

考试科目名称 操作系统 (A 卷)

2023——2024 学年第 2 学期 教师 徐锋 考试方式: 闭卷

系 (专业) 年级 班级

学号 姓名 成绩

题号	一	二
分数		

得分	一、综合题 (共 66 分)
----	----------------

1. UNIX 系统中, 在 shell 中运行下列代码 (篇幅限制, 省略了 include 部分), 假设 shell 进程 id 为 0, 该代码运行过程中, 进程 id 按创建先后依次为 1、2、3、...:

```
1 int count = 0;
2
3 void* worker(void* info)
4 {
5     count++;
6     printf("%ld: %d\n", (long) info, count);
7
8     return NULL;
9 }
10
11 int main(void)
12 {
13     pthread_t t1, t2;
14     long pid, ppid;
15
16     setbuf(stdout, NULL); // 禁用 printf 缓存
17
18     count = fork();
19
20     if (count > 0)
21         sleep(1);
22
23     pid = getpid(); // 获得当前进程 id
24     ppid = getppid(); // 获得父进程 id
25
26     pthread_create(&t1, NULL, worker, (void*) pid);
27     sleep(2);
28     pthread_create(&t2, NULL, worker, (void*) ppid);
29
30     pthread_join(t1, NULL);
31     pthread_join(t2, NULL);
32
33     wait(NULL);
34
35     return 0;
36 }
37 }
```

试回答如下问题 (20 分):

- (一) 此代码运行过程中共产生多少个进程, 多少个线程? (4 分)
- (二) 假设所有系统调用均执行成功, 请给出代码的执行结果 (留意回车换行等细节); (4 分)
- (三) 结合 (二) 的结果, 分析进程与线程的区别; (2 分)
- (四) 第 5 行代码涉及共享变量 count 的访问, 是否需要进行临界区管理? 为什么? (2 分)
- (五) 如果去掉第 28 行代码, 该程序运行有哪些可能的运行结果 (简要说明原因)? (6 分)
- (六) 第 34 行代码是否有存在必要? 为什么? (2 分)

参考答案:

- (一) 2 个进程, 4 个线程 (实际是 6 个线程, 但为见此答案, 得 6 分否则减 2 分)
- (二) 2: 1 (每列正确得 2 分, 共 4 分)
1: 3
1: 2
0: 4

- (三) 进程独立，线程共享代码和数据段 (2 分)
- (四) 不需要，28 行代码使得同一进程的两个线程串行执行，不会引发共享变量访问冲突
- (五) (二) 的顺序会变化，另外，子进程两线程可能均输出 1，父进程两线程可能均输出 3，两个原因，1) 进程推进速度随机；2) count 共享变量访问冲突 (列出 4 个及以上序列 2 分，答对一个原因得 2 分，共 6 分)
- (六) 没有必要，每个进程的主线程均以使用 join 等待其他线程执行结束 (2 分，原因没完全对上，不扣分)

2. 一个多道批处理系统 (单处理器)，用户可使用的主存为 256KB，采用伙伴内存分配算法，作业调度采用最短作业优先，进程调度采用时间片轮转法，各作业具体情况如下图所示：

作业名	到达时间	估计运行时间 (分钟)	主存需求(KB)
Job1	9:00	15	70
Job2	9:10	35	100
Job3	9:20	25	20
Job4	9:30	30	50
Job5	9:45	20	30

试回答如下问题 (8 分)：

- (一) 简要讨论最短作业优先调度算法的优势与不足；
- (二) 简要讨论抢占式调度与非抢占式调度的区别及各自的优势与不足，时间片轮转法属于前述哪种调度算法？
- (三) 列出各作业创建进程时间与结束时间，以及各时间节点主存中用户区分配情况；

参考答案：

- (一) 最短作业整体效率高，但不公平 (2 分)
- (二) 抢占式响应用户需求更快，但系统开销更大，非抢占式反之；时间片轮转法属于抢占式调度算法 (2 分)
- (三) Job1 9:00 ~ 9:20
 Job2 9:10 ~ 11:00
 Job3 9:20 ~ 10:45
 Job4 9:30 ~ 11:05
 Job5 9:45 ~ 11:00

