课堂测试– 限时20分钟以内

1. 请说明什么是用户态与核心态。

2. 进程运行态、阻塞态及就绪态这三个状态之间在理论上有6种可能的相互转换，但其中有两种不可能存在，请问是哪两种并说明原因。

3. 我们在编程作业中用到的函数, printf属于C语言库函数，write属于操作系统提供的系统调用函数。在没有其它任何信息的情况下，请你判断getpid()(获取进程编号)是库函数还是系统调用？说明你的理由。

4. 什么是进程上下文切换？如果让你实现上下文切换功能，你会采用下列编程语言中的哪一种：Java, C, C++, 汇编语言. 说明你选择该编程语言的原因。

临界资源与临界区

考虑网络订票软件：

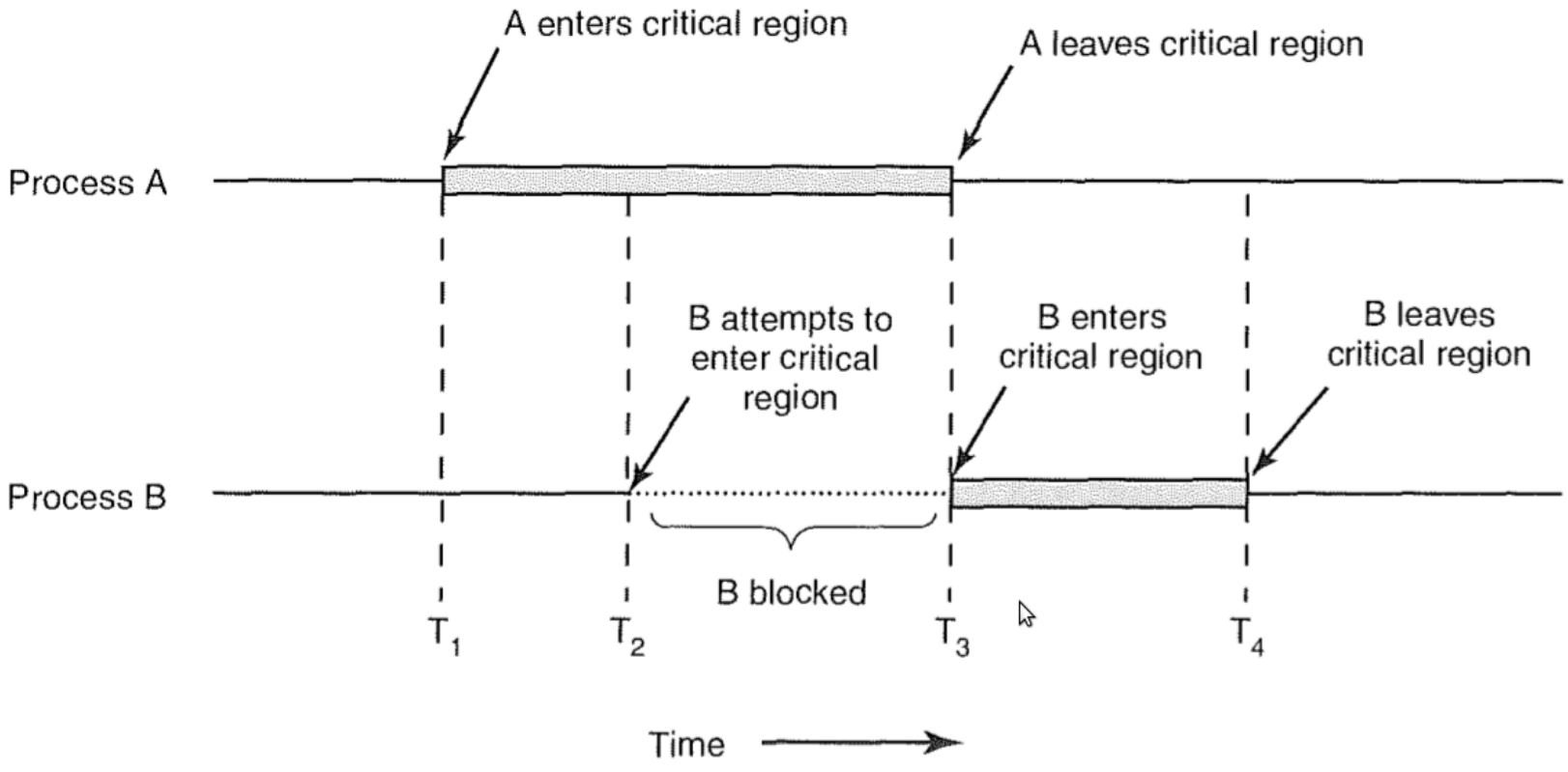
- 进程A发现3号车10C座位空闲
- 此时操作系统调度进程B运行
- 进程B同样发现该位子的票尚未售出，于是将该票买给旅客
- 进程A重新运行后，再次将3-10C售出

对临界资源的互斥访问

理想的互斥方案需要满足4个条件：

1. 两个进程不能同时进入临界区
2. 不能依赖CPU数目或者运行速度
3. 不在临界区的进程，不能妨碍其他进程进入临界区
4. 任一进程需在有限时间内能够进入临界区

