

操作系统

OPERATING SYSTEM

主编 殷兆麟 钱 旭

参编 刘迎春 刘瑞祥 杨东平



中国矿业大学出版社

操作系统

主 编 殷兆麟 钱 旭
参 编 刘迎春 刘瑞祥 杨东平

中国矿业大学出版社

内 容 提 要

本书前五章介绍了操作系统的一般原理,以资源管理的观点,分别描述了操作系统的进程管理、存储管理、设备管理、文件管理、作业管理。第六章到第八章阐述了有关现代操作系统的一些新理论和新技术。如操作系统安全保密、网络操作系统基础技术等。第九章简要介绍了 Windows 98/2000 现代操作系统的主要特点:如系统虚拟、线程、电源管理技术、即插即用等。本书可作为计算机专业本科生、高职生、专科生的操作系统教材,也可作为其他专业辅修操作系统用教材。

本书强调概念叙述准确、清楚,重点突出。以我国最普及、最常用的操作系统 Windows 98/2000 为主要范例,方便学习者在学习时理论联系实际。

责任编辑 李士峰 何 戈

图书在版编目(CIP)数据

操作系统 / 殷兆麟,钱旭等编. —徐州:中国矿业大学出版社,2001.8

ISBN 7 - 81070 - 372 - 2

I. 操… II. ①殷… ②钱… 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 (2001) 第 054766 号

中国矿业大学出版社出版发行

(江苏徐州 邮政编码 221008)

出版人 解京选

江苏赣中印刷厂印刷 新华书店经销

开本 787×1092 1/16 印张 17 字数 411 千字

2001 年 8 月第 1 版 2001 年 8 月第 1 次印刷

印数 1~4000 册 定价 25.00 元

0 1 1 0 0

前 言

该版教材对第一版作了较大的修订,删除了第一版中与 DOS 操作系统有关的部分。为了使学生对我国目前最普及、最常用的 Windows 操作系统有较深入的理解,本版教材以 Windows 操作系统示例替换了 DOS 操作系统。重点介绍其现代操作系统的主要特征:系统虚拟、线程技术、即插即用、电源管理技术等。

本书参考学时数为 70~80 学时。按教学对象(本科生、高职生、大专生、辅修)和实际课时,可对教材内容作适当选择,课时较少的情况下建议带“*”的章节作为学生自学内容。第一章到第五章是操作系统最基本内容:进程管理、存储管理、设备管理、文件管理、作业管理。第六章、第七章是现代操作系统的重要内容,分别介绍了操作系统安全与保密、网络操作系统基本理论和技术。第九章介绍了 Windows98/2000 操作系统的重要技术。

针对教材内容重点,建议合理安排好实验。一般结合进程管理安排线程实验,使学生有初步的并行程序设计概念。结合存储管理安排模拟可变分区管理,结合设备管理可以安排键盘管理或鼠标管理,结合文件管理安排集成开发环境下(VC++, Delphi, JBuild)可视化文件控件的使用。教师可根据学生的实际情况,选择不同难易程度的实验题目。高职学生可增加实验课时和实验内容。有条件的可以把操作系统与其他课程结合安排一次课程设计。

编者总结了长期讲授操作系统的经验。在进行教材编写时,力求做到概念叙述准确、清楚,基本内容介绍深入浅出。殷兆麟编写了本书第一、四、六、七、八章,钱旭编写了第二、三章,刘迎春编写了第九章,刘瑞祥编写了第五章,杨东平编写了第二章的线程编程,并调试了有关部分的程序。殷兆麟、钱旭共同审校了全书,刘瑞祥对全书的插图、文字也做了反复的修改。

