

清华大学计算机系列教材

计算机 操作系统教程

张尧学

史美林

TSINGHUA COMPUTER
TSINGHUA COMPUTER
TSINGHUA COMPUTER
TSINGHUA COMPUTER
TSINGHUA COMPUTER
TSINGHUA COMPUTER
TSINGHUA COMPUTER
TSINGHUA COMPUTER
TSINGHUA COMPUTER
TSINGHUA COMPUTER



清华大学出版社

48316
Z28-2

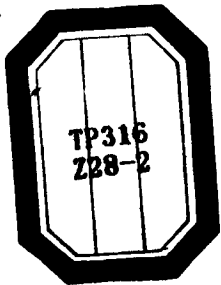
483222

计算机操作系统教程

张尧学 史美林 编著



00433222



清华大学出版社

(京)新登字 158 号

内 容 简 介

操作系统是现代计算机系统中必不可少的基本系统软件,计算机操作系统是计算机专业的必修课程,也是从事计算机应用人员必不可少的知识。

本书是编著者在清华大学计算机系多年教学和科研基础上编写而成的教材。全书分为十一章:分章讲授了作业管理介绍;UNIX 系统的有关接口界面;进程管理;处理机管理;存储管理;UNIX system V 的进程和存储管理;文件系统;设备管理;UNIX system V 的文件和设备管理;最后介绍面向对象的操作系统。

本书可作为计算机专业和相关专业的操作系统课程的教材,也可供有关科技人员阅读和参考。

版权所有,翻印必究。

本书封面贴有清华大学出版社激光防伪标签,无标签者不得销售。

计算机操作系统教程

张尧学 史美林 编著

责任编辑 贾仲良

☆

清华大学出版社出版

北京 清华园

北京大中印刷厂印刷

新华书店总店北京发行所发行

☆

开本: 787×1092 1/16 印张: 17.25 字数: 429 千字

1993 年 9 月第 1 版 1999 年 6 月第 14 次印刷

印数: 161001~172000

ISBN 7-302-01344-6/TP·520

定价: 18.50 元

前 言

操作系统是现代计算机系统中不可缺少的基本系统软件。如果要让用户去使用一台没有配置操作系统的现代计算机,那是难以想象的。操作系统控制和管理整个计算机系统中多种硬件、软件资源,并为用户使用计算机提供一个方便灵活、安全可靠的工作环境。

计算机操作系统不仅是计算机有关专业的必修课程,也是一般从事计算机应用的人员所必不可少的。

本书根据编著者在清华大学计算机科学与技术系讲授操作系统原理和从事计算机相关领域的科学研究多年来教学和科研的实践经验的总结,并参阅了不少有关操作系统的著作和教材,写成此书,作为计算机系及相关专业的操作系统课程的基本教材。

在教材内容安排上我们作了这样的考虑:

1. 由于不少用户和我们的学生早已有使用计算机的体验,从使用的角度来讨论操作系统,容易入门,因此我们先从作业的用户接口方面讲解操作系统。

2. 进程是现代操作系统中最重要的概念,而进程又和处理机调度紧密相关,因此这两部分的内容虽然分为两章,但实际上可作为一个单元来讲授。

3. 在讨论了进程和处理机的概念之后,再分别讨论存储管理、文件管理以及设备管理。

4. 本书以 UNIX 操作系统作为参照操作系统,但并不是把它集中在一起而是分别和各章节结合起来讲述。这样,每一章节既有基本原理又有实例与之结合。

选用本书作为教材时,可以先讲授原理,再讲 UNIX 操作系统,也可以按照本书章节顺序来讲授。

5. 考虑到面向对象的软件技术在目前受到普遍重视,它在操作系统中的应用也很有前景,为此我们特别编写了“面向对象的操作系统”一章,但这章可以不作基本要求而选择讲授。

6. 在编写过程中,我们既考虑到传统讲授操作系统课程的内容,又尽可能参考了最新出版的操作系统有关教材。

本书的内容安排成如下结构:

第一章引论。介绍操作系统基本概念、功能、分类,研究操作系统的几个观点,同时还讨论操作系统的发展历史;第二章作业管理,主要讨论操作系统的两个用户接口;第三章 UNIX 用户接口,主要解释和介绍 UNIX 的 shell 系统调用,和目前比较流行的 X-window;第四章进程管理;第五章处理机调度。这两章内容也可以合成为一个单元讲授;第六章存储管理;第七章在四、五、六章基础上讲授 UNIX system V 的进程管理和存储管理;第八章文件系统;第九章设备管理;第十章在八、九章基础上讲授 UNIX system V 的文件和设备管理;第十一章面向对象的操作系统。

