

武汉大学国家网络安全学院  
2019-2020 学年度第二学期  
《操作系统原理》期末考试试卷 A 卷（开卷）

专业：\_\_\_\_\_ 学号：\_\_\_\_\_ 姓名：\_\_\_\_\_

说明：答案请全部写在答题纸上，写在试卷上无效。

未经主考教师同意，考试试卷、答题纸、草稿纸均不得带离考场，否则视为违规。

| 题号 | 一  | 二  | 三  | 四  | 五  | 六  | 七  | 总分  |
|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|
| 分值 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 10 | 100 |

一. (15 分) 现有以下程序，请作答：

- (1) 解释说明，以下程序共产生了多少个进程，输出结果是什么，为什么？（可用进程图来描述，并注意不同进程之间的时序推进关系，getpid()的输出可以用“#进程数字编号”形式来表示，注意传参顺序）
- (2) 分析在以下过程中存在怎样的进程管理相关的系统调用，并分析进程切换与 CPU 模式切换的情况。

```
10 int exam2020_1( ) {
11     pid_t pid;
12     pid = fork();
13     if (pid < 0){
14         fprintf(stderr, "Fork Failed\n");
15         return 1;
16     }
17     else if (pid == 0){
18         printf("Line18: Process1:%d, Process2:%d, Process3:%d\n", getpid(), fork(), getpid());
19         execlp("/bin/ls", "ls", NULL);
20     }
21     else{
22         wait(NULL);
23         printf("Line23: Process1:%d, Process2:%d, Process3:%d\n", getpid(),
24             fork(), getpid());
25         printf("Line24: Process %d Child Complete!\n", getpid());
26     }
27 }
```

二. (15 分) 现有 A、B、C、D、E 五个进程，其到达时间分别为 0、2、5、7、8，要求运行时间依次为 7、9、4、8、2。现请设计一套改进的多级反馈队列调度算法，并根据所给出的进程序列，给出调度过程。要求如下：

- (1) 包括三级队列，高优先级队列会抢占低优先级队列。
- (2) 第一级队列，要求满足多个用户轮流使用，每隔 1 个单位时间，要响应一次。

- (3) 第二级队列，也要求满足多个用户轮流使用，每隔 3 个单位时间，要响应一次。
- (4) 第三级队列，要求达到理论上的平均等待时间最少，且该级队列内不考虑抢占。
- (5) 同时系统要求，当第三级队列调度时，定期每隔 5 个单位时间，对最近最久没得到服务的进程提升优先级到第一级队列。
- (6) 假设：对于被高优先级队列抢占的进程，当再度运行到当前队列的该进程时，仅分配上次还未完成的时间片，不再分配该队列对应的完整时间片。

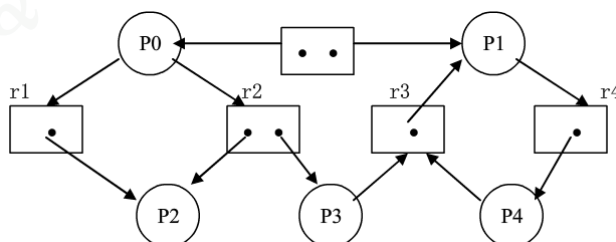
三. (15 分) 现有武汉某小区汽车出入口的一条曲折道路如下，请利用你所学的信号量知识，按照以下行车规则，实现汽车的自动驾驶管理。



- (1) 所有道路均划为两车道，即一个方向一车道
- (2) A 处设置有小区保安岗亭，有一进一出两个栏杆，可同时立即双向进出
- (3) A 到 B 这一段，情况如下：
  - a) 有若干小商店，当汽车从 A 到 B，或者从 B 到 A 时，均可随机性停车，车主会下车购物，然后开车离开。允许单向有一台车停车，但是不允许双向停车。
  - b) 当没有车停车时，可允许双向车同时按道通行，且每个方向可以有多个车，依次行驶。
  - c) 如果存在有车停车，则允许被占道路一侧车辆借道通行，即该路段仍然可以双向通行，但是一次只能一个方向通行，当某个方向的车全部走光后，另一个方向可通行。

四、(15 分) 请回答以下死锁相关问题：

- (1) 有环路是否一定造成死锁，没有环路是否一定没有死锁，为什么？
- (2) 当前时刻资源分配图如下图所示，系统是否处于死锁状态？请给出判断依据。



- (3) 银行家算法中，在安全性检测算法第 2 步，会循环地寻找一个满足  $Finish(i) == false$  且  $Need_i \leq Work$  的进程  $i$  来尝试资源分配。那么是否存在如下现象：在某次搜索中存在两个都满足搜索要求的进程 A 和 B，尝试给 A 分配资源后，系统进入不安全状态，而尝试给 B 分配资源后，系统可进入安全状态，即搜索时是否存在分叉选错路的情况，为什么？