本书附录介绍了操作系统课程的性质及其与其他课程的关系、各章知识点及学生掌握的要求,另外提供了六次实验的目的、内容,供教师参考。

本书配有网络上可查阅的 CAI 课件。查阅地址:<http://www.cumt.edu.cn>。

在本书编写过程中,得到了中国矿业大学计算机系领导与同事的热情支持,得到了教务处有关领导的关心,得到了出版社的帮助。在此表示诚挚的感谢。

由于编者水平有限,书中难免存在不当之处,殷切希望广大读者批评指正。

中国矿业大学计算机科技与技术系

殷兆麟、钱旭

2001.8 于徐州

目 录

第一章 概 论.....	1
第一节 操作系统的概念.....	1
第二节 操作系统的发展历史.....	3
第三节 操作系统的分类.....	6
* 第四节 操作系统的结构设计方法.....	9
小 结	20
习 题	20
第二章 进程管理	22
第一节 程序的顺序执行与并发执行	22
第二节 进程的定义与属性	25
第三节 进程控制	29
第四节 进程的同步与互斥	33
第五节 死锁	54
第六节 中断	61
第七节 进程调度	62
* 第八节 线程编程	71
小 结	86
习 题	86
第三章 内存管理	88
第一节 存储器结构	88
第二节 内存管理的基本概念	89
第三节 内存管理的功能	90
第四节 单一连续内存管理	91
第五节 分区式内存管理	92
第六节 页式存储管理	94
第七节 请求页式存储管理	99
第八节 段式和段页式存储管理.....	104
小 结.....	109
习 题.....	109
第四章 设备管理.....	111
第一节 概述.....	111

第二节 通道技术.....	113
第三节 缓冲技术.....	116
第四节 设备分配.....	117
小 结.....	121
习 题.....	122
第五章 文件管理与作业管理.....	123
第一节 概述.....	123
第二节 文件结构和存取方法.....	125
第三节 文件目录.....	129
第四节 文件的使用.....	134
第五节 作业管理.....	137
小 结.....	142
习 题.....	143
* 第六章 安全与保密.....	144
第一节 基本概念.....	144
第二节 访问控制和信息流控制.....	145
第三节 信息加密与数字签名.....	151
第四节 安全核技术.....	157
小 结.....	160
习 题.....	160
第七章 网络操作系统.....	161
第一节 概述.....	161
第二节 套接字技术.....	166
第三节 远程过程调用.....	181
第四节 网络文件系统 NFS	184
第五节 网络资源共享技术.....	186
小 结.....	188
习 题.....	188
* 第八章 分布式操作系统.....	190
第一节 分布式操作系统的概念.....	190
第二节 分布式结构.....	192
第三节 分布式操作系统的实现.....	194
小 结.....	204
习 题.....	204

第九章 Windows 操作系统	205
第一节 Windows 的系统结构	205
第二节 Windows 中的进程与线程	211
第三节 Windows 内存管理	221
第四节 Windows 设备管理	223
第五节 Windows 的文件系统	236
第六节 Windows 的注册表	242
小 结.....	244
习 题.....	245
附录.....	246
第一部分 《操作系统》简介.....	246
第二部分 课程知识点与要求.....	248
第三部分 实验指导.....	260
第四部分 模拟测验.....	262
第五部分 有关说明.....	263
参考文献.....	264

第一章 概 论

第一节 操作系统的概念

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。随着现代计算机的发展,硬件系统的主要特征表现为:CPU 速度更快、CPU 指令分为不同安全等级、支持多 CPU 系统、内外存容量增大、更好地支持多级存贮、支持并行的通道、中断机制、支持多种外部设备特别是网络设备和多媒体设备等。裸机只能执行机器代码语言,除了计算机专家之外,一般人无法使用。在为裸机配置了各种软件之后,便构成了一台比裸机功能强得多的、使用更加方便的计算机。这种配置了相关软件的计算机称为虚拟计算机。在相关软件中,最重要的一种就是称为操作系统的系统软件。操作系统实际上是对硬件所做的第一次功能扩充,是包在裸机外的第一层软件。图 1.1 所示为操作系统与硬件及其他软件之间的关系。

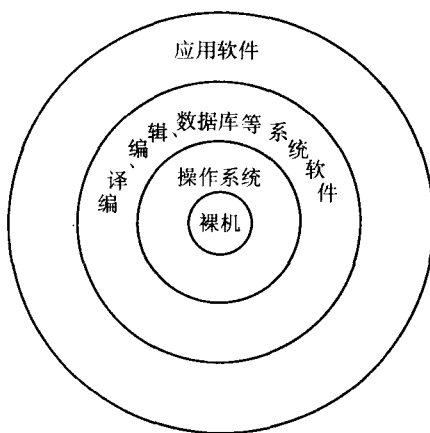


图 1.1 操作系统与硬件及其他软件之间的关系

最内层是计算机裸机;其外面第一层是操作系统,它对裸机进行了第一次功能扩充,在操作系统的外面是编辑、语言编译、数据库等系统软件层,进一步扩充了操作系统的功能;最外面是应用软件层,用户在这一层可以更加方便地使用计算机。

