ICS (Fall 2018) Project

Phase 3

17307130015 王鑫涛

目录

实验内容

Phase 1

正确实现正确模拟测试样例所需的最小指令集。

通过了所给测试样例。

Phase 2

通过使用 SFML 制作了较为易用简洁美观的图形界面。

Phase 3

实现多线程的 Y86-64 模拟器。

实现模拟存储器层次结构，添加可视化 cache 窗口。

优化了模拟器的输入，不会再出现一次输入被多个周期读取或未被任何周期读取的情况。

增加了调整模拟器自动运行速度的按钮。

增加了观察模拟器运行到输入文件何处的窗口。

通过上述窗口内的输入实现了设置、取消断点的功能。

改善模拟器界面，使之更为美观、护眼。

使用分离线程将原有的内存窗口和指令窗口以及新添的 cache 窗口和输入文件查看窗口改为和模拟器主窗口并行运行。

环境

依赖于文件夹中的包含的 sfml 开头的 dll 文件。

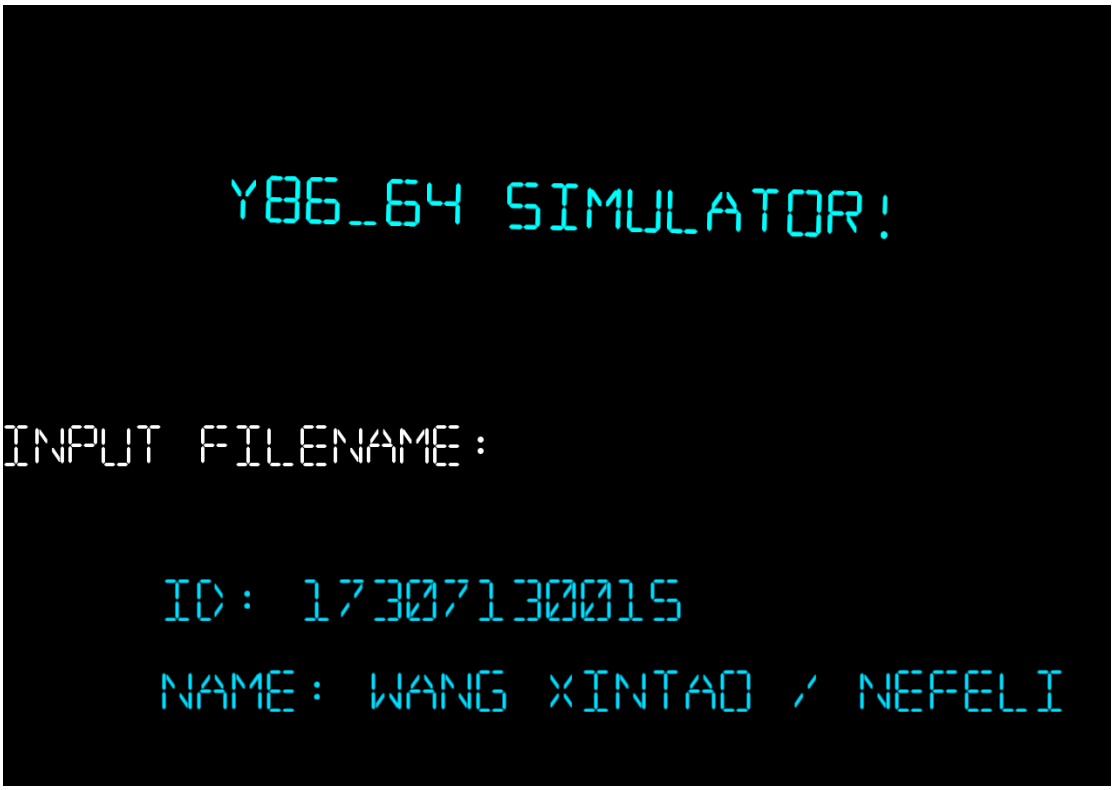
观察运行状态的方法

测试样例存储于 test_code 文件夹中。

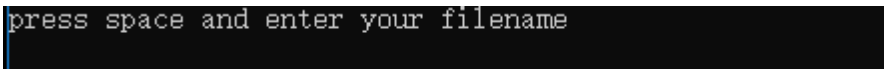
找到 SFML_test 文件夹中的 SFML_test.exe（或者/bin/Debug 下的同名文件）。

