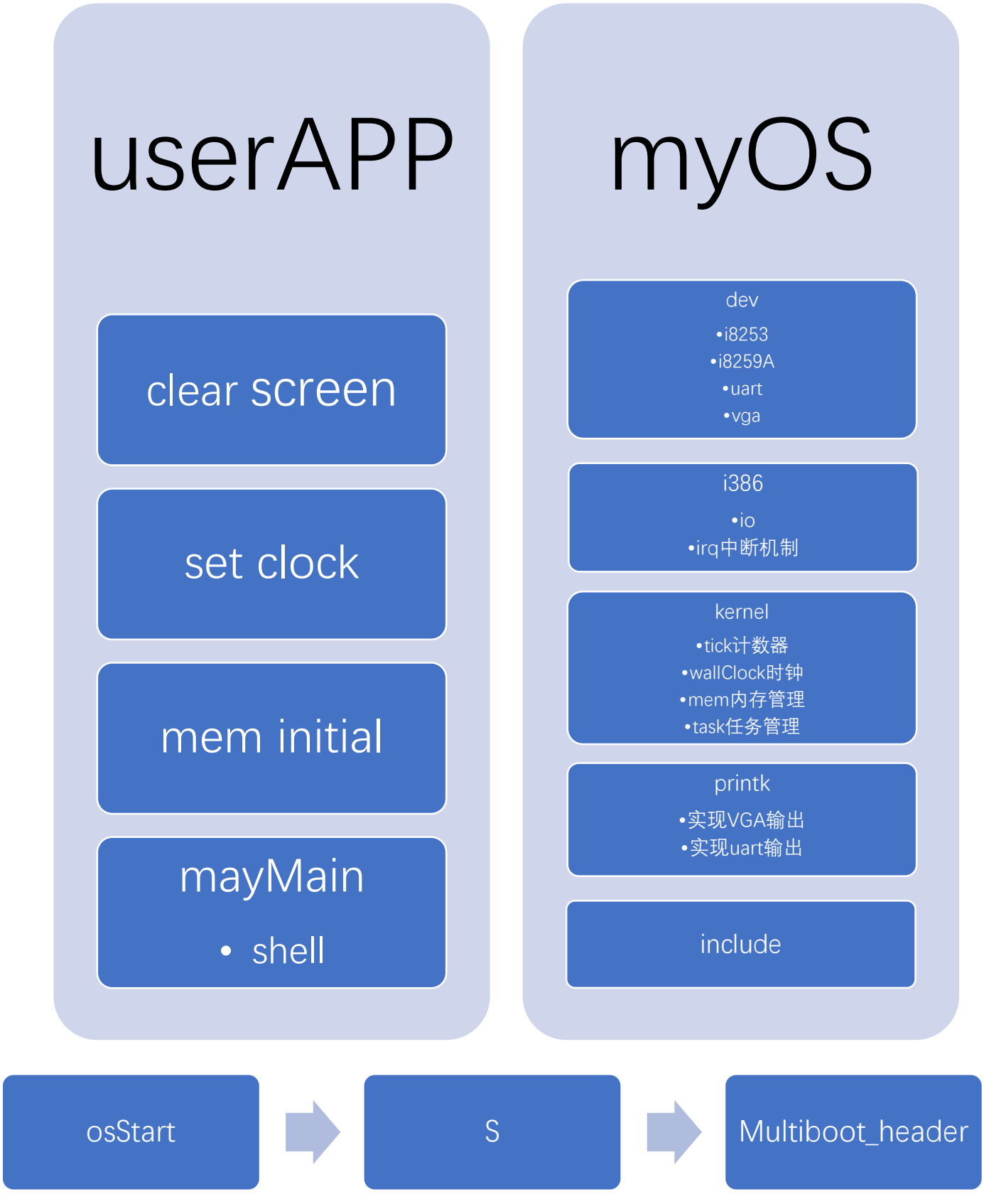
操作系统实验 5 报告

软件框图

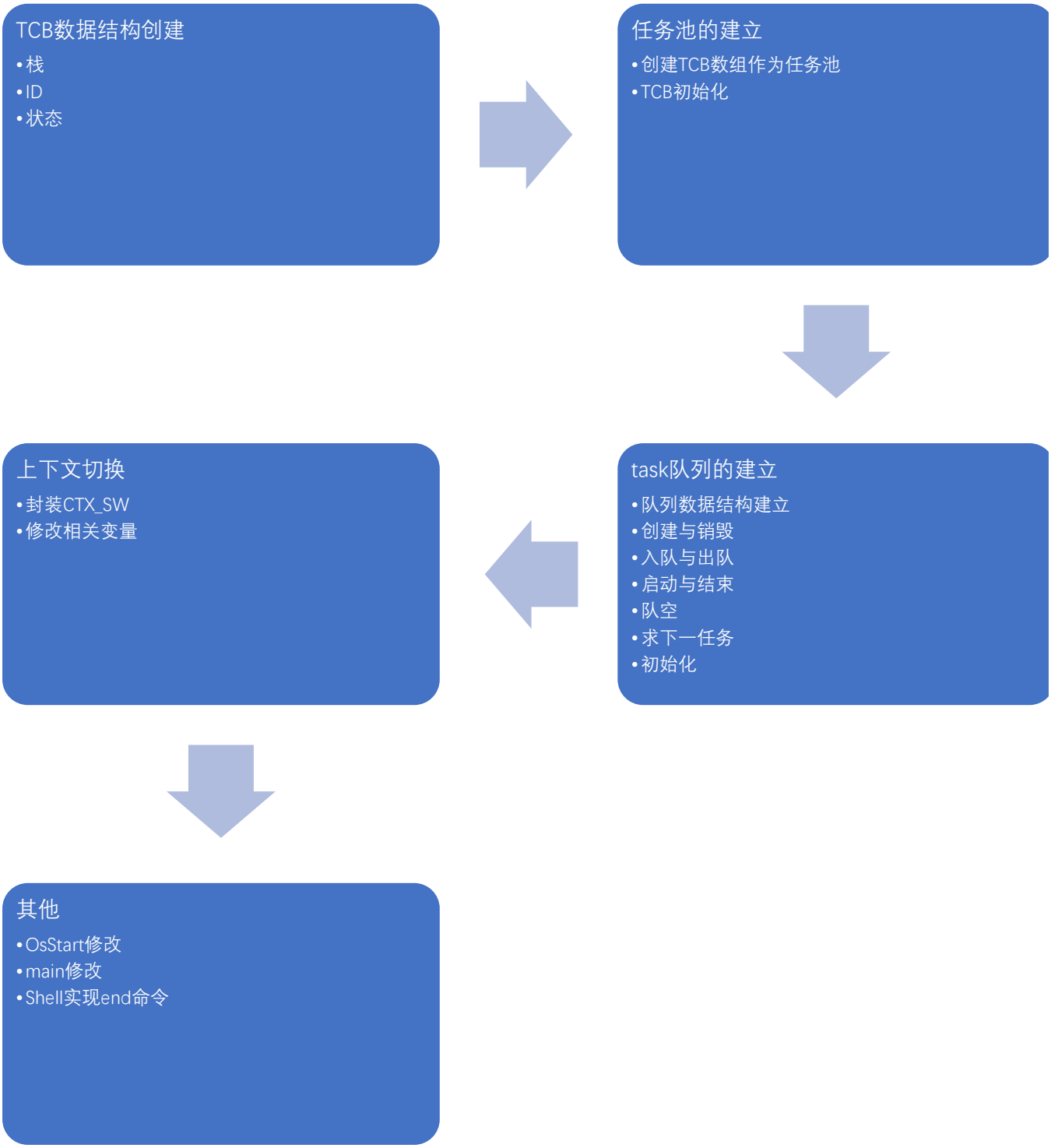


主流程及其实现

在上次实验的基础上，增加下列内容。

主要功能模块及其实现

本次实验中要实现的功能模块分别按五个部分实现



源代码说明

在本次实验的根目录下，除了配置了 makefile 与 DS 文件，还有 4 个文件夹：multibootheader、myOS、output、userApp 。multibootheader 中放置了有关 multibootheader 协议的 S 文件。在 output 中，原本为空文件夹，用来输出编译后生成的文件。在该文件夹中的目录结构与根目录相似，主要是为了对每个文件输出时不产生混淆。在 userApp 中存放的是 main 文件、memTestCase 文件、userTasks 文件与该文件夹下的 makefile 文件，本次实验中的 userTasks 是提供的测试 Task 相关功能文件。在 myOS 文件夹中存放了本次实验的主要源文件。直接存放在此该目录下的文件有 DS 文件、该文件夹下的 makefile 文件、链接器文件、一个配置地址的 S 文件和一个包含了 main 函数的与 multibootheader 中的 S 文件相关联的 C 文件。这个文件也是从汇编到 C 的转变。在该目录下则有 6 个实现相关功能的文件夹：dev、i386、printk、kernel、lib、include。每个文件夹下都有一个相应的 makefile 文件以及实现功能的 C 语言源文件。本次实验中在 lib 中添加了 task.h 文件，主要功能时任务池的空间声明与 TCB 数据结构的定义，特别的，我在 lib 中自行添加了颜色宏的头文件，方便用宏定义写入 myPrint 的颜色参数。kernel 文件夹中增加 task.c 源代码文件以实现 task 的相关功能。每个子目录下的 makefile 文件的输出目录都是在 output 中的同名目录。下面展示相关源代码。

```c
#ifndef __TASK_H__
#define __TASK_H__

#ifndef USER_TASK_NUM
#include "../../userApp/userApp.h"
#endif

#define TASK_NUM (2 + USER_TASK_NUM)   // at least: 0-idle, 1-init

#define STACK_SIZE 0x8000            // size of a task stack

#define initTskBody myMain         // connect initTask with myMain

#define NEW 0                   //新的
#define READY 1                 //就绪
#define WAIT 2                  //等待
#define RUN 3                   //运行
#define DEATH 4                 //销毁

