

# 《操作系统》2021 春作业参考答案

说明：

1. 仅供复习时参考，请勿扩散。
2. 对于答案中可能存在的错误，鼓励大家提出改正建议。

## 第 1 次作业

1. CPU、内存、磁盘、网卡、打印机、键盘以及显示器，这些资源能够采用哪种复用形式，时间复用、空间复用或者两者皆可？

答：

时间复用：CPU，网卡，打印机，键盘。

两者：显示，内存，磁盘。

2. 什么是陷入指令？说明其用途。

答：

陷阱指令将一个处理器的执行模式从用户模式切换到内核模式。该指令允许用户程序调用操作系统内核中的函数。

3. 系统调用和普通的过程调用（函数调用）有什么区别？

答：

①调用的形式和实现方式不同。

系统调用要进行状态切换，由用户态切换到系统态，开销较大；过程调用只需要在用户态就能完成，调用开销较小。

②被调用的代码的位置不同。

系统调用是操作系统的一个入口点，函数调用是一个普通功能函数的调用。

③提供方式不同。

系统调用依赖于内核，不保证移植性；函数调用平台移植性好。

4. 操作系统一般要对系统调用进行封装，以库过程调用或者 API 的形式提供给用户，为什么？

答：

①增强可移植性。不同操作系统拥有不同的系统调用，通过封装为 API，用户可以针对不同系统只编写一套程序。

②复用性更好，程序编写更加方便。编程人员只需要调用 API，而无需编写系统调用。

5. 在程序设计的过程中，应该尽可能多的采用系统调用还是相反，给出你的理由。

答：

系统调用开销较大，应该尽可能少使用。

6. 一台计算机具有单一的 CPU 和两台输入/输出设备 DEV1、DEV2，其中 CPU、DEV1、

DEV2 都能并行工作。现有 3 个作业同时投入运行，执行顺序为 Job1、Job2、Job3，这三个作业对 CPU 和输入/输出设备的使用顺序和时间如下：

Job1：DEV2(30ms)、CPU(10ms)、DEV1(30ms)、CPU(10ms)、DEV2(20ms)

Job2：DEV1(20ms)、CPU(20ms)、DEV2(40ms)

Job3：CPU(30ms)、DEV1(20ms)、CPU(10ms)、DEV1(10ms)

若采用单道批处理操作系统，计算各个作业的周转时间以及 CPU、DEV1 和 DEV2 的利用率。若采用多道批处理操作系统，计算各个作业的周转时间以及 CPU、DEV1 和 DEV2 的利用率。

答：

单道批处理，周转时间分别为 100、180、250ms，CPU 利用率为 32%，DEV1 利用率为 32%，DEV2 利用率为 36%。

多道批处理，周转时间分别为 120、90、100ms，CPU 利用率为 66.67%，DEV1 利用率为 66.67%，DEV2 利用率为 75%。

	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
Job1	DEV2					CPU	DEV1			CPU	DEV2	
Job2	DEV1			CPU		DEV2						
Job3	CPU			DEV1			CPU			DEV1		

## 第 2 次作业

1. 进程和程序的区别和联系是什么？

答：

区别：

①进程是动态的，程序是静态的；

②程序是一组有序的指令集合，进程则是程序及其数据在计算机上的一次执行；

联系：

①进程是程序的一次执行示例，是程序被执行和调度的方式。

2. 什么是进程控制块？它一般需要包含哪些信息？。

答：

进程控制块（PCB）用于描述进程的基本情况以及进程运行和变化的过程，它与进程一一对应。

PCB 中的内容主要包括调度信息和现场信息两大部分。调度信息包括进程名、进程号、优先级、当前状态、资源信息、程序和数据的位置信息、隶属关系和各种队列指针信息等。现场信息主要包含时钟寄存器和界限寄存器等描述进程运行情况的信息。

3. 说明进程在三个基本状态之间转换的典型原因。

答：

新状态 原状态	阻塞	就绪	运行
阻塞		I/O 完成	I/O 完成、CPU 空闲或优先级高
就绪	就绪的进程应等待运行，不会阻塞		进程被调度开始运行
运行	等待 I/O	时间片用尽 高优先级进程被调度运行	