一、操作系统的定义

从不同的角度认识操作系统会有不同的解释。从用户的观点看,操作系统是一台比裸机功能更强,使用更加方便、灵活的虚拟机器,是用户与裸机之间的一个界面,用户是通过它来使用计算机的;从功能的观点看,若把计算机所能支配的硬件和软件都看作是资源,则可以将操作系统看作是计算机资源管理系统。由于它对计算机的全部软、硬件资源进行分配、回收、控制、调度,因此目前多数人都从功能(即资源管理的观点)来看操作系统,把操作系统定义为“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以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,使之可以得到更加有效合理的利用。
- (2) 操作系统能合理地组织计算机系统的工作流程,增强系统的处理能力。

(3) 操作系统提供了用户与裸机之间的接口,使用户更方便地使用计算机。

用户与操作系统接口分为三种:命令或窗口菜单、作业控制语言书写的批处理作业控制说明、系统调用。用户能在程序中使用系统调用。

二、操作系统的功能和目标

计算机的硬件资源一般有:中央处理机(CPU)、内存储器、外存储器(软、硬磁盘驱动器,可读可写光盘等)、输入输出设备等;软件资源一般有计算机所拥有的各种信息,如程序、数据等。

从功能即资源管理的观点看,操作系统的主要任务就是管理计算机系统的资源,其中包括:进程管理(处理机管理)、存储器管理、外部设备管理、文件管理(信息管理)、作业管理、通讯管理。

1. 进程管理

进程管理的任务就是对处理机进行调度,在单道程序运行时,处理机上只有一个程序在运行,这里并不存在对处理机的调度问题。而在单处理机的多道程序系统中或多处理机多道程序系统中,一般情况下,处理机的数目远远少于允许运行的程序的数目,处理机为各道程序所共享,这势必引起运行程序对处理机的竞争。这里,我们引入一个新的概念——进程。进程是指在系统中能独立运行程序的基本单位,也是作为资源分配的单位。进程的概念将在本书第二章中作详细叙述。把处理机分配给哪一个进程的问题,就是对处理机进行调度的问题。

虽然在宏观上允许多个进程同时在处理机上运行,但是在微观上,一个时刻处理机只能为一个进程服务。这里涉及如何控制进程及进程间如何进行信息的交换等一系列问题,它们都是进程管理要解决的问题。

2. 存储器管理

存储器管理(又称内存管理)的主要任务是管理内存储器资源。首先,由于有多道程序同时装入内存,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,既要满足各道程序的要求,又不能让他们相互干扰,也不能丢失信息。其次,存储管理还要保护用户和程序以及数据不被破坏。这也要求存储器管理具有相应的管理策略与保护措施。最后,当一个作业或几个作业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,也就是系统应具备虚拟存储器技术,即把由内存和外存组成的两级(或多级)存储器变成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。

3. 设备管理

设备管理的基本任务是使多个用户能够共享并方便地使用设备,设备管理按照外部设备的类型和一定的策略,把外部设备分配给某作业(包括分配相应的通道和控制器);按照用户的要求控制设备工作,启动设备、实现真正的 I/O 操作并负责回收设备;同时对通道发出的中断请求作出及时的响应处理,为了解决在传输信息方面高速 CPU 和低速外设之间的矛盾,设备管理还要按一定的策略管理一个输入输出的缓冲区,实现虚拟设备技术。即插即用也是设备管理要解决的问题。

4. 文件管理

文件管理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。所谓文件,就

是指具有符号名的一组相关信息,在现代计算机系统中,为了便于管理,将程序、数据及各种信息资源都组织成文件,设备也看作是一种特殊的文件,文件管理的任务就是对文件进行组织和管理,给文件分配存储空间,负责对文件进行存取、检索、查询等操作,并对文件进行保护。当文件撤消时,负责回收文件占用的存储空间。

5. 作业管理

作业管理的基本任务是使用户合理调度运行用户作业。

6. 通讯管理

网络技术的发展,为用户共享各种网络资源提供了条件。计算机操作系统支持网络通讯成为现代操作系统的基本功能。

通讯管理负责网络进程之间安全地按照不同层次的通讯协议完成信息交换。通讯管理是现代操作系统内核的一部分,这方面内容构成了计算机网络课程的主要内容。

为了管理使用好计算机的各种资源,操作系统对每一种资源都要做好以下几点:

第一,要记住资源的使用状态,即某个资源是否在被使用,是否空闲,以及正在被谁使用。

第二,根据一定的策略或原则,决定把某项资源进行合理分配,包括何时分配,分配多少,并实际进行资源分配。

第三,当某些作业或进程使用完某种资源时,要及时地回收资源,以便重新分配给其他的作业。

计算机设置操作系统的目的,第一是为用户提供一台比裸机功能更强、使用更方便、更灵活有效以及更安全可靠虚拟机。方便,就是用户不必去考虑硬件机器的机器指令或外部设备的硬件特征,把这一切都交给操作系统去管理;安全,就是多个用户之间互不干扰,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,如重复启动外设或文件的自动转储。第二是要使多用户能共享资源,提高计算机有限的宝贵资源的使用效率。

