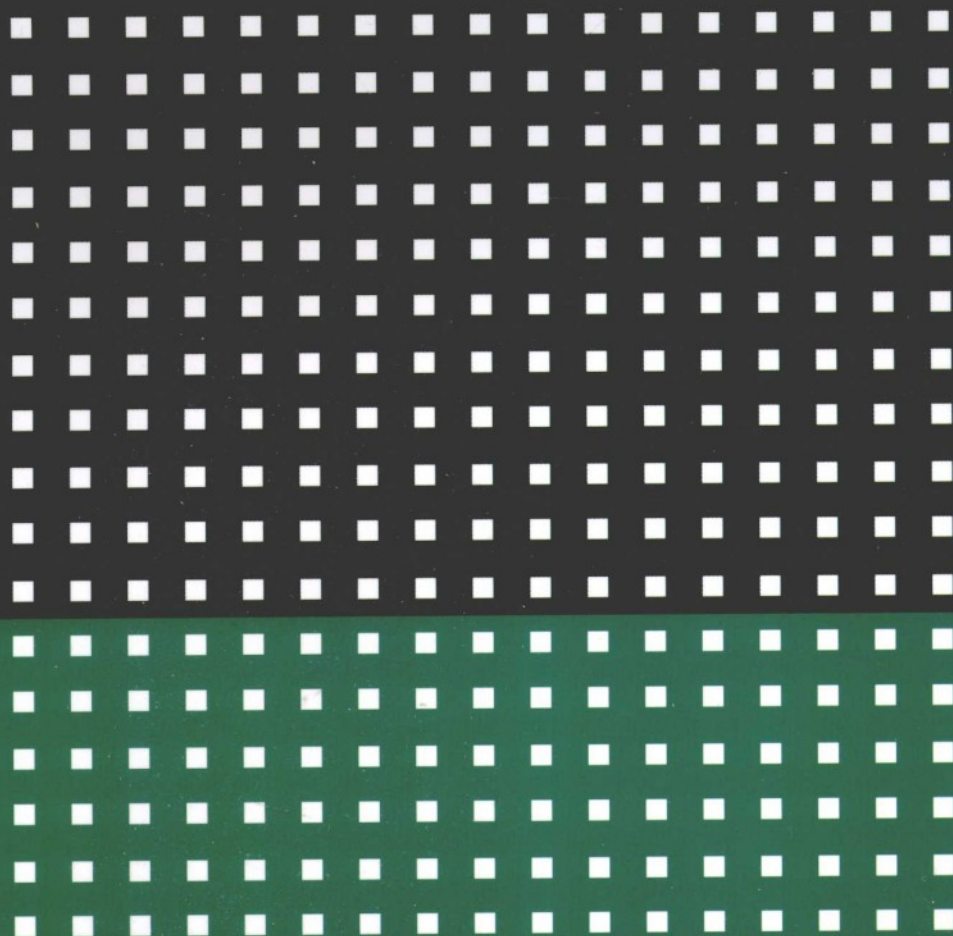


操作系统 考研辅导

季江民 徐宗元 严冰 编著



清华大学出版社



清华大学出版社
清华大学出版社
清华大学出版社
清华大学出版社
清华大学出版社

操作系统考研辅导

季江民 徐宗元 严冰 编著

清华大学出版社
清华大学出版社
清华大学出版社
清华大学出版社
清华大学出版社

清华大学出版社
北京

内 容 简 介

本教材根据全国硕士研究生入学统一考试计算机科学与技术学科联考计算机学科专业基础综合考试大纲的规定编写,全书共分5章,每章可分为知识点讲解、典型题解析、练习题、练习题答案及分析4部分。书中很多试题参考了国内已出版的各种操作系统考研和习题辅导的资料,其中的部分题目为国内各高校的历年考研的操作系统试题。

本书适合作为报考计算机学科硕士研究生人员的参考书;对备考期末考试的学生而言,也具有极大的参考价值;本书对那些希望用较少的时间初步了解计算机操作系统课程教学的人员也有很高的参考价值。

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 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

操作系统考研辅导/季江民等编著. —北京:清华大学出版社,2010.10

ISBN 978-7-302-23068-7

I. ①操… II. ①季… III. ①操作系统—研究生—入学考试—自学参考资料
IV. ①TP316

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 113539 号

责任编辑:白立军

责任校对:梁 毅

责任印制:孟凡玉

出版发行:清华大学出版社

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座

<http://www.tup.com.cn>

邮 编:100084

社 总 机:010-62770175

邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62795954, jsjic@tup.tsinghua.edu.cn