(2 分)

图 (2 分)

3. 设系统中有 P0-P4 共 5 个进程，四类资源，分别为 A-D，系统运行中出现下述资源分配情况：

进程	已分配	最多还需要	空闲资源
	A B C D	A B C D	A B C D
P0	0 0 3 2	0 0 1 2	1 6 2 2
P1	1 0 0 0	1 7 5 0	
P2	1 3 5 4	2 3 5 6	
P3	0 3 3 2	0 6 5 2	
P4	0 0 1 4	0 6 5 6	

试回答如下问题（8 分）：

- （一）请用**银行家算法**检测该系统是否安全？如果安全，请列出一个**安全序列**；
 （二）如果进程 P2 此时提出资源申请（1, 2, 2, 2）是否能将资源分配给它？为什么？

参考答案：

- （一）安全，安全序列：p0,p3,p1,p2,p4（4 分，注意安全序列可能有多种情况）
 （二）分配后，系统状态不安全，因此不能分配（4 分）

4. 一个 **32 位** 系统的计算机，具有 2GB 物理内存，操作系统采用**请求分页式虚拟**存储管理技术，页面大小为 2KB。试回答如下问题（10 分）：

- （一）如果采用一级页表，页表最多包含多少个页表项？每个页表项需要包含哪些必要信息？
 （二）如果采用反置页表，则应该有多少个反置页表项？每个反置页表项应该包含哪些必要信息？
 （三）如果一个进程的地址访问序列如下：2200, 4254, 1976, 6204, 4420, 502, 3110, 6034 分配给该进程 3 个页框，分别为 1, 10, 100（**页框按编号从小到大依次分配**），若采用 LRU 页面替换算法。则 1）给出上述地址访问对应的**页面访问序列**；2）画出页框中页面变化情况；3）如果接下来要访问的**逻辑地址**为 3514，给出其对应的**物理地址**。

参考答案：

- （一） 2^{21} 个（1 分），驻留标志位、引用位、锁定位、修改位等（1 分）
 （二） 2^{20} 个（1 分），进程号、页面号（1 分）
 （三）1,2,0,3,2,0,1,2（2 分）

1(1)
 1(1) 2(10)
 1(1) 2(10) 0(100)
 2(10) 0(100) 3(1)
 0(100) 3(1) 2(10)
 3(1) 2(10) 0(100)
 2(10) 0(100) 1(1)
 0(100) 1(1) 2(10)（2 分）

$3514/2048 = 1$ ，1 号页面，1 号页面在 1 号页框中，则物理地址是 3514（2 分）

5. 设某 UNIX 系统，文件系统的每个 inode 包含直接索引项 10 个和一、二、三、四、五级间接索引项各 1 个，物理块大小为 512B，每个索引项占 4B。存在一个大小为 5220 个字节的文本文件 demo.txt，该文件最后一行为“ABCDEFGHJKLMNOPQRST”。试阅读如下代码（篇幅限制，省略了 include 部分）并回答问题（20 分）：

```
5 int main(void)
6 {
7     int fd;
8     char buf[4];
9     buf[3] = 0;
10
11     fd = open("demo.txt", O_RDONLY);
12
13     if (write(fd, "hello", 5) <= 0)
14         printf("Write Error!\n");
15
16     lseek(fd, 5200, 0); // 移动文件指针至第5200字节
17     fork();
18     fork();
19     read(fd, buf, 3);
20     printf("%s\n", buf);
21     sleep(1);
22     close(fd);
23 }
```

- （一）该文件系统中 inode 块中文件物理结构信息占多少字节？单个文件的理论最大尺寸是多少（KB 为单位，给出计算公式即可，不必最终运算结果）？
- （二）第 11 行代码中的 open 系统调用会导致内存创建一个系统已打开文件表项，该表项的 f_count 初始值是多少？f_offset 的初值是多少？代码运行过程中，f_count 的最大值是多少？f_offset 的最大值是多少？
- （三）第 14 行代码会执行到吗？为什么？
- （四）第 19 行 read 系统调用会执行几次？简要描述第一次 read 系统调用时，内核的大致工作过程，并计算此次系统调用读取的物理块数量；
- （五）代码运行完成后，最终输出结果是什么？（注意换行）

