

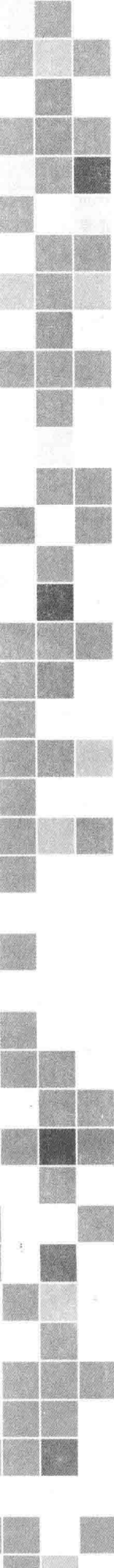
21世纪高等学校计算机教育实用规划教材

操作系统原理 习题与实验指导

于世东 王泓 孙笑微 编著
于杨 主审

清华大学出版社





21世纪高等学校计算机教育实用规划教材

操作系统原理 习题与实验指导

于世东 王泓 孙笑微 编著

清华大学出版社
北京

内 容 简 介

操作系统是一门实践性非常强的学科,只看书上的理论知识是远远不够的,必须在实践和应用中加以深刻的体会。作者在多年的教学实践和科学研究的基础上,结合操作系统教学大纲、研究生入学考试要求和软考考试大纲编写了本书。作者力求通过大量典型的例题解析和实验实践,帮助学生深入理解并能灵活运用操作系统知识。

本书前8章为习题,每一章的内容分为例题解析、课后自测题、自测题答案及分析三部分。通过例题解析启发学生的思考,通过课后自测题学生可以进行自我检验,教师也可以对学生进行测试。第9章通过8个典型的实验,帮助学生对理论知识加深理解,促进学生进行创新的思考和应用。

本书可作为高等院校计算机相关专业学生学习“操作系统”课程的配套习题集和实验指导,也可作为研究生入学考试的复习资料,对从事计算机工作的科技人员也具有一定的参考价值。

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

操作系统原理习题与实验指导/于世东,王泓,孙笑微编著. —北京:清华大学出版社,2017

(21世纪高等学校计算机教育实用规划教材)

ISBN 978-7-302-46541-6

I. ①操… II. ①于… ②王… ③孙… III. ①操作系统—高等学校—教学参考资料 IV. ①TP316

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 030375 号

责任编辑:贾 斌 薛 阳

封面设计:常雪影

责任校对:徐俊伟

责任印制:刘海龙

出版发行:清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座 邮 编:100084

社总机:010-62770175 邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

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

课 件 下 载: <http://www.tup.com.cn>, 010-62795954

印 装 者:北京泽宇印刷有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×260mm

印 张:9.25

字 数:202千字

版 次:2017年5月第1版

印 次:2017年5月第1次印刷

印 数:1~2000

定 价:29.00元

产品编号:070662-01

出版说明

随着我国高等教育规模的扩大以及产业结构调整的不断深入,社会对高层次应用型人才的需求将更加迫切。各地高校紧密结合地方经济建设发展需要,科学运用市场调节机制,合理调整和配置教育资源,在改革和改造传统学科专业的基础上,加强工程型和应用型学科专业建设,积极设置主要面向地方支柱产业、高新技术产业、服务业的工程型和应用型学科专业,积极为地方经济建设输送各类应用型人才。各高校加大了使用信息科学等现代科学技术提升、改造传统学科专业的力度,从而实现传统学科专业向工程型和应用型学科专业的发展与转变。在发挥传统学科专业师资力量强、办学经验丰富、教学资源充裕等优势的同时,不断更新教学内容、改革课程体系,使工程型和应用型学科专业教育与经济建设相适应。计算机课程教学在从传统学科向工程型和应用型学科转变中起着至关重要的作用,工程型和应用型学科专业中的计算机课程设置、内容体系和教学手段及方法等也具有不同于传统学科的鲜明特点。