4. 在单 CPU 的操作系统中有  $n$  个进程并发执行，那么处于运行、就绪和阻塞状态的进程个数是多少？（给出取值范围）

答：

运行、就绪和阻塞状态的进程数量分别为  $[0,1]$ 、 $[0, n - 1]$  和  $[0, n]$ 。

可分为两种情况考虑。

①CPU 无任何进程在运行（例如所有进程都在等待 I/O），此时运行、就绪、阻塞进程数量分别为 0、0、 $n$ 。（如果有进程处于就绪态，就会被调度运行，不考虑这种情况）

①CPU 正在运行 1 个进程（题中说明为单 CPU），此时其他进程均可能处于就绪或阻塞状态，即运行、就绪、阻塞进程数量分别为 1、 $[0, n - 1]$ 、 $[0, n - 1]$ 。

5. 为什么引入挂起状态？

答：

①由于 I/O 操作比 CPU 计算慢得多，故可能会出现内存中所有进程都等待 I/O 的现象。即使运行多个程序，处理器在大多数时间仍处于空闲状态。为此可将内存中的一部

分进程转移到外存中，再调入其他进程执行。

②在内存资源不足时，需要把一些进程换出到外存。

6. 为什么要引入线程？ULT 不能在多个 CPU 上实现真正的并行，那么引入 ULT 有什么意义？

答：

引入线程的意义：①进程在创建、终止、切换的过程中，有很大的时空开销，引入线程可以使操作系统具有更好的并发性；②单线程的进程使得进程内部只能顺序执行，无法并发，不能充分利用多处理器和多核心的优势。③许多任务需要并行处理。

引入 ULT 的意义：①线程切换不调用操作系统内核，性能良好；②调度是应用程序特定的，可针对应用优化。线程库的线程调度算法与操作系统的低级调度算法是无关的；③无论操作系统内核是否支持线程，ULT 都可以运行，只需要线程库即可，许多当代操作系统和程序设计语言均提供了线程库。

7. 为什么每个线程需要有自己的栈？对于内核级线程，线程栈为什么要分为用户栈和核心栈？对于用户级线程，线程栈是否也要分为用户栈和核心栈？

答：

每个线程都需要用自己的栈在函数调用时传递参数，保存返回地址，存放局部变量等。

内核级线程也有可能运行在用户态中，所以需要用户栈。

用户级线程也需要核心栈，因为它有可能在内核态下工作。例如一个用户线程因为错误导致异常，会发出系统调用进入内核态，需要使用内核栈。

内核线程和用户线程是根据操作系统内核对线程是否可以感知来划分的，对用户级线程来说，内核并不知道其存在，内核栈是属于进程的，不属于线程。

### 第3次作业

1. 某 Web 服务器，有  $1/3$  的可能网页不在高速缓存中，如果所需的网页在高速缓存中，处理时间为  $15\text{ms}$ ；如果所需的网页不在高速缓存中，需要花费额外的  $75\text{ms}$  读取磁盘。如果 Web 服务器是单线程的，平均每秒可处理多少个请求？如果 Web 服务器是多线程的，平均每秒可处理多少个请求？

答：如果 Web 服务器是单线程的，每个请求平均耗时  $15 * \frac{2}{3} + 90 * \frac{1}{3} = 40\text{ms}$ ，

平均每秒处理  $\frac{1000}{40} = 25$  个请求。

多线程的情形，读取磁盘成为瓶颈。每秒处理  $1000/75$  个磁盘读取，需读磁盘的线程比例是  $1/3$ ，所以，每秒处理的线程数是  $1000/75*3=40$ 。

2. 什么是临界资源？什么是临界区？

答：临界资源：系统中一次只允许一个进程使用的共享资源。临界区：进程中访问临界资源的代码片断。

3. 什么是信号量？信号量  $s$  的计数值  $s.\text{count} > 0$ ， $s.\text{count} = 0$  和  $s.\text{count} < 0$  的意义分别是什么？

答：信号量：它是一种卓有成效的进程互斥和同步机制，是 OS 提供的管理临界资源的有效手段。每个信号量  $s$  包括一个整数值  $s.\text{count}$ ，以及一个进程等待队列  $s.\text{queue}$ ，队列中是阻塞在该信号量上的各个进程的标识。信号量只能通过初始化和两个标准的原语来访问，且作为 OS 核心代码执行，不受进程调度的打断。 $s.\text{count} > 0$  表示此时有  $\text{count}$  个资源可供访问。 $s.\text{count} = 0$  表示无资源可用。 $s.\text{count} < 0$  表示  $s.\text{queue}$  中有  $|s.\text{count}|$  个进程处于等待状态。