void initTskBody(void);

void CTX_SW(void*prev_stkTop, void*next_stkTop);

typedef struct myTCB {
    unsigned long* stkTop;                  //栈顶指针
    unsigned long stkBase[STACK_SIZE];      //栈底指针
    unsigned short int state;               //状态
    unsigned short int pid;                 //任务ID
    struct myTCB* next;                     //下一个结点
    void (*task)(void);                   //任务
} myTCB;

myTCB tcbPool[TASK_NUM];

myTCB * idleTsk;                /* idle 任务 */
myTCB * currentTsk;             /* 当前任务 */
myTCB * firstFreeTsk;           /* 下一个空 TCB */

void TaskManagerInit(void);

#endif
```

task.h 代码，主要是自行定义了 TCB 数据结构的内容，同时还定义了若干 task 状态宏

```c
#include "../include/task.h"
#include "../include/myPrintk.h"

void schedule(void);
void destroyTsk(int takIndex);

/**
 * 内部接口参考
 */
typedef struct rdyQueueFCFS
{
    myTCB* head;
    myTCB* tail;
    myTCB* idleTsk;
} rdyQueueFCFS;

rdyQueueFCFS rqFCFS;

void rqFCFSInit(myTCB* idleTsk)
{
    rqFCFS.head = (myTCB*)0;
    rqFCFS.tail = (myTCB*)0;
    rqFCFS.idleTsk = idleTsk;
}

int rqFCFSIsEmpty(void)
{
    if ((rqFCFS.head == (myTCB*)0) && (rqFCFS.tail == (myTCB*)0))
        return 1;
    else
        return 0;
}

myTCB* nextFCFSTsk(void)
{
    if (rqFCFSIsEmpty() == 1)
        return rqFCFS.idleTsk;
    else
        return rqFCFS.head;
}
```

task.c 代码部分 1，主要参考了教师展示的代码，实现了判断队空、求下一 task、初始化等功能。

```
42      /* tskEnqueueFCFS: insert into the tail node */
