问题,
请向工厂联系调换

内 容 简 介

操作系统是计算机资源的管理者,本书从计算机资源管理者的角度出发,系统、全面地阐述了操作系统的概念、原理和方法。全书共分为 9 章,第 1 章介绍了操作系统的概念、发展、基本特征、主要功能以及结构设计;第 2 章介绍了操作系统的用户接口、程序接口和系统调用;第 3 章深入阐述了进程和线程的基本概念和原理,包括进程状态与控制、进程同步、进程通信、死锁和线程;第 4 章系统介绍了操作系统的调度层次、调度队列模型及调度准则、调度算法和实时调度;第 5 章详细分析了三种基本存储管理方式以及虚拟存储管理方式;第 6 章是设备管理,介绍了 I/O 系统、I/O 控制方式和缓冲管理,并对 I/O 软件的层次结构做了系统阐述;第 7 章阐述了文件系统管理;第 8 章介绍了操作系统的安全;第 9 章介绍了移动操作系统及其最新发展。

本书可作为高等院校计算机科学与技术、计算机通信及相关专业的本科生教材,还可作为其他相关专业或成人教育的参考书以及相关科技人员的自学用书。

现代操作系统是一个十分庞大且复杂的系统,操作系统的设计对整个计算机系统的总体功能和性能都有着重要的影响。理解操作系统的基本原理,了解真正的操作系统的实际运用,无论对计算机系统的设计者还是使用者都十分重要。

本书所有参与者都长期工作在操作系统课程教学第一线,从事操作系统课程的教学和相关科研工作,熟悉学生对操作系统概念、原理、技术及应用等方面的理解程度和疑难问题。为此,本教材在内容的选取上注重基础性和先进性;在内容的组织上注重逻辑性、完整性和关联性;在讲解上深入浅出,具有易读、易懂的特点。全书共分为 9 章,每章开始都包含简明扼要的导语,每章结束都有对该章内容逻辑清晰的梳理和小结,每章都配备具有较强针对性的习题,既强调基础概念的掌握,又包含提升能力的问答和综合分析。

本书 9 章内容的具体安排如下:

第 1 章介绍了操作系统的概念、发展、基本特征、主要功能以及结构设计;第 2 章介绍了操作系统的用户接口,程序接口和系统调用;第 3 章深入阐述了进程和线程的基本概念和原理,包括进程状态与控制、进程同步、进程通信、死锁和线程;第 4 章系统介绍了操作系统的调度层次、调度队列模型及调度准则、调度算法和实时调度;第 5 章详细分析了三种基本存储管理方式以及虚拟存储管理方式;第 6 章是设备管理,介绍了 I/O 系统、I/O 控制方式和缓冲管理,并对 I/O 软件的层次结构做了系统阐述;第 7 章阐述了文件系统管理;第 8 章介绍了操作系统的安全;第 9 章介绍了移动操作系统及其最新发展。

本教材由韩彦岭、李净老师主编,王令群、周汝雁、张明华老师副主编。特别感谢张云老师对全文进行主审,并提出了许多宝贵的意见和建议。感谢课程组陈晓峰老师、卢鹏老师给予的宝贵建议。另外,魏聪和高仪参与了若干章节的讨论和校对,在此一并表示感谢。本教材还引用了参考文献中列出的国内外著作的一些内容,谨此向各位作者表示衷心的感谢和深深的敬意!

限于编者的水平,错误不妥与不尽人意之处在所难免,恳请读者指正及赐教。

编者

2017 年 5 月

C ontents

目 录

第 1 章 操作系统概论	1
1.1 操作系统概念	1
1.1.1 计算机系统总体结构	1
1.1.2 从不同角度刻画操作系统	2
1.2 操作系统发展历程	2
1.2.1 无操作系统时代(1945—1955 年)	3
1.2.2 单道批处理系统(1955—1965 年)	4
1.2.3 多道程序系统(1965—1980 年)	5
1.2.4 分时操作系统	5
1.2.5 实时操作系统	6
1.2.6 各种类型操作系统简介	8
1.3 操作系统基本特性	11
1.3.1 并发性	11
1.3.2 共享性	12
1.3.3 虚拟性	13
1.3.4 异步性	13
1.4 操作系统功能	13
1.4.1 处理机管理	14
1.4.2 存储器管理	15
1.4.3 设备管理	16
1.4.4 文件管理	17
1.4.5 用户接口	18
1.5 操作系统结构设计	18
1.5.1 传统操作系统结构	18
1.5.2 客户/服务器模式	20
1.5.3 微内核结构	22
1.6 小结	25
习题	25

