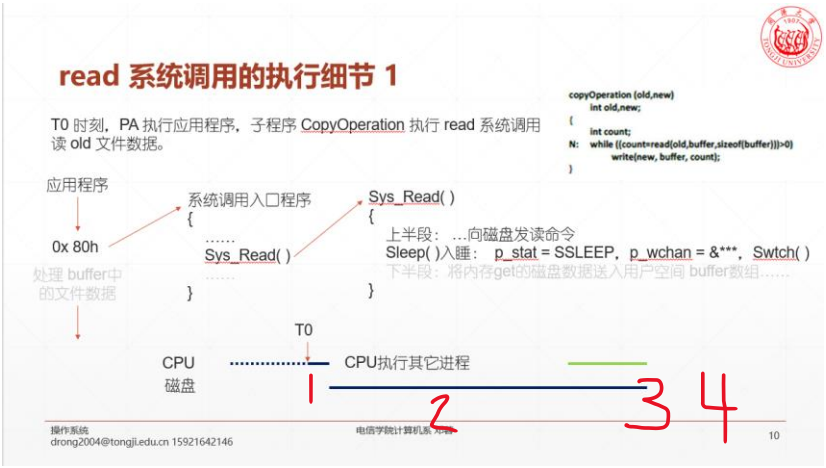
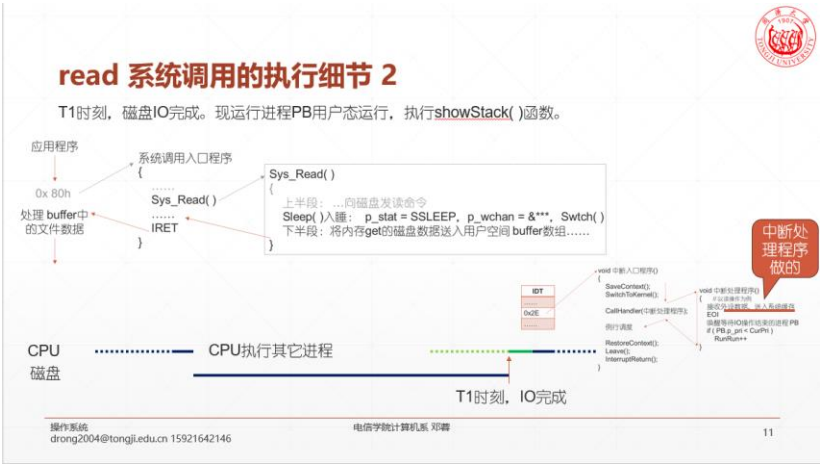
同济大学计算机系操作系统课程作业

进程管理 一　　2023-11-13

学号　　2151769　　姓名　吕博文

一、(1) 注释 PPT10~11，写出 read 系统调用的执行细节（2）画 2 张图，补全随后 write 系统调用的执行细节。不必面面俱到，不清楚的地方红笔标出来，本周四前完成。





1、

（1） read 函数的 UNIX V6++实现如下：

```
/*
读文件系统调用c库封装函数
fd：打开进程打开文件号
ubuf：目的区首地址
nbytes：要求读出的字节数
返回值：读取的实际数目（字节）
*/
int read(int fd, char* buf, int nbytes)
{
    int res;
    __asm__ __volatile__ ("int $0x80":"=a"(res):"a"(3),"b"(fd),"c"(buf),"d"(nbytes));
    if ( res >= 0 )
        return res;
    return -1;
}
```

