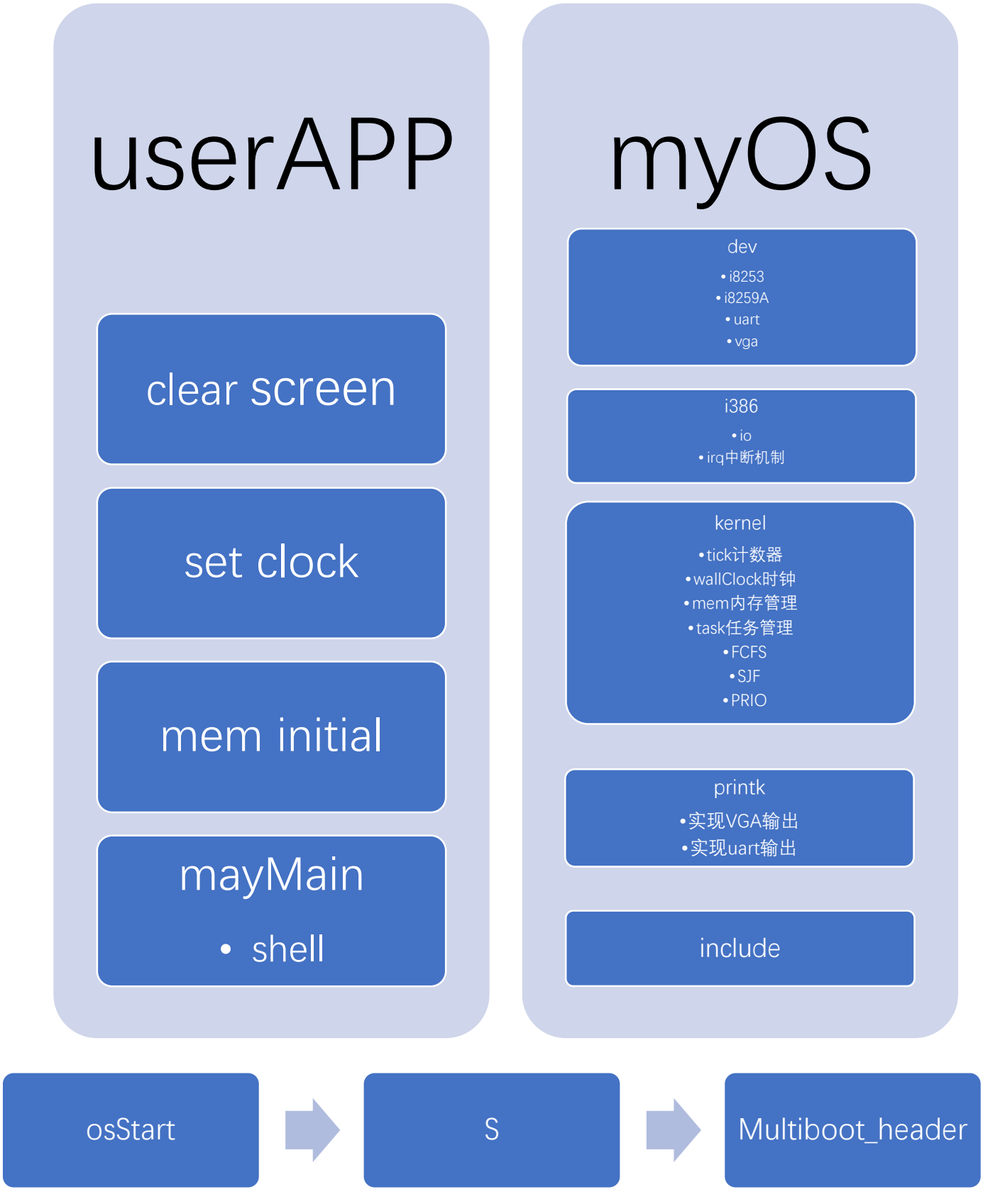
操作系统实验 5 报告

软件框图

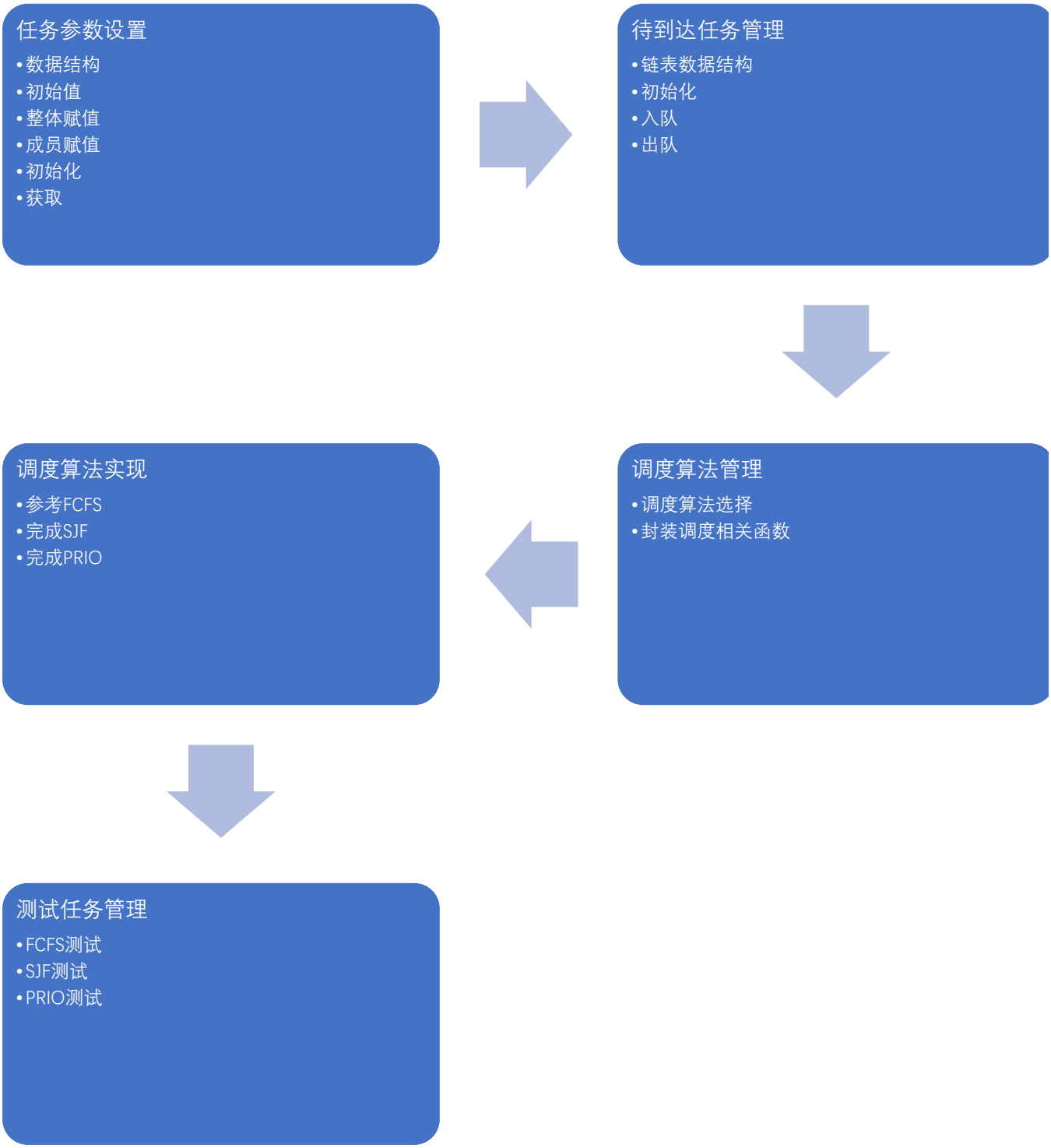


主流程及其实现

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 include 中添加了 task_arr.h、task_sched.h、taskPara.h 文件，主要功能是对应的 C 文件中的函数声明与相关宏定义。此外，我在 include 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_arr.c、task_sched.c、taskPara.c 源代码文件以实现任务调度算法的相关功能，以及 task_sched 文件夹存放 FCFS、SJF、PRIO 等调度算法的源代码文件。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。

下面展示本次实验的框架中所要求实现的部分。

```c
#include "../include/tcb.h"
#include "../include/taskPara.h"
#include "../include/task_sched.h"

//extern void initLeftExeTime_sjf(myTCB* tsk);

// may modified during scheduler_init
tskPara defaultTskPara = {
    .priority = 0,
    .exeTime = MAX_EXETIME,
    .arrTime = 0,
    .schedPolicy = SCHED_UNDEF
}; //task设计调度的一些参数的默认值

void _setTskPara(myTCB* task, tskPara* para)
{
    if (para == NULL)
        task->para = defaultTskPara;
    else
    {
        task->para = *para;
        switch (para->schedPolicy)
        {
        case SCHEDULER_FCFS:
            task->para.schedPolicy = SCHED_FCFS;
            break;
        case SCHEDULER_SJF:
            task->para.schedPolicy = SCHED_SJF;
            break;
        case SCHEDULER_PRIORITY:
            task->para.schedPolicy = SCHED_PRIO;
            break;
        default:
            task->para.schedPolicy = SCHED_UNDEF;
            break;
        }
    }
}

