

## 第 2 章操作系统

### 2.1 操作系统的类型与结构

#### 2.1.1 操作系统的定义

##### 1. 【2011 年题 1 解析】

本题考查操作系统的基本概念。

操作系统是管理计算机硬件与软件资源的程序,同时也是硬件与用户之间的接口。操作系统既提供了与用户交互的接口,也提供了与应用程序交互的接口。用户可以通过菜单,命令,窗口与操作系统进行交互,而应用程序可以通过系统调用(如调用系统 API)来与操作系统交互。

【答案】B。

#### 2.1.2 操作系统分类

##### 1. 【2010 年题 2 解析】

本题考查操作系统基本概念。在设计微内核 OS 时,采用了面向对象的技术,其中的“封装”,“继承”,“对象类”和“多态性”,以及在对象之间采用消息传递机制等,都十分有利于提高系统的“正确性”、“可靠性”、“易修改性”、“易扩展性”等,而且还能显著地减少开发系统所付出的开销。采用微内核结构的操作系统与传统的操作系统相比,其优点是提高了系统的灵活性、可扩充性,增强了系统的可靠性,提供了对分布式系统的支持。其原因如下:

① 灵活性和可扩展性:由于微内核 OS 的许多功能是由相对独立的服务器软件来实现的,当开发了新的硬件和软件时,微内核 OS 只须在相应的服务器中增加新的功能,或再增加一个专门的服务器。与此同时,也必然改善系统的灵活性,不仅可在操作系统中增加新的功能,还可修改原有功能,以及删除已过时的功能,以形成一个更为精干有效的操作系统。

② 增强了系统的可靠性和可移植性:由于微内核是出于精心设计和严格测试的,容易保证其正确性;另一方面是它提供了规范而精简的应用程序接口(API),为微内核外部的程序编制高质量的代码创造了条件。此外,由于所有服务器都是运行在用户态,服务器与服务器之间采用的是消息传递通信机制,因此,当某个服务器出现错误时,不会影响内核,也不会影响其它服务器。另外,由于在微内核结构的操作系统中,所有与特定 CPU 和 I/O 设备硬件有关的代码,均放在内核和内核下面的硬件隐藏层中,而操作系统其它绝大部分(即各种服务器)均与硬件平台无关,因而,把操作系统移植到另一个计算机硬件平台上所需作的修改是比较小的。

③ 提供了对分布式系统的支持:由于在微内核 OS 中,客户和服务器之间以及服务器和服务器之间的通信,是采用消息传递通信机制进行的,致使微内核 OS 能很好地支持分布式系统和网络系统。事实上,只要在分布式系统中赋予所有进程和服务器唯一的标识符,在微内核中再配置一张系统映射表(即进程和服务器的标识符与它们所驻留的机器之间的对应表),在进行客户与服务器通信时,只需在所发送的消息中标上发送进程和接收进程的标识符,微内核便可利用系统映射表,将消息发往目标,而无论目标是驻留在哪台机器上。

【答案】A。

## 2.2 操作系统基础原理

### 2.2.1 进程管理

#### 1. 【2012 年题 2 解析】

根据题意,假设系统中有  $n$  个进程共享 3 台打印机,意味着每次只允许 3 个进程进入互斥段,那么信号量的初值应为 3。可见,根据排除法只有选项 B 中含有 3。

选项二的正确答案为选项 D。信号量  $S$  的物理意义为:当  $S \geq 0$  时,表示资源的可用数;当  $S < 0$  时,其绝对值表示等待资源的进程数

【答案】B、D。

#### 2. 【2013 年题 5 解析】

由于资源共享与进程合作,并发执行的任务(进程)之间可能产生相互制约关系,这些制约关系可分为两类:竞争与协作。

并发进程之间的竞争关系为互斥,并发进程之间的协作关系体现为同步。同步是因合作进程之间协调彼此的工作而控制自己的执行速度,即因相互合作,相互等待而产生的制约关系。而互斥是进程之间竞争临界资源而禁止两个以上的进程同时进入临界区所发生的制约关系。题目中一个任务要等待另一个任务发来消息,或建立某个条件后再向前执行,显然体现的制约关系是任务的同步。

【答案】: A。

#### 3. 【2015 年题 1 解析】

第一空正确答案是 1,因为公共数据单元是一个临界资源,最多允许 1 个终端进程使用,因此需要设置一个互斥信号量  $S$ ,初值等于 1。

第二空的正确答案是  $P(S)$ 、 $V(S)$  和  $V(S)$ ,因为进入临界区时执行  $P$  操作,退出临界区时执行  $V$  操作。(个人理解临界区就是菱形判断条件)。