点开可以得到图示界面。

封面页（改动）

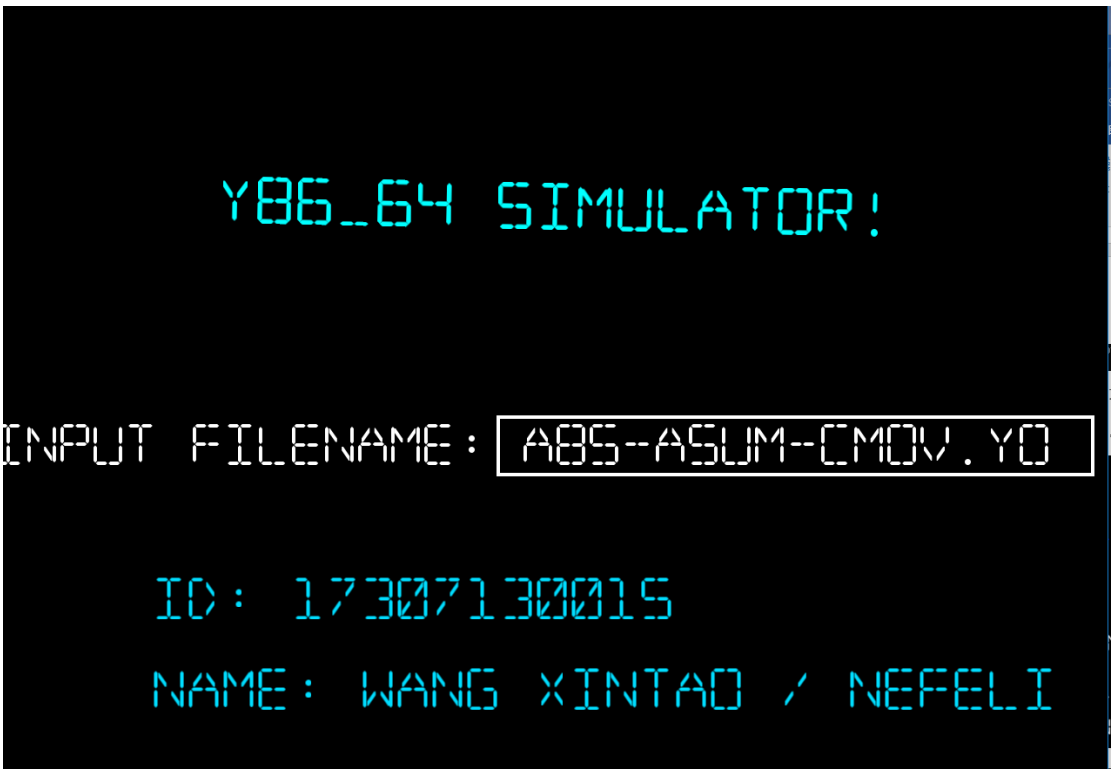


以及一个控制台。



轻点空格进入输入模式输入文件名。

请输入不包含路径的文件名，如 abs-asum-cmov.yo。