```

task_para.c 代码部分 1，关于参数的默认值以及对参数的赋值实现

```
40  void initTskPara(tskPara* buffer)
41  {
42      buffer->arrTime = 0;
43      buffer->exeTime = MAX_EXETIME;
44      buffer->priority = 0;
45      buffer->schedPolicy = SCHED_UNDEF;
46  }
47
48  void setTskPara(unsigned int option, unsigned int value, tskPara* buffer)
49  {
50      switch (option)
51      {
52      case ARRTIME:
53          buffer->arrTime = value;
54          break;
55      case EXETIME:
56          buffer->exeTime = value;
57          break;
58      case PRIORITY:
59          buffer->priority = value;
60          break;
61      case SCHED_POLICY:
62          buffer->schedPolicy = value;
63          break;
64      default:
65          break;
66      }
67  }
```

task_para.c 代码部分 2，主要实现初始化参数和对参数成员的指定赋值。

```
69  void getTskPara(unsigned option, unsigned int* para, tskPara* buffer)
70  {
71      switch (option)
72      {
73      case ARRTIME:
74          *para = currentTsk->para.arrTime;
75          break;
76      case EXETIME:
77          *para = currentTsk->para.exeTime;
78          break;
79      case PRIORITY:
80          *para = currentTsk->para.priority;
81          break;
82      case SCHED_POLICY:
83          *para = currentTsk->para.schedPolicy;
84          break;
85      default:
86          break;
87      }
88  }
```

task_para.c 代码部分 3，获得指定参数功能的实现

```c
/* arrTime: small --> big */
void ArrListEnqueue(myTCB* tsk)
{
    arrNode* arrnode = tcb2Arr(tsk);
    arrnode->theTCB = tsk;
    arrnode->arrTime = tsk->para.arrTime;
    dLinkedList* head = &arrList;
    dLinkedList* plist = &arrList;
    arrNode* parr;
    while (1)
    {
        //移动节点
        plist = dLinkListFirstNode(plist);
        parr = (arrNode*)plist;
        //当p回到队首/到达时间小于当前节点时
        if (plist == head || arrnode->arrTime <= parr->arrTime)
        {
            dLinkInsertBefore(head, plist, (dLinkedList*)arrnode);
            break;
        }
    }
}
```

task_arr.c 代码，实现创建节点并按到达时间加入队列

```c
void setSysScheduler(unsigned int what)
{
    switch (what)
    {
    case SCHEDULER_FCFS:
        sysScheduler = &scheduler_FCFS;
        break;
    case SCHEDULER_PRIORITY:
        sysScheduler = &scheduler_PRIO;
        break;
    //case SCHEDULER_PRIORITY0:
    //  sysScheduler = &scheduler_PRIO0;
    //  break;
    case SCHEDULER_SJF:
        sysScheduler = &scheduler_SJF;
        break;
    //case SCHEDULER_RR:
    //  sysScheduler = &scheduler_RR;
    //  break;
    //case SCHEDULER_MQ:
    //  sysScheduler = &scheduler_MQ;
    //  break;
    //case SCHEDULER_FMQ:
    //  sysScheduler = &scheduler_FMQ;
    //  break;
    default:
        sysScheduler = &scheduler_FCFS;
        break;
    }
}
```

task_sched.c 代码部分 1，主要实现调度器的选择。未实现的调度算法已经被注释。

```
59  //由于RR涉及到设置时间片大小 所以需要如下的两个函数getSysSchedulerPara setSysSchedulerPar
60  //其他调度器则不需要
61  void getSysSchedulerPara(unsigned int who, unsigned int* para)
62  {
63      switch (who)
64      {
65      case SCHED_RR_SLICE:
66          *para = defaultSlice;
67          break;
68      case SCHED_RT_RR_SLICE:
69          *para = defaultRtSlice;
70          break;
71      default:;
72      }
73  }
74
75  void setSysSchedulerPara(unsigned int who, unsigned int para)
76  {
77      switch (who)
78      {
79      case SCHED_RR_SLICE:
80          defaultSlice = para;
81          break;
82      case SCHED_RT_RR_SLICE:
83          defaultRtSlice = para;
84          break;
85      default:;
86      }
87  }
```