质 量 反 馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

印 刷 者:北京密云胶印厂

装 订 者:三河市新茂装订有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:185×260

印 张:18.5

字 数:446 千字

版 次:2010 年 10 月第 1 版

印 次:2010 年 10 月第 1 次印刷

印 数:1~3000

定 价:29.00 元

产品编号:035679-01

前言

FOREWORD

教育部规定,从2009年起对全国硕士研究生统一入学考试计算机科学与技术学科的初试科目进行调整及命题形式进行改革。计算机科学与技术学科的初试科目调整后为4门,即政治理论、外国语、数学一和计算机学科专业基础综合。计算机学科专业基础综合的考试内容包括数据结构、计算机组成原理、操作系统和计算机网络,重点考查考生掌握相关基础知识、基本理论和分析问题与解决问题的能力。

根据2009和2010年全国硕士研究生入学统一考试计算机科学与技术学科联考计算机学科专业基础综合考试大纲的规定,试卷的内容结构为数据结构45分,占30%;计算机组成原理45分,占30%;操作系统35分,约占23%;计算机网络25分,约占17%。试卷题型结构为单项选择题80分(40小题,每小题2分),综合应用题70分。计算机学科专业基础综合总分为150分。

从2009和2010年的试题看,操作系统范围内的选择题10题(第23~32题),每题2分,共20分;综合应用题2题(第45、46题),共15分;总计是35分。

从近两年全国硕士研究生统一入学考试计算机学科专业基础综合考试试题分析,操作系统考题中的10个选择题和2个综合题的知识点全部在大纲范围内。选择题主要考查操作系统的基本概念和原理,综合题考查对几个知识点进行综合应用能力。从近两年考试结果分析,操作系统的得分落后于数据结构、计算机组成和计算机网络。

本书收集了大量的选择题并对每一个题目进行了解析,综合题给出了参考答案。读者可以通过对选择题的练习来理解操作系统的抽象概念、原理和方法,通过对综合题的练习可以进一步掌握操作系统的基本原理和算法。

本书共分为5章,第1章为操作系统概述;第2章为进程管理;第3章为存储管理;第4章为文件管理;第5章为输入/输出管理。在每一章中,分为4个部分,第1部分为根据考试大纲要考查的知识点进行讲解;第2部分为对典型题进行分析;第3部分为练习题;第4部分为练习题的解析和参考答案。最后在附录中给出了2009年和2010年全国硕士研究生入学统一考试计算机科学与技术学科联考计算机学科专业基础综合的试题及答案和评分参考。

全书由季江民、徐宗元、严冰共同负责编写。书中很多试题参考了国内已出版的各种操作系统考研和习题辅导资料,其中的部分题目为国内各高校的历年考研的操作系统试题。这些作者的贡献并没有在书后参考文献中一一列出,在此特表感谢。我们还要感谢李善平教授在编写本书过程中所给予的大力支持,同时要感谢浙江大学计算机学院操作系统课程组的全体老师,他们为本书做了很多贡献。感谢清华大学出版社编辑白立军老师为本书的出版做了很多工作。

编 者

2010年4月

目录

CONTENTS

第1章 操作系统概述	1
1.1 知识点讲解	1
1.1.1 操作系统的概念、特征、功能和提供的服务	1
1.1.2 操作系统的发展与分类	4
1.1.3 操作系统的运行环境	4
1.2 典型题解析	5
1.3 练习题	12
1.4 练习题答案及解析	16
第2章 进程管理	23
2.1 知识点讲解	24
2.1.1 进程与线程	24
2.1.2 处理机调度	29
2.1.3 进程同步	34
2.1.4 死锁	43
2.2 进程和线程典型题解析	48
2.3 进程和线程练习题	53
2.4 处理机调度典型题解析	56
2.5 处理机调度练习题	64
2.6 进程同步典型题解析	68
2.7 进程同步练习题	93
2.8 进程死锁典型题解析	103
2.9 进程死锁练习题	110
2.10 练习题答案及解析	116
2.10.1 进程和线程练习题答案	116
2.10.2 处理机调度练习题答案	120
2.10.3 进程同步练习题答案	124
2.10.4 进程死锁练习题答案	145
第3章 内存管理	155
3.1 知识点讲解	155