系统调用 Sys_Read 函数如下：

```
/*   3 = read     count = 2    */
int SystemCall::Sys_Read()
{
    FileManager& fileMgr = Kernel::Instance().GetFileManager();
    fileMgr.Read();

    return 0;    /* GCC likes it ! */
}
```

```
void FileManager::Read()
{
    /* 直接调用Rdwr()函数即可 */
    this->Rdwr(File::FREAD);
}
```

```
void FileManager::Rdwr( enum File::FileFlags mode )
{
    File* pFile;
    User& u = Kernel::Instance().GetUser();

    /* 根据Read()/Write()的系统调用参数fd获取打开文件控制块结构 */
    pFile = u.u_ofiles.GetF(u.u_arg[0]);    /* fd */
    if ( NULL == pFile )
    {
        /* 不存在该打开文件，GetF已经设置过出错码，所以这里不需要再设置了 */
        /*  u.u_error = User::EBADF;    */
        return;
    }


    /* 读写的模式不正确 */
    if ( (pFile->f_flag & mode) == 0 )
    {
        u.u_error = User::EACCES;
        return;
    }

    u.u_IOParam.m_Base = (unsigned char *)u.u_arg[1];    /* 目标缓冲区首址 */
    u.u_IOParam.m_Count = u.u_arg[2];        /* 要求读/写的字节数 */
    u.u_segflg = 0;      /* User Space I/O，读入的内容要送数据段或用户栈段 */
```

```
/* 管道读写 */
if(pFile->f_flag & File::FPIPE)
{
    if ( File::FREAD == mode )
    {
        this->ReadP(pFile);
    }
    else
    {
        this->WriteP(pFile);
    }
}
else
/* 普通文件读写 ，或读写特殊文件。对文件实施互斥访问，互斥的粒度：每次系统调用。
为此Inode类需要增加两个方法：NFlock()、NFrele()。
这不是V6的设计。read、write系统调用对内存i节点上锁是为了给实施IO的进程提供一致的文件视图。*/
{
    pFile->f_inode->NFlock();
    /* 设置文件起始读位置 */
    u.u_IOParam.m_Offset = pFile->f_offset;
    if ( File::FREAD == mode )
    {
        pFile->f_inode->ReadI();
    }
    else
    {
        pFile->f_inode->WriteI();
    }
```

```
    /* 根据读写字数，移动文件读写偏移指针 */
    pFile->f_offset += (u.u_arg[2] - u.u_IOParam.m_Count);
    pFile->f_inode->NFrele();
}

/* 返回实际读写的字节数，修改存放系统调用返回值的核心栈单元 */
u.u_ar0[User::EAX] = u.u_arg[2] - u.u_IOParam.m_Count;
```

(2) 系统调用 Read 的具体实现细节：

在具体的 read（）函数实现中，首先，根据系统调用参数 fd 获取打开文件控制块结构，并判断文件打开是否成功，读写模式是否正确，之后，首先记录目标缓冲区首地址，要求读入的字节数，以及读入内容送达地址，之后根据是否为管道读写分类实现，如果是管道读写直接调用函数读入即可，如果是普通文件读写或是特殊文件，则对普通文件或特殊文件实施互斥访问，通过调用文件对应的 Inode 的 NFlock 和 NFrele 方法实现。设置文件起始读位置为文件控制块的偏移量（f_offset）。如果是读操作，调用 Inode 的 ReadI 方法；如果是写操作，调用 Inode 的 WriteI 方法。

pFile->f_offset += (u.u_arg[2] - u.u_IOParam.m_Count);: 根据读写字节数，移动文件读写偏移指针。

pFile->f_inode->NFrele();: 释放对 Inode 的锁定，表示文件读写操作完成。

u.u_ar0[User::EAX] = u.u_arg[2] - u.u_IOParam.m_Count;: 返回实际读写的字节数，修改存放系统调用返回值的核心栈单元（EAX 寄存器）。

订正：

参与 read 系统调用执行的有两个硬件，CPU 和磁盘，read 系统调用分四个阶段，分别对应时序图的 1、2、3、4，

（1） CPU 侧，T0 时刻，执行 read 系统调用的 PA 进程陷入内核，执行系统调用上半段，向磁盘发出 IO 命令。上图，对应红色字体的部分，完成后 Sleep 并设置入睡优先数放弃 CPU

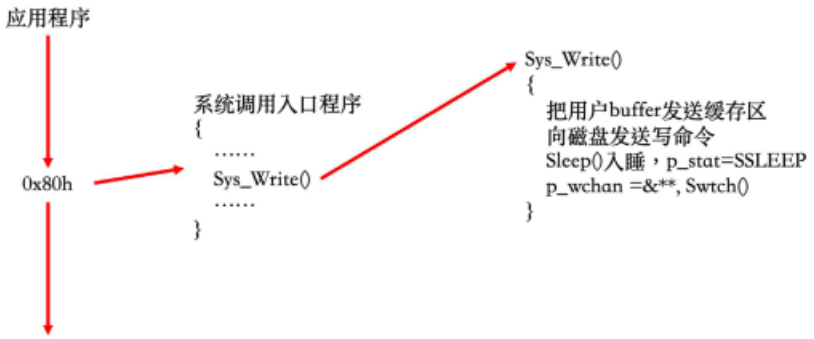
（2） 磁盘硬件：（T0，T1）时段执行 IO 操作，读取文件数据。完成之后向 CPU 送磁盘中断请求