4. 当低优先级进程正处在临界区之中时，如果高优先级进程变为就绪并被调度，若采用忙等则产生优先级反转问题。优先级反转问题是否也适用于线程？分别考虑 ULT 和 KLT。

答：KLT 调度单位是线程，所以若采用忙等，就有可能发生优先级反转。对于 ULT，调度的单位是进程，此时要分为两种情况：1. 不同进程中的线程。此时相当于进程的优先级反转，有可能发生。2. 同一个进程里的线程。由于不可能发生高优先级线程剥夺低优先级线程，所以不会发生优先级反转问题。

5. 假使 A、B 两个火车站之间是单线铁路，许多列车可以同时到达 A 站，然后经 A 站到 B 站，又列车从 A 到 B 的行驶时间是  $t$ ，列车到 B 站后的停留时间是  $t/2$ 。在该问题模型中，哪些是临界资源？

答：铁路的前 1/2 是必须互斥，只要保证前 1/2 段没有两辆车进入，就不会发生事故。（也可以答从 A 到 B 的铁路中每连续的 1/2 总长度的一段都是临界资源因为如果有连续的 1/2 长度存在大于一辆列车，那么到达 B 站的时候会冲突，B 站也是临界资源。）

6. 苹果-桔子问题：桌子上有一只盘子，每次只能向其中放入一个水果，要求：

- 爸爸专向盘子里放苹果，女儿专等吃盘子中的苹果；
  - 妈妈专向盘子里放桔子，儿子专等吃盘子中的桔子；
  - 只有盘子为空时，爸爸或妈妈才可向盘子中放入一个水果；
  - 仅当盘子中有自己需要的水果时，儿子或女儿可以从盘子中取出
- 使用信号量和 P、V 操作使爸爸、妈妈、儿子和女儿正确同步工作。

答：爸爸和妈妈之间是互斥关系，爸爸和女儿、妈妈和儿子之间是同步关系。

semaphore apple=0,orange=0,empty=1

void father()//父亲

```
{
    while(true)
    {
        P(empty);
        Put an apple in the plate.//放苹果
        V(apple);
    }
}
```

void mother()//母亲

```
{
    while(true)
    {
        P(empty);
        Put an orange in the plate.//放橘子
        V(orange);
    }
}
```

void son()//儿子

```
{
    while(true){
        P(orange);
        Get an orange in the plate.//拿橘子
        V(empty);
    }
}
```

void daughter()//女儿

```
{
    while(true)
    {
        P(apple);
        Get an apple in the plate.//拿苹果
        V(empty);
    }
}
```

## 第 4 次作业

1. 5 个作业等待运行，预计它们的运行时间为 9、6、3、5 和 X。以什么次序运行这些作业会使平均响应时间最小？（你的答案将依赖于 X。）

答：短作业优先会使得平均响应时间最小，因此有：

- $x < 3$  时，执行次序为 x, 3, 5, 6, 9;
- $3 < x < 5$  时，执行次序为 3, x, 5, 6, 9;
- $5 < x < 6$  时，执行次序为 3, 5, x, 6, 9;
- $6 < x < 9$  时，执行次序为 3, 5, 6, x, 9;
- $x > 9$  时，执行次序为 3, 5, 6, 9, x。

2. 就绪队列里按先后顺序排列有 5 个作业 A、B、C、D、E，它们所需的运行时间分别为 10、1、2、1、5 分钟，它们的优先级  $B > E > A > C > D$ ，对下述调度算法计算平均周转时间：