第2章 操作系统接口	28
2.1 用户接口和系统程序	28
2.1.1 用户接口	28
2.1.2 命令解释程序	30
2.1.3 系统程序	31
2.2 系统调用	31
2.2.1 系统态和用户态	32
2.2.2 系统调用	32
2.2.3 中断机制	33
2.2.4 系统调用的实现	33
2.2.5 POSIX 标准	34
2.3 小结	35
习题	35
第3章 进程管理	37
3.1 进程的基本概念	37
3.1.1 程序的顺序执行及特征	37
3.1.2 程序的并发执行及特征	38
3.1.3 进程的定义及描述	39
3.2 进程状态及其转换	40
3.2.1 进程状态及状态转换	40
3.2.2 进程控制块	43
3.3 进程控制	45
3.3.1 进程的创建	45
3.3.2 进程的阻塞与唤醒	46
3.3.3 进程的终止	47
3.3.4 进程的挂起与激活	47
3.4 进程同步	48
3.4.1 进程同步的概念	48
3.4.2 临界区及其管理	49
3.4.3 信号量及PV操作	53
3.4.4 几个经典的进程同步问题	57
3.4.5 管程机制	62
3.5 进程通信	64
3.5.1 进程的通信方式	65
3.5.2 有关消息传递的若干问题	68
3.6 死锁	70
3.6.1 死锁的定义	70
3.6.2 产生死锁的原因和条件	70

3.6.3 处理死锁的方法	71
3.6.4 死锁的预防	72
3.6.5 死锁的避免	72
3.6.6 死锁的检测及解决	77
3.7 线程	78
3.7.1 线程的引入	78
3.7.2 线程的基本概念	79
3.7.3 线程管理和线程库	81
3.7.4 线程的实现	82
3.8 小结	84
习题	85
第4章 处理机调度	88
4.1 处理机调度的层次	88
4.1.1 高级调度	89
4.1.2 低级调度	90
4.1.3 中级调度	91
4.2 调度队列模型及调度准则	91
4.2.1 调度队列模型	91
4.2.2 调度准则	93
4.3 调度算法	95
4.3.1 调度算法的目标	95
4.3.2 先来先服务	96
4.3.3 短作业优先	96
4.3.4 高优先权优先	97
4.3.5 高响应比优先调度算法	98
4.3.6 基于时间片轮转	99
4.3.7 多级反馈队列调度	100
4.4 实时调度	101
4.4.1 实现实时调度的基本条件	101
4.4.2 实时调度算法的分类	102
4.4.3 实时调度算法	104
4.5 小结	106
习题	106
第5章 存储管理	109
5.1 存储器	109
5.1.1 存储器的层次	109
5.1.2 地址变换和存储保护	110

5.2	连续存储空间管理	110
5.2.1	固定分区管理方式	111
5.2.2	可变分区管理方式	112
5.2.3	覆盖与交换技术	115
5.3	分页存储管理	117
5.3.1	分页存储管理基本思想	117
5.3.2	分页存储管理的分配与回收	120
5.3.3	两级和多级页表	121
5.3.4	分页存储管理的页面共享和保护	123
5.4	分段存储管理方式	123
5.4.1	分段存储管理方式的引入	124
5.4.2	分段系统的基本原理	124
5.4.3	分段与分页的比较	128
5.5	虚拟存储管理	129
5.5.1	虚拟存储器的概念	129
5.5.2	请求分页虚拟存储管理	130
5.5.3	页面置换算法	137
5.5.4	请求分段虚拟存储管理	142
5.5.5	请求段页式虚拟存储管理	144
5.6	小结	145
习题		147
第6章	设备管理	150
6.1	I/O 系统	150
6.1.1	I/O 设备	150
6.1.2	设备控制器	152
6.1.3	I/O 通道	154
6.2	I/O 控制方式	156
6.2.1	程序直接控制	156
6.2.2	中断方式	157
6.2.3	DMA 方式	159
6.2.4	通道控制方式	160
6.3	缓冲管理	162
6.3.1	缓冲的引入	162
6.3.2	缓冲的种类	163
6.3.3	缓冲池管理	163
6.4	I/O 软件	165
6.4.1	I/O 软件的设计目标和原则	165
6.4.2	中断处理程序	166