3.1.1	内存管理基础	155
3.1.2	虚拟内存管理	163
3.2	存储管理典型题解析	169
3.3	存储管理练习题	186
3.4	练习题答案及解析	198
第4章	文件系统	217
4.1	知识点讲解	217
4.1.1	文件系统基础	217
4.1.2	文件系统实现	220
4.1.3	磁盘组织与管理	224
4.2	文件管理典型题解析	227
4.3	文件管理练习题	242
4.4	练习题答案及解析	251
第5章	输入/输出管理	263
5.1	知识点讲解	263
5.1.1	I/O 管理概述	263
5.1.2	I/O 核心子系统	266
5.2	I/O 管理典型题解析	268
5.3	I/O 管理练习题	274
5.4	练习题答案及解析	277
附录 A	2009 年计算机科学与技术学科全国硕士研究生入学统一试卷 及答案——操作系统部分	281
附录 B	2010 年计算机科学与技术学科全国硕士研究生入学统一试卷 及答案——操作系统部分	284

【考查内容】

- (1) 操作系统的概念、特征、功能和提供的服务。
- (2) 操作系统的发展与分类。
- (3) 操作系统的运行环境。

1.1 知识点讲解

1.1.1 操作系统的概念、特征、功能和提供的服务

1. 操作系统的概念

操作系统介于计算机硬件系统和其他所有软件系统之间,为所有软件系统使用计算机硬件提供各项服务。操作系统是一组控制和管理计算机硬件和软件资源、合理地组织计算机工作流程以及方便用户的程序集合。

操作系统追求的基本目标是用户使用计算机的方便性,以及计算机硬件的高效率运行。操作系统主要有两方面重要的作用。

- (1) 操作系统管理系统中的各种资源,包括硬件和软件资源。

在计算机系统中,所有硬件部件(如 CPU、存储器和输入/输出设备等)均称为硬件资源,而程序和数据等信息称为软件资源。因此,从微观上看,使用计算机系统就是使用各种硬件资源和软件资源。特别是在多用户和多道程序的系统中,同时有多个程序在运行,这些程序在执行的过程中可能会要求使用系统中的各种资源。操作系统就是资源的管理者和仲裁者,由它负责在各个程序之间调度和分配资源,保证系统中的各种资源得以有效利用。

- (2) 操作系统要为用户提供良好的界面。

一般来说,使用操作系统的用户有两类:一类是最终用户,另一类是系统用户。最终用户只关心自己的应用需求是否被满足,而不在意其他情况。至于操作系统的效率是否高,所有的计算机设备是否正常,只要不影响他们的使用,他们则一律不去关心;而后面这些问题则是系统用户所关心的。

操作系统必须为最终用户和系统用户这两类用户的各种工作提供良好的界面,以方便用户的工作。典型的操作系统界面有两类:一类是命令行界面,如 UNIX、Linux

等;另一类则是图形化的操作系统界面,如 Windows、Linux 等。

系统调用是操作系统提供服务的唯一途径。在最底层,系统调用允许运行程序直接向操作系统发出请求。在高层,命令解释程序接受用户发出的请求。命令可以来自文件(批处理模式),或者直接来自键盘输入(交互模式或分时模式)。进而,命令解释程序通过系统调用满足用户的操作要求。

系统调用提供基本功能,如进程控制、文件操作和设备管理等。由命令解释程序或系统程序来完成的高级别请求需要转换成一系列的请求。系统服务可分成许多类型:程序控制、状态请求和 I/O 请求。程序出错可作为对服务的一种隐式请求。

2. 操作系统的特征

多道程序设计技术可以极大地提高计算机资源的利用率,但它也改变了程序的工作环境,使程序由顺序执行变成并发执行,因此带来一些新的复杂问题,使得现代操作系统具有如下一些特征:

(1) 并发性(Concurrence)。并发性是指两个或多个事件在同一时间间隔内发生,并行性是指两个或多个事件在同一时刻发生。在多道程序环境下,并发性是指宏观上在一段时间内有多道程序在同时执行。但在单处理机系统中,每一个时刻仅能执行一道程序,微观上,这些程序是在交替执行。

(2) 共享性(Sharing)。共享是指系统中的所有资源(如 CPU、内存、I/O 设备及软件资源)不再为一个程序所独占,而是供同时存在于系统中的多道程序共同使用。根据资源属性不同,可分为互斥共享和同时共享两种不同的共享方式。

(3) 虚拟性(Virtual)。虚拟是指通过某种技术把一个物理实体变成若干个逻辑上的对应物。物理实体是实际存在的,是实的;逻辑物体是用户感觉到的,是虚拟的。例如,在单 CPU 多道分时系统中,通过多道程序技术和分时技术可以把一个物理 CPU 虚拟为多台逻辑上的 CPU,使每个终端用户都认为有一台“独立”的 CPU 为它运行,用户感觉的 CPU 是虚拟 CPU。

(4) 异步性(Asynchronism)。在多道程序环境下,允许多个程序并发执行,但由于资源等因素的限制,程序的执行是以“走走停停”的方式运行,即程序是以异步方式运行的。