- 先来先服务
- 时间片轮转（时间片为 1 分钟）
- 短作业优先
- 最高优先级优先

答：先来先服务： $(10+11+13+14+19) / 5 = 13.4\text{min}$

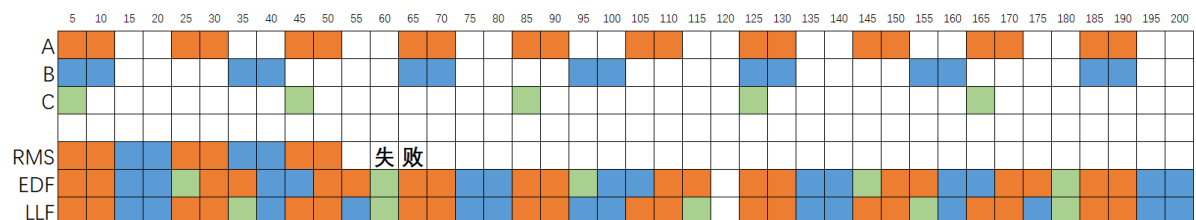
时间片轮转： $(2+4+7+14+19) / 5 = 9.2\text{min}$

短作业优先： $(1+2+4+9+19) / 5 = 7\text{min}$

最高优先级： $(1+6+16+18+19) / 5 = 12\text{min}$

3. 在一个实时系统中，有三个周期性实时任务：任务 A 要求每 20ms 执行一次，执行时间为 10ms；任务 B 要求 30ms 执行一次，执行时间为 10ms；任务 C 要求 40ms 执行一次，执行时间为 5ms。请在 0~200ms 范围内对 RMS、EDF 和 LLF 三种算法进行比较。

答：



4. 某时刻，系统的资源分配状态如下。系统是否安全？如果安全，请给出安全序列。

进程	已分配资源	仍需分配	可用资源

	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>
P <sub>0</sub>	2	0	0	0	0	1	0	2	1
P <sub>1</sub>	1	2	0	1	3	2			
P <sub>2</sub>	0	1	1	1	3	1			
P <sub>3</sub>	0	0	1	2	0	0			

答：首先只能分配给 P<sub>0</sub>，可用资源变为 (221)，然后只能分配给 P<sub>3</sub>，可用资源变为 (222)，此后，可用资源无法满足 P<sub>1</sub>P<sub>2</sub> 的资源需求，故该系统不安全。

5. 某时刻，系统的资源分配状态如下。

进程	已分配资源			最大资源需求			可用资源		
	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>
P <sub>0</sub>	1	0	0	3	2	2	2	1	2
P <sub>1</sub>	4	1	1	6	1	3			
P <sub>2</sub>	2	1	1	3	1	4			
P <sub>3</sub>	0	0	2	4	2	2			

- 1) 系统是否安全？如果安全，请给出安全序列。
- 2) 如果进程 P<sub>0</sub> 和 P<sub>1</sub> 均发出请求 Request(1, 0, 1)，系统应该如何进行处理？

进程	已分配资源			仍需分配			可用资源		
	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>
P <sub>0</sub>	1	0	0	2	2	2	2	1	2
P <sub>1</sub>	4	1	1	2	0	2			
P <sub>2</sub>	2	1	1	1	0	3			
P <sub>3</sub>	0	0	2	4	2	0			

答：

- (1) 安全，先分配 P<sub>1</sub> 即可。
- (2) 若满足 P<sub>0</sub> 请求，

进程	已分配资源			仍需分配资源			可用资源		
	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3
P0	2	0	1	1	2	1	1	1	1
P1	4	1	1	2	0	2			
P2	2	1	1	1	0	3			
P3	0	0	2	4	2	0			

系统不安全。

若满足 P<sub>1</sub> 请求，有

进程	已分配资源			仍需分配资源			可用资源		
	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3

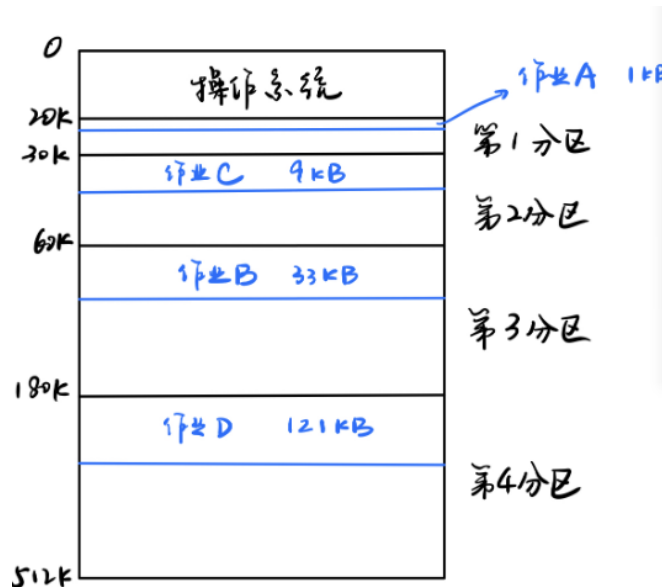
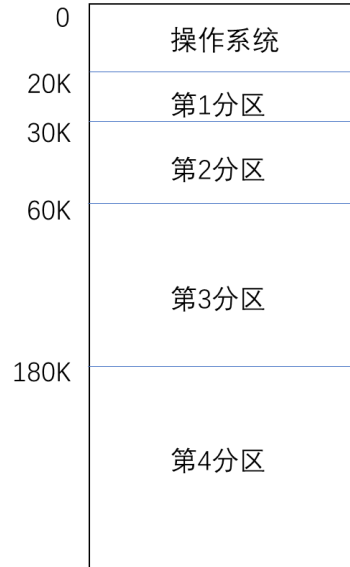


