

# OSH2021期末

## 简答题 (3' \* 10 = 30')

1. 小明说，进程、线程、管程定义的都是私有数据结构，请判断其对错并简要分析三者异同
2. 小明说，对于单 CPU 的用户环境，比如他的笔记本电脑，多线程（multithreading）设计并不一定比单线程（single-threaded）设计方案好，请分析小明话语中的对错
3. 死锁是指两个或两个以上进程在执行过程中，由于竞争资源或者由于彼此通信造成的一种阻塞现象。若无调度干预，这些进程都将无法推进下去。请给出预防死锁发生的方法（至少四种）
4. 操作系统内共有两个进程 A 和 B，A 进程优先级高于 B 进程，当前运行进程为 B。此时 A 进程通过优先级调度进入运行态，然后调用文件读命令（read 命令）。从 A 进程调用文件读命令（read 命令）开始，到 A 进程调用文件读命令（read 命令）结束，请简要给出在这段时间内 A 和 B 两个进程的上下文切换过程
5. 某基于动态分区存储管理的计算机，其主存储量为 100Mb（初始为空），采用最佳适应（Best Fit）算法，分配和释放的顺序为：分配 10Mb 分区，分配 75 Mb 分区，释放 10Mb 分区，分配 7Mb 分区，分配 5Mb 分区，此时主存中最大空闲分区的大小是？
6. 在支持虚拟内存的操作系统中，虚地址空间大小是否必须和物理地址空间大小相同，为什么？
7. 给定页面请求序列为 1, 2, 3, 4, 1, 2, 5, 1, 2, 3, 4, 5，当内存的物理帧数为 4 时，采用 LRU 置换算法产生的缺页中断次数为？
8. 有一个具有 32 位逻辑地址空间的内存管理系统，每一个地址对应内存中的一个字节，假定页面总大小为 4KB，物理内存大小为 512MB，试问页表的最小规模可为多大？
9. 请简要说明 Raid 0, Raid 1, Raid 4 和 Raid 5 的磁盘阵列冗余存储设计的异同
10. 假设文件索引节点有 5 个地址项，其中 2 个地址项为直接地址索引，2 个地址项是一级间接地址索引，1 个地址项是二级间接地址索引，每个地址项大小为 4 字节，若磁盘索引块与磁盘数据块大小均为 512 字节，则可表示的单个文件最大长度是

## 问答题 (5' \* 8 = 40')

1. 奥运会射箭比赛中有四个比赛队伍，A 队、B 队、C 队、D 队，每支队伍的每个成员都想上场比赛，但是射箭场上每次只能有一名队员进行比赛（互斥）。各支队伍按照裁判信号轮流派队员参赛。每次 A 队信号灯亮的时候 A 队派一人轮替上场，每次 B 队信号灯亮的时候 B 队派一人轮替上场，每次 C 队信号灯亮的时候 C 队派一人轮替上场，每次 D 队信号灯亮的时候 D 队派一人轮替上场，信号灯亮的顺序一次是 A、B、C、D、A、B、C、D...（各队依次轮流派人轮替上场）。  
为描述比赛，每个队伍对应一个进程，用信号量给出该比赛的描述，写出这些进程的同步算法
2. 根据作业到达时间和作业长度，请分别采用先进先出（FIFO）调度算法、时间片轮转（RR）调度算法（假定时间片大小为 10）和最短剩余优先（SRTF）调度算法对以下作业进行调度，并计算
  1. 各调度算法的作业完成时间
  2. 各调度算法的平均周转时间

参数			调度算法完成时间		
作业名	作业长度	作业到达时间	FIFO	RR	SRTF
0	65	0			
1	30	5			
2	15	10			

参数			调度算法完成时间		
3	10	70			
4	35	80			
平均周转时间					

3. 假定系统有进程集合 (P0, P1, P2, P3, P4)，资源集合为 (A, B, C)，资源数量分别为 (11, 7, 5)。假定某时刻系统的状态如表所示

	Allocation			MAX			Available		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C
P0	0	2	0	7	7	3	4	2	1
P1	2	1	0	3	3	2			
P2	3	0	1	9	1	2			
P3	2	1	2	2	3	3			
P4	0	1	1	4	3	4			

试判断系统是否处于安全状态，若是，给出进程的安全序列。

4. 在一个请求分页式系统中，磁盘访问时间为 5ms，内存访问时间为 50ns，两级页表全都存储在内存中，所以通过页表来进行数据读写会导致三次内存访问，系统中的 TLB 表共有 256 个表项，假设  $x\%$  的内存访问都会出现 TLB hit（即在 TLB 中找到数据），在剩下  $(1 - x\%)$  的 TLB miss 中，其中又有 10% 的概率会出现缺页（缺页中断）

请问当  $x$  分别为 99.9 和 99.99 时，该系统的有效内存访问时间

编者注：1ms = 1000000ns

5. 有一个大小为 10 行，20 列的矩阵，即 `var A: array[i: 1..10, j: 1..20] of integer`

在一个采用 LRU 淘汰算法的虚拟内存管理系统，系统分给该进程 2 个页面来存储数据（不包含程序），设每页的大小可以存放 20 个整数，该程序要对整个数组初始化，数组存放时可以按行存放，也可以按列存放，试计算按不同方式存放时下列程序的缺页次数，假定所有页都以请求的方式调入，每次缺页中断调进一页。