3. 操作系统的功能

操作系统作为系统的资源管理者,并作为计算机和用户间的接口,它的主要功能如下:

(1) 处理机管理。处理机管理的主要任务是对处理机进行分配,并对其运行进行有效的控制和管理。在多道程序环境下,处理机的分配以进程为基本单位,运行以进程或线程为基本单位,因而对处理机管理可归纳为对进程的管理。进程管理包括进程控制、进程同步、进程通信和调度等。

(2) 存储管理。存储管理的主要任务是为多道程序的运行提供良好的环境,方便用户使用存储器,提高存储器的利用率,以及能从逻辑上来扩充内存,为此存储管理应具有内存分配、内存保护、地址映射和虚拟存储器等功能。

(3) 文件管理。计算机系统的软件信息都以文件形式进行管理,操作系统中负责此任务的部分是文件系统,文件系统的任务是对用户文件和系统文件进行管理,以方便用户使用。

用,并保证文件的安全性,为此文件系统管理应具有对文件存储空间的管理、目录管理、文件共享和保护等功能。

(4) 设备管理。设备管理的任务是登记各 I/O 设备的状态,管理并完成用户提出的 I/O 请求,按一定的策略为用户分配 I/O 设备。同时提高 CPU 和 I/O 设备的利用率,提高 I/O 速度,方便用户使用 I/O 设备,为此设备管理应具有缓冲器管理、设备分配、设备处理及虚拟设备等功能。

(5) 用户接口。为了方便用户使用操作系统,操作系统向用户提供了“用户与操作系统的接口”,操作系统接口分成两类:第一类是命令接口,它提供一组键盘和鼠标命令,供用户去组织和控制程序的运行;第二类是程序级接口,它提供一组系统调用供其他程序调用。

4. 操作系统提供的服务

操作系统要为用户程序的执行提供一个良好的运行环境,它为程序和用户提供各种服务,当然不同的操作系统提供的服务不完全相同,但有许多是共同的。操作系统提供给程序和用户的共性服务如下:

(1) 程序执行。将用户程序和数据装入内存,为其运行做好一切准备工作并启动它执行。当程序编译或运行执行出现异常时,应能报告发生的情况,终止程序执行或进行适当处理。

(2) I/O 操作。程序运行过程中需要 I/O 设备上的数据时,可以通过 I/O 命令或 I/O 指令,请求操作系统的服务。操作系统不允许用户直接控制 I/O 设备,而能让用户以简单方式实现 I/O 控制和读写数据。

(3) 文件系统操作。文件系统让用户按文件名来建立、读写、修改、删除文件,使用方便,安全可靠。当涉及多用户访问文件时,操作系统将提供信息保护机制。

(4) 通信。在多数情况下,一个进程要与另外的进程交换信息,这种通信发生在两种场合:一是在同一台计算机上执行的进程之间通信,二是在被网络连接在一起的不同计算机上执行的进程之间通信。进程通信可以借助共享内存实现,也可以使用消息传送技术实现。

(5) 错误检测和处理。操作系统能捕捉和处理各种硬件或软件造成的差错或异常,并让这些差错或异常造成的影响缩小在最小的范围内,必要时及时报告给操作员或用户。

(6) 资源分配。多个用户或多道作业同时运行时,每一个必须获得系统资源。系统中的各类资源均由操作系统管理,如 CPU 时间、内存资源、文件存储空间等,都配有专门的分配程序,而其他资源(如 I/O 设备)配有更为通用的申请与释程序。

(7) 统计。人们希望知道用户使用计算机资源的情况,如用了多少? 什么类型? 以便用户简单地进行使用情况统计,可以作为进一步改进系统服务,对系统进行重组的有价值的工具。

(8) 保护。在多用户多任务计算机系统中,文件所有者能对其创建的文件进行控制使用,保护意味着要确保对系统资源的所有存取要受到控制。用户对各种资源的需求经常发生冲突,为此,操作系统必须进行合理的调度。

1.1.2 操作系统的发展与分类

操作系统已经发展了半个多世纪,它始终围绕着两个主要目的:第一,操作系统试图调度计算活动以确保计算机系统的高性能;第二,操作系统提供一个便于开发和运行程序的环境。

最初,计算机只能通过控制台来使用。汇编程序、装入程序、连接程序和编译程序等持续改善用户编程的方便性,但代价是耗费大量的设置时间。这些设置时间可以与系统运行并行处理,即采用批处理方式,从而达到了改善系统性能的目的。