对临界资源的互斥访问


A enters critical region
A leaves critical region
Process A
B attempts to enter critical region
B enters critical region
B leaves critical region
Process B
B blocked
T1
T2
T3
T4
Time

对临界资源的互斥访问: 方法1 – 交替进入临界区

```
while (TRUE) {
    while (turn != 0)        /* loop */ ;
    critical_region( );
    turn = 1;
    noncritical_region( );
}
```

(a)

```
while (TRUE) {
    while (turn != 1)        /* loop */ ;
    critical_region( );
    turn = 0;
    noncritical_region( );
}
```

(b)

缺陷：违反条件3 (设想进程A循环体运行1秒，进程B运行100秒)
进程A与B必须锁步(交替)进入临界区

对临界资源的互斥访问: 方法2 – 忙等待

- 需要硬件支持TSL指令
- 进程进入临界区前，调用enter_region
- 离开临界区时，调用leave_region
- 这是一个正确的解决方法，但是...

```
enter_region:
        TSL REGISTER,LOCK
        CMP REGISTER,#0
        JNE enter_region
        RET

leave_region:
        MOVE LOCK,#0
        RET
```

对临界资源的互斥访问: 方法2 – 忙等待

两个缺点：

- 缺点1：忙等待浪费了CPU时间
- 缺点2：优先级反转问题
  - 进程H优先级高于进程L, 二者同时需要某临界资源
  - 假设当进程L在临界区时，进程H可以运行
  - 结局：进程L永远无法离开临界区，H永远忙等待

为了克服这些缺点，增加sleep和wakeup系统调用

生产者–消费者问题

```
#define N 100
int count = 0;

void producer(void)
{
        int item;

        while (TRUE) {
                item = produce_item( );
                if (count == N) sleep( );
                insert_item(item);
                count = count + 1;
                if (count == 1) wakeup(consumer);
        }
}
```

```
void consumer(void)
{
        int item;

        while (TRUE) {
                if (count == 0) sleep( );
                item = remove_item( );
                count = count – 1;
                if (count == N – 1) wakeup(producer);
                consume_item(item);
        }
}
```

缺陷: 测试count==0成功后，消费者进程调用sleep之前，调度生产者进程运行...

信号量机制(Semaphores)

为了解决唤醒信号丢失的问题，引入信号量，它是一种特殊的整型变量。在信号量上定义两个原子操作：

down 如果信号量值大于0，则将其减1然后返回；否则，进程在该信号量上进入睡眠

up 如果有进程在该信号量上睡眠，则选择其中一个唤醒；否则，信号量加1

用信号量解决生产者–消费者问题

```
#define N 100
typedef int semaphore;
semaphore mutex = 1;
semaphore empty = N;
semaphore full = 0;

void producer(void)
{
        int item;

        while (TRUE) {
                item = produce_item( );
                down(&empty);
                down(&mutex);
                insert_item(item);
                up(&mutex);
                up(&full);
        }
}
```

```
void consumer(void)
{
        int item;

        while (TRUE) {
                down(&full);
                down(&mutex);
                item = remove_item( );
                up(&mutex);
                up(&empty);
                consume_item(item);
        }
}
```

该方案中，信号量empty和full具有计数和同步功能，而mutex仅有互斥功能。

专门用来实现互斥的特殊信号量– 互斥锁

互斥锁只有两种状态：locked (1) / unlocked (0)

```
mutex_lock:
        TSL REGISTER,MUTEX
        CMP REGISTER,#0
        JZE ok
        CALL thread_yield
        JMP mutex_lock
ok:     RET


mutex_unlock:
        MOVE MUTEX,#0
        RET
```

互斥锁与忙等待的区别

```
mutex_lock:
        TSL REGISTER,MUTEX
        CMP REGISTER,#0
        JZE ok
        CALL thread_yield
        JMP mutex_lock
ok:     RET
```

```
mutex_unlock:
        MOVE MUTEX,#0
        RET
```

```
enter_region:
        TSL REGISTER,LOCK
        CMP REGISTER,#0
        JNE enter_region
        RET
```

```
leave_region:
        MOVE LOCK,#0
        RET
```

后者：不断利用CPU指令测试临界资源，直至时间片用光被从CPU上撤下来

信号量的危险情形— 管程机制的引入

```
#define N 100
typedef int semaphore;
semaphore mutex = 1;
semaphore empty = N;
semaphore full = 0;

void producer(void)
{
        int item;

        while (TRUE) {
                item = produce_item( );
                down(&empty);
                down(&mutex);
                insert_item(item);
                up(&mutex);
                up(&full);
        }
}
```

```
void consumer(void)
{
        int item;

        while (TRUE) {
                down(&full);
                down(&mutex);
                item = remove_item( );
                up(&mutex);
                up(&empty);
                consume_item(item);
        }
}
```

危险:如果程序员不小心把producer中的down(empty)和down(mutex)顺序颠倒，则当缓冲区满时，会发生什么?

信号量的危险情形— 管程机制的引入

- 发生死锁。
- 因此，最好由编译器自动处理这种容易出错的程序段。—引入管程。
- 对比：C++中构造函数与析构函数