task_sched.c 代码部分 2，主要实现了调度器参数获取和赋值

```
89  //每一个调度器中集成了几个函数 参考./task_sched/task_fifo.c中的scheduler scheduler_FCFS的结
90  //实现以下的nextTsk enqueueTsk dequeueTsk schedulerInit scheduler_tick
91  myTCB* nextTsk(void)
92  {
93      if (sysScheduler->nextTsk_func)
94          return sysScheduler->nextTsk_func();
95      else
96          return (myTCB*)NULL;
97  }
98
99  void enqueueTsk(myTCB* tsk)
100 {
101     if (sysScheduler->enqueueTsk_func)
102         sysScheduler->enqueueTsk_func(tsk);
103 }
104
105 void dequeueTsk(myTCB* tsk)
106 {
107     if (sysScheduler->dequeueTsk_func)
108         sysScheduler->dequeueTsk_func(tsk);
109 }
110
111 void createTsk_hook(myTCB* created)
112 {
113     if (sysScheduler->createTsk_hook)
114         sysScheduler->createTsk_hook(created);
115 }
116
117  extern void scheduler_hook_main(void);
118
119 void schedulerInit(void)
120 {
121     scheduler_hook_main();
122     if (sysScheduler->schedulerInit_func)
123         sysScheduler->schedulerInit_func();
124 }
125
```

task_sched.c 代码部分 3，主要实现调度器的内部函数的封装。这有利于对不同算法的统一管理

```
126 void scheduler_tick(void)
127 {
128     if (sysScheduler->tick_hook)
129         sysScheduler->createTsk_hook(currentTsk);
130 }
131
132 void schedule(void)
133 {
134     static int idle_times = 0;
135     myTCB* prevTsk, * nextTsk;
136     disable_interrupt();
137     prevTsk = currentTsk;
138     nextTsk = sysScheduler->nextTsk_func();
139     currentTsk = nextTsk;
140     context_switch(prevTsk, nextTsk);
141     enable_interrupt();
142 }
```

task_sched.c 代码部分 4，主要实现调度过程。

```
myTCB* nextSJFTsk(void)
{
    dLinkedList* head = (dLinkedList*)rqSJF;
    dLinkedList* plist = head;
    myTCB* ptcb = (myTCB*)head;
    do
    {
        //节点移动
        plist = dLinkListFirstNode(plist);
        //检测到更短执行时间
        if (((myTCB*)plist)->para.exeTime < ptcb->para.exeTime)
        {
            //更新最短执行时间
            ptcb = (myTCB*)plist;
        }
    } while (plist != head);
    return ptcb;
}
```

task_SJF 代码部分，由于大多数代码与 FCFS 代码文件所给相同，故主要展示不同的 next 函数的实现，PRIO 算法同。不同调度算法主要是对 next 函数的不同实现。主要是检测当前任务队列并依次执行时间并进行比较，最终找到最短执行时间

```
11  myTCB* nextPRIOTsk(void)
12  {
13      dLinkedList* head = (dLinkedList*)rqPRIO;
14      dLinkedList* plist = head;
15      myTCB* ptcb = (myTCB*)initTskPara;
16      int i = 0;
17      do
18      {
19          //节点移动
20          plist = dLinkListFirstNode(plist);
21          //首次移动则立即修改ptcb
22          if (i < 1)
23          {
24              i++;
25              ptcb = (myTCB*)plist;
26              continue;
27          }
28          //检测到更高优先级
29          if (((myTCB*)plist)->para.priority > ptcb->para.priority)
30          {
31              //更新最高优先级
32              ptcb = (myTCB*)plist;
33          }
34      } while (plist != head);
35      return ptcb;
36  }
```

原理同上一算法，检测的成员不同。但是此算法需要避开 initsk 和 idletsk 的优先级对判断的干扰，故需要绕开此节点的 prio 检测。

```c
#include "../myOS/userInterface.h"   //interface from kernel
#include "shell.h"
#include "memTestCase.h"
#define SCHED_INSTANCE SCHEDULER_FCFS          //改变宏定义实现算法选择