批处理系统通过驻留内存的操作系统,自动装入作业,使计算机不再需要等待人工操作。但是,CPU 使用率仍然很低,这是因为 I/O 设备的速度要比 CPU 慢。当然,可以对慢设备采取离线操作的方法,即在一个 CPU 上使用多个磁带读入和磁带打印系统。

为了改善计算机系统的整体性能,操作系统引入了多道程序设计的概念,它成为现代操作系统的基本特征。在多道程序设计环境里,多个作业可以同时驻留内存;CPU 在这些作业之间来回切换以提高其使用率;此法也降低了执行作业所需要的总时间。

多道程序设计也允许分时。分时操作系统允许多个用户同时交互地使用一个计算机系统。

PC 时代的微机与大型机相比,体积相对比较小并且价格便宜。这些计算机的操作系统在许多方面都得益于大型机操作系统的发展成果。不过,由于单个用户可以独占计算机,因而 CPU 的利用率不再是主要问题。因此,有的大型操作系统的设计决策不再适用于这些小系统。其他设计决策,如安全性等,因为 PC 可以通过网络或 WWW 与其他计算机和用户相连,对于微型机和大型机都同样适用。

并行系统有多个紧密耦合的 CPU,这些 CPU 共享总线,有时也共享内存和外设。并行系统提供了高计算量和高可靠性。

分布式系统允许对分布在各地的主机资源进行共享。集群系统允许多个系统对位于共享存储中的数据进行操作,即使一部分集群成员失败,也能正常工作。

硬实时操作系统具有明确的、固定的时间约束,处理必须在规定的约束内完成,常常用于控制专用应用设备。软实时操作系统没有严格的时间约束,不支持最终期限调度。

近年来,由于 Internet 和 WWW 的影响,现代操作系统也集成和加强了 WWW 浏览器、网络和通信能力。

1.1.3 操作系统的运行环境

通过将一台计算机上的 CPU 操作和 I/O 操作交替执行,多道程序设计和分时系统改善了性能。这种交替的工作方式要求 CPU 与 I/O 设备之间的数据传输或者采用轮询方式,或者采用对 I/O 端口的中断驱动访问方式,或者是 DMA 方式来处理。

为了让计算机执行程序,程序必须位于内存中。内存是处理器能直接访问的唯一大容量存储区域。内存是字节或字的数组,容量为数百 KB 到数十 GB,每个字都有其地址。内存是易失性存储器,当没有电源时会失去其内容。绝大多数计算机系统都提供了外存以扩

充内存。对外存的主要要求是它能长久地存储大量数据。最常用的外存是磁盘,它提供对数据和程序的存储。磁盘是非易失性的,且能随机访问。磁带主要用于备份,用于存储不常使用的信息,也作为系统之间的信息传递媒介。

操作系统必须确保计算机系统的正确操作。为了防止用户干预系统的正常操作,硬件至少支持两种模式:用户模式和内核模式。许多指令(如 I/O 指令和停机指令)都有特权,但只能在内核模式下执行。操作系统所驻留的内存也必须加以保护以防止用户程序修改。定时器提供各类基准时钟,这些工具(如双模式、特权指令、内存保护、定时器中断)都是操作系统用以实现正确操作的基本单元。

1.2 典型题解析

1. 在操作系统结构设计中,层次结构的操作系统最显著的不足是_____。

- A. 不能访问更低的层次
- B. 太复杂且效率低
- C. 设计困难
- D. 模块太少

【答案】 A

【解析】 从操作系统结构设计理论上讲,层次结构的操作系统把所有功能模块按功能流程图的调用次序,排列成若干层,各层之间的模块只能是单向调用关系,即是只允许上层模块调用下层模块。

2. (2010 年计算机科学与技术学科全国硕士研究生入学统一试卷)下列选项中,操作系统提供给应用程序的接口是_____。

- A. 系统调用
- B. 中断
- C. 库函数
- D. 原语

【答案】 A

【解析】 操作系统提供两类接口:一类是命令接口,它提供一组键盘和鼠标命令,供用户操作计算机;另一类是程序接口,它提供一组系统调用,供程序访问操作系统的资源。

3. 按照计算机系统层次结构的一般原则,从用户的角度,层次(①、②、③)是_____。

- A. ① C 语言编译程序;② 用 C 语言写的某单位人事管理程序;③ 操作系统
- B. ① 用 C 语言写的某单位人事管理程序;② C 语言编译程序;③ 操作系统
- C. ① 操作系统;② 用 C 语言写的某单位人事管理程序;③ C 语言编译程序
- D. ① 用 C 语言写的某单位人事管理程序;② 操作系统;③ C 语言编译程序

