# Lab3 进程切换

黄涛 dg1533011@smail.nju.edu.cn

2018-4-16

# 实验内容

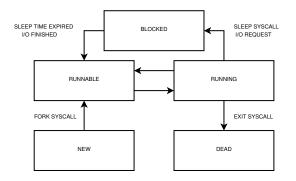
- 内核:实现进程切换机制,并提供系统调用 fork、sleep、exit
- 库:对上述系统调用进行封装
- 用户:对上述系统调用进行测试

## 实验内容

- Bootloader 从实模式进入保护模式, 加载内核至内存, 并跳转执行
- 内核初始化 IDT,初始化 GDT,初始化 TSS,初始化串口,初始化 8259A,…
- 启动时钟源
- 加载用户程序至内存
- 初始化内核 IDLE 线程的进程控制块(Process Control Block),初始化用户程序的进程控制块
- 切换至用户程序的内核堆栈,弹出用户程序的现场信息,返回用户态执行用户程序

#### 进程与线程

- 进程为操作系统资源分配的单位,每个进程都有独立的地址空间(代码段、数据段),独立的堆栈,独立的进程控制块
- 线程作为任务调度的基本单位,与进程的唯一区别在于其地址空间并非独立,而是与其他线程共享



#### FORK、SLEEP、DEAD

#### ● FORK 系统调用用于创建子进程

- 内核需要为子进程分配一块独立的内存,将父进程的地址空间、用户态堆栈完全拷贝至子进程的内存中
- 为子进程分配独立的进程控制块,完成对子进程的进程控制块的设置
- 若子进程创建成功,则对于父进程,该系统调用的返回值为 子进程的 pid,对于子进程,其返回值为 0
- 若子进程创建失败,该系统调用的返回值为-1

#### FORK、SLEEP、DEAD

- SLEEP 系统调用用于进程主动阻塞自身
  - 内核需要将该进程由 RUNNING 状态转换为 BLOCKED 状态
  - 设置该进程的 SLEEP 时间片
  - 切换运行其他 RUNNABLE 状态的进程
- EXIT 系统调用用于进程主动销毁自身
  - 内核需要将该进程由 RUNNING 状态转换为 DEAD 状态
  - 回收分配给该进程的内存、进程控制块等资源
  - 切换运行其他 RUNNABLE 状态的进程

#### 内核 IDLE 线程

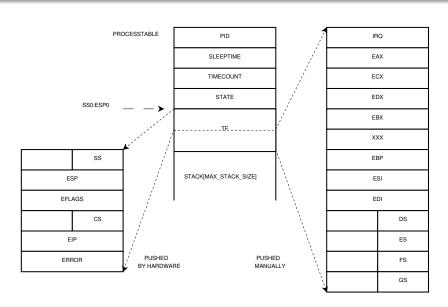
- 若没有处于 RUNNABLE 状态的进程可供切换,则需要切换 至内核 IDLE 线程
  - 内核 IDLE 线程调用 waitForInterrupt() 执行 hlt 指令
  - hlt 指令会使得 CPU 进入暂停状态,直到外部硬件中断产 生

#### 进程控制块

● 使用 ProcessTable 这一数据结构作为进程控制块记录 每个进程的信息

```
struct TrapFrame {
        uint32_t gs, fs, es, ds;
        uint32 t edi, esi, ebp, xxx, ebx, edx, ecx, eax;
        uint32 t irg;
                                      // 中断号
        uint32 t error:
                                      // Error Code
        uint32 t eip, cs, eflags, esp, ss;
};
struct ProcessTable {
        uint32 t stack[MAX STACK SIZE]; // 内核堆栈
        struct TrapFrame tf;
       int state;
        int timeCount:
        int sleepTime:
        uint32 t pid;
};
struct ProcessTable pcb[MAX PCB NUM];
```

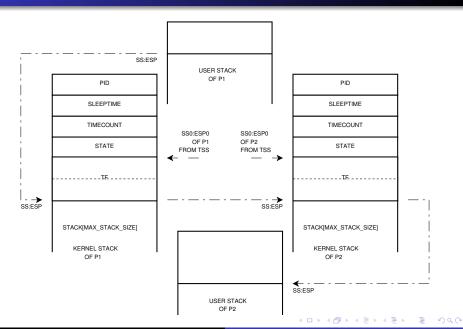
# 进程控制块



## 进程切换与堆栈切换

- 时间中断到来后,两个用户态进程 P1、P2 进行进程切换的 流程如下
  - 进程 P1 在用户态执行,8253 可编程计时器产生时间中断
  - 依据 TSS 中记录的进程 P1 的 SS0:EPS0,从 P1 的用户 态堆栈切换至 P1 的内核堆栈,并将 P1 的现场信息压入 内核堆栈中,跳转执行时间中断处理程序
  - 进程 P1 的处理时间片耗尽,切换至就绪状态的进程 P2,并 从当前 P1 的内核堆栈切换至 P2 的内核堆栈
  - 从进程 P2 的内核堆栈中弹出 P2 的现场信息,切换至 P2 的 用户态堆栈,从时间中断处理程序返回执行 P2