```

main 代码部分 1，本次实验为了任意在测试用例间的切换，我选择用宏定义的方法来产生对应不同的编译内容。

```c
void myTSK0(void)
{
#if(SCHED_INSTANCE == SCHEDULER_FCFS)    //FCFS
    int j = 1;
    while (j <= 4)
    {
        myPrintf(0x7, "myTSK0::%d    \n", j);
        busy_n_ms(120);
        j++;
    }
#elif(SCHED_INSTANCE == SCHEDULER_SJF)    //SJF
    int j = 1;
    while (j <= 4)
    {
        myPrintf(0x7, "myTSK0::%d    \n", j);
        busy_n_ms(120);
        j++;
    }
#elif(SCHED_INSTANCE == SCHEDULER_PRIORITY)    //PRIO
    int j = 1;
    myPrintf(0x7, "priority of myTSK0 : 3\n");
    while (j <= 4)
    {
        myPrintf(0x7, "myTSK0::%d    \n", j);
        busy_n_ms(120);
        j++;
    }
#endif
    tskEnd();   //the task is end
}
```

main 代码部分 2，此部分为 task0 在不同调度算法下的内容

```
void myTSK1(void)
{
#if(SCHED_INSTANCE == SCHEDULER_FCFS)    //FCFS
    int j = 1;
    while (j <= 4)
    {
        myPrintf(0x7, "myTSK1::%d    \n", j);
        busy_n_ms(120);
        j++;
    }
#elif(SCHED_INSTANCE == SCHEDULER_SJF)    //SJF
    int j = 1;
    while (j <= 8)
    {
        myPrintf(0x7, "myTSK1::%d    \n", j);
        busy_n_ms(120);
        j++;
    }
#elif(SCHED_INSTANCE == SCHEDULER_PRIORITY)    //PRIO
    int j = 1;
    myPrintf(0x7, "priority of myTSK0 : 5\n");
    while (j <= 4)
    {
        myPrintf(0x7, "myTSK1::%d    \n", j);
        busy_n_ms(120);
        j++;
    }
#endif
    tskEnd();   //the task is end
}
```

main 代码部分 3，此部分为 task1 在不同调度算法下的内容

```
void myTSK2(void)
{
#if(SCHED_INSTANCE == SCHEDULER_FCFS)    //FCFS
    int j = 1;
    while (j <= 4)
    {
        myPrintf(0x7, "myTSK2::%d    \n", j);
        busy_n_ms(120);
        j++;
    }
#elif(SCHED_INSTANCE == SCHEDULER_SJF)    //SJF
    int j = 1;
    while (j <= 6)
    {
        myPrintf(0x7, "myTSK2::%d    \n", j);
        busy_n_ms(120);
        j++;
    }
#elif(SCHED_INSTANCE == SCHEDULER_PRIORITY)    //PRIO
    int j = 1;
    myPrintf(0x7, "priority of myTSK0 : 4\n");
    while (j <= 4)
    {
        myPrintf(0x7, "myTSK2::%d    \n", j);
        busy_n_ms(120);
        j++;
    }
#endif
    tskEnd();   //the task is end
}
```

main 代码部分 4，此部分为 task2 在不同调度算法下的内容

```
122  void testScheduler(void)
123  {
124      //FCFS or RR or SJF or PRIORITY0
125      tskPara tskParas[4];
126      int i;
127      for (i = 0; i < 4; i++)
128          initTskPara(&tskParas[i]);
129      //创建task 并且根据调度算法 设置task的参数
130  #if(SCHED_INSTANCE == SCHEDULER_FCFS)    //FCFS
131      setTskPara(ARRTIME, 50, &tskParas[0]);
132      createTsk(myTSK0, &tskParas[0]);
133      setTskPara(ARRTIME, 100, &tskParas[1]);
134      createTsk(myTSK1, &tskParas[1]);
135      setTskPara(ARRTIME, 0, &tskParas[2]);
136      createTsk(myTSK2, &tskParas[2]);
137  #elif(SCHED_INSTANCE == SCHEDULER_SJF)    //SJF
138      setTskPara(EXETIME, 100, &tskParas[0]);
139      setTskPara(ARRTIME, 0, &tskParas[0]);
140      createTsk(myTSK0, &tskParas[0]);
141      setTskPara(EXETIME, 200, &tskParas[1]);
142      setTskPara(ARRTIME, 0, &tskParas[1]);
143      createTsk(myTSK1, &tskParas[1]);
144      setTskPara(EXETIME, 150, &tskParas[2]);
145      setTskPara(ARRTIME, 0, &tskParas[2]);
146      createTsk(myTSK2, &tskParas[2]);
147  #elif(SCHED_INSTANCE == SCHEDULER_PRIORITY)    //PRIO
148      setTskPara(PRIORITY, 3, &tskParas[0]);
149      setTskPara(ARRTIME, 0, &tskParas[0]);
150      createTsk(myTSK0, &tskParas[0]);
151      setTskPara(PRIORITY, 5, &tskParas[1]);
152      setTskPara(ARRTIME, 0, &tskParas[1]);
153      createTsk(myTSK1, &tskParas[1]);
154      setTskPara(PRIORITY, 4, &tskParas[2]);
155      setTskPara(ARRTIME, 0, &tskParas[2]);
156      createTsk(myTSK2, &tskParas[2]);
157  #elif    //ELSE
158      return;
159  #endif
```