【答案】 B

【解析】 计算机系统的层次结构,如图 1.1 所示。

4. 当操作系统完成了用户请求的“系统调用”功能后,应使 CPU _____ 工作。

- A. 维持在用户态
- B. 从用户态转换到核心态
- C. 维持在核心态
- D. 从核心态转换到用户态

【答案】 D

【解析】 在操作系统中,实现系统调用功能的机制称为陷入或异常处理机制。程序执行系统调用,是通过中断机构来实现,需要从用户态转变到核心态。当系统调用返回后,继

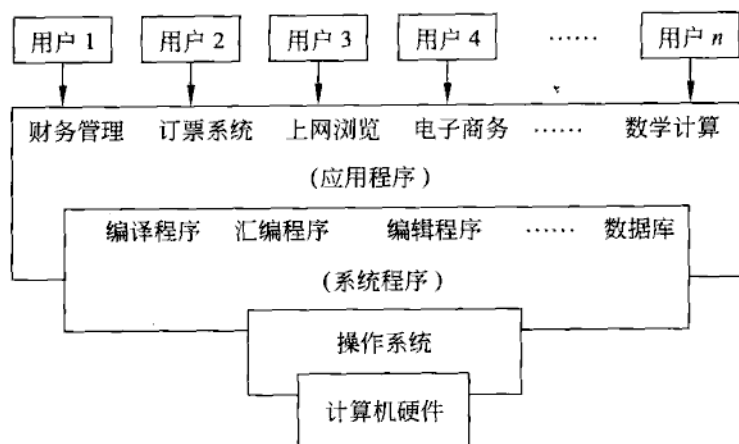


图 1.1 计算机系统的层次结构

续执行用户程序,同时 CPU 状态也从核心态切换到用户态。

5. 下列选项中,_____不是操作系统必须要解决的问题。
- A. 提供保护和安全机制 B. 管理目录和文件
- C. 提供应用程序接口 D. 提供 C++ 语言编译器

【答案】 D

【解析】 程序设计语言编译器是程序设计人员所需要的软件开发工具,不是操作系统设计时需要解决的问题。

6. 用户在程序中试图读存放在硬盘中某文件的第 10 逻辑块,使用操作系统提供的接口是_____。
- A. 进程 B. 系统调用
- C. 库函数 D. 图形用户接口

【答案】 B

【解析】 操作系统向用户提供了两类接口:命令接口和程序接口。命令接口提供一组键盘和鼠标命令,这些命令是操作系统提供的系统程序或实用程序实现的,用户通过键盘和鼠标命令操作计算机;程序接口提供一组系统调用供程序使用。访问存放在外存储器中的文件,需要内核来实现,用户程序只能通过系统调用来完成这一工作。

7. 现代操作系统的基本特征是_____,资源共享和异步性。
- A. 多道程序设计 B. 中断处理
- C. 实现分时与实时处理 D. 程序的并发执行

【答案】 D

【解析】 操作系统有三个非常重要的特性:多任务并发、多用户资源共享和异步性。

并发性是指两个或多个任务在同一给定的时间间隔中进行,这是一个宏观上的概念。以多道程序为例,这里的并发性不仅体现在用户程序与用户程序之间并发执行,还体现在用户程序与操作系统程序之间的并发执行。

资源共享是指多个任务共享计算机系统资源,如处理机、内存、外存、设备和数据等。这种共享是在操作系统的控制下实现的。对于一个给定的计算机系统,它的资源配置情况是相对固定的,而系统中多道程序对于资源的需求则是变化的,且通常是不可

预知的;操作系统要掌握系统中当前资源的使用情况,并据此决定各程序进入系统的次序以及使用资源的次序。

异步性体现了多道程序环境下,程序执行时“走走停停”的性质,更反应出操作执行现场的不可预知性。

8. 我们知道,有些 CPU 指令只能授权给操作系统内核运行,不允许普通用户程序使用。但是在以下操作中,_____可以不必具有此种特权。

A. 设置定时器的初值

B. 触发 trap 指令(访管指令)

C. 内存单元复位

D. 关闭中断允许位

【答案】 B

【解析】 计算机系统指令分为特权指令和非特权指令：特权指令在内核态下运行，非特权指令在用户态下运行。触发 trap 指令(如 Linux 系统调用 trap 指令 int 0x80)是用户态下运行的一条指令。