6.4.3	设备驱动程序	167
6.4.4	设备独立性软件	168
6.4.5	用户层 I/O 软件	170
6.5	设备分配	171
6.5.1	设备分配用数据结构	172
6.5.2	设备分配原则	173
6.5.3	设备分配算法	173
6.6	磁盘存储器管理	173
6.6.1	磁盘性能	173
6.6.2	磁盘调度	174
6.6.3	提高磁盘 I/O 速度的方法	177
6.7	小结	179
	习题	180
第 7 章	文件系统管理	182
7.1	文件系统的概念	182
7.1.1	文件	182
7.1.2	目录	183
7.1.3	文件系统	184
7.2	文件的逻辑结构	185
7.2.1	文件逻辑结构的形式	185
7.2.2	文件逻辑结构的类型	186
7.3	文件的物理结构	188
7.3.1	顺序文件	188
7.3.2	链接文件	189
7.3.3	索引文件	190
7.4	文件目录管理	192
7.4.1	文件的组成	192
7.4.2	文件层次目录	193
7.5	文件存储空间管理	195
7.5.1	空闲表	195
7.5.2	空闲链表	196
7.5.3	位示图	197
7.6	文件的共享机制	197
7.6.1	基于索引结点的共享方式	198
7.6.2	利用符号链实现文件共享	199
7.7	文件系统性能	200
7.7.1	文件系统的可靠性	200
7.7.2	文件系统性能的优化	201

7.7.3 文件的保护机制	201
7.8 小结	204
习题	205
第8章 操作系统安全	208
8.1 安全性概述	208
8.2 操作系统面临的安全威胁	210
8.2.1 病毒和蠕虫	210
8.2.2 逻辑炸弹	210
8.2.3 特洛伊木马	211
8.2.4 隐蔽通道	211
8.3 安全策略与模型	212
8.3.1 机密性安全模型	212
8.3.2 完整性安全模型	213
8.4 安全机制	213
8.4.1 认证机制	213
8.4.2 访问控制	214
8.4.3 加密机制	216
8.4.4 审计机制	217
8.5 小结	218
习题	218
第9章 移动操作系统	219
9.1 移动操作系统概述	219
9.2 移动操作系统发展现状	220
9.3 移动操作系统发展趋势	222
9.3.1 Web 化成为移动终端操作系统未来发展新方向	222
9.3.2 智能操作系统促进移动互联网与物联网融合	223
9.4 小结	223
习题	223
参考文献	224

第 1 章

操作系统概论

操作系统(operation system, OS)是配置在计算机硬件平台上的第一层软件,是管理整个计算机软硬件资源的系统软件,而其他的诸如汇编程序、编译程序、数据库管理系统等系统软件,以及大量的应用软件,都将依赖于操作系统为它们提供的服务。操作系统已成为现代计算机系统,包括大、中、小及微型机、多处理机系统、计算机网络、多媒体系统以及嵌入式系统中必不可少的、最重要的系统软件,在整个计算机系统中占据非常重要的地位。

1.1 操作系统概念

1.1.1 计算机系统总体结构

计算机系统包括硬件和软件两个组成部分。硬件是所有软件运行的物理基础,软件能充分发挥硬件潜能并体现和扩充硬件功能,完成各种系统及应用任务,两者相辅相成、互为促进、缺一不可。一个计算机系统的软硬件层次结构如图 1-1 所示。其中,每一层具有一组功能并提供相应的接口,接口对层内掩盖了实现细节,对层外提供了使用约定。

硬件层提供了基本的可计算性资源,包括处理器、寄存器、存储器,以及各种 I/O 设施和设备,是操作系统和上层软件赖以工作的基础。操作系统层通常是最靠近硬

件的软件层,对计算机硬件做首次扩充和改造,主要完成资源的调度和分配、信息的存取和保护、发送活动的协调和控制等许多工作。操作系统是上层其他软件运行的基础,为编译程序和数据库管理系统等系统程序的设计者提供了有力支撑。系统功能调用的工作基础建立

