操作系统大作业

**一人一题，同一选题每个班级不能超过5人，鼓励差异化选题。**

1. 最终上交大作业报告和完整实验代码压缩包，实验报告和代码压缩包的命名方式：学号\_姓名\_班级\_题目号。注意大作业报告不要放在压缩包，即每人都上交两个文件，一个word文件，一个压缩包文件。
2. 操作系统大作业采用报告+答辩的形式。大作业报告未通过或者答辩未通过均判定《操作系统实验》课程不及格。

一、基本要求

1. 编程环境：使用Linux下C语言编写程序，编译器不做要求。对系统界面无特殊要求，但是每个程序的输出设计必须能够清楚地展示程序的执行过程，并且得到正确的输出结果。
2. 大作业字体和图表必须按模板规范，图表要有编号，排版要美观，图和表必须有辅助文字说明。
3. 实验报告中要有核心代码截图并辅助文字说明核心代码的作用，代码中应有注释。
4. 完整代码另外作为一个附件和实验报告一起上交。
5. 实验报告必须写出详细设计过程，包括设计思路，系统流程图，算法流程图等内容。
6. 实验报告要有程序运行结果截图，并分析实验结果。
7. 如果程序运行结果很长，可以截取部分典型结果进行分析。如果程序运行结果很短，应在代码中设计输出一些你认为重要的中间结果。
8. 必须严格按照大作业模板填写实验目的、实验原理、实验设计、实验过程分析、实验总结等内容，杜绝漏填、错填。
9. 程序截图和的大小必须能够看清楚内容，且大小风格统一，严禁截取整个桌面。
10. 请严格按照题目的验收要点完成相应功能，未实现某些关键要点可能会无法通过验收。

二、有以下情形之一直接判定大作业不及格

1. 大作业不能按时完成。
2. 大作业或者代码雷同，**雷同相关方全部不及格。**
3. 大作业或者代码直接抄袭网络资料。
4. 答辩时不能正确回答问题或者解释代码。
5. 实验报告中无核心代码截图，或核心代码不能体现算法过程和主要功能。
6. 大作业不按模板完成，排版混乱。
7. 未达到大作业基本要求。

大作业选题

**题目一：在课内实验“进程创建”的基础上，实现进程间通信。**

**题目描述：**采用管道，共享内存，消息传递中的任意一种或多种方式实现进程间通信。

**要求：**主进程(main)创建三个并发子进程P1,P2,P3，主进程输入字符串str1（包含数字、大小写字母、空格以及其它特殊字符），将该字符串通过进程间通信的方法传递给三个子进程做如下处理：

**子进程P1启动一个子程序**，该子程序从主进程接收字符串str1，并过滤掉字符串中所有的非字母字符，并将过滤后的字符串str2**返回给主进程输出**。

子进程P2和子进程P3接收来自主进程的字符串str2，分别统计字符串中大写字母的数量和小写字母的数量，并返回给主进程输出。

**验收要点：**

1）原始字符串必须是在主进程中输入，并传递给各子进程，不能在子进程中输入。

2）过滤操作必须由一个过滤子程序来完成，不能直接在子进程P1中直接完成过滤

3）由子进程P1通过系统调用来启动该过滤子程序，并将原始字符串传递给过滤子程序

4）过滤子程序将过滤好的字符串传递给主进程

5）主进程将接收到的字符串传递给P2和P3做统计。

**编程提示：**你可能会用到fork,execl ,open,close,write,read,管道：pipe,mkfifo/共享内存：shmget, shmat, shmdt, shmctl/消息传递：msgget,msgctl,msgsnd,msgrcv等函数，使用方法可以上网查阅资料。