可以输入 26 个小写英文字母、'-'、'.'和数字（可以使用小键盘）。

可以按 backspace 修改文件名，输入完后按空格键，在输入文件是正确的机器语言文件时会进入模拟器界面，否则清除输入。

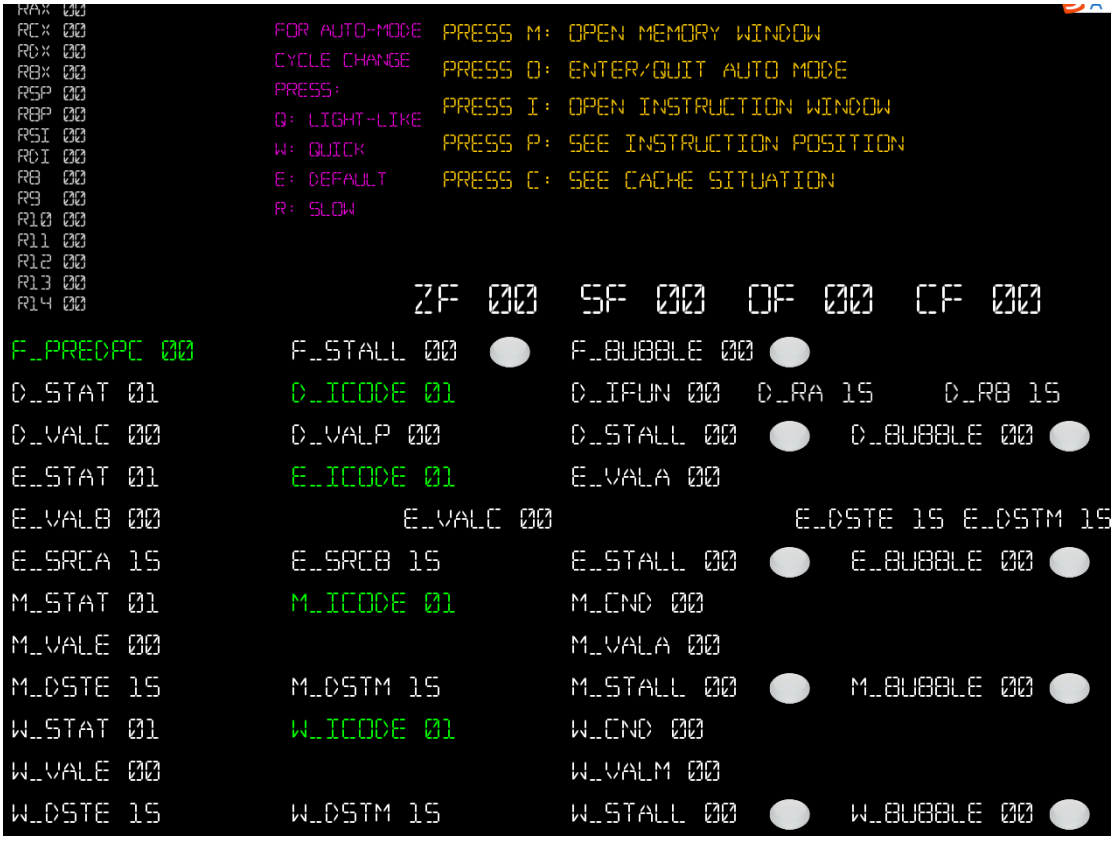
模拟器界面（改动）

输出包含:

1.各个寄存器的值

2. ZF、SF、OF

3.F、D、E、M、W 各阶段的可见状态



按键盘上的 1-9 键中的数字键 i 将使流水线执行 i 个时钟周期。

可以看到各个阶段的状态和变量。

STALL 为 0 时亮白灯，为 1 时亮红灯。

BUBBLE 为 0 时亮白灯，为 1 时亮蓝灯，会发出气泡音。

（小圆放大的图形）

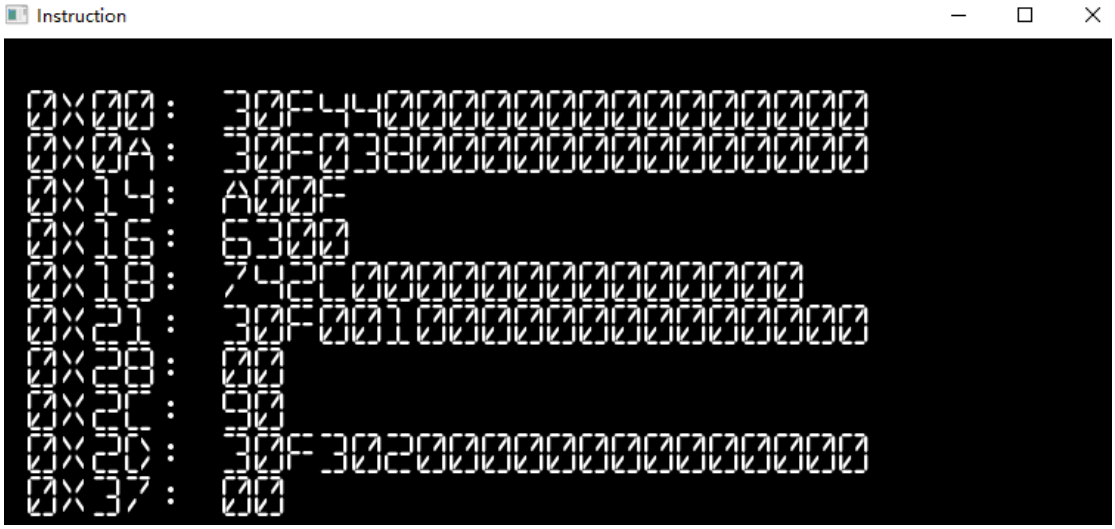
操作和功能

如橙字和粉字所示，提供以下功能：

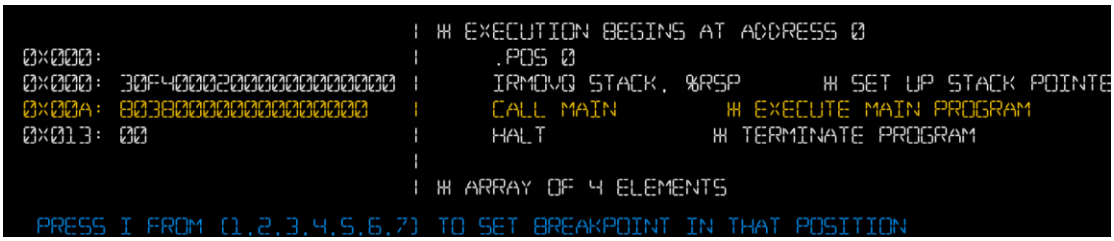
1.按 M：打开记载程序运行过程中写入数据的 Memory 窗口，每页至多显示十个数据，可按左右键翻页。

2.按 O：进入或退出自动模式。

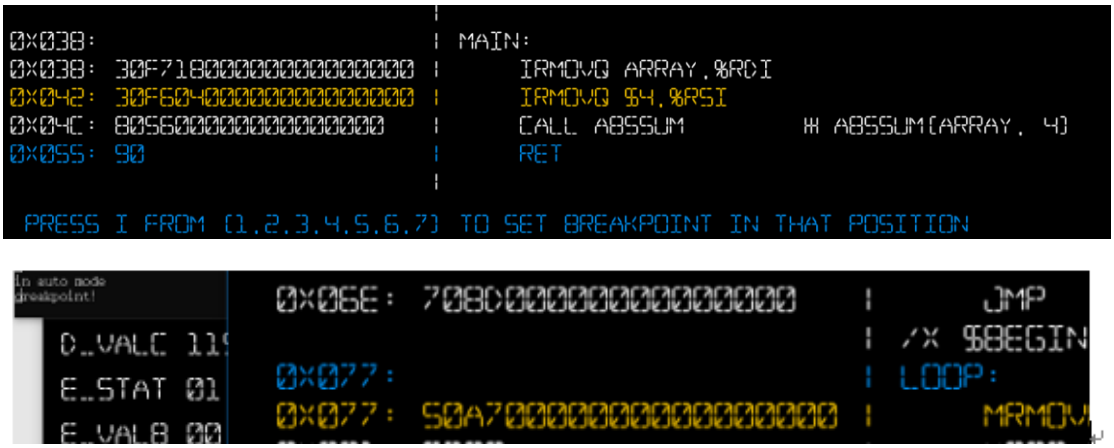
3.按 I ：打开记载了输入文件的 Instruction 窗口，每页最多显示 10 条指令，可按左右键翻页。