三、如何学好操作系统

操作系统是计算机系统中最重要的系统软件之一。通过本课程学习,要求学习者能了解操作系统的基本概念,熟悉操作系统的主要功能,掌握操作系统的基本工作原理,掌握使用操作系统功能,了解现代操作系统所具有的并发、共享、虚拟、不确定性等特点,并通过操作系统 Windows 98/2000 的介绍,更进一步加深对操作系统的理解和认识,为进一步深入学习计算机各种不同专业知识打好基础。在学习这门课时,必须认真完成相关的实验,这些实验将操作系统的有关理论与目前流行的集成开发环境下的编程技术相结合,使操作系统的概念理论由抽象变得具体、实用。

第二节 操作系统的发展历史

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。操作系统在自己的发展过程中形成了自己的术语和理论,它极大地影响相关软件学科(如语言、数据结构、软件工程等等)的发展,了解一点它的发展史,对学习操作系统是很有帮助的。

一、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)在编写程序时,使用的是机器语言,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部设备等一系列问题。这种操作方式,程序员要考虑的问题很多,程序编制复杂、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,即计算机各部件之间是串行工作的;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运算速度较慢的情况下是允许的,但是,当计算机的运算速度提高之后,由于手工操作的速度很慢,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,首先应当缩短作业时间与操作时间。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。

二、早期批处理阶段

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

1. 早期的联机批处理

操作员把若干作业合成一批,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。

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,但是这并没有解决低速的外设与高速的主机之间的矛盾,为了解决这一矛盾,引入了脱机批处理方式。

2. 早期的脱机批处理

这种方式是增加一台不与主机直接连接的小型计算机,称为卫星机,首先把卡片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从打印机上打印出来,这样主机与外设的串行工作变成了并行,从而提高了主机的工作效率。

三、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)和用户程序之间是一种相互调用关系,在变化的情形下,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,出现了通道和中断的概念。通道是一种硬件机构,实际上它是一种速度较慢、价格较便宜、专门用于控制外部设备且能独立于 CPU 并与 CPU 并行工作的处理机。通道连接着内存和外设,具有向内存直接存取数据的能力。这样就使得输入、输出和计算均不需要人工干预,在输入、输出结束时或发生某种故障时,相应的硬件向主机发出信号,主机马上停止正在执行的工作,而转去执行为处理该信号而设置的中断处理程序。当需要传输数据时,CPU 只要命令通道去完成就行了,当通道完成传输任务后,通过中断机制向 CPU 报告完成情况,这样 CPU 与通道并行工作,提高了 CPU 的利用率。除了输入、输出和中断之外,人们还引进其他一些新的中断,如计算溢出、非法操作等中断,另外还设置了时钟

中断以解决用户程序中可能出现的死循环。

在系统中为处理中断和控制输入、输出工作而设置的中断处理程序及输入、输出控制程序对其他所有程序起着指挥和控制的作用,一般它们是常驻内存的。这些常驻内存的程序称为执行程序。执行程序与监督程序明显的不同之处在于监督程序与其他系统程序、用户程序之间是相互调用的关系,而执行程序对其他程序则是一种控制关系。但是,在单用户独占机器,且只有一道程序在系统中运行的情况下,多部件并行的机会是很少的,即使并行,其并行的程度也是很低的。例如,若用户程序的输出量较大,则主机往往还要等待输出操作,造成CPU的空闲;若用户程序的计算量较大,输入输出量很少,则又会造成输入输出设备的空闲。为了解决这些问题,又出现了多道程序系统。

四、多道程序系统阶段

多道程序设计的基本思想就是在内存中同时存放几道程序,它们可以是属于不同用户的,并允许它们交替运行。当一道程序由于某种原因而暂停执行时,如等待外部设备传输时,CPU 就立即执行另一道程序。这样,就能更充分地利用CPU,并使计算机的资源更好地得到利用。