main 代码部分 5，此部分为不同调度算法下的各个 task 参数设置

```
160      initShell();
161      memTestCaseInit();
162      setTskPara(ARRTIME, 120, &tskParas[3]);
163      setTskPara(EXETIME, 1000, &tskParas[3]);
164      setTskPara(PRIORITY, 2, &tskParas[3]);
165      createTsk(startShell, &tskParas[3]);  //    startShell();
166  }
167
```

main 代码部分 4，此部分为 Shell 的参数设置与任务创建

代码布局说明

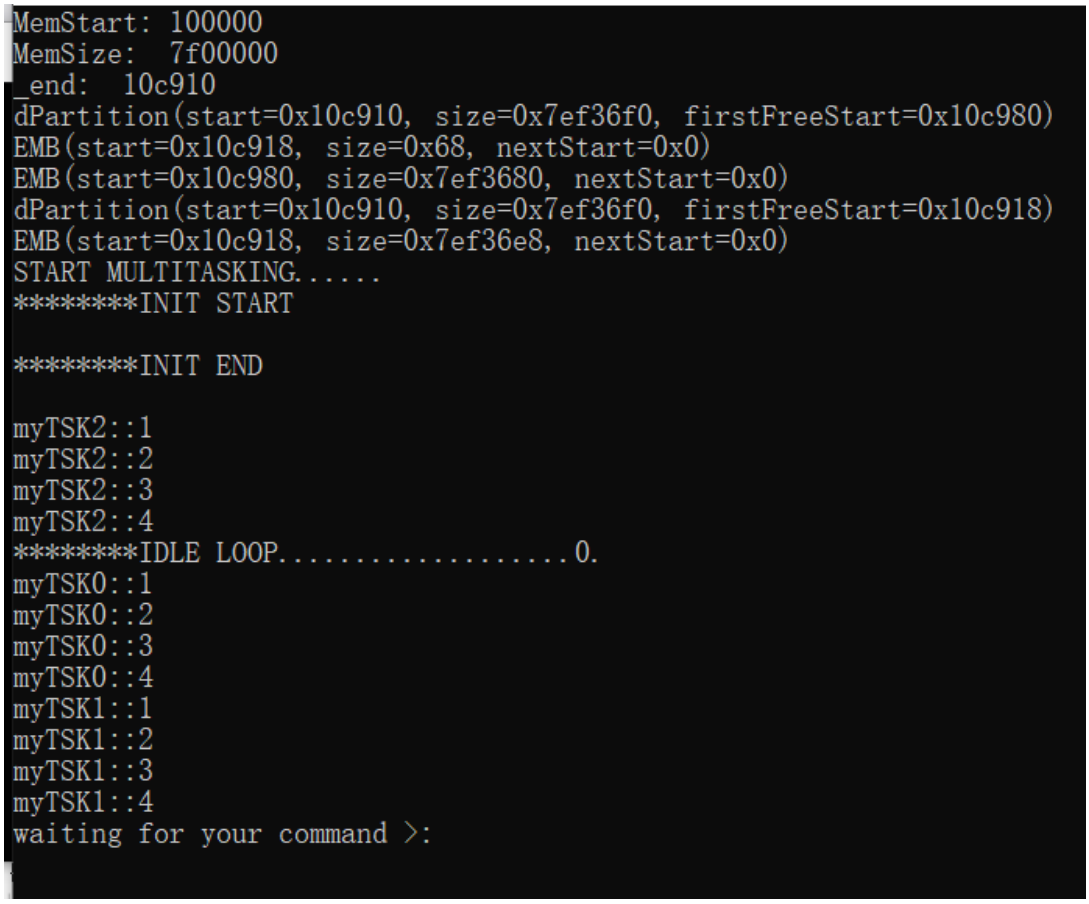
所有的引导模块将按页（4KB）边界对齐，物理内存地址从 1M 处开始。

编译过程说明：

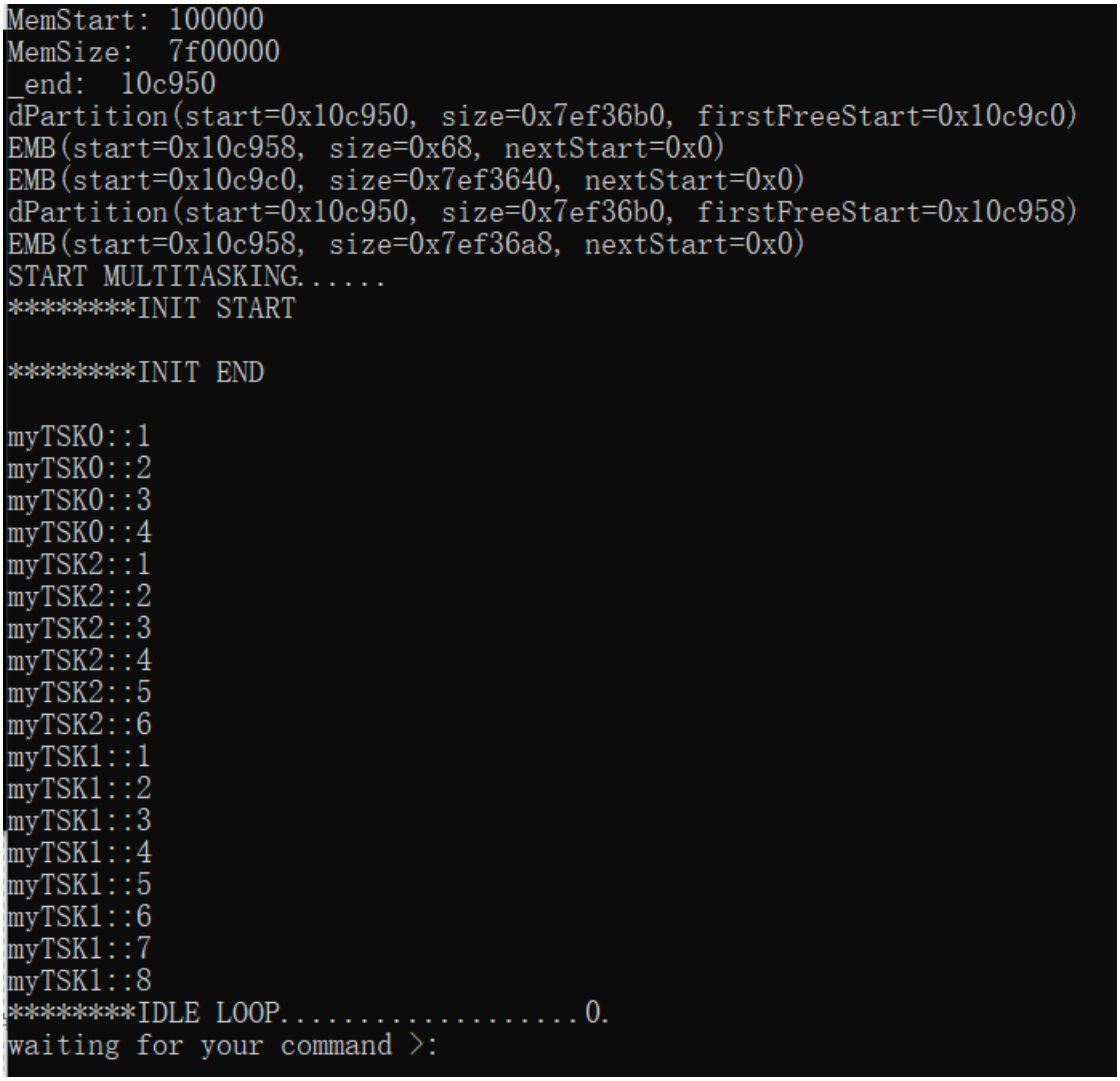
通过指令 make 完成编译，在 output 目录中的对应目录中分别输出了与根目录下对应文件相同文件。随后我将三种调度算法下编译的可执行文件分别再次命名，并且删除了中间文件，得到了三个 elf 文件。