为了配合高校工程型和应用型学科专业的建设和发展,急需出版一批内容新、体系新、方法新、手段新的高水平计算机课程教材。目前,工程型和应用型学科专业计算机课程教材的建设工作仍滞后于教学改革的实践,如现有的计算机教材中有不少内容陈旧(依然用传统专业计算机教材代替工程型和应用型学科专业教材),重理论、轻实践,不能满足新的教学计划、课程设置的需要;一些课程的教材可供选择的品种太少;一些基础课的教材虽然品种较多,但低水平重复严重;有些教材内容庞杂,书越编越厚;专业课教材、教学辅助教材及教学参考书短缺,等等,都不利于学生能力的提高和素质的培养。为此,在教育部相关教学指导委员会专家的指导和建议下,清华大学出版社组织出版本系列教材,以满足工程型和应用型学科专业计算机课程教学的需要。本系列教材在规划过程中体现了如下一些基本原则和特点。

(1) 面向工程型与应用型学科专业,强调计算机在各专业中的应用。教材内容坚持基本理论适度,反映基本理论和原理的综合应用,强调实践和应用环节。

(2) 反映教学需要,促进教学发展。教材规划以新的工程型和应用型专业目录为依据。教材要适应多样化的教学需要,正确把握教学内容和课程体系的改革方向,在选择教材内容和编写体系时注意体现素质教育、创新能力与实践能力的培养,为学生知识、能力、素质

协调发展创造条件。

(3) 实施精品战略,突出重点,保证质量。规划教材建设仍然把重点放在公共基础课和专业基础课的教材建设上;特别注意选择并安排一部分原来基础比较好的优秀教材或讲义修订再版,逐步形成精品教材;提倡并鼓励编写体现工程型和应用型专业教学内容和课程体系改革成果的教材。

(4) 主张一纲多本,合理配套。基础课和专业基础课教材要配套,同一门课程可以有多种具有不同内容特点的教材。处理好教材统一性与多样化,基本教材与辅助教材,教学参考书,文字教材与软件教材的关系,实现教材系列资源配套。

(5) 依靠专家,择优选。在制订教材规划时要依靠各课程专家在调查研究本课程教材建设现状的基础上提出规划选题。在落实主编人选时,要引入竞争机制,通过申报、评审确定主编。书稿完成后要认真实行审稿程序,确保出书质量。

繁荣教材出版事业,提高教材质量的关键是教师。建立一支高水平的以老带新的教材编写队伍才能保证教材的编写质量和建设力度,希望有志于教材建设的教师能够加入到我们的编写队伍中来。

21 世纪高等学校计算机教育实用规划教材编委会

联系人: 魏江江 weijj@tup.tsinghua.edu.cn

前 言

操作系统是计算机系统的重要组成部分,是用户使用计算机的基础,作为计算机专业的核心课程,不仅高等学校计算机相关专业的学生必须学习,从事计算机行业的人员也需要深入了解。由于操作系统具有概念性强、内容灵活、所涉及概念和算法比较抽象的特点,因此初学者往往找不到感觉,面对习题更是无从下手。此外,操作系统是一门实践性非常强的学科,只看书、做习题是绝对不够的,必须在实践和应用中加以深刻的体会。因此,在操作系统的教学中,除了课堂教学外,必须有一定学时的实验课。

作者在多年教学实践和科学研究的基础上,结合操作系统教学大纲、研究生入学考试要求和全国计算机技术与软件专业技术资格考试大纲,并在参考了国内外多种操作系统资料的基础上编写了本书。

本书与清华大学出版社出版的《操作系统原理》教材相配套,全书共分为9章,具体内容包括:操作系统引论、进程与线程、进程并发控制、内存管理、页式和段式内存管理、I/O管理、文件管理、死锁、实验指导。