本书的编写大纲,由史美林提出,并和张尧学、苏云清共同讨论确定。

第一章由史美林编写、第二章至第十一章由张尧学编写,全书由张尧学审定,吉林师范学院的徐岩同志画制了本书的全部插图,清华大学计算机系的杨晓雅等同学帮助输入了本

书的初稿,在此表示感谢。

清华大学出版社,特别是贾仲良老师作了细致辛勤的编辑工作,对此我们表示诚挚的感谢!

由于编著者水平有限,时间仓促,书中难免有不少错误和不妥之处,恳请广大读者批评指正。

编著者 1992.11

目 录

前言	I
第一章 绪论	1
§ 1.1 操作系统概念	1
§ 1.2 操作系统的历史	2
§ 1.3 操作系统的基本类型	7
§ 1.4 操作系统功能.....	11
§ 1.5 研究操作系统的几种观点.....	13
思考与习题	14
第二章 作业管理	15
§ 2.1 作业的基本概念.....	15
§ 2.2 作业的建立过程.....	16
§ 2.3 用户接口	20
§ 2.4 分时作业管理.....	23
本章小结	24
思考与习题	24
第三章 UNIX 用户接口	25
§ 3.1 UNIX 简介	25
§ 3.2 Shell	28
§ 3.3 系统调用.....	32
§ 3.4 X-window	35
本章小结	37
思考与习题	37
第四章 进程管理	38
§ 4.1 进程的概念.....	38
§ 4.2 进程的描述.....	43
§ 4.3 进程状态及其转换.....	46
§ 4.4 进程控制.....	47
§ 4.5 进程互斥.....	50
§ 4.6 进程同步.....	57
§ 4.7 进程通信.....	60
§ 4.8 死锁问题.....	70
本章小结	73
思考与习题	73
第五章 处理机调度	75

§ 5.1	分级调度	75
§ 5.2	作业调度	77
§ 5.3	进程调度	80
§ 5.4	调度算法	83
§ 5.5	算法评价	87
§ 5.6	多处理机调度	92
	本章小结	97
	思考与习题	98
第六章	存储管理	100
§ 6.1	存储管理的功能	100
§ 6.2	单道环境下的存储管理	105
§ 6.3	分区存储管理	106
§ 6.4	覆盖与交换技术	112
§ 6.5	页式管理	114
§ 6.6	段式与段页式管理	124
§ 6.7	局部性原理和抖动问题	131
	本章小结	134
	思考与习题	135
第七章	UNIX 进程和存储管理	136
§ 7.1	UNIX 进程和存储管理简介	136
§ 7.2	UNIX 进程结构	139
§ 7.3	进程控制	146
§ 7.4	UNIX 进程调度与交换	151
§ 7.5	进程通信	154
§ 7.6	UNIX 存储管理	164
	本章小结	172
	思考与习题	173
第八章	文件系统	175
§ 8.1	文件系统的概念	175
§ 8.2	文件的逻辑结构与存取方法	177
§ 8.3	文件的物理结构与存储设备	182
§ 8.4	文件存储空间管理	186
§ 8.5	文件目录管理	188
§ 8.6	文件存取控制	194
§ 8.7	文件的使用	196
§ 8.8	文件系统的层次模型	197
	本章小结	198
	思考与习题	199
第九章	设备管理	201

§ 9.1 引言	201
§ 9.2 数据传送控制方式	203
§ 9.3 中断技术	210
§ 9.4 缓冲技术	213
§ 9.5 设备分配	217
§ 9.6 I/O 进程控制	220
§ 9.7 设备驱动程序	222
本章小结	222
思考与习题	223
第十章 UNIX 文件和设备管理	224
§ 10.1 文件系统的特点与文件类别	224
§ 10.2 文件系统的数据结构及其关系	225
§ 10.3 资源管理和地址映射	228
§ 10.4 目录与搜索方法	233
§ 10.5 文件系统的系统调用	234
§ 10.6 UNIX system V 的中断和异常总控程序	236
§ 10.7 缓冲区管理	241
§ 10.8 块设备驱动	246
§ 10.9 字符设备驱动	249
本章小结	253
思考与习题	254
第十一章 面向对象的操作系统	256
§ 11.1 面向对象的基本概念	256
§ 11.2 面向对象和操作系统	257
§ 11.3 面向对象操作系统的分类	262
§ 11.4 面向对象的操作系统实例	264
本章小结	267
参考文献	268