**实验报告撰写要求（格式要求详见大作业模板）：**

1）实验原理必须阐明程序中用到的系统调用的作用、参数的含义等内容

2）实验方案中应有程序流程图。

3）对能够验证验收要点各部分的运行结果要截图，通过分析验证程序设计的正确性。

4）该实验的测试数据比较简单，无需区分调试用和测试用数据，每次运行从键盘输入即可。

5）调试过程中的逻辑错误或者你从未碰到过的语法错误要注意截图保存，查阅资料，分析错误原因并给出解决方法，代码前后对比要截图。

**题目二：参考课内实验“进程调度”，实现多级队列调度。**

**问题描述：**采用三级队列调度策略，其中一级队列（优先级最高）采用非抢占式短作业优先，二级队列采用轮转，三级队列（优先级最低）采用FCFS。队列之间按抢占式优先级调度，即只有高级队列中无进程时才能执行低级队列中的进程，且高级队列中的新来进程可抢占低级队列中的进程。

**要求：**不同时刻到达的进程随机地分配到三级队列中的某个队列进行调度，进程数量不少于10个。进程的到达时间和运行时间随机生成，程序能够针对随机测试数据均能正确输出进程调度过程，所有进程结束后输出甘特图，计算并输出响应时间、周转时间、等待时间等信息。

**验收要点：**1）实验结果必须能够验证队列1中正确按照最短作业优先调度

2）实验结果必须能够验证队列2中正确按照轮转调度

3）实验结果必须能够验证队列3中正确按照FCFS调度

4）实验结果必须能够观察到高级队列新来进程抢占低级队列中正在运行

的进程的情况

5）可能需要多次运行才能观察到上述实验结果，请仔细分析实验结果

6）要求实验结果中输出每个时间点三个就绪队列的进程信息，以及被调度的进

程。

**编程提示：**建议就绪队列按优先级高低依次放入多级队列。建议程序调试阶段先将进程初始化成固定的优先级、到达时间和执行时间（调试数据），并画出正确甘特图，然后观察实验结果验证。程序调试完成后在将上述数据随机初始化（测试数据），将到达时间的随机数区间设置得大一点更容易观察上述结果。

**实验报告撰写要求（格式要求详见大作业模板）：**

1）实验原理必须讲清楚多级反馈调度队列的算法原理，可以查网络资料并理解。

2）设计方案中应该系统框架图、轮转和FCFS的算法流程图或者伪代码。

3）实验报告中必须要有对能够验证验收要点各部分的运行结果要截图，通过分析验证

程序设计的正确性。

4）调试过程中的逻辑错误或者你从未碰到过的语法错误要注意截图保存，查阅资料，

分析错误原因并给出解决方法，代码前后对比要截图。

**题目三：参考课内实验“进程调度”，实现多级反馈队列调度**

**题目描述：**采用三级调度策略，所有进程先按到达顺序进入一级队列，按照时间片为2轮转一次，一个时间片内未完成的进程被依次移入二队列尾部。当一级队列中没有进程时，开始调度二级队列，按照时间片4轮转一次，一个时间片内未完成的进程被依次移入三队列尾部。当一级队列和二级队列中都没有进程时，开始调度三级队列，三级队列按照FCFS调度。队列之间按抢占式优先级调度，即只有高级队列中无进程时才能执行低级队列中的进程，且一级队列中的新来进程可抢占二级队列或者三级队列中的进程。