例如,假定内存中有A和B两道程序,它们共用CPU及通道。图1.2表示了具有两道程序的系统中CPU和通道的工作情况。

在多道程序系统中,多道程序在微观上是交替地顺序执行,即在某一时刻只有一道程序在执行。但在宏观上,即在某一段时间里,各道程序都向前推进了,它们可看作是并行的。

多道程序的引入,使得不同用户的多道程序可以同时的系统内存并行运行,同时它们共享计算机的资源,并行与共享思想的引入大大增加了系统的复杂性。多道程序同时在内存中,如何分配和管理内存,系统如何调度处理机和外部设备,怎样保证各道程序间互不干扰,如何解决多道程序所需的资源总和大于系统的实有资源时所产生的矛盾,这些问题都需要有一个复杂的管理机构合理有效地进行处理。

由上看出,在操作系统的发展历程中,人们主要关注的是如何提高系统资源的利用率。

现代计算机系统,特别是个人微型计算机系统,由于其硬件价格越来越便宜,人们更多地关注用户使用的方便性。个人计算机,也希望操作系统支持多道程序同时运行,这样可以大大方便用户的使用。

五、操作系统的形成与发展

为了解决用户所需的人-机对话功能,很快又出现了一种分时系统。该系统是在一台计算机上挂若干台联机终端,用户通过自己的终端与计算机对话来控制、调试、干预他的程序。而系统则将处理机的时间划分为小的时间间隔(又称为时间片),轮流地分给每个终端上的作业,使每个用户都感到好像只有他自己在使用计算机。多道和分时系统的出现,标志着现代操作系统的正式形成。

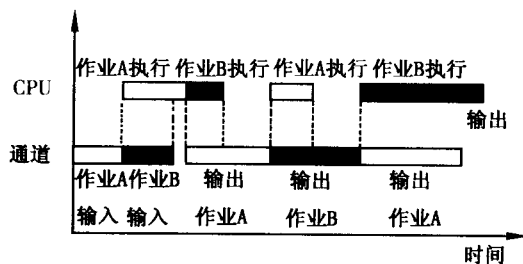


图 1.2 两道程序的系统 CPU 与通道工作示意图

第三节 操作系统的分类

从不同的角度出发,可以对操作系统有不同的分类方法。大型计算机性能较强,资源丰富,但价格昂贵。大型机所配置的操作系统往往功能强大,以充分发挥其资源利用率和增加系统的吞吐量为目标,通用性强,以适应多种类型的任务。现在普遍流行的各种微型机,资源种类少,管理简单,其所配置的操作系统主要是完成文件管理、设备管理、获取网络信息服务等。

按一个计算机系统支持单个用户服务还是支持多个用户服务,操作系统分为单用户操作系统和多用户操作系统。多用户操作系统按用户与计算机关系、CPU 响应的及时性又分为批处理操作系统、分时操作系统和实时操作系统。上述这些分类,主要强调的是针对一个计算机系统而言,如果计算机操作系统支持网络资源共享,则称之为网络操作系统(如 Unix、Windows2000、Netware)。

一、单用户操作系统

单用户操作系统在一个计算机系统内,最多支持一个用户上机,多数的微机操作系统都属于这一类型。现在微机价格便宜,普遍流行,往往一个用户拥有一台机器,在其上进行工作,机器的所有资源都属于这一个用户。单用户操作系统足以支持这样的用户,且实现简单、工作可靠。微机单用户操作系统主要完成系统的初启、自检、命令识别、目录和文件管理、外设管理,如 DOS 操作系统是单用户单任务操作系统,Windows、OS/2 是单用户多任务操作系统。单用户操作系统是当今用户进入网络世界的大门,学习、使用它的重要性是不言而喻的。值得注意的是,单用户的微机操作系统 Windows 对于用户来说使用方便,具备现代操作系统的许多典型特征。

二、批处理操作系统

在一般大中型的计算机上所配置的操作系统通常都具备批处理的能力。纯粹的批处理操作系统已不多见。批处理有两个特点:第一个特点是系统内可同时容纳多个作业,这些作业存放在大容量外存中,形成一个后备作业队列。系统按一定的原则和策略从后备作业队列中挑选一个或多个作业调入内存运行。作业的进入、运行、结束和退出都由系统自动管理实现,在系统中自动形成一个连续的作业流。第二个特点是用户把计算机的程序、数据、作业控制说明一起交给操作员,操作员将这些程序、数据、作业控制说明等输入到计算机,然后由操作系统控制执行。这是一种脱机的操作方式,用户与他的作业没有交互作用,作业一旦进入系统,用户就不能干预其作业的运行。