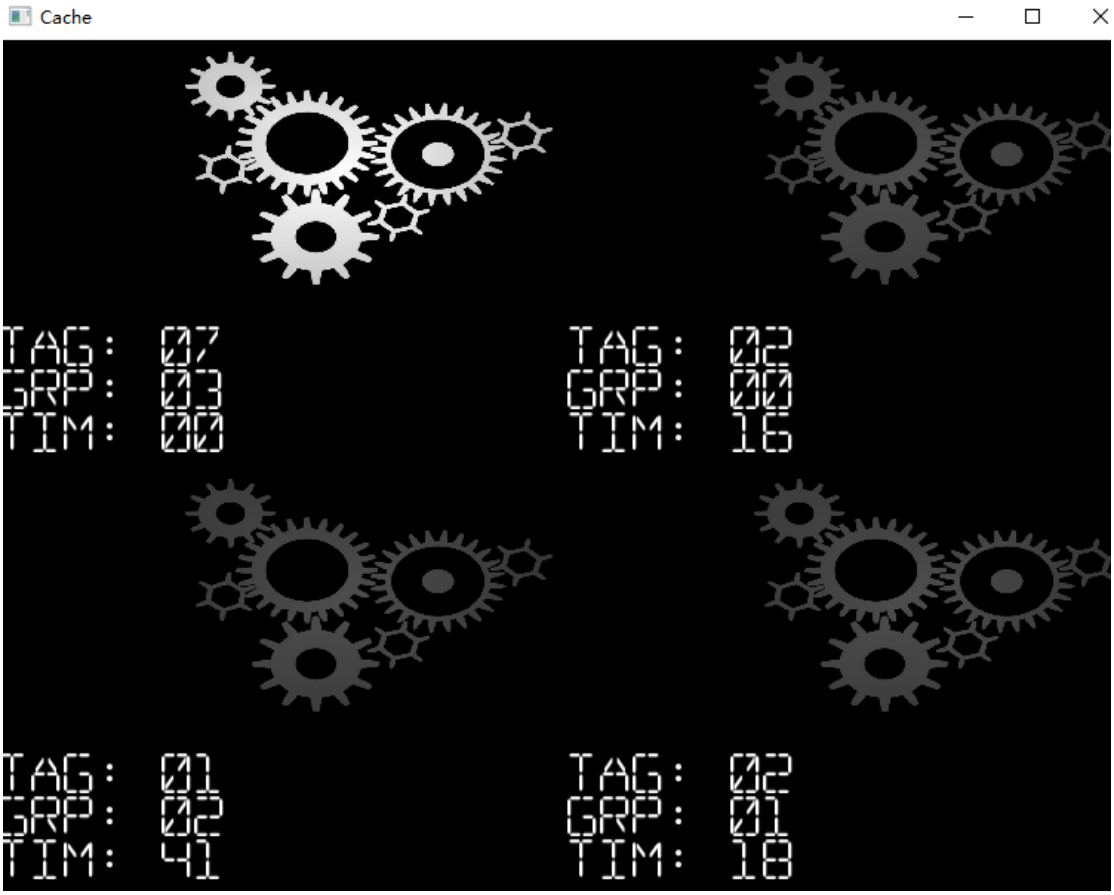
4.按 P（新）：打开 Place 窗口，显示当前指令在输入 yo 文件中的位置。窗口页显示 7 条指令，当前 F_predPC 对应的指令在中间，黄色标记。该窗口和主窗口并行运行，会随模拟器的运行而更改。