P0	1	0	0	2	2	2	1	1	1
P1	5	1	2	1	0	1			
P2	2	1	1	1	0	3			
P3	0	0	2	4	2	0			

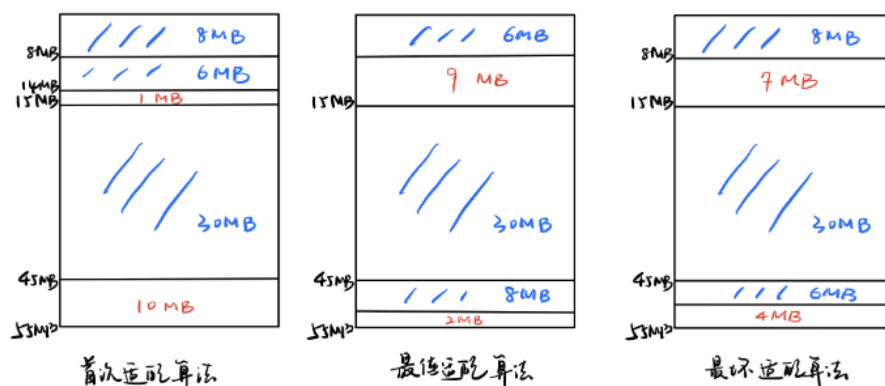
此时系统安全，因此可以满足 P1 资源分配请求

## 第 5 次作业

1. 某计算机内存容量为 512KB，采用固定分区管理，内存分区如下图所示。现有大小为 1KB（作业 A）、33KB（作业 B）、9KB（作业 C）、121KB（作业 D）的作业进入内存，试画出它们进入内存后的内存分配情况。

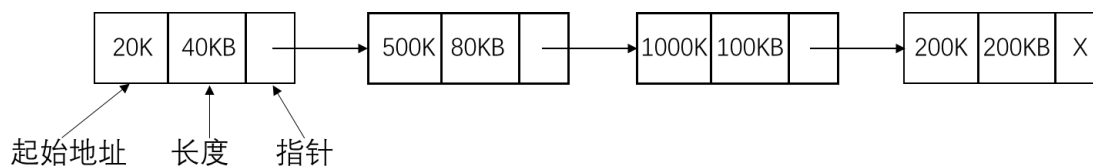


2. 某计算机内存容量为 55MB，采用动态分区管理。内存初始为空，现有内存分配和释放的序列：分配 15MB，分配 30MB，释放 15MB，分配 8MB，分配 6MB。计算经过上述分配和释放之后，内存中最大空闲分区和最小空闲分区的大小，采用的内存分配算法如下：
- 首次适配算法
  - 最佳适配算法
  - 最坏适配算法



首次适配算法：内存最大分区 10MB，内存最小分区 1MB；  
 最佳适配算法：内存最大分区 9MB，内存最小分区 2MB；  
 最坏适配算法：内存最大分区 7MB，内存最小分区 4MB。

3. 某计算机采用动态分区管理内存，内存分配算法为最佳适配算法。某时刻，空闲分区链表如下图所示。释放起始地址为 60K、大小为 140KB 的分区之后，空闲分区链表为何？