**要求：**进程的到达时间和运行时间随机生成，进程的数量不少于5个。程序应能够输出调度过程，所有进程结束后输出甘特图，并计算响应时间、周转时间、等待时间等信息。

**验收要点：**1）实验结果必须能够验证队列1中正确按照轮转（时间片2）调度

2）实验结果必须能够验证队列2中正确按照轮转（时间片4）调度

3）实验结果必须能够验证队列3中正确按照FCFS调度

4）实验结果必须能够观察到高级队列新来进程抢占低级队列中正在运行的进程

的情况

5）实验结果中应输出每个时间点三个就绪队列的进程信息，以及被调度的进程。

6）可能需要多次运行才能观察到上述实验结果，请仔细分析实验结果。

**编程提示：**建议程序调试阶段先将进程初始化成固定的优先级、到达时间和执行时间（调试数据），并画出正确甘特图，然后观察实验结果验证。程序调试完成后在将上述数据随机初始化（测试数据），将到达时间的随机数区间设置得大一点更容易观察上述结果。

**实验报告撰写要求（格式要求详见大作业模板）：**

1） 实验原理必须讲清楚多级反馈调度队列的算法原理，可以查网络资料。

2）设计方案中应该系统框架图、轮转和FCFS的算法流程图或者伪代码。

3）实验报告中必须要有对能够验证验收要点各部分的运行结果要截图，通过分析验证程序

设计的正确性。

4）调试过程中的逻辑错误或者你从未碰到过的语法错误要注意截图保存，查阅

资料，分析错误原因并给出解决方法，代码前后对比要截图。

**题目四：参考课内实验“进程同步”，模拟营业厅问题。**

**问题描述：**营业厅有1个取号机、M个椅子和N个服务窗口，当有顾客来时，如果没有空椅子，则不排队取号直接离开，若有空椅子，则排队取号后坐下等待服务窗口叫号。服务窗口按照取号顺序唤醒顾客。

**要求：**主程序中可以输入椅子的数量M、服务窗口的数量N以及顾客流量（10~20），

顾客线程和服务窗口线程并发执行。程序应输出并发执行的过程，能够正确统计并显

示每个服务窗口服务的顾客数，以及因无座位直接离开的顾客数。

**验收要点：** 1）顾客对取号机的操作应该是互斥的

2）顾客取号之后才能被叫号，当没有顾客取号时，服务窗口应停止叫号。

3）服务窗口按照统一的取号顺序唤醒顾客。

4）程序中应设计一些必要的输出显示顾客和叫号窗口的并发过程。

**编程提示：**参考理发师问题的实验代码。使用Pthread线程库中的方法，使用Linux下进程同步和互斥方法，建议程序中针对验收要点自行设计一些必要的输出信息，便于观察实验结果。

**实验报告撰写要求（格式要求详见大作业模板）：**

1）实验原理应有你用到的各种函数介绍，可以查网络资料。

2）设计方案中应该系统框架图或者解决该问题的PV模型。

3）实验报告中必须要有对能够验证验收要点各部分的运行结果要截图，通过分析验证

程序设计的正确性。

4）调试过程中的逻辑错误或者你从未碰到过的语法错误要注意截图保存，查阅资料，

分析错误原因并给出解决方法，代码前后对比要截图。

**题目五：编写一个同步代码，模拟吃水果问题。**

**问题描述：**一对夫妇有2个儿子和2个女儿，爸爸买了一袋苹果和一袋橘子，他们决定玩一个游戏来分享这些水果。爸爸在随机的时刻拿一个苹果放在盘子中，妈妈在随机的时刻拿一个橘子放在盘子中，盘子中同时最多可以放两个水果。大儿子和小儿子会交替地拿走盘子中的橘子，大女儿和小女儿交替的拿走盘子中的苹果。

**要求：**请编写一个程序能够使爸爸线程，妈妈线程，儿子线程，女儿线程正确地执行。程序中输入苹果和橘子的数量，输出并发执行的过程。并统计儿子和女儿吃的水果的数量。

**验收要点：** 1）实验结果必须包含盘子中出现两个相同水果的情形

1. 实验结果必须验证苹果和橘子的数量为奇数和偶数的情形
2. 必须用信号量的方法实现两个儿子线程交替吃橘子的情形
3. 必须用信号量的方法实现两个女儿线程交替吃苹果的情形
4. 必须有两个儿子线程和两个女儿线程，代码可以相同也可以不同
5. 程序运行必须能够正常结束，不能出现死锁或其他异常情况