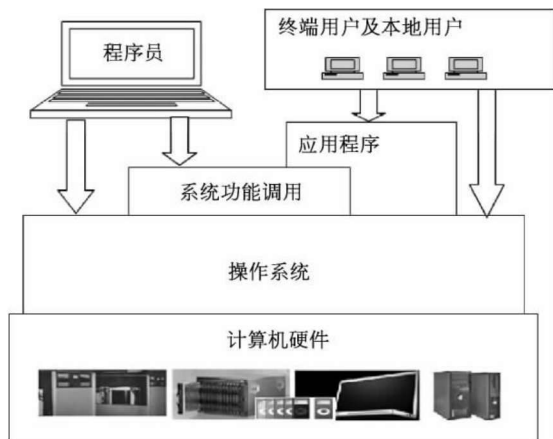


图 1-1 计算机系统的软硬件层次结构

在操作系统改造和扩充过的机器上,利用操作系统提供的扩展指令集,可以较容易地实现各种各样的语言处理程序、数据库管理系统和其他系统程序。程序员也可以利用系统调用提供的接口获得操作系统服务。应用程序层解决用户特定的或不同应用需要的问题,应用程序开发者借助程序设计语言来表达应用问题,开发各种应用程序,既快捷又方便。终端用户则通过应用程序以及直接使用操作系统提供的服务与计算机系统进行交互来解决具体的应用问题。

1.1.2 从不同角度刻画操作系统

操作系统作为计算机资源的管理者,是庞大而复杂的计算机系统软件,能够协调和指挥计算机的各个组件按照一定的计划协同工作,有序地控制计算机中的处理器、存储器和I/O设备的分配,在相互竞争的用户和程序之间协调冲突,保证计算机系统正常有效地运行。

为了系统地研究、分析操作系统的基本功能、组成部分、工作流程和体系结构,分别从不同的角度给出操作系统的概念。

研究操作系统的不同观点彼此并不矛盾,而是站在不同角度对操作系统进行分析,每一种观点都有助于理解和分析操作系统。

1. 软件的观点

从软件的观点来看,操作系统有外在特性和内在特性。

(1) 外在特性。它的外部表现形式(即操作命令集和界面)完全确定了操作系统的使用方式。

(2) 内在特性。它具有一般软件的结构特点,然而这种软件不是一般的应用软件,它具有一般软件不具备的特殊结构。

2. 资源管理的观点

操作系统的资源管理观点将操作系统看作计算机系统的资源管理程序,在计算机系统中有两类资源——硬件资源和软件资源,按其作用又可分为四大类资源:处理机;存储器;外部设备;文件(程序和数据)。

3. 进程的观点

进程的观点是把操作系统看作由若干个可以独立运行的程序和一个对这些程序进行协调的核心所组成的,这些运行的程序称为进程,每个进程可以完成某一特定的任务。进程可分为用户进程和系统进程。

4. 虚拟机的观点

从虚拟机的观点来看,操作系统为用户使用计算机提供了许多服务功能和良好的工作环境,用户不再直接使用裸机,而是通过操作系统来控制和使用计算机,从而把计算机扩充为功能更强、使用更加方便的虚拟计算机。

1.2 操作系统发展历程

操作系统的形成及不断发展已有 50 多年的时间。20 世纪 50 年代中期出现了单道批处

理操作系统;60年代中期产生了多道程序批处理系统;随后又出现了基于多道程序的分时操作系统,同时也诞生了用于工业和武器控制的实时操作系统。20世纪80年代开始至21世纪初是微型机、多处理机和计算机网络高速发展的年代,同时也是微机OS、多处理机OS、网络OS以及分布式OS的形成和大发展的年代。本节主要介绍了从无操作系统、单道批处理系统、多道程序系统到分时操作系统、实时系统的操作系统发展历程,也包括了对微机OS、网络OS、分布式OS和嵌入式OS等的简单阐述。

1.2.1 无操作系统时代(1945—1955年)