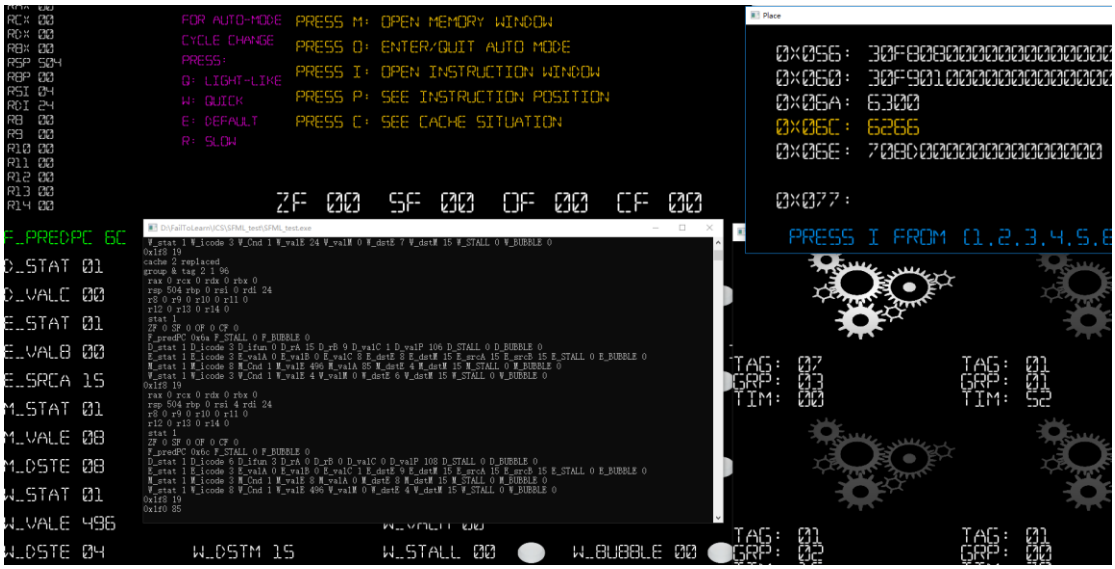
5.在 P 窗口打开时，按小键盘上的 1-7 键后按空格（新）：在 Place 窗口中第 i 行（i 表示你按的键）对应的地址处设置或取消一个断点，用蓝色表示这个指令对应的地址处有一个断点。



6.按 C（新）：打开 cache 窗口，其中有 4 个块，对应的 TAG、GRP 表示这一块在底层存储器（也就是我用 map 模拟的 memory）中的标记和索引，而 TIM 表示这一块 cache 有多久没被使用过（读或写），这里的单位时间并非一个时钟周期，而是一次对 cache 的访问。窗口页和主窗口并行运行，会随模拟器的运行而更改。