**编程提示：**参考实验代码。使用Pthread线程库中的方法，使用Linux下进程同步和互斥方

法，建议程序中针对验收要点自行设计一些必要的输出信息，便于观察实验结果。

**实验报告撰写要求（格式要求详见大作业模板）：**

1）实验原理应有你用到的各种函数介绍，可以查网络资料。

2）设计方案中应该系统框架图或者解决该问题的PV模型。

3）实验报告中必须要有对能够验证验收要点各部分的运行结果要截图，通过分析验证程序设计的正确性。

4）调试过程中的逻辑错误或者你从未碰到过的语法错误要注意截图保存，查阅

资料，分析错误原因并给出解决方法，代码前后对比要截图。

**题目六：基于“银行家”算法，设计一个死锁避免系统。**

**问题描述：**初始情况下，所有进程的Allocation均是0，NEED=MAX。在每个时刻，系统中的部分进程会随机地发出一组资源请求，使用银行家算法决定是否可以响应其中某些进程的请求，若可以响应则为这些进程分配其申请的资源，若不能则该时刻不为其分配资源。若分配后某个进程的NEED已经变成0,则认为该进程已经结束，系统回收其已获得的所有资源且下一时刻不再进行资源请求。剩余进程下一时刻继续重复这一过程，直到所有进程的NEED矩阵变成0。

**要求：**针对所有资源都是非单个实例的情况，输入进程的数量不少于4个，资源类型不少于3个，每种类型的资源实例总数量不少于2个。资源总数量和MAX矩阵可以自定义，但是每时刻进程发出的请求要求是随机的（应小于或等于NEED）。系统应该显示每个时刻的请求响应情况、资源回收情况以及响应之后的资源状态等信息。系统中的时刻可以用一个timenow计数来表示。

**验收要点：** 1）若某时刻有两个及以上进程同时发出资源请求，应分别判定哪些进程可以

被响应，哪些不能响应。

2）如果响应某进程的资源请求，必须输出安全序列。

3）无论进程的资源请求是否满足，每次判定后输出资源状态表。

4）程序结束时，应汇总输出每个时刻被响应的进程号和资源请求。

**编程提示：** 参考实验代码。建议在调试阶段使用确定数据，测试阶段再改为随机数据。应提前确保进程随机发出的请求是合法的，再去用银行家算法判定。将安全性检测算法中的finish数组的true/false改为进程号，即可输出安全序列。定义一个合适的数据结构来存放每时刻被响应的进程请求情况。

**实验报告撰写要求（格式要求详见大作业模板）：**

1） 实验原理必须讲清楚银行家算法的原理。

2）设计方案中应该系统框架图或者算法伪代码。

3）实验报告中必须要有对能够验证验收要点各部分的运行结果要截图，通过分析验证程序设计的正确性。

4）调试过程中的逻辑错误或者你从未碰到过的语法错误要注意截图保存，查阅

资料，分析错误原因并给出解决方法，代码前后对比要截图。

**题目七：设计一个死锁检测与恢复系统。**

**问题描述：**随机生成一组进程的资源状态矩阵（Allocation）和资源请求矩阵(Request)，采用死锁检测算法判断图中是否存在死锁。若存在死锁，则采用如下死锁恢复机制：系统强制回收死锁进程中已获得资源数量（总数）最多的进程的所有资源之后，再次检测死锁，若仍然存在则按上述规则继续强制回收剩下占用资源最多的进程的所有资源，重复上述步骤直到解除死锁。

**要求：**针对资源是非单个实例的情况，输入进程的数量不少于6个，资源类型不少于3个，每种类型的资源实例数量不少于2个。资源总数量可以自定义，进程发出的请求要求是随机的（不超过资源总数）。系统能够正确判断当前资源状态中是否存在死锁，如果存在死锁，显示哪些进程死锁，并显示被强制回收资源的进程，及回收之后新资源状态。