前8章每一章的内容分为例题解析、课后自测题、自测题答案及分析三部分。通过例题解析启发学生的思考,引导学生如何去思考问题、解决问题。通过课后自测题学生可以进行自我检验,教师也可以对学生进行测试。自测题答案及分析部分给出了详细的解答并对难点问题进行了分析,有利于学生平时的学习,也可作为考研的复习资料。

第9章实验指导包括:高响应比作业调度、时间片轮转进程调度、进程同步与互斥、内存分配与回收、FIFO页面置换算法、LRU页面置换算法、独占设备分配与回收和银行家算法。每一个实验内容包括:实验目的和要求、实验内容、实验原理与提示、参考程序。通过实验可以对理论知识进行巩固和加深理解,也激发了学生的探索热情,促进学生进行创新的思考和应用,可以提出新的算法和方法来改进目前的操作系统。

本书第3、4章由于世东编写,第6~8章由王泓编写,第1、2、5章由孙笑微编写,第9章由于世东、王泓、孙笑微共同编写。东北大学于杨博士审阅了全稿并提出了许多有益的意见;沈阳工业大学牛连强教授在本书编写过程中给予了指点和帮助,在此谨向他们表示衷

心的感谢。感谢清华大学出版社在本书的出版过程中给予的支持。

由于作者学识浅陋,见闻不广,书中必有不足之处,敬请读者提出批评、指正和建议。
我们的 E-mail 地址是: ysd0510@sina.com,也欢迎大家与我们进行交流和探讨。

编 者

2016 年 11 月

目 录

第 1 章 操作系统引论	1
1.1 例题解析	1
1.2 课后自测题	3
1.3 自测题答案及分析	6
第 2 章 进程与线程	9
2.1 例题解析	9
2.2 课后自测题	15
2.3 自测题答案及分析	20
第 3 章 进程并发控制	25
3.1 例题解析	25
3.2 课后自测题	28
3.3 自测题答案及分析	32
第 4 章 内存管理	39
4.1 例题解析	39
4.2 课后自测题	42
4.3 自测题答案及分析	45
第 5 章 页式和段式内存管理	50
5.1 例题解析	50
5.2 课后自测题	56
5.3 自测题答案及分析	59

第 6 章 I/O 管理	63
6.1 例题解析	63
6.2 课后自测题	67
6.3 自测题答案及分析	71
第 7 章 文件管理	75
7.1 例题解析	75
7.2 课后自测题	78
7.3 自测题答案及分析	83
第 8 章 死锁	86
8.1 例题解析	86
8.2 课后自测题	90
8.3 自测题答案及分析	94
第 9 章 实验指导	98
9.1 高响应比作业调度	98
9.2 时间片轮转进程调度	101
9.3 进程同步与互斥	105
9.4 内存分配与回收	112
9.5 FIFO 页面置换算法	117
9.6 LRU 页面置换算法	120
9.7 独占设备分配与回收	124
9.8 银行家算法	129
参考文献	136

1.1 例题解析

例题 1 操作系统是一种_____。

- A. 应用软件 B. 系统软件 C. 通用软件 D. 工具软件

分析：答案 B。计算机软件总体分为系统软件和应用软件两大类：系统软件是各类操作系统，如 Windows、Linux、UNIX 等，还包括操作系统的补丁程序及硬件驱动程序，都是系统软件类。应用软件可以细分的种类就更多了，如工具软件、游戏软件、管理软件等都属于应用软件类。

例题 2 批处理操作系统提高了计算机的工作效率，但_____。

- A. 系统资源利用率不高
B. 在作业执行时用户不能直接干预
C. 系统吞吐量小
D. 不具备并行性

分析：答案 B。批处理是指用户将一批作业提交给操作系统后就不再干预，由操作系统控制它们自动运行。这种采用批量处理作业技术的操作系统称为批处理操作系统。批处理操作系统分为单道批处理系统和多道批处理系统。批处理操作系统不具有交互性，它是为了提高 CPU 的利用率而提出的一种操作系统。