43      void tskEnqueueFCFS(myTCB* tsk)
44      {
45          if (rqFCFSIsEmpty() == 1)
46              rqFCFS.head = tsk;
47          else
48              rqFCFS.tail->next = tsk;
49          rqFCFS.tail = tsk;
50      }
51
52      /* tskDequeueFCFS: delete the first node */
53      void tskDequeueFCFS(myTCB* tsk)
54      {
55          rqFCFS.head = rqFCFS.head->next;
56          if (tsk == rqFCFS.tail)
57              rqFCFS.tail = (myTCB*)0;
58      }
59
60      // 用于初始化新创建的 task 的栈
61      // 这样切换到该任务时不会 stack underflow
62      void stack_init(unsigned long** stk, void (*task)(void))
63      {
64          *(*stk)-- = (unsigned long)0x08;        //CS高地址
65          *(*stk)-- = (unsigned long)task;        //eip
66          *(*stk)-- = (unsigned long)0x0202;      //init eflags: IF=1,BI
67          *(*stk)-- = (unsigned long)0xAAAAAAAA; //EAX
68          *(*stk)-- = (unsigned long)0xCCCCCCCC; //ECX
69          *(*stk)-- = (unsigned long)0xDDDDDDDD; //EDX
70          *(*stk)-- = (unsigned long)0xBBBBBBBB; //EBX
71          *(*stk)-- = (unsigned long)0x44444444; //ESP
72          *(*stk)-- = (unsigned long)0x55555555; //EBP
73          *(*stk)-- = (unsigned long)0x66666666; //ESI
74          *(*stk) = (unsigned long)0x77777777;    //EDI低地址
75      }
76
77      void tskStart(myTCB* tsk)
78      {
79          tsk->state = READY;
80          tskEnqueueFCFS(tsk);
81      }
82
```