第一章 绪 论

计算机发展到今天,从个人计算机到巨型计算机系统,毫无例外都配置一种或多种操作系统。如果要让用户去使用一台没有操作系统的计算机,那将是难以想象的。那么什么是操作系统,操作系统在计算机系统中的地位,它具有什么样的功能等我们将在这一章作一简要阐述。为了阐明这些问题,扼要地回顾一下操作系统的形成和发展过程是必要的。为便于今后的学习,我们要介绍一下操作系统的类型及其特点,研究操作系统的几种观点。最后,介绍几种常用操作系统。

§ 1.1 操作系统概念

1.1.1 什么是操作系统

迄今,任何一个计算机系统都配置一种或多种操作系统。计算机用户大多具有使用操作系统的经验,然而,要给操作系统下一个精确的定义并非轻而易举。

众所周知,任何一个计算机系统都是由两部分组成:计算机硬件和计算机软件。

计算机硬件通常是由中央处理机(运算器和控制器)、存储器、输入设备和输出设备等部件组成,它构成了系统本身和用户作业赖以活动的物质基础和工作系统。

计算机软件包括系统软件和应用软件。系统软件如操作系统、多种语言处理程序(汇编和编译程序等)、连接装配程序、系统实用程序、多种工具软件等;应用软件为多种应用目的而编制的程序。

没有任何软件之支持的计算机称为裸机(Bare Machine),它仅仅构成了计算机系统的物质基础,而实际呈现在用户面前的计算机系统是经过若干层软件改造的计算机。图 1.1 展示了这种情形。

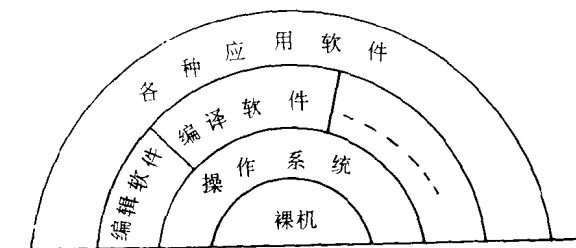


图 1.1 操作系统与硬件软件的关系

由图可看出,计算机的硬件和软件、部分软件之间是一种层次结构的关系。裸机在最里层,它的外面是操作系统,经过操作系统提供的资源管理功能和方便用户的各种服务功能把裸机改造成为功能更强、使用更为方便的机器,通常称之为虚拟机(Virtual Machine)或扩展机(Extended Machine),而各种实用程序和应用程序运行在操作系统之上,它们以操作系统做为支撑环境,同时又向用户提供完成其作业所需的各种服务。

因此,引入操作系统的目的可从两方面来考察:

1. 从系统管理人员的观点来看,引入操作系统是为了合理地去组织计算机工作流程。

管理和分配计算机系统硬件及软件资源,使之能为多个用户所共享。因此,操作系统是计算机资源的管理者。

2. 从用户的观点来看,引入操作系统是为了给用户使用计算机提供一个良好的界面,以使用户无需了解许多有关硬件和系统软件的细节,就能方便灵活地使用计算机。

综上所述,我们可以非形式地把操作系统定义为:

操作系统是计算机系统中的一个系统软件,它是这样一些程序模块的集合——它们管理和控制计算机系统硬件及软件资源,合理地组织计算机工作流程,以便有效地利用这些资源为用户提供一个功能强、使用方便的工作环境,从而在计算机与其用户之间起到接口的作用。

§ 1.2 操作系统的历史

为了更好地理解操作系统的基本概念、功能和特点,让我们首先回顾一下操作系统形成和发展的历史过程是很有意义的。

操作系统是由于客观的需要而产生的,它伴随着计算机技术本身及其应用的日益发展而逐渐发展和不断完善。它的功能由弱到强,在计算机系统中的地位不断提高。至今,它已成为计算机系统中的核心,无一计算机系统是不配置操作系统的。

由于操作系统历来跟运行其上的计算机组成与体系结构休戚与共,因此我们考察各代计算机,看看它们的操作系统是什么样子,具有哪些功能和特征。

人们通常按照器件工艺的演变把计算机发展过程分为四个阶段:

1946—50年代末:第一代,电子管时代,无操作系统。

50年代末—60年代中期:第二代,晶体管时代,批处理系统。

60年代中期—70年代中期:第三代,集成电路时代,多道程序设计。

70年代中期至今:第四代,大规模和超大规模集成电路时代,分时系统。

现代计算机正向着巨型、微型、并行、分布、网络化和智能化几个方面发展着。

适应上述计算机发展过程,操作系统经历了如下的发展过程:

手工操作阶段(无操作系统)、批处理、执行系统、多道程序系统、分时系统、实时系统、通用操作系统、网络操作系统、分布式操作系统等。

1.2.1 手工操作阶段

在第一代计算机时期,构成计算机的主要元器件是电子管,计算机运算速度慢(只有几千次/秒),没有操作系统,甚至没有任何软件。用户直接用机器语言编制程序,并在上机时独占全部计算机资源。用户既是程序员,又是操作员。上机完全是手工操作:先把程序纸带(或卡片)装上输入机,然后启动输入机把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。计算完毕,打印机输出计算结果,用户取走并卸下纸带(或卡片)。第二个用户程序上机,照此办理。这种由一道程序独占机器且有人工操作的情况,在计算机速度较慢时是允许的,因为此时计算机所需时间相对较长,手工操作所占比例还不很大。

50年代后期,计算机的运行速度有了很大提高,从每秒几千次几万次发展到每秒几十万至上百万次。这时,由于手工操作的慢速度和计算机的高速度之间形成矛盾,手工操作与

机器有效运行时间之比将大大地加大,这种矛盾已经到了不能容忍的地步。唯一的解决办法,只有摆脱人的手工操作,实现作业的自动过渡。这样就出现了成批处理。

1.2.2 早期批处理(Batch Processing)

如上所述,在计算机发展的早期阶段,用户上机时需要自己建立和运行作业,并做结束处理,并没有任何用于管理的软件,所有的运行管理和具体操作都由用户自己承担。每个作业都由许多作业步组成,任何一步的错误操作都可能导致该作业需从头开始。在当时,计算机的价格是极其昂贵,计算机(CPU)的时间是非常宝贵的,尽可能提高 CPU 的利用率成为十分迫切的任务。

解决的途径有两个:首先配备专门的计算机操作员,程序员不再直接操作机器,减少操作机器的错误。另一个重要措施是进行批处理,操作员把用户提交的作业分类,把一批中的作业编成一个作业执行序列。每一批作业将有专门编制的监督程序(Monitor)自动依次处理。

早期的批处理可分为两种方式:

1. 联机批处理

慢速的输入/输出设备是和主机直接相连打交道。作业的执行过程为:

- a. 用户提交作业:作业程序、数据,用作业控制语言编写的作业说明书;
- b. 作业被作成穿孔纸带或卡片;
- c. 操作员有选择地把若干作业合成一批,通过输入设备(纸带输入机或读卡机)把它们存入磁带;
- d. 监督程序读入一个作业(若系统资源能满足该作业要求);
- e. 从磁带调入汇编程序或编译程序,将用户作业源程序翻译成目标代码;
- f. 连接装配程序把编译后的目标代码及所需的子程序装配成一个可执行程序;
- g. 启动执行;
- h. 执行完毕,由善后处理程序输出计算结果;
- i. 再读入一个作业,重复 e—i 各步。
- j. 一批作业完成,返回到 c,处理下一批作业。

这种联机批处理方式解决了作业自动转接,从而减少作业建立和人工操作时间。但是在作业的输入和执行结果的输出过程中,主机 CPU 仍处在停止等待状态,这样慢速的输入/输出设备和快速主机之间仍处于串行工作,CPU 的时间仍有很大的浪费。

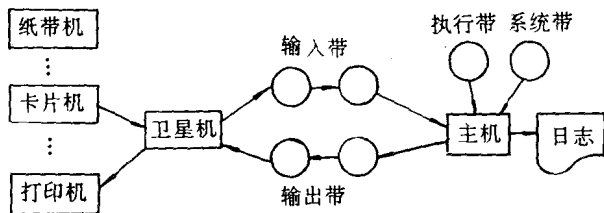


图 1.2 早期脱机批处理模型

2. 脱机批处理

这种方式的显著特征是增加一台不与主机直接相连而专门用于与输入/输出设备打交道的卫星机。如图 1.2 所示。

卫星机的功能是：

- a. 输入设备通过它把作业输入到输入磁带。
- b. 输出磁带将作业执行结果输出到输出设备。

这样，主机不是直接与慢速的输入/输出设备打交道，而是与速度相对较快的磁带机发生关系。主机与卫星机可以并行工作，二者分工明确，以充分发挥主机的高速度计算能力。因此脱机批处理和早期联机批处理相比大大提高了系统的处理能力。