程序：

```
for i := 1 to 10 do
  for j := 1 to 20 do
    A[i, j] := i * j;
```

6. 磁盘的 I/O 请求队列的柱面号依次为 98, 183, 37, 122, 14, 124, 65, 67，磁头初始位置为 53，假设磁盘有 200 个柱面号 (0-199)，磁头沿移动臂每移动一个柱面（磁道）用时 6ms，请根据以下调度算法，给出以上请求序列的平均寻道时间

- 1. 先来先服务 (FCFS)
- 2. 最短查找时间优先算法 (SSTF)
- 3. 电梯调度算法（扫描算法 SCAN)
- 4. C-Look 算法

7. 在 NAND 存储中遵循“按页读写，按块擦除”，给定每块 NAND 存储块（Block）含有 64 个页面的，页面大小是 4KB，假设要对某块（Block）中某页进行写入，当该页为空白页和非空白页时，计算其写放大倍数，并请简要给出至少一种降低写放大倍数的方法。
8. 给定一个 5400 转/分的磁盘，其每个磁道有 100 个扇区，每个扇区 4K 字节，平均寻道时间为 8ms，读取一个扇区耗时 1ms，试估计在该磁盘上读取一个 20KB 大小文件的最短时间是多少，并给出你的存储分布设计方案。
  1. 文件所有内容均放在同一个磁道上
  2. 文件被分成 6 等段，每段的内容均放在同一个磁道上，但段与段之间在硬盘上为随机分布

## 分析设计题（30'）

2021 年 5 月 15 日，天问一号火星探测器着陆火星，人类火星探测任务成功率目前只有 50% 左右，而成功登录火星表面并顺利开展工作的探测任务成功率只有 20%。火星探测任务中技术难度最大，失败率最高的关键阶段是着陆器分离抛射到着陆器着陆这一阶段，时间为 7 分钟，这被科学家们称为“黑色 7 分钟”，即火星探测器进入火星大气的时速约为 21000 千米/小时，要在 7.9 分钟内，让速度在受控状态下将为 0，实现火星上安全着陆。考虑到从地球传信号到着陆器要 10 多分钟，远大于 7 分钟着陆时限，因此在地球的工作人员无法操控，只能依靠着陆器自身设定系统和程序。

这就要求，在此期间的操作系统在处理输入，提供输出之间不能有明显的延迟，为完成着陆，系统必须有足够的弹性，无论发生器件失效、系统错误还是其他错误，都要能恢复过来，这一阶段的导航、制导、控制程序至为关键，同时还会有系统各类部件/模块持续产生的各种数据流和对应任务。

无独有偶，根据新浪科技报导，阿波罗 11 号登月时，阿波罗计算机在登月着陆阶段的最后 4 分钟内连续重启了 5 次，所幸计算机在设计之时，就考虑了优先级调度，像制导和控制等关键程序优先级最高，会持续运行，它们可以被某些数据请求，比如来自宇航员或地球的控制指令和数据请求所打断，但该方案中的一个问题是，程序如果中断太多次可能会堵塞 CPU，导致系统崩溃。进一步地，科学家提供了重启保护（restart protection）的解决方案。如果发送给处理器的任务过多，某些受保护的程序将会把他们的数据吐入内存库，然后处理器队列重置，计算机立即重启，恢复受保护的程序并放弃其余任务。因此，阿波罗计算机在登月着陆阶段的连续重启并未对制导和控制等关键程序的运行产生致命影响。

此外，在太空探索实践中，经常出现单粒子翻转（SEU, Single Event Upsets），即在太空环境下存在大量高能带电粒子，计算机中的电子元器件受到地球磁场、宇宙射线等照射，引起电位状态的跳变，0 变成 1，或者 1 变成 0。例如 1994 年 2 月 8 日发射的实践四号卫星上搭载的两台用于单粒子事件测量的监测装置，在入轨后的 19 天发生了 65 次翻转。这些事件可能造成姿态控制计算机程序混乱，无法控制飞行器姿态，导致在空间翻转，失控。为抵御单粒子翻转事件，计算机器件往往采用抗辐照设计，因此性能普遍偏低，现代抗辐照计算机其 CPU 主频往往只有几十兆到上百兆。除此之外，提升计算性能的先进制程，可能受到单粒子影响更大，而且随着位单元在较小的制程结点中靠得越来越远，单粒子翻转可能会不止一位，这对校验算法提出了更大的挑战。

从以上例子中，我们可以看到，针对大型科研探索任务，必须有科学合理的计算机系统，有步骤地进行任务调度、计算和存储，针对不同的任务，往往有不同的计算和存出方案

请根据以上材料，结合操作系统所学知识，从以下七个问题中任选其五来回答

1. 试分析阿波罗 11 号计算机采用优先级调度的原因，并从你的角度，试给出天问一号计算机响应任务调度设计，并说明其合理性
2. 从存储的可靠性出发，从你的角度，试给出在先进制程下，抵御单粒子翻转（可能会不止一位）的存储设计
3. 若天问一号分别采用单核和多核 CPU，从你的角度分析，其任务调度设计会有何异同
4. 若天问一号遭遇异常重启，请给出重启保护的设计方案
5. 抗辐射器件往往价格昂贵，性能偏低，若天问一号采用民用 CPU（无抗辐照设计），如何在任务执行过程中抵御单粒子翻转（可能会不止一位），保证结果的正确性

6. 抗辐射器件往往价格昂贵，性能偏低，若天问一号采用民用存储（无抗辐照设计），如何抵御单粒子翻转（可能会不止一位），保证存储内容的一致性和正确性
7. 假设天问一号采用了 NAND 存储芯片，要延长其工作寿命，必然要延长其存储颗粒的寿命，请给出响应的存储颗粒磨损平均化的设计