40KB 更改为 180KB 即可

4. 某计算机采用伙伴系统管理内存，一个块的二进制地址为 0110111100000。

- 如果块大小为 16 字节，它的伙伴的地址为多少？
- 如果块大小为 32 字节，它的伙伴的地址为多少？
- 若块大小为16字节
  - $x \bmod 2^5 = 0$ ，故伙伴地址为0 1101 1111 0000
- 若块大小为32字节
  - $x \bmod 2^6 = 1$ ，故伙伴地址为0 1101 1100 0000

## 第 6 次作业

1. 某计算机采用页式内存管理，页面大小为 1KB，某进程有 6 个逻辑页，页表内容如图  
所示，试计算逻辑地址 5499 和 3746 对应的物理地址。

逻辑页号	物理页框号
0	4
1	7
2	1
3	2
4	3
5	0

$5499/1024=5...379$  物理地址等于  $0*1024+379=379$

$3746/1024=3...674$  物理地址等于  $2*1024+674=2722$

2. 某计算机采用页式内存管理，页面大小为 4KB，系统有 8MB 物理内存，试问：

(a) 该计算机有多少个物理页框？

$8\text{MB}/4\text{KB}=2048$

(b) 在物理地址结构中，页内偏移有多少位？

12 位

(c) 在物理地址结构中，物理页号有多少位？

11 位

3. 某计算机采用分页内存管理，采用 2 级页表结构。已知内存访问时间为 100ns，为  
加快地址转换速度引入了 TLB，TLB 的访问时间为 10ns，TLB 失败后才开始访问内  
存，试计算：

(a) 若 TLB 命中率为 98%，则平均内存访问时间是多少？

$110*0.98+310*0.02=114\text{ns}$

(b) 为使平均内存访问时间不超过 120ns，TLB 命中率至少需要多少？

相同模型解方程即可，命中率  $x=0.95$

4. 某 32 位计算机采用页式内存管理，逻辑地址为 32 位，页面大小为 4KB，每个页表  
项占用 4B，试问：

(a) 该分页系统需要多少级页表？

(b) 该计算机的逻辑地址结构为何？

显然为 2 级页表结构如下

页目录检索	页表索引	页内偏移地址
10	10	12

## 第 7 次作业

1. 某进程页面访问序列为：2, 3, 2, 1, 5, 2, 4, 5, 3, 2, 5, 2, 假设系统分配给该进程的页框数为 3, 针对下述页面置换算法计算缺页率。

- (a) OPT 算法
- (b) FIFO 算法
- (c) CLOCK 算法
- (d) LRU 算法

答：

(a) OPT 算法

访问序列	2	3	2	1	5	2	4	5	3	2	5	2
进程页	2	23	23	123	235	235	345	345	345	235	235	235
Hit/Miss	Miss	Miss	Hit	Miss	Miss	Hit	Miss	Hit	Hit	Miss	Hit	Hit

缺页率：6/12=50%。

(b) FIFO 算法

访问序列	2	3	2	1	5	2	4	5	3	2	5	2
进程页	2	23	23	231	315	152	524	524	243	243	435	352
Hit/Miss	Miss	Miss	Hit	Miss	Miss	Miss	Miss	Hit	Miss	Hit	Miss	Miss

缺页率：9/12=75%。

(c) CLOCK 算法

访问序列	2	3	2	1	5	2	4	5	3	2	5	2
进程页	2	23	23 R	231 R	125	125 R	254 R	254 RR	253	253 R	253 RR	253 RR
Hit/Miss	Miss	Miss	Hit	Miss	Miss	Hit	Miss	Hit	Miss	Hit	Hit	Hit

缺页率：6/12=50%。

(d) LRU 算法

访问序列	2	3	2	1	5	2	4	5	3	2	5	2
进程页	2	23	23	123	125	125	245	245	345	235	235	235
Hit/Miss	Miss	Miss	Hit	Miss	Miss	Hit	Miss	Hit	Miss	Miss	Hit	Hit

缺页率：7/12=58.3%。

2. 假设某计算机有 4 个页框，装入时间、上次访问时间、R 位和 M 位如下表所示。下

述页面置换算法将替换哪一页？

- (a) NRU 算法
- (b) FIFO 算法
- (c) 二次机会算法
- (d) LRU 算法

页框号	装入时间	上次访问时间	R	M
0	126	279	0	0
1	230	260	1	0
2	120	272	1	1
3	160	280	1	1

答：

- (a) NRU 算法，替换 0
- (b) FIFO 算法，替换 2
- (c) 二次机会算法，替换 0
- (d) LRU 算法，替换 1

3. 某计算机采用虚拟页式内存管理。现有如下两个程序片段 A 和 B，其功能是对 256\*256 的整型数组进行初始化。假设页面大小为 2KB，且程序执行时系统只分配了 1 个页框，试计算执行程序片段 A 和 B 的缺页次数。整型变量占 4 个字节（32 位）。