批处理出现于 50 年代末到 60 年代初，它是为了提高主机的使用效率，解决人-机矛盾、主机高速度和输入/输出设备的慢速度矛盾的过程中逐步发展起来的。它的出现促使了软件的发展。再有重要的是监督程序，它管理作业的运行——负责装入和运行各种系统处理程序，如汇编程序、编译程序、连接装配程序、程序库（如 I/O 标准程序等）；完成作业的自动过渡，同时也出现程序复盖等程序设计技术。

批处理克服了手工操作的缺点，实现了作业的自动过渡，改善了主机 CPU 和 I/O 设备使用情况，提高计算机系统的处理能力。但仍有些缺点：磁带需人工拆装，既麻烦又易出错；而另一个更重要的问题是系统的保护。让我们来回忆一下在监督程序管理下的解题过程。

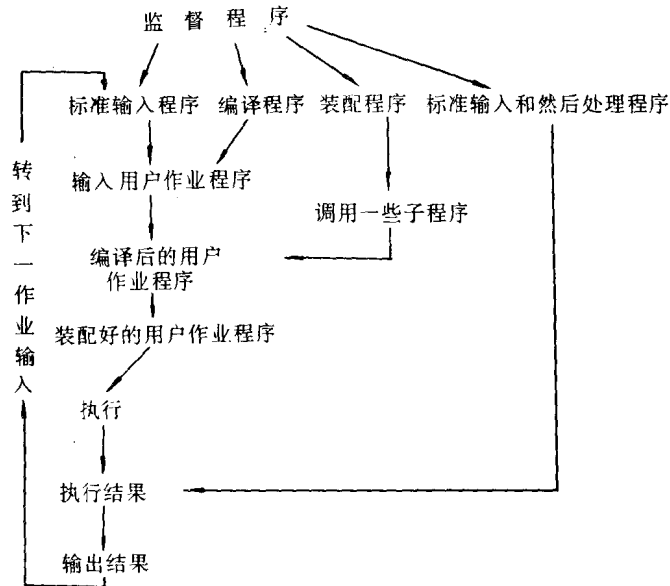


图 1.3 监督程序管理下的解题过程

在进行批处理过程中，监督程序、系统程序和用户程序之间存在着一种调用关系，任何一个环节出问题，整个系统都会停顿；用户程序也可能会败坏监督程序和系统程序，这时，只有操作员进行干预才能恢复。60 年代初期，硬件获得了两方面的进展，即通道和中断技术，导致了操作系统进入执行系统阶段。

通道是一种专用处理部件，它能控制一台或多台 I/O 设备工作，负责 I/O 设备与主存之间的信息传输。它一旦被启动就能独立于 CPU 运行，这样可使 CPU 和通道并行操作，而且 CPU 和多种 I/O 设备也能并行操作。中断是指当主机接到外部信号（如 I/O 设备完成信号）时，马上停止原来工作，转去处理这一事件，处理完毕后，主机回到原来的断点继续工作。

借助于通道、中断技术和输入输出可在主机控制下完成。这时,原来的监督程序的功能扩大了,它不仅要负责作业运行的自动调度,而且还要提供输入输出控制功能。这个发展了的监督程序常驻内存,称为执行系统(Executive System)。执行系统实现的也是 I/O 联机操作,和早期批处理系统不同的是: I/O 工作是由在主机控制下的通道完成的。主机和通道、主机和 I/O 设备都可以并行操作。用户程序的输入输出工作都是由系统执行而没有人工干预,由系统检查其命令的合法性,以避免不合法的 I/O 命令造成对系统的影响,从而提高系统的安全性。此时,除了 I/O 中断外,其它中断如算术溢出和非法操作码中断等可以克服错误停机,而时钟中断可以解决用户程序中出现的死循环等。

许多成功的批处理系统在 50 年代末和 60 年代初出现,典型的操作系统是 FMS(Fortran Monitor system 即 FORTRAN 监督系统)和 IBM/7094 机上的 IBM 操作系统 IBSYS。执行系统实现了主机、通道和 I/O 设备的并行操作,提高了系统效率,方便用户对 I/O 设备的使用。但是,这时计算机系统运行的特征是单道顺序地处理作业,即用户作业仍然是一道一道作业顺序处理。那么可能会出现两种情况:对于以计算为主的作业,输入输出量少,外围设备空闲;然而对于以输入输出为主的作业,主机又会造成空闲。这样总的来说,计算机资源使用效率仍然不高。因此操作系统进入了多道程序阶段:多道程序合理搭配交替运行,充分利用资源,提高效率。