多道批处理系统允许同时在内存中有多个作业运行,这有利于提高资源的利用率,增大吞吐量和作业流程的自动化。在 CPU 等待运行作业的某个事件(如输入或输出)的时间来运行其他的程序。在现代的大、中、小型计算机上都广泛地使用了多道批处理系统。多道批处理系统由于系统中同时有多个作业运行,因此操作系统也就比单道批处理系统复杂的多。存储器管理要完成多道作业的内存分配及回收,提供存储保护,并提供内存扩充功能。进程管理实现对处理机的调度和分配;设备管理实现外部设备的分配和回收;作业管理实现作业之间的自动转换;文件系统对进入系统的各种信息进行组织和管理。

但是,批处理系统的主要问题是不能向用户提供交互作用的方式。用户一旦把他的作业

提交给系统后,便失去了对自己作业的控制和修改能力,这给程序设计人员带来很大的不便。用户往往希望能够现场观察并直接控制自己程序的运行,随时进行调试和改错,即有人机对话的功能。由于上述原因,分时系统受到人们的青睐。

三、分时操作系统

分时操作系统提供了多个用户共同使用一台计算机系统的环境。一台主机可以连上几台至几十台终端,用户通过终端与主机交互作用。用户可以在终端上调试、运行自己的程序,随时与主机对话。

分时系统的实现,主要是在设计操作系统时使用了多道程序设计的方法,形成多道程序分时共享主机的软、硬件资源。在分时系统中,把主机CPU的时间划分成很多个小的时间单位(时间片),一般多为几十毫秒。在中断机构和时钟系统的支持下,轮流把时间片分配给不同的用户程序,每道用户程序每次只运行一个时间片。如果某个用户程序在时间片规定的时间内完成运行,操作系统就按一定的策略调用其他用户程序运行。如果某个用户程序当时间片用完时还未完成运行,那么该程序就被暂时中断,等待下一轮再继续运行。这时计算机的硬件中断机构产生一个时钟中断,控制转到操作系统,操作系统选择另一道程序投入运行,由于时间片很短,往往在几秒钟内即可对所有用户命令做出响应,所以系统和各个用户都感觉整个系统只为他自己服务,并未感到还有别的用户也在工作。虽然在任一时刻,计算机只为一个用户服务,用户在轮流使用计算机,但在总体上,所有用户都在共同使用计算机,系统在同时为多个用户服务,分时用户之间还可以通过计算机的文件系统,互相交流程序、信息和计算结果,进行互相协作。

分时系统具有四个主要特征:

- (1) 同时性 分时系统允许各终端用户同时工作,系统分时响应各用户的请求。
- (2) 交互性 分时系统支持联机的操作方式,用户可以在终端上通过操作系统进行人机对话,随时控制和调试程序,以交互的方式工作。
- (3) 独立性 各用户之间彼此独立的工作,各自独占一台终端,互不干扰。
- (4) 及时性 用户的请求能在较短的时间内得到响应。

例如系统中有 n 个同时工作的用户,时间片为 q 秒,则每个用户轮流运行一次所需的时间为 nq 秒,即每个用户在 nq 秒的时间内获得 q 秒处理机时间,也就是说每个用户在 nq 秒的时间间隔内都可获得系统的响应。分时系统的响应时间是指用户从终端发出请求命令,到系统进行相应的回答所需的时间。若有 30 个用户上机,时间片为 100 ms(0.1 s),则响应时间为 3 s,分时系统设计的主要目标是对用户响应的及时性,而交互性是分时系统的最主要特征,它为程序设计员提供了比较理想的程序开发环境。

随着计算机硬件成本的迅速下降和软件成本的不断上升,人们不再仅仅考虑如何充分发挥计算机的效率,而主要关心怎样能更好地方便用户使用,因此,分时系统日益受到重视,最成功的分时系统是 Unix 操作系统。

四、实时操作系统

随着计算机应用领域的日益广泛,出现了实时系统,“实时”,表示立即,是指计算机能够及时地响应外部事件的请求,并以足够快的速度完成对事件的处理。

实时系统按其用途的不同,主要分成两类。

第一类是用户过程控制,称为实时控制系统,实时控制是指计算机通过安装在要控制对

象上的特定的外围设备,如各种传感器等,将采集到的物理量经过模数转换器变成数字信号送到计算机;计算机将信号加工处理后再输出到数模转换器,将数字量变成模拟量,作为控制信号,通过执行机构直接控制有关的对象。例如,在对导弹发射、飞机飞行、通讯卫星的定点与姿态控制等方面,计算机将测量系统测得的各种数据尽快地处理后,及时地发信号对导弹、飞机、卫星等进行控制。在智能化机器人中,计算机要把采集到的各种现场环境信息及时进行处理,发出信号控制机器人对环境作出正确反应。实时控制系统还广泛应用于石油、化工、钢铁、机械加工等工业控制中。