#### 4. 【2018 年题 2 解析】

**第一问:** 进程控制块 PCB 的组织方式有:线性表方式、索引表方式、链接表方式。

① 线性表方式:不论进程的状态如何,将所有的 PCB 连续地存放在内存的系统区。这种方式适用于系统中进程数目不多的情况。

② 索引表方式:该方式是线性表方式的改进,系统按照进程的状态分别建立就绪索引表、阻塞索引表等。

③ 链接表方式:系统按照进程的状态将进程的 PCB 组成队列,从而形成就绪队列、阻塞队列、运行队列等。

**第二问:** 运行进程 PCB1、PCB3,;就绪进程: PCB2、PCB4、PCB5;阻塞进程: PCB6、PCB7、PCB8、PCB9, 答案 C。

#### 2.2.1.5 前趋图

##### 1. 【2009 年题 2 解析】

如图所示,当  $S1$  执行完毕后,计算  $C1$  与扫描  $S2$  可并行执行;  $C1$  与  $S2$  执行完毕后,打印  $P1$ 、计算  $C2$  与扫描  $S3$  可并行执行;  $P1$ 、 $C2$  与  $S3$  执行完毕后,打印  $P2$  与计算  $C3$  可并行执行。

根据题意,系统中有三个任务,每个任务有三个程序段,从前趋图中可以看出,系统要先进行扫描  $S_i$ ,然后再进行图像处理  $C_i$ ,最后进行打印  $P_i$ ,所以  $C1$  和  $P1$  受到  $S1$  直接制约、 $C2$  和  $P2$  受到  $S2$  的直接制约、 $C3$  和  $P3$  受到  $S3$  的直接制约。

系统中有一台扫描仪,因此  $S2$  和  $S3$  不能运行是受到了  $S1$  的间接制约。如果系统中有三台扫描仪,那么  $S2$  和  $S1$  能运行;同理,  $C2$  和  $C3$  受到  $C1$  的直接制约、 $P2$  和  $P3$  受到  $P1$  的

间接制约。

【答案】A、C、B。

2. 【2011 年题 2 解析】

最简单的理解方式: 箭头出就是 V 操作, 箭头入就是 P 操作。

【答案】: A、C、B。

3. 【2013 年题 2 解析】

最简单的理解方式: 箭头出就是 V 操作, 箭头入就是 P 操作。

【答案】: C、A。

4. 【2014 年题 1 解析】

【答案】: B、D。

5. 【2017 年题 5 解析】

【答案】: C。

6. 【2019 年题 1 解析】

本题考查前趋图, 该图的标记方法是将图中各条边的起始记录好, 以便描述这个图。

以本题的图为例, 由于  $P_1$  有箭头指向  $P_2$ , 所以有  $(P_1, P_2)$ , 又由于  $P_1$  有指向  $P_3$  的箭头, 所以有  $(P_1, P_3)$ 。

依次类推可得到完整的集合与 D 选项一致。

## 2.2.2 存储管理

1. 【2010 年题 4 解析】

解析一:

矩阵 A[100][100] 总共有 100 行、100 列, 若矩阵 A 按行序存放, 那么每一个页面可以存放 2 行, 也就是说矩阵的 2 行刚好放在 1 页内, 访问他们需要中断 1 次, 这样 100 行总共需要中断 50 次。

若矩阵 A 按列序存放, 那么每一个页面可以存放 2 列, 也就是说矩阵的 2 列刚好放在 1 页内, 由于内循环 “FOR j:=1 to 100 DO” 是按列序变化, 访问他们需要中断 50 次, 这样 100 行总共需要中断  $50 \times 100$  次。

解析二:

从题干可知, 作业共有 4 个页面的主存空间, 其中一个已被程序本身占用, 所以在读取变量时可用的页面数只有 3 个。每个页面可存放 200 个整数变量, 程序中 A 数组共有  $100 \times 100 = 10000$  个变量。按行存放时, 每个页面调入的 200 个变量刚好是程序处理的 200 个变量, 所以缺页次数为  $10000/200 = 50$ 。而按列存放时, 虽然每个页面调取数据时, 同样也读入了 200 个变量, 但这 200 个变量中, 只有 2 个是近期需要访问的(如第 1 个页面调入的是  $A[*, 1]$  与  $A[*, 2]$ , 但程序近期需要访问的变量只有  $A[1, 1]$  和  $A[1, 2]$ ), 所以缺页次数为  $10000/2 = 5000$ 。

【答案】A、C。

2. 【2011 年题 7 解析】

虚拟存储器(Virtual Memory): 在具有层次结构存储器的计算机系统中, 自动实现部分装入和部分替换功能, 能从逻辑上为用户提供一个比物理贮存容量大得多, 可寻址的“主存储器”。虚拟存储区的容量与物理主存大小无关, 而受限于计算机的地址结构和可用磁盘容量。其页面的置换依据相应的页面置换算法进行, 当页面失效时, 需要进行数据交换, 此时涉及到逻辑地址(虚地址)到辅存物理地址的变换, 所以本题应选 D。