(a) 程序 A

```
int a[256][256];
int i, j;
for(i = 0; i < 256; i++)
for(j = 0; j < 256; j++)
    a[i][j] = 0;
```

(b) 程序 B

```
int a[256][256];
int i, j;
for(j = 0; j < 256; j++)
for(i = 0; i < 256; i++)
    a[i][j] = 0;
```

答：

页面大小为 2KB，int 变量为 4B，因此一个页面可以放  $2048/4=512$  个 int 变量。

对于程序 A，每当 i 为偶数且 j 为 0 时发生缺页，共缺 128 次。

对于程序 B，每个 j 里面 i 为偶数都会缺页，每个 j 缺页 128 次，共有 256 个 j，缺页  $128*256=32768$  次。

4. 考虑下面的 C 程序：

```
int X[N];
```

```
int step = M; //M is some predefined constant
```

```
for(int i = 0; i < N; i += step) X[i] = X[i] + 1;
```

(a) 如果该程序运行在页面大小 4KB 且具有 64 个 TLB 表项的机器上,  $M$  和  $N$  取什么值将使得循环的每次执行都会导致 TLB 缺失?

(b) 如果循环重复很多次, 答案如何?

答:

页面大小为 4KB, int 为 4B, 每个页面可以存放 1024 个 int 变量。

对于 (a), 无论  $N$  取值如何, 如果  $M \geq 1024$ , 则每次循环都会导致 Miss。

对于 (b), 如果循环重复多次, 当  $M \geq 1024$ , 由于 64 个 TLB 可以存放 64 个 1024 数组, 因此如果  $N \geq 64 \times 1024 = 65536$ , 可以使每次都 Miss。

## 第 8 次作业

1. 某计算机系统采用单总线结构，总线位宽为 32 位，频率为 100MHz，并且 CPU 在每个周期通过总线从内存读取一条指令并执行。该计算机装有磁盘作为外部存储器，磁盘控制器的工作速度为 40MB/s。
  - a) 该计算机系统的总线传输速度是多少？
  - b) 如果磁盘控制器使用 DMA 方式与内存进行数据传输，那么 CPU 执行指令的速度将会下降多少？

答：(a) 400MB/s (b)  $40 / 400 = 0.1$ 。有十分之一的时间进行数据传输，则 CPU 执行指令的速度将会下降 10%。

2. 网卡在工作时，首先从网卡传输一块数据到内核缓冲区，传输所需时间为  $t$ ，之后从内核缓冲区将数据复制到用户空间，所需时间为  $m$ ，再之后由用户程序对其进行处理，所需时间为  $p$ 。
  - a) 若内核缓冲区采用单缓冲，在系统处理大量网络数据的情况下，一块数据的处理时间是多少？
  - b) 若内核缓冲区采用双缓冲，在系统处理大量网络数据的情况下，一块数据的处理时间是多少？

答：(a) 单缓冲：用户程序处理可以在网卡向内核缓冲区传输数据时进行，一块数据的处理时间平均为  $\max(t, p) + m$ 。

(b) 双缓冲：用户程序处理可以和内核缓冲区向用户复制数据一起，在网卡向内核缓冲区传输数据时进行，所以所需时间为  $\max(t, p + m)$

3. 计算机键盘通常采用中断驱动的 I/O 方式进行工作。假设执行键盘中断处理程序的时间开销为 0.2ms，人类的平均击键速度为每秒 5 次，那么处理键盘输入占 CPU 时间的比率是多少？

答： $0.2 \text{ ms} * 5 = 1 \text{ ms}$ ，即 0.1%

4. 针对磁道请求序列 27、129、110、186、147、41、10、64、120，比较下述磁盘调度算法的性能，假设磁头初始位置在磁道 100 处，并且沿着磁道号减少的方向移动。
  - a) 先来先服务；
  - b) 最短寻道优先；
  - c) 电梯算法；
  - d) 单向扫描算法