1.2.3 多道程序系统

上述批处理系统,每次只调用一个用户作业程序进入内存并运行,称为单道运行。图 1.4(a)给出了单道程序工作示例。

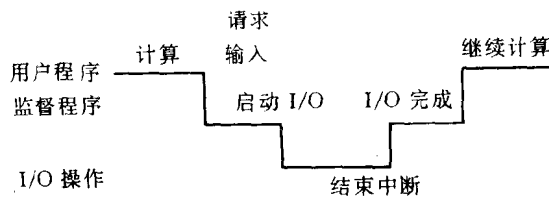


图 1.4(a) 单道程序工作示例

而图 1.4(b)给出了多道程序工作示例。在单处理机系统中,多道程序运行的特点是:

- (1) 多道: 计算机内存中同时存放几道相互独立的程序。
- (2) 宏观上并行: 同时进入系统的几道程序都处于运行过程中,即它们先后开始了各自的运行,但都未运行完毕。
- (3) 微观上串行: 实际上,各道程序轮流地用 CPU,交替执行。

在批处理系统中采用多道程序设计技术,就形成了多道批处理系统。要处理的许多作业存放在外部存储器中,形成作业队列,等待运行。当需要调入作业时,将由操作系统中的作业调度程序对外存中的一批作业,根据其对资源的要求和一定的调度原则,调几个作业进入内存,让它们交替运行。当某个作业完成,然后再调入一个或几个作业。这种处理方式,在内存中总是同时存在几道程序,系统资源得到比较充分的利用。

多道程序系统中,要解决这样一些技术:

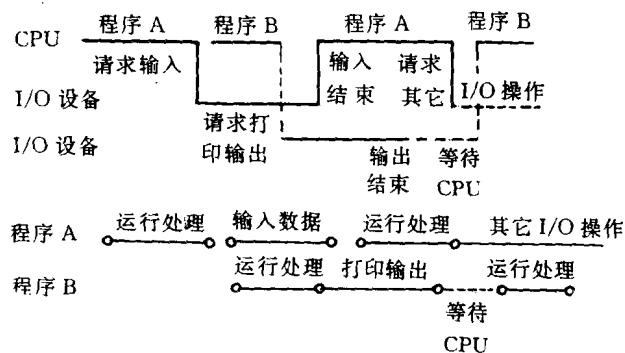


图 1.4(b) 多道程序工作示例

(1) 并行运行的程序要共享计算机系统的硬件和软件资源,既有对资源的竞争,但又须相互同步。因此同步与互斥机制成为操作系统设计中的重要问题。

(2) 多道程序的增加,出现了内存不够用的问题,提高内存的使用效率也成为关键。因此出现了诸如复盖技术、对换技术和虚拟存储技术等内存管理技术。

(3) 多道程序存在于内存,保证系统程序存储区和各用户程序存储区的安全可靠,提出了内存保护的要求。

多道程序系统的出现标志着操作系统渐趋成熟的阶段,先后出现了作业调度管理、处理机管理、存储器管理、外部设备管理、文件系统管理等功能。

1.2.4 分时操作系统

在批处理方式下,用户以脱机操作方式使用计算机,用户在提交作业以后就完全脱离了自己的作业,在作业运行过程中,不管出现什么情况都不能加以干预,只有等该批作业处理结束,用户才能得到计算结果。根据结果再作下一步处理,若有错,还得重复上述过程。它的好处是计算机效率高。不过,用户十分留恋手工操作阶段的联机工作方式,独占计算机,并直接控制程序运行。但独占计算机方式会造成资源效率低。既能保证计算机效率,又能方便用户使用,成为一种新的追求目标。60年代中期,计算机技术和软件技术的发展使这种追求成为可能。由于CPU速度不断提高和采用分时技术,一台计算机可同时连接多个用户终端,而每个用户可在自己的终端上联机使用计算机,好象自己独占机器一样。