task.c 代码部分 2，实现出入队以及栈的初始化、任务的开始

```
83  void tskEnd(void)
84  {
85      myPrintk(GREEN, "this task is end\n");
86      tskDequeueFCFS(currentTsk);
87      destroyTsk(currentTsk->pid);
88      schedule();
89  }
90
91  /* createTsk
92   * tskBody():
93   * return value: taskIndex or, if failed, -1
94   */
95  int createTsk(void (*tskBody)(void))
96  {
97      myPrintk(DARK_GREEN, "Creat a new task...\n");
98      if (firstFreeTsk != (myTCB*)0)
99      {
100         myTCB* newTCB = firstFreeTsk;
101         firstFreeTsk = newTCB->next;
102         newTCB->state = WAIT;
103         newTCB->task = tskBody;
104         newTCB->stkTop = newTCB->stkBase + STACK_SIZE - 1;
105         newTCB->next = (myTCB*)0;
106         stack_init(&(newTCB->stkTop), tskBody);
107         myPrintk(GREEN, "Succecss,now,Start\n");
108         tskStart(newTCB);
109         return newTCB->pid;
110     }
111     else
112         return -1;
113 }
```

task.c 代码部分 3，主要实现任务的结束与创建

```
119  void destroyTsk(int takIndex)
120  {
121      //查找
122      for (int i = 0; i < TASK_NUM; i++)
123          if (takIndex == tcbPool[i].pid)
124          {
125              tcbPool[i].state = DEATH;
126              break;
127          }
128      //空闲Tsk查找
129      for(int i=0;i<TASK_NUM;i++)
130          if (tcbPool[i].state == DEATH || tcbPool[i].state == NEW)
131          {
132              firstFreeTsk = tcbPool + i;
133              return;
134          }
135  }
136
137  unsigned long** prevTSK_StackPtr;
138  unsigned long* nextTSK_StackPtr;
139  //对CTX_SW的封装
140  void context_switch(myTCB* prevTsk, myTCB* nextTsk)
141  {
142      prevTSK_StackPtr = &(prevTsk->stkTop);
143      nextTSK_StackPtr = nextTsk->stkTop;
144      currentTsk = nextFCFSTsk();
145      myPrintk(GREEN, "CTX_SW...\n");
146      CTX_SW(prevTSK_StackPtr, nextTSK_StackPtr);
147  }
148
149  void scheduleFCFS(void)
150  {
151      context_switch(currentTsk, nextFCFSTsk());
152  }
153
154  void schedule(void)
155  {
156      scheduleFCFS();
157  }
158
```

task.c 代码部分 4，主要实现任务的销毁、封装实现的上下文切换与调度

```
160     * idle 任务
161     */
162    void tskIdleBdy(void)
163    {
164        while (1)
165        {
166            schedule();
167        }
168    }
169
170    unsigned long BspContextBase[STACK_SIZE];
171    unsigned long* BspContext;
172
173    //start multitasking
174    void startMultitask(void)
175    {
176        BspContext = BspContextBase + STACK_SIZE - 1;
177        prevTSK_StackPtr = &BspContext;
178        currentTsk = nextFCFSTsk();
179        nextTSK_StackPtr = currentTsk->stkTop;
180        myPrintk(GREEN, "CTX_SW runing start...\n");
181        CTX_SW(prevTSK_StackPtr, nextTSK_StackPtr);
182        myPrintk(GREEN, "SuccessInit!\n");
183    }
```