五、(15 分) 现有某段页式管理系统，20 位虚拟地址和 20 位物理地址被分成以下形式

|               |               |                  |
|---------------|---------------|------------------|
| 段号<br>(2bits) | 页号<br>(6bits) | 页内偏移<br>(12bits) |
|---------------|---------------|------------------|

图 1：逻辑地址结构

|                 |                  |
|-----------------|------------------|
| 物理页号<br>(8bits) | 页内偏移<br>(12bits) |
|-----------------|------------------|

图 2：物理地址结构

段表和页表情况如下（注意：以下数字均为 16 进制）：

| 段表 |      |       | 页表 A |      | 页表 B |      | 页表 C |      |
|----|------|-------|------|------|------|------|------|------|
| 段号 | 页表   | 页表项数  | 页号   | 页表项  | 页号   | 页表项  | 页号   | 页表项  |
| 0  | 页表 A | 8     | 0    | 1001 | 0    | 4003 | 0    | 3000 |
| 1  | 页表 B | 8     | 1    | 1500 | 1    | 4101 | 1    | 3101 |
| 2  | 无效段  | ----- | 2    | 1203 | 2    | 3001 | 2    | 1101 |
| 3  | 页表 C | 8     | 3    | 6703 | 3    | 3103 | 3    | 3303 |
|    |      |       | 4    | 1303 | 4    | 0003 | 4    | 3401 |
|    |      |       | 5    | 0220 | 5    | 2233 | 5    | 3500 |
|    |      |       | 6    | 0330 | 6    | 4455 | 6    | 4338 |
|    |      |       | 7    | 0440 | 7    | 6676 | 7    | 3279 |

图 2：段表、页表情况

页表项为 16 位，其具体含义如下，：

|                 |        |         |          |          |       |     |          |       |
|-----------------|--------|---------|----------|----------|-------|-----|----------|-------|
| 物理页号<br>(8bits) | Kernel | Nocache | Reserved | Reserved | Dirty | Use | Writable | Valid |
|-----------------|--------|---------|----------|----------|-------|-----|----------|-------|

图 3：页表项信息

其中，页表项中，物理页号占 8bit，每个标志位占 1bit， $valid=0$  表示页不在内存， $writable=0$  表示页不可写， $Use=0$  表示页没有被访问过， $Dirty=0$  表示页没有被修改。

(1) 当有以下读写地址的指令，如果是可成功访问的，请翻译出所访问的物理地址（16 进制形式），如果报错，请给出报错原因。注意：报错时，错误的类型可以是以下三种之一：Bad Segment（无效段）、Segment Overflow（地址超出段的范围）、Access violation（页不在内存或者写只读页等）。

- a) READ [0xC1015]
- b) WRITE [0x43045]
- c) WRITE [0xC1016]

(2) 对于页不在内存的情况，可考虑采用虚拟内存管理进行扩展，实现内存调入。请利用局部性原理，合理使用各标志位，设计一种基于循环队列的页面替换算法。并且，请基于本题的内存管理与布局，针对某个页表的内存分配情况，构造一个合理的内存访问序列例子，说明你的算法在局部替换时的使用过程（提示：对于内存的读写操作，会实现对标志位的改变，对于某个页表中已分配的物理内存，是指那些 valid=1 的页面）。

六、（15 分）某文件系统磁盘块的大小和文件逻辑块大小相当，均为 1KB。若采用 inode 机制进行管理，其中：

- (1) 文件目录项目占 32 字节，inode 部分占 128 字节。
- (2) inode 中有 15 个表目，用于描述文件的物理结构，每个表目占 4 个字节。
- (3) 当文件进行存储分配时，不大于 12KB 的存储分配请求，磁盘读取次数最少，不大于约 256KB 时次之，不大于约 64MB 时再次之，不大于约 16GB 文件请求时磁盘读取次数最多。

经统计发现，此系统处理的文件具有如下特点，60%的文件其大小  $\leq 12\text{KB}$ ，20%的文件其大小  $\leq 268\text{KB}$ ，10%的文件大小  $\leq 64\text{MB}$ ，10%的文件大小  $\leq 16\text{GB}$ 。

请合理设计此文件系统的目录管理结构，使得系统能够处理各类文件，并使读取磁盘数尽可能少。

如果某个目录下有 128 个文件，请问查找一个文件的平均访问磁盘次数为多少，访问一个文件中某个盘块的平均访问磁盘次数又是多少？

七、（10 分）关于 I/O 管理请回答：

- (1) 请举例说明阻塞 I/O、非阻塞 I/O、异步 I/O 的区别是什么？
- (2) 请解释引入 SPOOLING 机制的作用是什么？