例题 3 下面关于操作系统的叙述正确的是_____。

- A. 批处理作业必须具有作业控制信息
B. 分时系统不一定都具有人机交互功能
C. 从响应时间的角度看，实时系统与分时系统差不多
D. 由于采用了分时技术，用户可以独占计算机的资源

分析：答案 A。批处理作业是对每个对象进行相同的操作，可以采用机械化或者程序化来操作，所以必须能够对作业信息进行控制，所以 A 选项是正确的。分时系统必须具有人机交互功能，才能体现分时系统的交互性。从响应时间的角度看，分时系统对于每个请

求都能及时响应,是将时间化为若干个小片段;而实时系统对时间要求比较高,硬软件任何故障都可能带来严重的后果,主要靠及时响应区分实时与分时。分时技术让用户感觉他在独占计算机资源,但他并不是真正独占,一个时间段内,计算机可以将资源共享给所有用户。所以 B、C、D 选项是错误的。

例题 4 现代操作系统的两个基本特征是_____和资源共享。

- A. 多道程序设计
- B. 中断处理
- C. 程序的并发执行
- D. 实现分时与实时处理

分析: 答案 C。并发和共享是操作系统的两个最基本的特征,它们又是互为存在的条件。一方面,资源共享是以程序(进程)的并发执行为条件的,若系统不允许程序并发执行,自然不存在资源共享问题;另一方面,若系统不能对资源共享实施有效管理,协调好诸进程对共享资源的访问,也必然影响到程序并发执行的程度,甚至根本无法并发执行。

例题 5 _____不是操作系统关心的主要问题。

- A. 管理计算机裸机
- B. 设计、提供用户程序与计算机硬件系统的界面
- C. 管理计算机系统资源
- D. 高级程序设计语言的编译器

分析: 答案 D。操作系统(Operating System, OS)是管理和控制计算机硬件与软件资源的计算机程序,是直接运行在“裸机”上的最基本的系统软件,任何其他软件都必须在操作系统的支持下才能运行。所以 D 选项并不是操作系统关心的范畴。

例题 6 在下列性质中,哪一个不是分时系统的特征? _____

- A. 交互性
- B. 多路性
- C. 成批性
- D. 独占性

分析: 答案 C。分时系统有 4 个特征:①多路性,计算机系统能被多个用户同时使用;②独占性,用户和用户之间都是独立操作系统的,在同时操作时并不会发生冲突、破坏、混淆等现象;③及时性,系统能以最快的速度将结果显示给用户;④交互性,用户能和计算机进行人机对话。所以 C 选项是错误的。

例题 7 操作系统负责方便用户管理计算机系统的_____。

- A. 程序
- B. 文档资料
- C. 资源
- D. 进程

分析: 答案 C。操作系统是为了合理组织计算机工作流程,管理分配计算机系统的硬件和软件资源,最大限度地提高计算机系统的利用率。

例题 8 什么是操作系统? 它的 5 大主要功能是什么?

答:

操作系统是指控制和管理计算机的软、硬件资源,合理组织计算机的工作流程、方便用户使用的程序集合。5 大功能: 处理机管理、存储器管理、设备管理、文件管理、用户接口。

例题 9 什么是多道程序设计? 多道程序设计的特点是什么?

答:

多道程序设计:是指允许多个作业(程序)同时进入计算机系统的主存并启动交替计算的方法。操作系统中引入多道程序设计的优点:一是提高 CPU、主存和设备的利用率;二是提高系统的吞吐率,使单位时间内完成的作业数增加;三是充分发挥系统的并行性,设备与设备之间、CPU 与设备之间均可并行工作。其主要缺点是延长作业的周转时间。

例题 10 通常将操作系统分为哪几种类型?各自有什么特点?