参考答案：

- （一）60B， $(10 + 128 + 128^2 + 128^3 + 128^4 + 128^5) * 512B$ （各 2 分，共 4 分）
- （二）f_count 初值为 1，f_offset 初值为 0；f_count 最大值为 4，f_offset 最大值为 5212（各 1 分，共 4 分）
- （三）会执行到，因为只读打开的文件无法执行写操作（2 分）
- （四）4 次（2 分），略（2 分），5200~5202 在第 10 号逻辑块中，逻辑号 ≥ 10 属于一次间接索引，因此需要读 1 个一级间接索引块和 1 个存放数据的物理块，共 2 个物理块（2 分）
- （五）Write Error!（此行 2 分，余下 2 分，共 4 分）
- ABC
DEF
GHI
JKL

得分

二、编程与分析（34）

1. 对某个数据进行访问的读者-写者多线程并发场景中, 为保证数据的完整性, 需满足如下同步要求: 1) 允许多个读者同时读取数据; 2) 任何时候只允许一个写者修改数据; 3) 写者完成前不允许读者读数据; 4) 所有已经开始读的读者完成后才允许写者修改数据。

(一) 请使用信号量 PV 操作实现两种满足上述同步要求的读写锁机制: 1) 读者优先算法; 2) 读写公平算法。(需声明算法所使用的信号量、变量及其初值, 并分别给出读上锁 `r_lock()`、读释放锁 `r_unlock()`、写上锁 `w_lock()`、写释放锁 `w_unlock()` 四个锁函数的伪代码)

(二) 假设存在 4 个读者和 2 个写者线程 (并发执行), 读者上锁时间分别是 0 秒、1 秒、3 秒和 5 秒处, 写者上锁时间分别在 2 秒和 4 秒处, 读者和写者访问数据过程分别持续 4 秒和 3 秒。分别采用 (一) 中给出两种读写锁, 列出各线程读/写完成的时刻 (画图标注)。

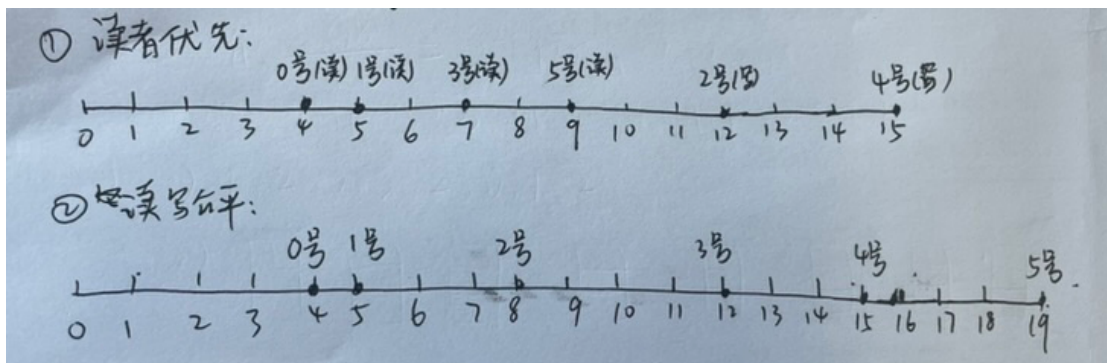
(三) 结合 (二) 的结果, 试分析上述两种读写锁算法的优劣。

参考答案:

(一) 读者优先略, 参考课件 PPT (9 分)

读写公平, 参考课件 PPT 近似公平实现 得 6 分, 完全公平实现得 9 分

(二) (答对各 6 分)



(三) 读者优先, 总体并发度高, 不公平; 读写公平, 总体并发度低, 但公平 (4 分)