从计算机诞生到20世纪50年代中期的计算机属于第一代计算机,此时的计算机是利用成千上万个真空管做成的,机器速度慢、体积庞大、功耗也非常高,这时操作系统尚未出现。由程序员采用手工方式直接控制和使用计算机硬件,程序员使用机器语言编程,并将事先准备好的程序和数据穿孔在纸带或卡片上,从纸带或卡片输入机将程序和数据输入计算机,然后启动计算机运行。当程序运行完毕并取走计算结果之后,才让下一个用户上机。

人工操作方式存在以下严重缺点:

(1) 用户独占资源。用户上机时独占了全机资源,导致计算机资源利用率不高,计算机系统效率低下。

(2) 人工干预较多。要求程序员装纸带或卡片、按开关等。较多的人工干预极易发生差错。

(3) CPU等待人工操作。当用户进行装纸带或卡片等人工操作时,CPU及内存等资源处于空闲状态,没有得到充分利用;同时,由于数据的输入、程序的执行、结果的输出均是联机进行,从而也使得每个用户的服务时间都很长,降低了用户的满意度。

这种人工操作方式在慢速的计算机上还能容忍,随着CPU速度的提高和系统规模的扩大,人机矛盾变得日趋严重。例如,一个作业在每秒1万次的计算机上,需运行1h,作业的建立和人工干预花了3min,那么,手工操作时间占总运行时间的5%;当计算机速度提高到每秒10万次,此时,作业运行时间仅需6min,而手工操作不会有多大变化,仍为3min,这时手工操作时间占了总运行时间的50%。由此看出,随着CPU速度的迅速提高而I/O设备的速度却提高缓慢,使得CPU与I/O设备之间速度不匹配的矛盾更加突出,因此需要妥善解决这些问题。

为了解决人机矛盾及CPU和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(off-line I/O)技术,即除主机外,另设一台外围机,该机仅与I/O设备打交道,不与主机连接。装有用户程序 and 数据的纸带(或卡片)装入纸带输入机(或卡片机),在一台外围机的控制下,把纸带(卡片)上的数据(程序)输入磁带上,称为脱机输入;当CPU需要这些程序和数据时,主机负责从磁带上把作业高速地读入内存执行,作业完成后,主机负责把结果输出磁带上,称为脱机输出;然后,由外围机把磁带上的结果信息在打印机上打印输出。这样一来,I/O工作脱离了主机,外围机和主机可以并行工作,大大加快了程序的处理和数据的输入及输出,这称为脱机I/O技术。相比之前输入和输出设备都联机,I/O设备和CPU串行工作的联机处理系统,可以明显提高处理能力。

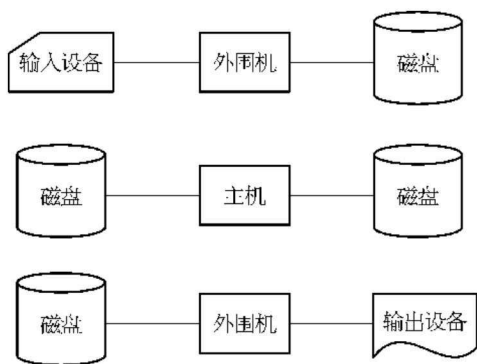


图 1-2 脱机 I/O 过程示意图

图 1-2 所示为脱机 I/O 过程。由于程序和数据的输入和输出都是在外围机的控制下完成的,或者说,它们是在脱离主机的情况下进行的,因此称为脱机输入/输出方式;反之,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(on-line I/O)方式。这种脱机 I/O 方式的主要优点如下:

(1) 减少了 CPU 的空闲时间。装带(卡)、卸带(卡)以及将数据从低速 I/O 设备送到高速磁带(或盘)上,都是在脱机情况下进行的,并不占用主机时间,从而有效地减少了 CPU 的空闲时间,缓和了人机矛盾。

和了人机矛盾。

(2) 提高了 I/O 速度。当 CPU 在运行中需要数据时,是直接从高速的磁带或磁盘上将数据调入内存的,不再是从低速 I/O 设备上输入,极大地提高了 I/O 速度,从而缓和了 CPU 和 I/O 设备速度不匹配的矛盾,进一步减少了 CPU 的空闲时间。

1.2.2 单道批处理系统(1955—1965 年)