3. 【2013 年题 1 解析】

第一问:

十进制数 1111 转化为二进制数为: 10001010111。物理页的大小为 512 字节, 这说明页内地址为 9 个二进制位( $2^9=512$ )。

进程 A 的逻辑址中, 右边的 9 位是页内地址, 左边的 2 位是页号, 即: 10001010111。页号为二进制的 10, 即十进制的 2, 对应的物理页号为 4。

**第二问:**

若 A 页表的逻辑页 4 和进程 B 页表的逻辑页 5 共享物理页 8, 则说明他们都对应物理页 8, 所以均填 8(物理页可以在进程间共享)。

**【解析】**

**【答案】:** B、D。

4. **【2015 年题 2 解析】**

给定段地址(x, y), 其中: x 为段号, y 为段内地址。将(x, y)转换为物理地址的方法是: 根据段号; 查段表一判断段长; 如果小于段长, 则物理地址=基地址-段内地址 y, 否则地址越界。

第一问正确的选项为 D, 第二问正确的选项为 C。因为段地址(0, 810)中, 0 段的段长为 800, 段内地址 810 大于段长, 故地址越界。段地址(4, 120)中, 4 段的段长为 100, 段内地址 120 大于段长, 故地址越界。

5. **【2016 年题 5 解析】**

**第一问:**

因为磁盘索引块和磁盘数据块大小均为 4KB, 每个地址项大小为 4 字节, 所以每个磁盘索引块和磁盘数据块可存放  $4KB/4=1024$  个物理地址块。

计算直接地址索引, 0-5 存放 6 个物理块号, 对应文件长度  $6*4KB$ , 对应逻辑块号 0—5。

计算一级间接地址索引,  $1024*4KB$ , 对应逻辑块号  $5+1=6—1029$ 。

计算二级间接地址索引,  $1024*1024*4KB$ , 对应逻辑块号 1030 及以上。

总计  $6*4KB+1024*4KB+1024*1024*4KB=4198424KB$ 。

**第二问:**

由第一问对应的逻辑号, 可得逻辑块号 6、520 和 1030 分别对应一级间接地址索引、一级间接地址索引、二级间接地址索引。

6. **【2017 年题 5 解析】**

根据题意“每磁道划分成 10 个物理块, 每块存放 1 个逻辑记录”和“磁盘的旋转速度为 30ms/周”得, 系统读取每一个逻辑记录的时间  $t_1=30ms/10=3ms$ 。

本题是一个较为复杂的磁盘原理问题, 我们可以通过模拟磁盘的运行来进行分析求解。运作过程为:

- 1、读取 R1: 耗时 3ms。读取完, 磁头位于 R2 的开始位置。
- 2、处理 R1: 耗时 6ms。处理完, 磁头位于 R4 的开始位置。
- 3、旋转定位到 R2 开始位置: 耗时 24ms(间隔 8 个)。
- 4、读取 R2: 耗时 3ms。读取完, 磁头位于 R3 的开始位置。
- 5、处理 R2: 耗时 6ms。处理完, 磁头位于 R5 的开始位置。
- 6、旋转定位到 R3 开始位置: 耗时 24ms。

从以上分析可以得知, 读取并处理 R1 一共需要 9ms。而从 R2 开始, 多了一个旋转定位时间, R2 旋转定位到读取并处理一共需要 33ms, 后面的 R3 至 R10 与 R2 的情况一致。所以一共耗时:

$$9+33*9=306ms。$$

本题后面一问要求计算处理 10 个记录的最少时间。其实只要把记录间隔存放, 就能达到这个目标。在物理块 1 中存放 R1, 在物理存 4 中存放 R2, 在物理块 7 中存放 R3, 依此类推, 这样可以做到每条记录的读取与处理时间之和均为 9ms, 所以处理 10 条记录一共 90ms。



【答案】：D、B。

7. 【2018 年题 1 解析】

当进程请求读磁盘时，操作系统先进行移臂调度，再进行旋转调度。由于移动臂位于 21 号柱面上，按照最短寻道时间优先的响应柱面序列为 23→17→32→38。按照旋转调度的原则分析如下：

进程在 23 号柱面上的响应序列为②→⑧→③，因为进程访问的是不同磁道上的不同编号的扇区，旋转调度总是让首先到达读写磁头位置下的扇区先进行传送操作。

进程在 17 号柱面上的响应序列为⑤→⑦→①，或⑤→①→⑦。对于①和⑦可以任选一个进行读写，因为进程访问的是不同磁道上具有相同编号的扇区，旋转调度可以任选一个读写磁头位置下的扇区进行传送操作。