（3） CPU 侧：T1 时刻，响应磁盘中断，先运行进程 PB 陷入内核执行磁盘中断处理程序，读取磁盘硬件送来的文件数据，存入核心态内存，唤醒睡眠进程 PA；完成之后 PB 中断返回，例行调度，PB 被剥夺，执行 Switch 放弃 CPU，PA 优先级最高被选中，成为新运行进程，Switch 返回。

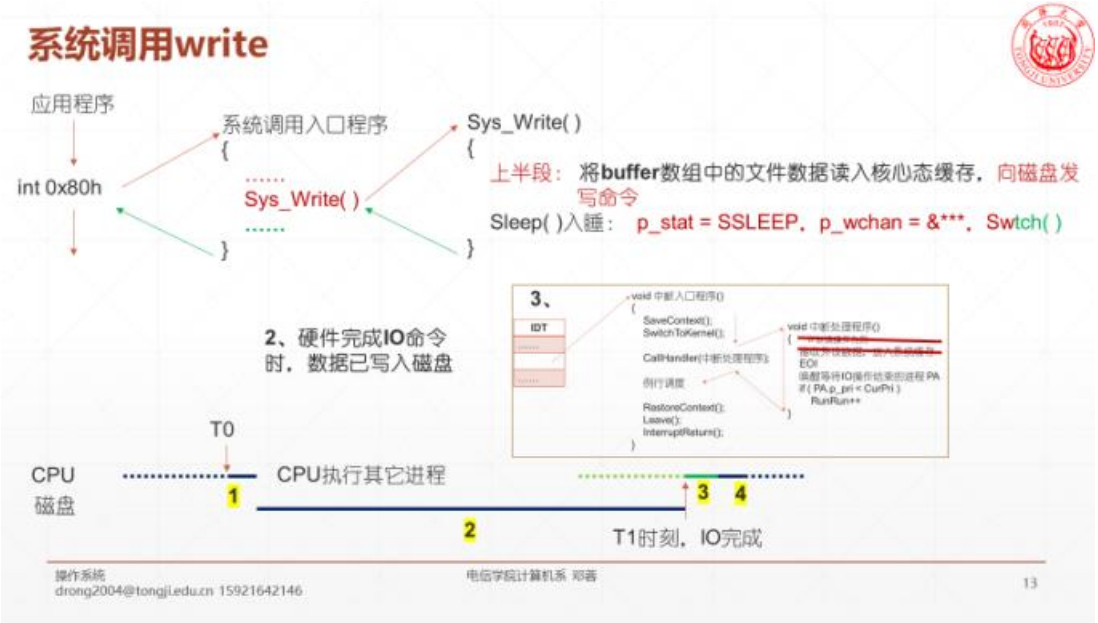
（4） CPU 侧：PA 进程 Sleep 返回，执行 read 系统调用的下半段，将核心态缓存中存放的文件数据送入用户空间 buffer 数组。

至此，read 系统调用完成，PB 返回用户态（可能会放弃 CPU），执行 write 系统调用将 buffer 中的数据写入新文件。

2、应用程序使用 int 0x80 进行系统调用，在系统调用入口调用 Sys_write()执行磁盘命令，随后该进程睡觉，切换进程



写任务完成之后，当前进程中断，进入对应的入口程序，在中断处理程序时唤醒进程并回送 EOI 信号，进行例行调度。



二、修改 Kernel.cpp 中的 GetUser( )函数，用 ESP 寄存器计算得到现运行进程 user 结构的起始地址（调通系统和我说一声，加分）。评价系统性能。

```
166 User& Kernel::GetUser()
167 {
168     return *(User*)USER_ADDRESS;
169 }
```

User 结构与核心栈同时位于一个 4K 的字节块中，User 结构的首地址位于该块的顶部，而此时 EBP 一定指向核心栈，所以 EBP 和 User 结构首地址一定共享高 20 位，而 User 结构首地址低 12 位一定是 0，所以只需要将 EBP 的低 12 位清零即可。

```
User& Kernel::GetUser()
{
    //return *(User*)USER_ADDRESS;
    unsigned long user_addr;
    __asm__ __volatile__(" movl %%esp, %0" : "=r"(user_addr))
    user_addr = user_addr & 0xfffff000;
    return *(User*)user_addr;
}
```