20 世纪 50 年代中期晶体管的发明对计算机的制作产生重大影响,用晶体管代替真空管制作的计算机称为第二代计算机。这时的计算机体积大大减小,功耗显著降低,同时可靠性也得到大幅度提高,使计算机已具有推广应用的價值,但计算机系统仍非常昂贵,人们很自然地要想法减少机时的浪费。

为了能充分地利用计算机,应尽量让该系统连续运行,以减少空闲时间。为此,通常是把一批作业以脱机方式输入到磁带上,并在系统中配上监督程序(monitor),其中 FMS(FORTRAN monitor system, Fortran 监控系统)和 IBSYS(IBM 7094 monitor system, IBM 为 7094 机配备的操作系统)是这类系统的典型实例。在监督程序的控制下,这批作业能一个接一个地连续处理,其批处理过程的流程图如图 1-3 所示。

首先,由监督程序将磁带上的第一个作业装入内存,并把运行控制权交给该作业。当该作业处理完成时,又把控制权交还给监督程序,再由监督程序把磁带(盘)上的第二个作业调入内存。计算机系统就这样自动地一个作业一个作业地进行处理,直至磁带(盘)上的所有作业全部完成,这样便形成了早期的批处理系统。由于系统对作业的处理都是成批进行的,且在内存中始终只保持一道作业,故称此系统为单道批处理系统(single batch processing system, SBPS)。

单道批处理系统是最早出现的一种 OS。严格地说,它只能算作 OS 的前身而并非是现代

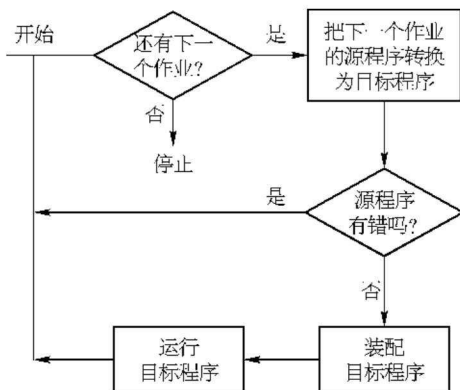


图 1-3 单道批处理系统的处理流程

在人们所理解的 OS。尽管如此,该系统比起人工操作方式的系统已有很大进步。该系统的主要特征如下:

(1) 自动性。在顺利情况下,在磁带上的一批作业能自动地逐个依次运行,而无需人工干预。

(2) 顺序性。磁带上的各道作业是顺序地进入内存,在正常情况下,各道作业的完成顺序与它们进入内存的顺序应完全相同,即先调入内存的作业先完成。

(3) 单道性。内存中仅有一道程序运行,即监督程序每次从磁带上只调入一道程序进入内存运行,当该程序完成或发生异常情况时,才换入其后续程序进入内存运行。

综上所述,单道批处理系统是在解决人机矛盾以及 CPU 与 I/O 设备速度不匹配问题的过程中形成的。换言之,批处理系统旨在提高系统资源的利用率和系统吞吐量。但每次只能运行一道程序的特性决定了单道批处理系统仍然不能很好地利用系统资源,故现已很少使用。

1.2.3 多道程序系统(1965—1980 年)

20 世纪 60 年代中期,利用小规模集成电路制作的计算机代表了第三代计算机的诞生。System/360 机是由 IBM 公司生产的第一台采用小规模集成电路的计算机,与采用晶体管制造的第二代计算机相比,无论在体积、功耗、速度和可靠性上,都有显著的改善,同时也解决了第二代操作系统所缺乏的关键技术之一——多道程序设计。

在单道批处理系统中,内存中仅有一道作业,无法充分利用系统中的所有资源,致使系统性能较差。为了进一步提高资源的利用率和系统吞吐量,20 世纪 60 年代中期又引入了多道程序设计技术,由此形成了多道批处理系统(multiprogrammed batch processing system, MBPS)。在该系统中,用户所提交的作业都先存放在外存上并排成一个队列,称为“后备队列”;然后,由作业调度程序按一定的算法从后备队列中选择若干个作业调入内存,使它们共享 CPU 和系统中的各种资源。