# 进程切换与堆栈切换



- 由于系统调用的处理时间往往很长,为保证进程调度的公平性,需要在系统调用中开启外部硬件中断,以便当前进程的处理时间片耗尽时,进行进程切换
- 由于可以在系统调用中进行进程切换,因此可能会出现多个 进程并发地处理系统调用,对共享资源(例如内核的数据结构,视频显存等等)进行竞争

#### • 考虑以下场景

- 进程 P1 在内核态处理系统调用,处理视频显存,此时外部 硬件中断开启
- 8253 可编程计时器产生一个时间中断
- 在内核态处理系统调用的进程 P1 将现场信息压入 P1 的内 核堆栈中, 跳转执行时间中断处理程序
- 进程 P1 的处理时间片耗尽,切换至就绪状态的进程 P2,并 从当前 P1 的内核堆栈切换至 P2 的内核堆栈
- 从进程 P2 的内核堆栈中弹出 P2 的现场信息,从时间中断 处理程序返回执行 P2
- 进程 P2 在内核态处理系统调用,处理视频显存,与进程 P1 形成竞争

```
void syscallPrint(struct StackFrame *sf) {
        for (i = 0; i < size; i++) {
               asm volatile("movb<sub>1</sub>%%es:(%1),<sub>1</sub>%0":"=r"(character):"r"(str+i));
               if(character == '\n') {
                       displayRow ++;
                       displayCol = 0;
                       if(displayRow == 25) {
                               displayRow = 24:
                               displayCol = 0;
                               scrollScreen();
               else {
                       data = character | (0x0c << 8);
                       pos = (80*displavRow + displavCol) * 2;
                        asm volatile("movw, %0,,,(%1)"::"r"(data), "r"(pos+0xb8000));
                       displayCol ++;
                       if(displayCol == 80) {
                               displayRow ++;
                               displayCol = 0;
                               if(displayRow == 25){
                                       displayRow = 24;
                                       displayCol = 0;
                                       scrollScreen():
               asm volatile("int_$0x20"); // 测试系统调用嵌套时间中断
```

```
001005dc <syscallPrint>:
                or $0xc.%ah
 100606:
 100609:
                lea (%ecx,%ecx,4),%edx
 100600:
                shl $0x4,%edx
                add 0x102404.%edx
 10060f:
                lea 0xb8000(%edx,%edx,1),%edx
 100615:
 10061c:
                mov %ax, (%edx)
 10061f:
                mov 0x102404, %eax
 100624:
                inc %eax
 100625:
                mov %eax, 0x102404
 10062a:
                cmp $0x50, %eax
 10062d:
                ie 10063d
 10062f:
                int $0x20
 100631:
                inc %ehx
 100632:
                cmp %esi,%ebx
                ie 10066c
 100634:
 100636:
                mov %es:(%ebx),%al
                cmp $0xa,%al
 100639:
 10063b:
                ine 100606
 10063d:
                inc %ecx
 10063e:
                mov %ecx.0x102408
 100644:
                mov $0x0,0x102404
 10064e:
                cmp $0x19,%ecx
 100651:
                ine 10062f
00102404 <displayCol>:
 102404:
                00 00
00102408 <displayRow>:
 102408:
                00 00
```

- P1 从时钟中断返回,顺序执 行 0×100631、0×100632、 0×100634、0×100636、 0×100639、0×10063b、 0×10063d、0×10063e、 0×100644、0×10064e、 0×100651、0×10062f,再 次陷入时间中断,切换至 P2
- P2 从时间中断返回,顺序执行 0×100631、0×100632、0×100634、0×100636、0×100639、0×10063b、0×100606、0×10060f、0×100605、0×100615、0×100615
- 全局变量 displayRow 的 更新产生一致性问题

- 多个进程并发地进行系统调用,对共享资源进行竞争可能会产生一致性问题,带来未知的 BUG
- 在系统调用过程中,对于临界区的代码不宜开启外部硬件中断
- 在系统调用过程中,对于非临界区的代码则可以开启外部硬件中断,允许中断嵌套

# 作业提交

• 截止时间: 2018-4-30 00:00:00