9. 实时操作系统对可靠性和安全性的要求极高,它_____。

A. 十分注意系统资源的利用率

B. 不强调响应速度

C. 不强求系统资源的利用率

D. 不必向用户反馈信息

【答案】 C

【解析】 实时系统要求系统响应快、安全保密、高可靠性、有限的交互能力。相对来说，对系统资源的利用率不需要太强求。

10. (2010 年计算机科学与技术学科全国硕士研究生入学统一试卷) 下列选项中, 导致创建新进程的操作是_____。

I. 用户登录成功

II. 设备分配

III. 启动程序执行

A. I 和 II

B. II 和 III

C. I 和 III

D. I、II 和 III

【答案】 C

【解析】 用户登录成功需要创建进程来解释用户的各种命令;设备分配由内核完成不需要创建新进程;启动程序执行就是要创建一个新进程来执行程序(Program),如 UNIX/Linux 使用 fork 系统调用创建进程和 exec 系统调用来执行指定的程序。

11. 为了在通用操作系统管理下的计算机上运行一个程序,需要经历几个步骤。但是,不一定需要。

A. 向操作系统预定运行时间

B. 将程序装入内存

C. 确定起始地址,并从这个地址开始执行

D. 用控制台监控程序执行过程

【答案】 A

【解析】 在交互式操作系统环境下,用户运行程序,并不要预先预定运行后时间。

12. 操作系统是计算机系统的核心软件。按功能特征的不同,可把操作系统分为(1)、(2)、(3)、网络操作系统和分布式操作系统等类型。其中(1)的主要目标是提高系统的吞吐率和效率,而(2)是一旦有处理请求和要求处理的数据时,CPU 就应该立即处理该数据并将结果及时送回。

A. 单用户系统

B. 批处理系统

C. 分时系统

D. 微机操作系统

E. 实时系统

【答案】 (1) B (2) E (3) C

【解析】 采用批量化处理作业方式的操作系统称为批处理操作系统。批处理操作系统根据一定的调度策略把要求计算的作业按一定的组合和次序去执行,从而系统资源利用率高,作业的吞吐量大。

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为分时操作系统。其实现思想如下:每个用户在各自的终端上以交互方式运行程序,系统把 CPU 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。

实时操作系统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之内来控制监控的生产过程或对处理系统作出快速响应,并控制所有实行任务协调一致运行的操作系统。

13. 在一个单处理机的系统中有 P_1 、 P_2 两个程序,若两个程序单独执行,则需要占用 CPU、设备 IO1、设备 IO2 的时间及顺序如下:

程序 P_1 : CPU (25ms); IO1 (30ms); CPU (20ms); IO2 (20ms); CPU (20ms); IO1 (30ms); CPU (20ms)。

程序 P_2 : CPU (20ms); IO1 (30ms); CPU (20ms); IO2 (20ms); CPU (10ms); IO2 (20ms); CPU (45ms)。

若该系统中:

- (1) IO1 和 IO2 为不同步的输入/输出装置,它们能够同时工作。
- (2) 设程序的优先级 P_2 高于 P_1 。但是,当程序 P_1 正在占用 CPU 时,即使程序 P_2 需要占用 CPU,也不能打断程序 P_1 的执行而必须等待。
- (3) 当使用 CPU 之后控制转向 IO1、IO2 时,或者使用 IO1、IO2 之后控制转向 CPU 时,由控制程序执行中断处理,但这段处理时间忽略不计。
- (4) 程序 P_1 、 P_2 同时进入计算机中。

试问:

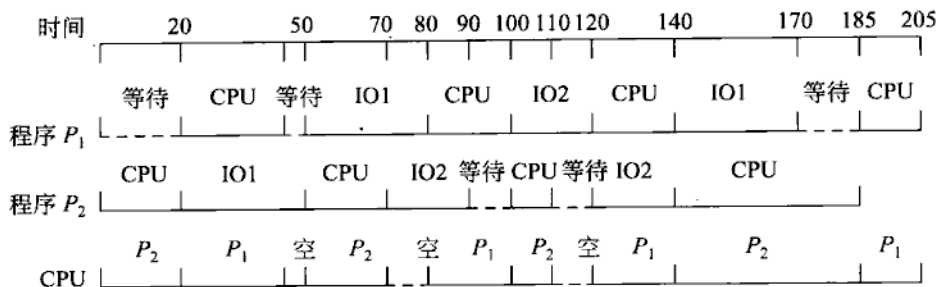
- (1) 哪个程序先结束?
- (2) 程序全部执行结束需要多少时间?
- (3) 到程序全部执行完毕时的 CPU 利用率为多少?
- (4) 程序 P_1 等待 CPU 的累计时间为多少?
- (5) 程序 P_2 等待 CPU 的累计时间为多少?