**验收要点：** 1）每次检测出死锁，应输出哪些进程死锁。

2）被剥夺的资源应来自死锁进程，有进程被剥夺资源后，应输出资源状态表。

3）如果死锁被解除，必须输出安全序列。

4）程序结束时，应按剥夺顺序汇总输出被强制回收进程号和资源信息。

**编程提示：**参考实验代码，建议在调试阶段使用确定数据，测试阶段再改为随机数据。死锁检测算法可参考银行家算法中的安全性检测算法。将死锁检测算法中的finish数组的true/false改为进程号，即可输出安全序列。定义一个合适的数据结构来存放每次判定后被剥夺的进程相关信息。

**实验报告撰写要求（格式要求详见大作业模板）：**

1） 实验原理必须讲清楚死锁检测算法的原理。

2）设计方案中应该系统框架图或者算法伪代码。

3）实验报告中必须要有对能够验证验收要点各部分的运行结果要截图，通过分析验证程序设计的正确性。

4）调试过程中的逻辑错误或者你从未碰到过的语法错误要注意截图保存，查阅

资料，分析错误原因并给出解决方法，代码前后对比要截图。

**题目八：在课内实验“内存管理”的基础上，实现基于Hash页表的分页系统。**

**题目描述：**在采用TLB的分页系统中，将内存中的页表修改为Hash页表结构。

**要求：**逻辑页面总数不少于20，Hash页表采用链式结构处理冲突，Hash页表长度设定为11，Hash函数：H(page)=page%11。链表中的结点由页号、帧号和下一节点的指针构成，页号的Hash值相同的所有结点构成一张链表，Hash页表中存储该链表的头结点地址。程序中自行构建初始化页表，页号对应的帧号自定义（不超过100）。在TLB未命中时，系统查找Hash页表获得帧号，并将相应页号和帧号写入TLB。系统应能正确地进行逻辑地址到物理地址的转换。

**验收要点：** 1）逻辑地址到物理地址的转换正确。

2）对内部碎片地址有正确判断。

3）对无效地址有正确判断。

4）TLB的替换算法为先进先出

**编程提示：**参考实验代码，需要用到hash数据结构和链表的操作，对数据结构感兴趣的同学建议选此题。

**实验报告撰写要求（格式要求详见大作业模板）：**

1） 实验原理必须讲清分页系统地址转换和内存保护的原理。

2）设计方案中应该系统框架图或者算法伪代码。

3）实验报告中必须要有对能够验证验收要点各部分的运行结果要截图，通过分析验证程序设计的正确性。

4）调试过程中的逻辑错误或者你从未碰到过的语法错误要注意截图保存，查阅

资料，分析错误原因并给出解决方法，代码前后对比要截图。

**题目九：在课内实验“页面置换”的基础上，设计一个完整的页面置换系统。**

**要求：**系统有FIFO，LRU，OPT，CLOCK四种算法可供选择，可以设置内存帧数，针对随机生成的页面序列（页面序列长度不少于20，页面数不大于8），能够正确的显示页面置换过程，并统计缺页率，在给定的页错误处理时间（20ms）和内存访问时间（100ns）前提下计算各种算法完成页面置换所需的时间。

**验收要点：** 1）页面序列和页面数的长度不确定，在运行时由用户输入。

2）必须能正确的输出四个算法的置换过程。

3）针对同一页面序列，程序输出应设计成多种算法的缺页率和有效访问时间对比，在运行时由用户选择一种或多种算法进行对比。

**编程提示：**参考实验代码。

**实验报告撰写要求（格式要求详见大作业模板）：**

1） 实验原理必须讲清页面置换和页错误处理的原理。

2）设计方案中应该系统框架图或者算法伪代码。

3）实验报告中必须要有对能够验证验收要点各部分的运行结果要截图，通过分析验证程序设计的正确性。

4）调试过程中的逻辑错误或者你从未碰到过的语法错误要注意截图保存，查阅

资料，分析错误原因并给出解决方法，代码前后对比要截图。

**题目十：模拟FAT文件系统。**

**题目描述：**系统维护一个表存放空闲磁盘块号信息（位图或者链表都可以，初始化时假设空闲块号非连续），维护文件的目录信息（采用单层目录结构），包括文件的起始块号和文件占用的磁盘块数，维护一张FAT表。用户能够根据文件名查找出文件的所有块号。