task.c 代码部分 5，主要实现了 idle 任务和多任务模式

```
185  void TaskManagerInit(void)
186  {
187      //初始化 TCB 数组
188      for (int i = 0; i < TASK_NUM; i++)
189      {
190          tcbPool[i].pid = i;
191          if (i < TASK_NUM - 1)
192              tcbPool[i].next = tcbPool + i + 1;
193          else
194              tcbPool[i].next = (myTCB*)0;
195          tcbPool[i].stkTop = tcbPool[i].stkBase + STACK_SIZE - 1;
196      }
197      //创建 idle 任务
198      idleTsk = tcbPool;
199      stack_init(&(idleTsk->stkTop), tskIdleBdy);
200      rqFCFSInit(idleTsk);
201      firstFreeTsk = tcbPool + 1;
202      //创建 init 任务（使用 initTskBody）
203      createTsk(initTskBody);
204      //切入多任务状态
205      myPrintk(DARK_GREEN, "START MULTITASKING......\n");
206      startMultitask();
207      myPrintk(DARK_GREEN, "STOP MULTITASKING......ShutDown\n");
208  }
```

task.c 代码部分 6，主要实现任务管理的初始化

```c
#include "include/i8253.h"
#include "include/i8259.h"
#include "include/irq.h"
#include "include/uart.h"
#include "include/vga.h"
#include "include/mem.h"
#include "include/task.h"
#include "include/myPrintk.h"

void osStart(void)
{
    //pressAnyKeyToStart(); // prepare for uart device
    init8259A();
    init8253();
    enable_interrupt();

    clear_screen();

    pMemInit();
    unsigned long tmp = dPartitionAlloc(pMemHandler, 100);
    dPartitionWalkByAddr(pMemHandler);
    dPartitionFree(pMemHandler, tmp);
    dPartitionWalkByAddr(pMemHandler);

    TaskManagerInit();
    while (1);
}
```

osStart 代码部分

```c
// init task 入口
void myMain(void)
{
    clear_screen();

    createTsk(myTsk0);
    createTsk(myTsk1);
    createTsk(myTsk2);

    initShell();
    memTestCaseInit();
    createTsk(startShell);

    tskEnd();
}
```

main 代码部分，将 Shell 作为一个

Task

```
int end(int argc, unsigned char** argv)
{
    tskEnd();
    return 0;
}
```

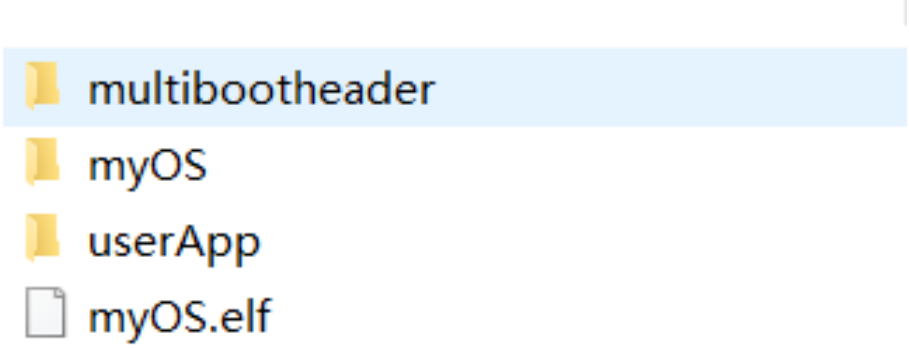
除了讲义要求的必须部分，我还实现了一个 end 指令，其作用即在 Shell 中执行 tskEnd()

代码布局说明

所有的引导模块将按页（4KB）边界对齐，物理内存地址从 1M 处开始。本次实验中在封装上下文切换的函数时修改了 current_task 和 prev/next_task 的信息。