运行和运行结果说明：

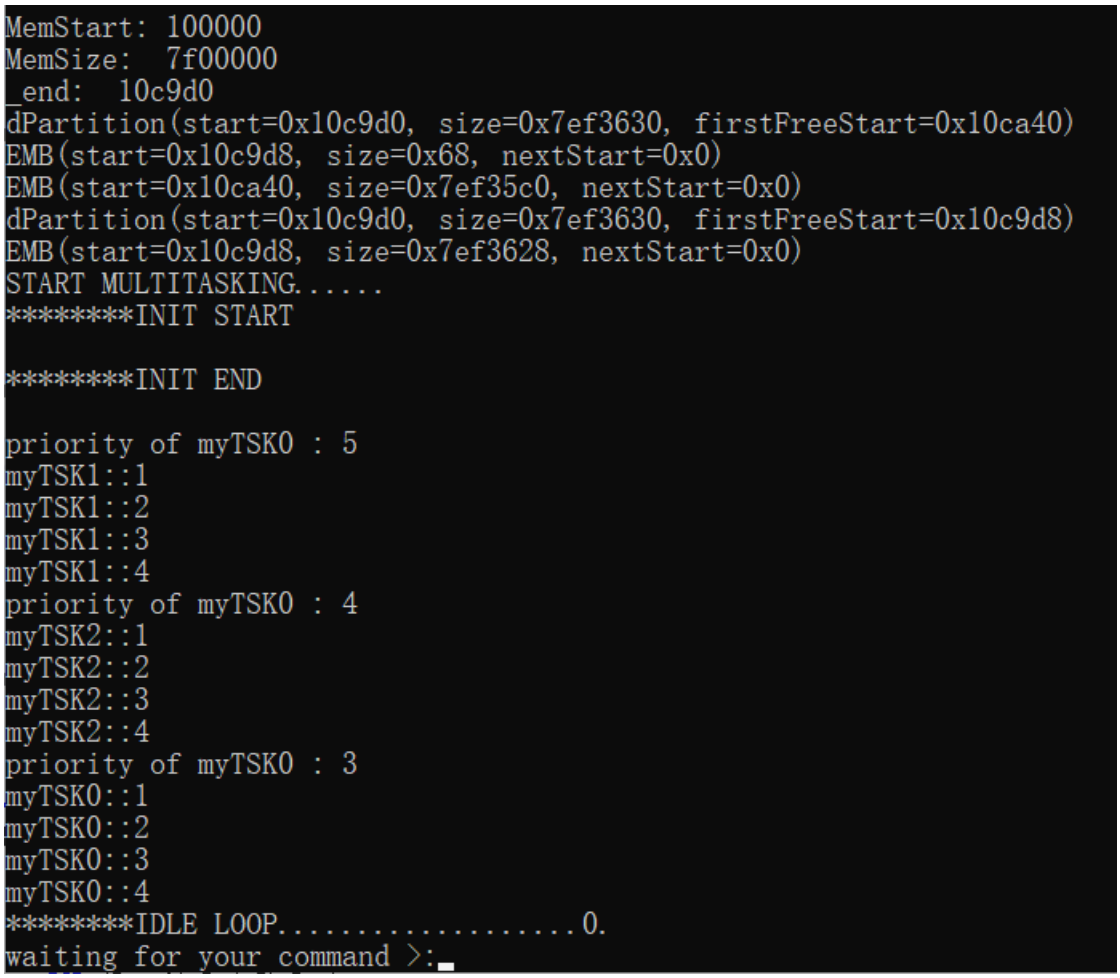
在 Ubuntu 中通过 QEMU 启动已经编译生成的 bin 文件，得到 Linux 的图形化界面运行结果，然后再通过 Ubuntu 启动一个交互界面，用于输入与输出。



如图是 FCFS 算法在 screen 上的运行结果。为了便于其他算法的实现，我先实现了 FCFS 算法验证非调度器文件的正确性。在上面的 main 代码中我已经修改了 tsk 的相关内容以避免过长的内容不便于查看完整结果。可以看到执行顺序是优先执行已经就绪的任务 2，然后执行完毕时判断任务 0 与人物 1 的到达顺序，便优先执行任务 0，符合目标。



如图是 SJF 算法在 screen 上的运行结果。在 main 中，为了显著体现出 next 的实现，我将其他算法中的任务到达时间统一修改为了 0，以便同时比较。除此之外，每个任务的执行时间也与其执行打印循环次数成正相关，可以看到，依次执行了打印次数递增的任务。



如图是 PRIO 算法在 screen 上的运行结果。每个任务的优先级在任务开头先打印一次，可以看到，依次执行了打印优先级递减的任务。

遇到的问题和解决方案：

1. 不能理解调度器的具体实现方式

   网络查询并了解相关信息。

2. 不理解链表头文件的用法

   咨询朋友后自行了解了指针的强行转换原理并成功应用。