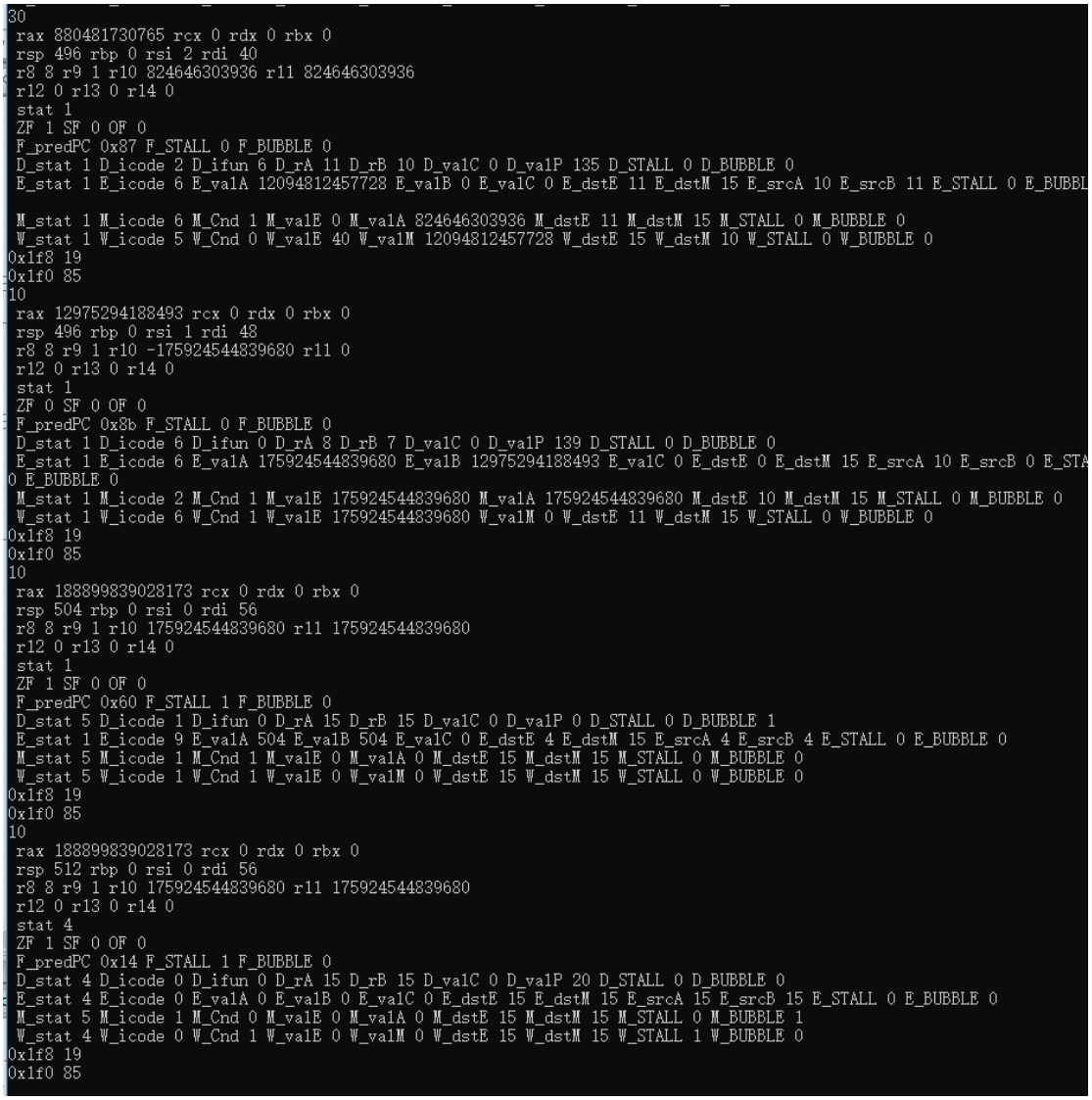


7.按 Q/W/E/R（新）：调整自动模式下模拟器运行的速度。E 表示默认速度，Q 为十倍速，E 为二倍速，R 为五分之一速。



控制台

保留了阶段 1 中用于输出的控制台作为用于调试观察的额外功能。



开发过程

多线程：

参照课本上线程的使用方法，将 F、D、E、M、W 五个阶段的执行放到五个不同的线程当中执行。

为了处理转发问题，实际上 W、M、E 阶段需要先行执行，不过即使是伪并行也希望做成并行的样子，于是参考书上 P702 页中信号量的使用方法，设置了 4 个信号：W_instr，M_instr,E_instr_D,E_instrF，实现 W、M 并行，E 执行，再 D、F 并行，但这样其实是分为了三个部分，所以改为 6 个信号，W_instr，W_instr1，W_instr2 和 M_instr，M_instr1，M_instr2，实现 W、M 先并行，E、D、F 再并行。

```
void * y86_64::W_thread(void *__this)
{
    //y86_64 * _this = (y86_64 *)__this;
    P.Writeback();
    sem_post(&W_instr);
    sem_post(&W_instr1);
    sem_post(&W_instr2);
    //cout<<"W_"<<W_instr<<endl;
}

void * y86_64::M_thread(void *__this)
{
    //y86_64 * _this = (y86_64 *)__this;
    P.Memory();
    sem_post(&M_instr);
    sem_post(&M_instr1);
    sem_post(&M_instr2);

}

void * y86_64::E_thread(void *__this)
{
    //y86_64 * _this = (y86_64 *)__this;
    sem_wait(&W_instr);
    sem_wait(&M_instr);
    P.Execute();
    //sem_post(&E_instr_D);
    //sem_post(&E_instr_F);


}

void * y86_64::D_thread(void *__this)
{
    //y86_64 * _this = (y86_64 *)__this;
    //sem_wait(&E_instr_D);
    sem_wait(&W_instr1);
    sem_wait(&M_instr1);
    P.Decode();

}
```

一开始能明显发现流水线的执行有问题，找不到问题，只好先设置成这样。

```
sem_init(&W_instr,0,0);
sem_init(&M_instr,0,0);
sem_init(&E_instr_D,0,0);
sem_init(&E_instr_F,0,0);

pthread_create(&W_pth,NULL,W_thread,NULL);
pthread_create(&M_pth,NULL,M_thread,NULL);