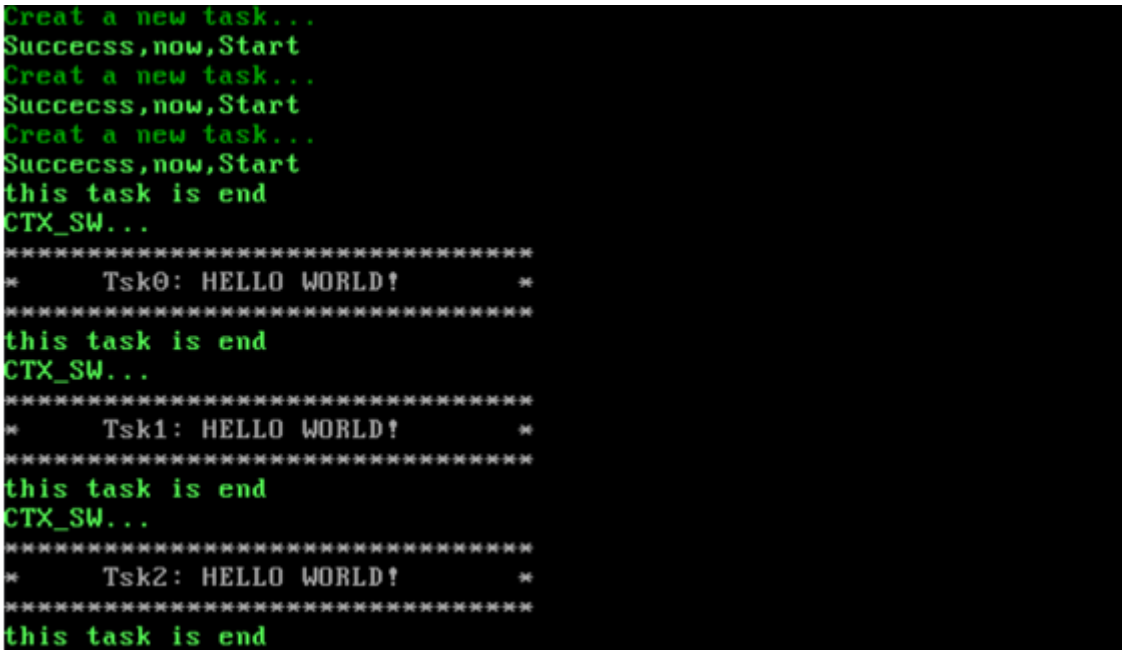
编译过程说明：

通过指令 make 完成编译，可以看到在 output 目录中的对应目录中分别输出了与根目录下对应文件相同文件。

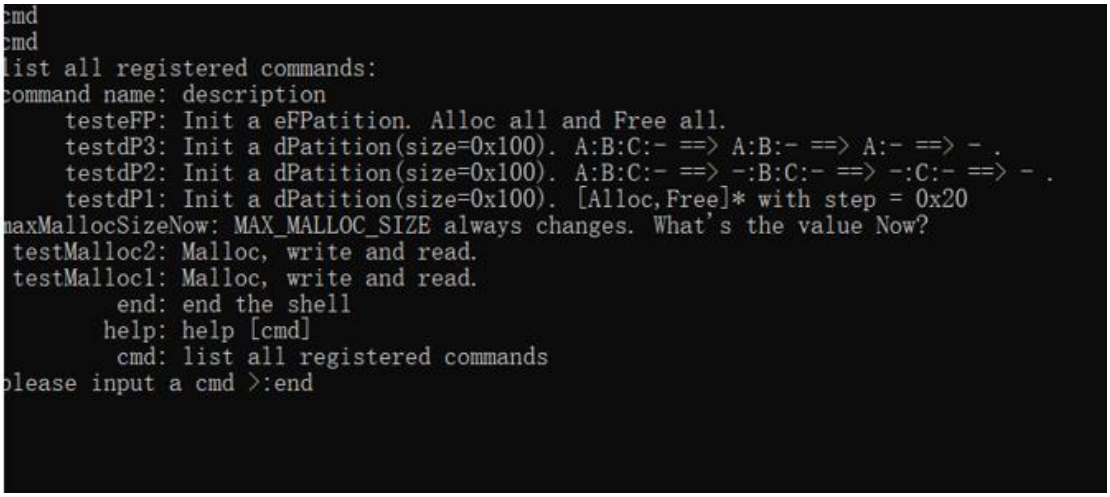


运行和运行结果说明：

在 Ubuntu 中通过 QEMU 启动已经编译生成的 bin 文件，得到 Linux 的图形化界面运行结果，然后再通过 Ubuntu 启动一个交互界面，用于输入与输出。



刚运行内核时的 QEMU 界面。



在运行了 end 命令后，QEMU 界面退出。

遇到的问题和解决方案：

1. 不能理解任务管理的具体实现方式

   通过网络工具查询和了解，然后通过借鉴与咨询、参考教师所给示例实现。

2. 无法正常对上栈

   网络查询后了解到是没有给栈指针赋给空间，遂将指针成员变量改为数组形式实体空间的自动分配。