答:

(1) 批处理操作系统:早期的一种大型计算机操作系统。可对用户作业成批处理,期间无须用户干预,分为单道批处理系统和多道批处理系统。目的是提高系统吞吐量和资源的利用率。

(2) 分时操作系统:利用分时技术的一种联机的多用户交互式操作系统,每个用户可以通过自己的终端向系统发出各种操作控制命令,完成作业的运行。分时是指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。目的是为了体现交互性。

(3) 实时操作系统:一个能够在指定或者确定的时间内完成系统功能以及对外部或内部事件在同步或异步时间内做出响应的系统,实时的意思就是对响应时间有严格要求,要以足够快的速度进行处理。实时操作系统分为硬实时和软实时两种,目的是为了体现及时性。

(4) 网络操作系统:一种在通常操作系统功能的基础上提供网络通信和网络服务功能的操作系统。

(5) 分布式操作系统:一种以计算机网络为基础的,将物理上分布的具有自治功能的数据处理系统或计算机系统互连起来的操作系统。分布式系统中各台计算机无主次之分,系统中若干台计算机可以并行运行同一个程序,分布式操作系统用于管理分布式系统资源。

1.2 课后自测题

一、选择题

1. 操作系统的功能是进行处理机管理、_____管理、设备管理及信息管理。
A. 进程 B. 存储器 C. 硬件 D. 软件
2. 操作系统是现代计算机系统不可缺少的组成部分,是为了提高计算机的_____和方便用户使用计算机而配备的一种系统软件。
A. 速度 B. 利用率 C. 灵活性 D. 兼容性

3. 操作系统的基本类型主要有_____。

- A. 批处理系统、分时系统及多任务系统
- B. 实时操作系统、批处理操作系统及分时操作系统
- C. 单用户系统、多用户系统及批处理系统
- D. 实时系统、分时系统和多用户系统

4. 所谓_____是指将一个以上的作业放入主存,并且同时处于运行状态,这些作业共享处理机的时间和外围设备等其他资源。

- A. 多重处理
- B. 多道程序设计
- C. 实时处理
- D. 并行执行

5. 实时操作系统必须在_____完成来自外部的的事件。

- A. 响应时间
- B. 周转时间
- C. 规定时间
- D. 调度时间

6. 分时系统中为了使多个用户能够同时与系统交互,最关键的问题是_____。

- A. 计算机具有足够快的运算速度
- B. 能快速进行内外存之间的信息交换
- C. 系统能够及时接收多个用户的输入
- D. 短时间内所有用户程序都能运行

7. _____是多道操作系统不可缺少的硬件支持。

- A. 打印机
- B. 中断机构
- C. 软盘
- D. 鼠标

8. 设计实时操作系统时,首先应考虑系统的_____。

- A. 可靠性和灵活性
- B. 实时性和可靠性
- C. 多路性和可靠性
- D. 优良性和分配性

9. 下面_____不属于操作系统功能。

- A. 用户管理
- B. CPU 和存储管理
- C. 设备管理
- D. 文件和作业管理

10. 当 CPU 执行系统程序时,CPU 处于_____。

- A. 管态
- B. 目态
- C. 系统态
- D. A 和 C

11. 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

12. 目前个人计算机中的操作系统主要是_____。

- A. 网络操作系统
- B. 批处理操作系统
- C. 单用户操作系统
- D. 单道单用户操作系统

13. 下列操作系统中强调并行计算的操作系统是_____。

- A. 分时系统
- B. 实时系统
- C. 网络操作系统
- D. 分布式操作系统

14. 以下操作系统中属于网络操作系统的是_____。

- A. MS-DOS
- B. Windows 98
- C. UNIX
- D. Windows NT

15. 操作系统向用户提供了三种类型界面,分别是命令界面、程序界面和_____。

- A. 用户界面 B. 资源界面 C. 图形界面 D. 系统调用界面

16. 在_____操作系统控制下,计算机系统能及时处理由过程控制反馈的数据并做出响应。

- A. 实时 B. 分时 C. 分布式 D. 单用户

17. 在计算机系统中配置操作系统的主要目的是_(1)_,操作系统的主要功能是管理计算机系统_(2)_,其中包括_(3)_管理和_(4)_管理,以及设备管理和文件管理。这里的_(3)_管理主要是对进程进行管理。