1.2.4 分时操作系统

为了使用户能直接操纵计算机进行交互式工作,20 世纪 60 年代也设计了“分时操作系统”。分时操作系统让用户通过与计算机相连接的终端来使用计算机系统,允许多个用户同时与计算机系统进行一系列交往。各用户从各自的终端输入各种命令,系统把作业执行的情况也通过终端向用户报告。由于用户直接与计算机系统交互,所以要求系统能快速地对用户提出的请求给出应答,使得每个用户都感到好像各自有一台独立的支持自己请求服务的计算机。在分时操作系统控制下,用户在终端设备上可以直接输入、调试和运行自己的程序,能直接修改程序中的错误,并且直接获得结果,如图 1-4 所示。

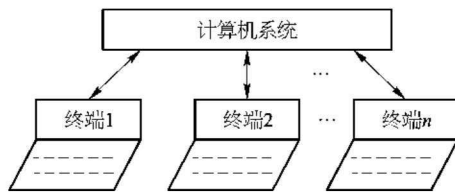


图 1-4 分时系统的控制示意

综上,允许多个联机用户同时使用一台计算机系统进行计算的操作系统称分时操作系统(time sharing operating system)。其实现思想如下:每个用户在各自的终端上以问答方

式控制程序运行,系统把中央处理器的时间划分成时间片,轮流分配给各个联机终端用户,每个用户只能在极短时间内执行,若时间片用完,而程序还未做完,则挂起等待下次分得时间片。由于调试程序的用户常常只发出简短的命令,这样一来,每个用户的每次要求都能得到快速响应,每个用户好像独占了这台计算机。实质上,分时操作系统是多道程序的一个变种,CPU 被若干个交互式用户多路分用,不同之处在于每个用户都有一台联机终端。今天,分时操作系统已成为最流行的一种操作系统,几乎所有的现代通用操作系统都具备分时操作系统的功能。

分时操作系统(time sharing system)与多道批处理系统之间有着截然不同的性能差别,它能很好地将一台计算机提供给多个用户同时使用,提高计算机的利用率。它被经常应用于查询系统中,满足许多查询用户的需要。用户的需求具体表现在以下几个方面:

(1) 人机交互。每当程序员写好一个新程序时,都需要上机进行调试。由于新编程序难免有些错误或不当之处需要修改,因而希望能像早期使用计算机时一样对它进行直接控制,并能以边运行边修改的方式对程序中的错误进行修改,亦即希望能进行人机交互。

(2) 共享主机。在 20 世纪 60 年代计算机非常昂贵,不可能像现在这样每人独占一台微机,而只能是由多个用户共享一台计算机,但用户在使用机器时应能够像自己独占计算机一样,不仅可以随时与计算机交互,而且应感觉不到其他用户也在使用该计算机。

(3) 便于用户上机。在多道批处理系统中,用户上机前必须把自己的作业邮寄或亲自送到机房。这对于用户尤其是远程用户来说是十分不便的。用户希望能通过自己的终端直接将作业传送到机器上进行处理,并能对自己的作业进行控制。

分时系统是指在一台主机上连接了多个带有显示器和键盘的终端,同时允许多个用户通过自己的终端,以交互方式使用计算机,共享主机中的资源。

分时操作系统与多道批处理系统相比,具有非常明显的不同特征,由上所述可以归纳成以下四个特点:

(1) 多路性。允许在一台主机上同时连接多台联机终端,系统按分时原则为每个用户服务。宏观上,是多个用户同时工作,共享系统资源;而微观上,则是每个用户作业轮流运行一个时间片。多路性即同时性,它提高了资源利用率,降低了使用费用,从而促进了计算机更广泛的应用。

(2) 独立性。每个用户各占一个终端,彼此独立操作,互不干扰。因此,用户所感觉到的,就像是他一人独占主机。

(3) 及时性。用户的请求能在很短的时间内获得响应。此时间间隔是以人们所能接受的等待时间来确定的,通常仅为 $1\sim 3\text{ s}$ 。

(4) 交互性。用户可通过终端与系统进行广泛的人机对话。其广泛性表现在:用户可以请求系统提供多方面的服务,如文件编辑、数据处理和资源共享等。

1.2.5 实时操作系统

所谓“实时”,是表示“及时”,实时操作系统(real time operating system)是指当外界事件或数据产生时,能够接收并以足够快的速度予以处理,其处理的结果又能在规定的时间内