第二类是用于信息处理,称为实时信息处理系统,如用于资料查询系统、信息处理系统、银行系统、铁路系统、民航飞机订票系统等等,在这些系统中,用户通过终端提出服务请求,系统在很短的时间内通过终端对用户作出回答。在实时信息处理系统中,常常配备多个终端设备,多个终端也有可能同时发出询问请求服务,所以这类实时操作系统也采用分时的方式来处理这些实时询问。当然,这类实时系统与前面说的分时系统是不同的。首先实时系统中的应用程序是预先编制好的,不允许修改,仅允许操作员使用终端发出询问,命令较简单,与计算机的交互作用能力较差;而分时系统通过终端设备向用户提供一台通用性很强的计算机系统,用户与系统有较强的交互作用。其次,实时系统对终端请求的响应速度要求要比分时系统高得多,而分时系统的终端请求响应速度要求较低,只要用户感到满意即可。

实时操作系统除具有操作系统的基本资源管理的功能之外,还具有实时系统本身的特点:实时时钟管理、过载防护、及时响应、高可靠性。

五、网络操作系统

随着计算机技术和现代通讯技术的飞速发展和密切结合,产生了计算机网络。计算机网络,就是把分布在不同地理位置的计算机系统通过通信设备和通信线路连接起来形成一个网络,用户可以方便地使用远地的计算机资源,以实现更加广泛的软硬件资源共享。

根据地理范围的不同,可以将网络分成两大类。一类是远程计算机网,其地理范围从几百公里到几千公里,甚至上万公里,网络连接的计算机通常是大型与超大型计算机。如在地理上横跨美国大陆,经过通讯卫星连接到夏威夷,并延伸至欧洲。另一类是局部计算机网,其地理范围通常是几公里,如一所大学、一个工厂或企业内的计算机连成一个局部计算机网,网络所连接的计算机以小型机和微型机为主。现在,随着微机价格的迅速下降及功能不断增加,一个单位就拥有若干台微机。为了进一步提高这些微机的信息处理能力和更有效地实现软硬件资源的共享,也要求把它们连接起来,所以局部网发展很快。计算机网络也成为目前计算机领域中的热门学科之一。

根据网络的功能不同,又可将网络分为数据通信子网(又称通信子网)和数据处理子网(又称资源子网)。通信子网的主要任务是进行数据通信。通信子网主要解决的问题是传输控制、流量控制和路径控制。传输控制要考虑正常情况下信息的发送和接收,而且还必须考虑在异常情况下所应采取的处理措施。流量控制是协调发送信息方和接收信息方的发送和接收信息的速度,防止丢失信息,并对信息连入网络和在网络中传输进行控制。路径控制是在发送信息方和接收信息方之间选择一条最短的或传输时间延迟最小的路径,以及平衡传输线路中的信息流量。当在某条线路上出现信息流量超载时,便将其其中的一部分信息转移到其他线路上去。资源子网的主要任务是进行数据处理。通过网络进行硬件、软件 and 数据的共享,同时可以均衡网络中的负荷,即在网络中某一计算机系统发生故障时,强行将它的任务

转到其他系统去。

网络环境下的操作系统是网络用户与网络之间的接口,它除了具有通常操作系统资源管理的功能外,还提供高效而可靠的网络通信能力和多种网络服务。随着新的网络服务的兴起(如点播节目、虚拟个人网等),计算机网络也将发生新的变革。

六、分布式操作系统

分布式操作系统与一般所说的分布式技术是完全不同的概念。分布式技术主要指网络技术,如 DCOM 技术、CORBA 技术、Java RMI 技术、HTTP 技术、Agent 技术都是分布式应用技术。它们与分布式操作系统不能相提并论。分布式技术涉及的是网络不同层次异构系统的集成。

一个分布式系统是若干计算机的集合。这些计算机都有自己的局部存储器和外部设备,它们都可以独立工作,也可以合作。分布式系统是一个一体化的系统,在整个系统中有一个全局的操作系统,称为分布式操作系统,它负责全系统的资源分配和调度、任务划分、信息传输和控制协调等工作,为用户提供一个统一的界面和标准的接口,用户通过操作系统实现所需的操作和使用所需的系统资源。至于这个操作是在哪一台计算机上执行,使用的是哪个计算机的资源,均由系统分配和调度。

分布式系统一般有以下特征:

- (1) 系统中的任意两台计算机都可以通信。
- (2) 系统中的计算机无主次之分。
- (3) 系统中所有资源供所有用户共享。
- (4) 系统中的计算机可以互相协作完成同一个任务,即一个程序可以分布于几台计算机上并行地运行。
- (5) 系统中有一台或几台计算机,当一个或几个通路发生故障时,其余部分可自动重新构成一个新的系统,这也称为坚固性。

分布式系统的基础是计算机网络。但是计算机网络并不是个一体化的系统。网络并没有标准的统一的接口,它的多机合作也难以自动实现。

分布式系统与计算机网络的主要区别就在于分布式系统具有多机合作功能和坚固性。

分布式操作系统与集中式操作系统的主要区别就在于资源管理、进程通信和系统结构上。分布式操作系统由内核和实用程序组成,其结构的主要特点是分布性。由于分布式系统由多台计算机组成,因而分布式操作系统的内核就必须在每台计算机上都有一个。实用程序也有多个副本,根据需要分布于系统的各台计算机上。这样,当系统中的一台计算机发生故障时,其他机器上的操作系统仍能工作,从而保证了系统的坚固性。

网络技术的不断发展,必将推动分布式操作系统由理论研究逐步走向商业应用。

* 第四节 操作系统的结构设计方法

软件工程的结构设计方法体现了当代软件工程的重要思想,操作系统作为一种最重要的大型软件系统,其设计、实现技术无疑对开发其他软件系统有着非常重要的意义。操作系统是一种商品软件,它呈现一定的稳定性,这就是说,一种新的软件工程技术对商品化了的操作系统的影响是滞后的。

结构表达了系统中各种基本成分之间的关系,它反映了系统内部的联系。现代的系统程序庞大,复杂程度高,并发性和共享性高。研究操作系统的结构,目的是为了设计结构良好的操作系统,以提高其正确性、可维护性和工作效率。

操作系统结构设计应使系统容易设计、实现和维护;它应灵活、可靠、正确、高效并易于验证其正确性。

结构设计是一种设计方法,使我们能编出一个正确的、结构清晰的程序,以达到可靠、可适应、可移植等目标。在编制程序时应采取单入口和单出口的控制结构语句。理论上,控制结构语句只有三种:顺序、分支、重复(见图 1.3)。通过它们的各种不同的嵌套、组合,可以构造出全部程序。

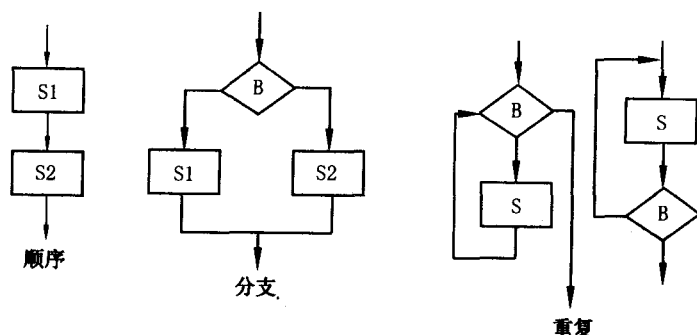


图 1.3 控制结构类型

传统操作系统的结构设计方法有模块接口法和有序分层法以及基于管程、类程和进程的方法、面向对象的技术、微内核技术。这里的部分内容在学完操作系统各大章节后,重复阅读才能深入理解。

一、模块接口法

这是早期使用的一种结构设计方法。“模块接口”,一是“模块化”,二是“接口”。将一个大型软件系统按功能划分成若干相对独立的模块,并规定好模块之间的接口,使模块之间的联系尽可能少。然后对模块分别进行设计、调试,最后将模块按规定的接口连接起来,形成完整的、模块化的操作系统。

使用模块接口法以后,加快了操作系统的研制过程,增加了灵活性,可以使操作系统具有较高的效率,易于理解和扩充。

但是由于模块的划分和接口功能的规定是在开始设计时确定的,很难保证其正确性和合理性,模块之间的连接也就比较困难。模块之间的牵连过多,甚至可能存在着循环依赖关系,从而降低了模块接口的相对独立性。

为了克服模块接口法的缺点,人们又提出了有序分层法。

二、有序分层法

有序分层法的设计是将操作分成许多基本模块,并将这些模块依照某种逻辑关系排成若干层,各层之间只能单向依赖,这样便不能构成循环,使接口法中的无序的模块变为有序分层中的有序模块。

在一个层次结构的操作系统中,如果不仅各层间是单向依赖关系,而且每一层中各模块