- (1) A. 增强计算机系统的功能
B. 提高系统资源的利用率
C. 提高系统的运行速度
D. 合理地组织系统的工作流程,以提高系统吞吐量

- (2) A. 程序和数据 B. 进程 C. 资源 D. 作业

- (3) (4) A. 存储器 B. 虚拟存储器 C. 运算器 D. 处理机

18. 从用户的观点看,操作系统是_____。

- A. 用户与计算机之间的接口
B. 控制和管理计算机资源的软件
C. 合理地组织计算机工作流程的软件
D. 由若干层次的程序按一定的结构组成

19. 操作系统中采用多道程序设计技术提高 CPU 和外部设备的_____。

- A. 利用率 B. 可靠性 C. 稳定性 D. 兼容性

20. 下面 6 个系统中,必须是实时操作系统的有_____个。

计算机辅助设计系统

航空订票系统

过程控制系统

机器翻译系统

办公自动化系统

计算机激光照排系统

- A. 1 B. 2 C. 3 D. 4

二、填空题

1. 如果一个操作系统兼有批处理、分时处理和实时处理操作系统三者或其中两者的功能,这样的操作系统称为_____。

2. 在主机控制下进行的输入/输出操作称为_____操作。

3. 在内存中同时运行程序的数目可以将批处理系统分为两类:_____和_____。

4. 单道批处理系统是在解决_____和_____的矛盾中发展起来的。
5. 分时系统中的_____是衡量一个分时系统性能的重要指标。
6. 如果操作系统具有很强的交互性,可同时供多个用户使用,系统响应比较及时,则属于_____类型;如果操作系统可靠,响应及时但仅有简单的交互能力,则属于_____类型;如果操作系统在用户提交作业后,不提供交互能力,它所追求的是计算机资源的高利用率、大吞吐量和作业流程的自动化,则属于_____类型。
7. 计算机操作系统是方便用户、管理和控制计算机_____的系统软件。
8. 采用多道程序设计技术能充分发挥_____与_____并行工作的能力。
9. 操作系统目前有 5 大类型: _____、_____、_____、_____和_____。
10. 操作系统的 5 大功能是: _____、_____、_____、_____和_____。

三、问答题

1. 试对分时操作系统和实时操作系统进行比较。
2. 采用多道程序设计的主要优点是什么?
3. 什么是操作系统? 它有什么基本特征?
4. 推动多道批处理系统形成和发展的主要动力是什么?
5. 网络操作系统和分布式操作系统的区别是什么?
6. 将手工操作、单道批处理、多道批处理、多用户分时系统按 CPU 的有效利用率,由小到大进行排列。

1.3 自测题答案及分析

一、选择题

1. B 2. B 3. B 4. B 5. C 6. C 7. B 8. B 9. A 10. D 11. C 12. C
13. D 14. D 15. C 16. A 17. (1)B (2)C (3)D (4)A
18. A 分析: B、C、D 也符合操作系统的概念,只有 A 是从用户的观点出发。
19. A 分析: 多道程序设计技术的引入就是为了提高资源的利用率和系统的吞吐量。
20. C 分析: 航空订票系统属于实时信息处理系统,过程控制系统和计算机激光照排系统属于实时控制系统,这三个系统都属于实时操作系统的范畴。

二、填空题

1. 通用操作系统 2. 联机输入输出 3. 单道批处理系统 多道批处理系统
4. 人机矛盾 CPU 和 I/O 设备之间速度不匹配 5. 响应时间
6. 分时操作系统 实时操作系统 批处理操作系统
7. 软硬件资源 8. 处理机(CPU) 外围设备