【参考答案】 程序 P_1 与程序 P_2 的运行过程如图 1.2 所示。

从图 1.2 可看出:

- (1) 程序 P_2 先结束。
- (2) 程序全部结束需要 205ms。
- (3) CPU 的利用率为 $(205-25)/205$, 即 87.8%。
- (4) 程序 P_1 等待 CPU 的时间累计为 35ms。
- (5) 程序 P_2 等待 CPU 的时间累计为 10ms。

14. 对于一个正确运转的计算机系统,保护操作系统是很重要的。但为了向用户提供更大

图 1.2 程序 P_1 、 P_2 并发执行时的情况

的灵活性,应尽可能少地对用户加以限制。下面列出的各操作通常是加以保护的,试问至少有哪几条指令需加以保护?

- (1) 切换到用户模式。
- (2) 切换到内核模式。
- (3) 从存放操作系统的存储区上读取数据。
- (4) 将数据写到操作系统的数据区。
- (5) 从存储操作系统代码区中取指令。
- (6) 打开时钟中断。
- (7) 关闭时钟中断。

【参考答案】 最小的必须保护指令为(2)、(4)和(7)。

- (1) 假设在指令不包括从特定指令位置导入进程状态的情况下,切换到用户模式不需要保护。
 - (2) 切换到内核模式必须要保护。如果没有保护,那么用户进程就能够任意修改进程状态并随意访问内存。
 - (3) 在内核模式下读内存不需要保护。虽然进程有可能获取其他进程的相关信息,但它最终都无法修改这些信息。
 - (4) 在内核模式下写内存需要保护。如果没有保护,进程将能够任意修改系统中的任意部分数据。
 - (5) 在内核模式下取指令不需要保护,理由和(3)中的一样。
 - (6) 打开时钟中断一般来说不需要保护,除非这样做可能会改变时钟的当前数据。在这种情况下,用户进程将无法设置时钟的值或者得到的是由于不断重置时钟而产生的不正确资源统计。
 - (7) 屏蔽时钟中断需要保护,否则进程有可能永久占用 CPU。
15. 程序运行时 CPU 的空闲时间,即等待 I/O 的时间占运行时间的百分比称 CPU 空转百分比,且 CPU 空转百分比因并发执行的作业道数不同而变化。在每道作业的 I/O 时间占运行时间 25% 情况下的 CPU 空转百分比如表 1.1 所示。

表 1.1 CPU 空转百分比(I/O 占运行的 25%)

作业道数	1	2	3	4
CPU 空转比	25%	4%	0.4%	0%

为了确定一个作业在多道程序系统中何时完成而引入了“CPU 进度”概念。所谓“CPU

进度”是指在给定的时间间隔内 CPU 为一道作业服务的累计时间。例如,两道作业同时投入运行,每道作业的 I/O 时间占运行时间的 25% 且都需 1.5 小时的 CPU 时间,则完成两道作业所需时间通过查表 1.1 得到 CPU 空转百分比为 4%,也就是说,在 1 小时内两作业的 CPU 进度为 0.96 小时,平分给每个作业其 CPU 进度为 0.48 小时。由于每个作业占用 CPU 时间是 1.5 小时,所以完成两道作业所需的全部时间为 $1.5 / 0.48 = 3.13$ 小时。

现有一组作业,它们的提交时间和运行时间如表 1.2 所示。假定所有作业的运行时间包含 25% 的 I/O 等待时间,且内存的作业平分 CPU 时间,那么在多道程序系统中,计算其作业平均周转时间和作业平均带权周转时间。

表 1.2 作业提交时间和运行时间

作业	提交时间	运行时间
1	10.0	0.3
2	10.2	0.5
3	10.4	0.1
4	10.5	0.4
5	10.8	0.1

【参考答案】 首先根据作业的运行时间计算出如表 1.3 所示的作业需要 CPU 的时间:
需 CPU 时间 = 运行时间 $\times$ (1 - I/O 占运行的百分比)

上述 5 个作业的运行情况如表 1.4 所示。因此,作业 1、2、3、4、5 的周转时间分别为 0.356、0.851、0.181、0.659、0.226,作业的平均周转时间为 0.455。它们的带权周转时间分别为 1.19、1.70、1.81、1.65、2.26,平均带权周转时间为 1.72。

表 1.3 作业需 CPU 的时间

作业	运行时间	需 CPU 时间
1	0.3	0.225
2	0.5	0.375
3	0.1	0.075
4	0.4	0.300
5	0.1	0.075

表 1.4 作业的运行情况

时间	事件	并行作业数	CPU 空转百分比	经过时间	作业	每道作业的 CPU 进度	还需 CPU 时间
10.0	J1 到达	1			J1	0	0.225
10.2	J2 到达	1	25%	0.2	J1	0.15	0.075
					J2	0	0.375