所谓分时技术,就是把处理机的运行时间分成很短的时间片,按时间片轮流把处理机分配给各联机作业使用。若某个作业在分配给它的时间片内不能完成其计算,则该作业暂时中断,把处理机让给另一作业使用,等待下一轮时再继续其运行。由于计算机速度很快,作业运行轮转得很快,给每个用户的印象是好象他独占了一台计算机。而每个用户可以通过自己终端向系统发出各种操作控制命令,完成作业的运行。

多用户分时操作系统是当今计算机操作系统中最普遍使用的一类操作系统。

1.2.5 实时操作系统

60年代中期计算机进入第三代,计算机的性能和可靠性有了很大提高,造价亦大幅度

下降,导致计算机应用越来越广泛。计算机由于用于工业过程控制、军事实时控制等形成了各种实时处理系统。针对实时处理的实时操作系统是以在允许时间范围之内做出响应为特征的。它要求计算机对于外来信息能以足够快的速度进行处理,并在被控对象允许时间范围内作出快速响应,其响应时间要求在秒级、毫秒级甚至微秒级或更小。

1.2.6 通用操作系统

多道批处理系统和分时系统的不断改进、实时系统的出现及其应用日益广泛,致使操作系统日益完善。在此基础上,出现了通用操作系统。它可以同时兼有多道批处理、分时、实时处理的功能,或其中两种以上的功能。例如,将实时处理和批处理相结合构成实时批处理系统。在这样的系统中,它首先保证优先处理任务,插空进行批作业处理。通常把实时任务称为前台作业,批作业称为后台作业。将批处理和分时处理相结合可构成分时批处理系统。在保证分时用户的前提下,没有分时用户时可进行批量作业的处理。同样,分时用户和批处理作业可按前后台方式处理。

从60年代中期,国际上开始研制一些大型的通用操作系统。这些系统试图达到功能齐全、可适应各种应用范围和操作方式变化多端的环境的目标。但是这些系统本身很庞大,不仅付出了巨大的代价,而且由于系统过于复杂和庞大,在解决其可靠性、可维护性和可理解性等方面都遇到很大的困难。相比之下,UNIX操作系统却是一个例外。这是一个通用的多用户分时交互型的操作系统。它首先建立的是一个精干的核心,而其功能却足以与许多大型的操作系统相媲美,在核心层以外可以支持庞大的软件系统,它很快得到应用和推广并不断完善,对现代操作系统有着重大的影响。

至此,操作系统的基本概念、功能、基本结构和组成都已形成并渐趋完善。

1.2.7 操作系统的进一步发展

进入80年代,大规模集成电路工艺技术的飞跃发展,微处理机的出现和发展,掀起了计算机大发展大普及的浪潮。一方面迎来了个人计算机的时代,同时又向计算机网络、分布式处理、巨型计算机和智能化方向发展。操作系统有了进一步的发展:

- 个人计算机上的操作系统。
- 网络操作系统。
- 分布式操作系统。
- 智能化操作系统。

§ 1.3 操作系统的基本类型

通过上一节的讨论,我们已知,随着计算机技术和软件技术30年的发展,已形成了各种类型的操作系统,以满足不同的应用要求。我们根据其使用环境和对作业处理方式来考虑,操作系统的基本类型有:

- | | |
|-------------|-----------------------------------|
| (1) 批处理操作系统 | Batch Processing Operating System |
| (2) 分时操作系统 | Time Sharing Operating System |
| (3) 实时操作系统 | Real Time Operating System |

- (4) 个人计算机操作系统 Personal Computer Operating System
- (5) 网络操作系统 Network Operating System
- (6) 分布式操作系统 Distributed Operating System

下面对它们作一概要的说明。

1.3.1 批处理操作系统

图 1.5 给出了批处理系统中作业处理步骤及状态。

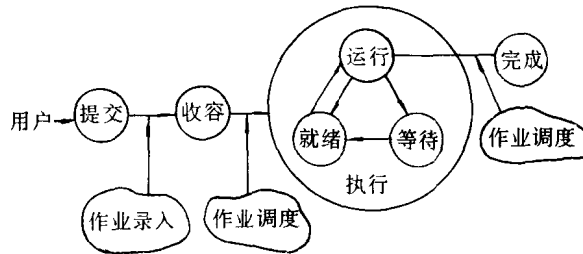


图 1.5 批处理系统中作业处理及状态

批处理系统的主要特征是

(1) 用户脱机使用计算机。用户提交作业之后直到获得结果之前就不再和计算机打交道。作业提交的方式可以直接交给计算中心的管理操作员,也可以是通过远程通讯线路提交。提交的作业由系统外存收容成为后备作业。