9. 批处理系统 分时系统 实时系统 网络操作系统 分布式操作系统

10. 处理机管理 存储器管理 设备管理 文件管理 用户接口

三、问答题

1. 可以从以下几个方面对这两种操作系统进行比较。

(1) 实时信息处理系统与分时操作系统一样都能为多个用户服务,系统按分时原则为多个终端用户服务;而对实时控制系统,则表现为经常对多路现场信息进行采集以及对多个对象或多个执行机构进行控制。

(2) 实时信息处理系统与分时操作系统一样,每个用户各占一个终端,彼此独立操作,互不干扰。因此用户感觉就像他一人独占计算机;而在实时控制系统中信息的采集和对对象的控制也都是彼此互不干扰的。

(3) 实时信息系统对响应时间的要求与分时操作系统类似,都是以人所能接受的等待时间来确定的;而实时控制系统的响应时间则是以控制对象所能接受的延时来确定的。

(4) 分时操作系统是一种通用系统,主要用于运行终端用户程序,因此它具有较强的交互能力。而实时操作系统虽然也有交互能力,但其交互能力不及前者。

(5) 分时操作系统要求系统可靠,相比之下,实时操作系统则要求系统高度可靠。

2. 多道程序设计考虑到作业的运行规律是交替使用 CPU 和 I/O,故将多道程序同时保存于系统中,使各作业对 CPU 和 I/O 的使用在时间上重叠,提高了 CPU 和 I/O 设备的利用率。

3. 操作系统是指控制和管理计算机的软、硬件资源,合理组织计算机的工作流程、方便用户使用的程序集合。操作系统具有以下 4 个基本特征。

(1) 并发性:宏观上在一段时间内有多道程序在同时运行,而微观上这些程序是在交替执行。

(2) 共享性:因程序的并发执行而使系统中的软、硬件资源不再为某个程序独占,而是由多个程序共同使用。

(3) 虚拟性:多道程序设计技术把一台物理计算机虚拟为多台逻辑上的计算机,使得每个用户都感觉自己是在“独占”计算机。

(4) 异步性(不确定性):多道程序系统中,各程序之间存在着直接或间接的联系,程序的推进速度受到其他程序的影响,这样程序运行的顺序、程序完成的时间以及程序运行的结果都是不确定的。

4. (1) 提高 CPU 的利用率;

(2) 可提高内存和 I/O 设备的利用率;

(3) 增加系统吞吐量。

5. 网络 OS 中的用户使用自己的机器可以访问网络上别的机器的资源,通过网络将很多机器连接起来,共享硬件资源,但是整个系统对用户来说是分散的、不透明的。分布式

OS 的用户也是通过网络将多台机器连接起来,但是整个系统对用户是透明的,用户对整个 OS 就好像使用一个自己的机器一样。

6. 由小到大排列顺序:手工操作、单道批处理系统、多用户分时系统、多道批处理系统。

(1) 手工操作没有操作系统,属于单道程序系统,大量的处理机时间被人工操作所浪费,因此 CPU 的利用率很低。

(2) 单道批处理系统在一定程度上克服了手工操作的缺点,但仍属于单道程序系统,大量的 CPU 时间浪费在等待 I/O 操作的完成上。因此它的 CPU 利用率比手工操作的系统要高,但比多道程序系统要低。

(3) 多用户分时系统是多道程序系统,具有交互性。但是程序的分时运行需 CPU 不断地在多个程序之间进行切换,这种切换需要占用 CPU 时间。

(4) 多道批处理系统是多道程序系统,没有交互性。CPU 在执行一道程序时一般不切换到其他程序,只有在需要等待某种事件发生时,才切换到另一程序执行。因此,它的 CPU 切换次数远远低于分时系统,而 CPU 的有效利用率高于批处理系统。