**要求：**在创建文件时输入N个文件名和大小，依次为每一个文件从空闲块号中分配磁盘物理块号。在创建文件或者删除文件时，同时维护目录结构、空闲块表和FAT表。输入一个文件名检索目录，按顺序输出该文件所占用的所有块号。磁盘块的大小和总磁盘块数可以在程序中自由设定，大小建议1KB，块数建议不超过100。

**验收要点： 1）**只需维护FAT文件系统中相关数据结构中的信息即可，无需真正在物理磁盘上创建或者删除文件。

2）每次创建文件或者删除文件时应输出目录结构、空闲块表和FAT表。

3）按文件名检索目录时，输出文件的所有磁盘块号。

**编程提示：**该文件系统中有三个关键数据结构，目录结构、空闲块表和FAT表，选择合适的数据结构，在创建文件和删除文件时注意维护好这三个数据结构即可。

**实验报告撰写要求（格式要求详见大作业模板）：**

1） 实验原理必须讲清FAT文件系统的原理。

2）设计方案中应该系统框架图或者算法伪代码。

3）实验报告中必须要有对能够验证验收要点各部分的运行结果要截图，通过分析验证程序设计的正确性。

4）调试过程中的逻辑错误或者你从未碰到过的语法错误要注意截图保存，查阅

资料，分析错误原因并给出解决方法，代码前后对比要截图。

**题目十一：编写一个程序模拟文件系统，采用树形目录结构，能够进行目录和文件的创建、删除等操作。**

**要求：**上述文件系统中创建目录、删除目录、创建文件、删除文件、检索目录等操作只需要在目录结构进行并展示即可。

**验收要点： 1）**只需维护树形目录结构中的信息即可，无需在磁盘上创建目录或文件。

2）每次创建目录、删除目录、创建文件或者删除文件时应输出目录结构。

3）按文件名检索目录时，输出文件从根目录到当前文件名的完整路径名。

**编程提示：**该文件系统中采用树形目录结构，对数据结构中树的操作感兴趣的同学可选择此题。

**实验报告撰写要求（格式要求详见大作业模板）：**

1） 实验原理必须讲清文件系统中目录结构的作用和维护。

2）设计方案中应该系统框架图或者算法伪代码。

3）实验报告中必须要有对能够验证验收要点各部分的运行结果要截图，通过分析验证程序设计的正确性。

4）调试过程中的逻辑错误或者你从未碰到过的语法错误要注意截图保存，查阅

资料，分析错误原因并给出解决方法，代码前后对比要截图

**题目十二：参考实验教材上的代码，设计一个磁盘调度系统，对于磁盘请求能够正确的调度。**

**要求：**掌握各种磁盘调度算法，系统中设计FCFS，SRTF，SCAN,C-SCAN,LOOK,C-LOOK可供选择，对于随机生成的磁盘请求序列，按照相应算法得出正确的调度顺序。能够显示出调度过程，并且计算寻道距离，假设平均寻道时间为5ms，平均传输时间为10ms。

**验收要点：** 1）磁盘请求序列长度不确定，程序中设计用户输入。

2）必须能正确的输出六个磁盘调度算法的响应顺序，并计寻道距离。

3）针对同一请求序列，程序输出应设计成多种算法的总响应时间对比，在运行时由用户选择一种或多种算法进行对比。

**编程提示：**参考实验教材代码。

**实验报告撰写要求（格式要求详见大作业模板）：**

1） 实验原理必须讲清磁盘寻道和磁盘调度的基本原理。

2）设计方案中应该系统框架图或者算法伪代码。

3）实验报告中必须要有对能够验证验收要点各部分的运行结果要截图，通过分析验证程序设计的正确性。

4）调试过程中的逻辑错误或者你从未碰到过的语法错误要注意截图保存，查阅

资料，分析错误原因并给出解决方法，代码前后对比要截图。