进程在 32 号柱面上的响应序列为④→⑥；由于⑨在 38 号柱面上，故响应最后响应。

从上面的分析中可以得出按照最短寻道时间优先的响应序列为②⑧③⑤⑦①④⑥⑨。

8. 【2019 年题 2 解析】

本题考查操作系统存储管理方面的基础知识。

试题第一空的正确选项为 A。

根据题意，页面大小为 4K，逻辑地址为十六进制 5148H 其页号为 5，页内地址为 148H，查页表后可知页帧号（物理块号）为 3，该地址经过变换后，其物理地址应为页帧号 3 拼上页内地址 148H，即十六进制 3148H。

试题第二空的正确选项为 B。根据题意，页面变换表中状态位等于 1 和 0 分别表示页面在内存或不在内存，所以 1、2、5 和 7 号页面在内存。当访问的页面 6 不在内存时，系统应该首先淘汰未被访问的页面，因为根据程序的局部性原理最近未被访问的页面下次被访问的概率更小；如果页面最近都被访问过，应该先淘汰未修改过的页面。因为未修改过的页面内存与辅存一致，故淘汰时无须写回辅存，使系统页面置换代价小。经上述分析，1、5 和 7 号页面都是最近被访问过的，但 2 号页面最近未被访问过，故应该淘汰 2 号页面。

## 2.2.3 设备管理

1. 【2017 年题 2 解析】

直接主存存取（Direct Memory Access, DMA）是指数据在主存与 I/O 设备间的直接成块传送，即主存与 I/O 设备间传送数据块的过程中，不需要 CPU 作任何干涉，只需在过程开始启动（即向设备发出“传送一块数据”的命令）与过程结束（CPU 通过轮询或中断得知过程是否结束和下次操作是否准备就绪）时由 CPU 进行处理，实际操作由 DMA 硬件直接完成，CPU 在传送过程中可做其它事情。

【答案】：C。

## 2.2.4 文件管理

1. 【2012 年题 1 解析】

根据题意，磁盘索引块为 1KB 字节，每个地址项大小为 4 字节，故每个磁盘索引块可存放  $1024/4=256$  个物理块地址。又因为文件索引节点中有 8 个地址项，其中 5 个地址项为直接地址索引，这意味着逻辑块号为 0~4 的为直接地址索引；2 个地址项是一级间接地址索引，其中第一个地址项指出的物理块中是一张一级间接地址索引表，存放逻辑块号为 5~260 对应的物理块号，第二个地址项指出的物理块中是另一张一级间接地址索引表，存放逻辑块号为 261~516 对应的物理块号。经上分析，从题图不难看出，逻辑块号为 5 的信息应该存放在 58 号物理块中，逻辑块号为 261 的信息应该存放在 187 号物理块中。

由题中可知，iaddr[7] 采用二级间接地址索引，且 iaddr[7] 中存放的物理块号为 101，故 101 号物理块存放的是二级间接地址索引表。另外从示意图可以看出，101 号物理块对应的空间存储着一系列地址，而这些地址对应的物理块中存储的仍然是地址，再到下一层才是文

件内容, 所以 101 号物理块存放的是二级地址索引表。

2. 【2014 年题 2 解析】

【答案】C、D。

因为磁盘索引块和磁盘数据块大小均为 1KB, 每个地址项大小为 4 字节, 所以每个磁盘索引块和磁盘数据块可存放  $1\text{KB}/4=256$  个物理地址块。

计算直接地址索引, 0-5 存放 6 个物理块号, 对应文件长度  $6*1\text{KB}$ , 对应逻辑块号 0—5。

计算一级间接地址索引,  $256*1\text{KB}$ , 对应逻辑块号  $5+1-256+5=6-261$ 。

计算二级间接地址索引,  $256*256*1\text{KB}$ , 对应逻辑块号  $261+1-65797$ 。

总计  $6*1\text{KB}+256*1\text{KB}+256*256*1\text{KB}=65798\text{KB}$ 。

【答案】A、D。

3. 【2018 年题 3 解析】

磁盘块的大小为 4k 字节, 每个块号需占 4 字节。因此一级的索引大小  $=4\text{k}/4=1\text{k}$ 。而二级索引的大小  $=1\text{k} \times 1\text{k}=1024 \times 1024$ 。答案 B。

## 2.3 其他

1. 【2010 年题 3 解析】

本题考查操作系统基本概念。操作系统为了实现“按名存取”, 必须为每个文件设置用于描述和控制文件的数据结构, 专门用于文件的检索, 因此至少要包括文件名和存放文件的物理地址, 该数据结构称为文件控制块 (File Control Block, FCB), 文件控制块的有序集合称为文件目录, 或称系统目录文件。若操作系统正在将修改后的系统目录文件写回磁盘时系统发生崩溃, 则对系统的影响相对较大。

【答案】C。