答：

(a) 先来先服务；

需要移动  $73 + 102 + 19 + 76 + 39 + 106 + 31 + 54 + 56 = 556$  个磁道。平均寻道距离  $= 556 / 9 = 61.78$ 。



(b) 最短寻道优先;

100→110→120→129→147→186→64→41→27→10 需要移动 262 个磁道。

平均寻道距离= $262/9=29.11$ 。

(c) 电梯算法;

100→64→41→27→10→110→120→129→147→186 需要移动 266 个磁道。

平均寻道距离= $266/9=29.56$ 。

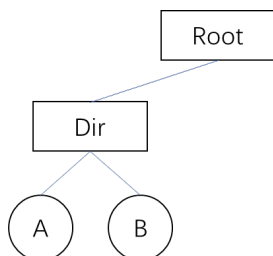
(d) 单向扫描算法

100→64→41→27→10→186→147→129→120→110 需要移动 342 个磁道。

平均寻道距离= $342/9=38$ 。

## 第 9 次作业

- 文件系统的空间可以用空闲链表或者位图来跟踪。假设某文件系统总共有  $B$  个簇，其中  $F$  簇空闲。  
 (a) 簇地址（簇号）需要多少位？  
**簇地址需要  $\lceil \log_2 B \rceil$  位 向上取整 !!!!!**  
 (b) 在什么条件下采用空闲链表比位图占用的空间少？  
 **$F * \lceil \log_2 B \rceil < B$**
- 当磁盘分区首次格式化之后空闲空间位图的开头看起来像是这样：1000 0000 0000 0000（假设第一个块被根目录使用）。系统总是从编号最小的块开始搜索空闲块，所以当写入使用了 6 个块的文件 A 之后，位图看起来像是这样 1111 1110 0000 0000。请说明在完成如下每一个额外的操作之后位图的状态：
  - 写入文件 B，使用 5 块  
**1111 1111 1111 0000**
  - 删除文件 A  
**1000 0001 1111 0000**
  - 写入文件 C，使用 8 块  
**1111 1111 1111 1100**
  - 删除文件 B  
**1111 1110 0000 1100**
- 某文件系统为多级目录结构，采用链接分配方式，链接指针存放在 FAT 表中，簇的大小为 4KB，簇号占 2B。下图 a 所示是该文件系统目录树的一个局部，其中矩形节点表示目录文件，圆形节点表示普通文件。文件 A 和文件 B 的逻辑簇号与物理簇号的对应关系分别如图 b 和 c 表示。



a

逻辑簇号	物理簇号
0	206
1	108
2	210
3	310

b

逻辑簇号	物理簇号
0	100
1	106
2	203

c

- 如果目录文件的每个目录项只包括文件名和文件首簇的物理簇号，请给出目录文件 Dir 的内容。

**A : 206**

**B : 100**

- FAT 最多占用多少个簇？

**簇号占 2B，一共  $2^{16}$  个簇，簇号占  $2^{17}$  B， $2^{17}$  B / 4KB = 32**

**最多占用 32 个簇**

- 该文件系统支持的文件长度最大是多少？

**FAT 表最多有  $2^{16}$  个簇，FAT 最多占用 32 个簇，因此  $(2^{16} - 32) * 4KB = 262016KB \approx 256MB$**

- 文件 A 字节偏移量为 5000 的内容存放在哪个物理簇中？

**5000B/4KB=1.....904B 逻辑簇号为 1 物理簇号为 108**

(e) 文件 B 的 106 和 203 两个物理簇号分别存放在 FAT 的哪个表项中？

**106 存放在 FAT 簇号 100 的表项中，203 存放在 106**

4. 在对某文件系统进行块的一致性检查时得到如下图所示的结果，请说明该文件系统存在哪些错误，并给出处理方法。

块号	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
分配表	0	0	1	1	0	1	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0
空闲表	1	1	1	0	1	0	1	1	1	0	1	0	1	1	1	2

(1) 块号 2 的地方分配空闲均为 1，可以重建空闲表，即块 2 空闲置 0

(2) 块号 9 有重复数据块，可以分配一个空闲块，将块 9 的内容复制到其中，并将该块插入一个文件，但仍然需要报告错误

(3) 块号 11 存在块丢失，可以将该块加入空闲表中

(4) 块号 15 重复块，可以重建空闲表