(2) 成批处理。操作员把用户提交的作业分批进行处理。每批中的作业将由操作系统或监督程序负责作业间自动调渡执行。

(3) 多道程序运行。按多道程序设计的调度原则,从一批后备作业中选取多道作业调入内存并组织它们运行,成为多道批处理。

多道批处理系统的优点是系统资源为多个作业所共享,其工作方式是作业之间自动调渡执行。并在运行过程中用户不干预自己的作业,从而大大提高了系统资源的利用率和作业吞吐量。其缺点是无交互性,用户一旦提交作业就失去了对其运行的控制能力;又是批处理的,作业周转时间长,用户使用不方便。

值得一提的是不要把多道程序系统(Multiprogramming)和多重处理系统(Multi-Processing)相混淆。一般讲,多重处理系统配制多个 CPU,因而能真正同时执行多道程序。当然,要想有效地使用多重处理系统,必须采用多道程序设计技术。反之不然,多道程序设计原则不一定要求有多重处理系统的支持。多重处理系统比起单处理系统来说,虽增加了硬件设施,却换来了提高系统吞吐量、可靠性、计算能力和并行处理能力等好处。

1.3.2 分时系统

一般采用时间片轮转的方式,使一台计算机为多个终端用户服务。对每个用户能保证足够快的响应时间,并提供交互会话能力。因此它具有下述特点:

- (1) 交互性: 交互会话工作方式给用户带来了许多好处。首先,用户可以在程序动态运

行情况下对其加以控制,从而加快调试过程,提供了软件开发的良好环境。其次,用户上机提交作业方便。特别对于远程终端用户,不必将其作业交给机房,在自己的终端上就可以提交、调试、运行其程序。第三,分时系统还为用户之间进行合作提供方便。他们可以通过文件系统、电子邮件或其它通信机制彼此交换数据和信息,共同完成某项任务。

(2) 多用户同时性:多个用户同时在自己的终端上上机,共享 CPU 和其它资源,充分发挥系统的效率。

(3) 独立性:由于采用时间轮转方式使一台计算机同时为多个终端服务,对于每个用户的操作命令又能快速响应。因此,客观效果上用户彼此之间都感觉不到有别人也在使用该台计算机,如同自己独占计算机一样。

分时操作系统是一个联机的(On-line)多用户(Multiuser)交互式(Interactive)的操作系统。

UNIX 是当今最流行的一种多用户分时操作系统,但 CTSS(Compatible Time-Sharing System)和 MUTICS(Multiplexed Information and Computing Service),两个系统也是值得一提的。前者是一个实验性的分时系统,在 1963 年由 MIT 研制成功的。后者是由 MIT Bell 实验室和 GE 公司联合在 1965 年开始设计的,尽管它并没有取得最后成功,但对 UNIX 的研制是有影响的。

1.3.3 实时系统

实时系统是另外一类联机的操作系统。它主要随着计算机应用于实时控制和实时信息处理领域中而发展起来的。

实时系统的主要特点是提供即时响应和高可靠性。系统必须保证对实时信息的分析和处理的速度比其进入系统的速度要快,而且系统本身要安全可靠,因为像生产过程的实时控制、武器系统的实时控制、航空订票、银行业务等实时事务系统,信息处理的延误或丢失往往会带来不堪设想的后果。实时系统往往具有一定的专用性。与批处理系统、分时系统相比,实时系统的资源利用率可能较低。

设计实时操作系统要考虑这样一些因素:

(1) 实时时钟管理(定时处理和延时处理)。

(2) 连续的人-机对话,这对实时控制往往是必须的。

(3) 过载保护,在实时系统中进入系统的实时任务的时间和数目有很大的随意性,因而在某一时刻有可能超出系统的处理能力,这就是所谓过载问题,要求采取过载保护措施。例如对于短期过载,把输入任务按一定的策略在缓冲区排队,等待调度;对于持续性过载,可能要拒绝某些任务的输入;在实时控制系统中,则及时处理某些任务,放弃某些任务或降低对某些任务的服务频率。

(4) 高度可靠性和安全,需采取冗余措施。双机系统前后台工作,也包括必要的保密措施等。

1.3.4 通用操作系统

批处理系统、分时系统和实时系统是操作系统的三种基本类型,在此基础上又发展了具有多种类型操作特征的操作系统,称为通用操作系统。它可以同时兼有批处理、分时、实时处