pthread_create(&E_pth,NULL,E_thread,NULL);

pthread_join(W_pth,NULL);
pthread_join(M_pth,NULL);
pthread_join(E_pth,NULL);

pthread_create(&D_pth,NULL,D_thread,NULL);
pthread_create(&F_pth,NULL,F_thread,NULL);
pthread_join(D_pth,NULL);
pthread_join(F_pth,NULL);
```

后来发现，各个 thread 函数中 sem_post 的返回值竟然是-1，原来我的修改没有成功。通过面向搜索引擎的编程，我发现这可能是我没有使用 sem_init 的原因。在使用 sem_init 之后，问题就迎刃而解了。

```
sem_init(&W_instr,0,0);
sem_init(&M_instr,0,0);
sem_init(&W_instr1,0,0);
sem_init(&M_instr1,0,0);
sem_init(&W_instr2,0,0);
sem_init(&M_instr2,0,0);
//sem_init(&E_instr_D,0,0);
//sem_init(&E_instr_F,0,0);

pthread_create(&W_pth,NULL,W_thread,NULL);
pthread_create(&M_pth,NULL,M_thread,NULL);
pthread_create(&E_pth,NULL,E_thread,NULL);
pthread_create(&D_pth,NULL,D_thread,NULL);
pthread_create(&F_pth,NULL,F_thread,NULL);

pthread_join(D_pth,NULL);
pthread_join(F_pth,NULL);
pthread_join(W_pth,NULL);
pthread_join(M_pth,NULL);
pthread_join(E_pth,NULL);
```

存储器层次结构的模拟

先是确定了对地址位的划分：用后四位表示块偏移，从右数第五、第六位表示组索引，其余位表示标记。

将原来的内存 Memory 作为底层存储器，新建 Cache 类。

```
class cache
{
    public:

        cache();
        int dirty;
        int valid;
        int tag;
        int group;
        long long data[16]={};
        int time_since_lastuse;

};
```

其中 dirty 表示是否被写过，tag、group 表示当前块在底层存储器中的组索引和标记。Time 表示有多久没被使用过，这里的单位并非模拟器运行的周期，而是一次对 cache 的访问。

在模拟器中共有 4 块 cache，每块大小和底层存储器的模拟中一块的大小相同，有 16 个数据（位）。因为 memory 本身是用小端法存储，所以 cache 的实现就比较方便。

添加从底层存储器向 cache 中写入一个块、以及在 cache 中某块被写过的情况下将其写回底层存储器的操作。

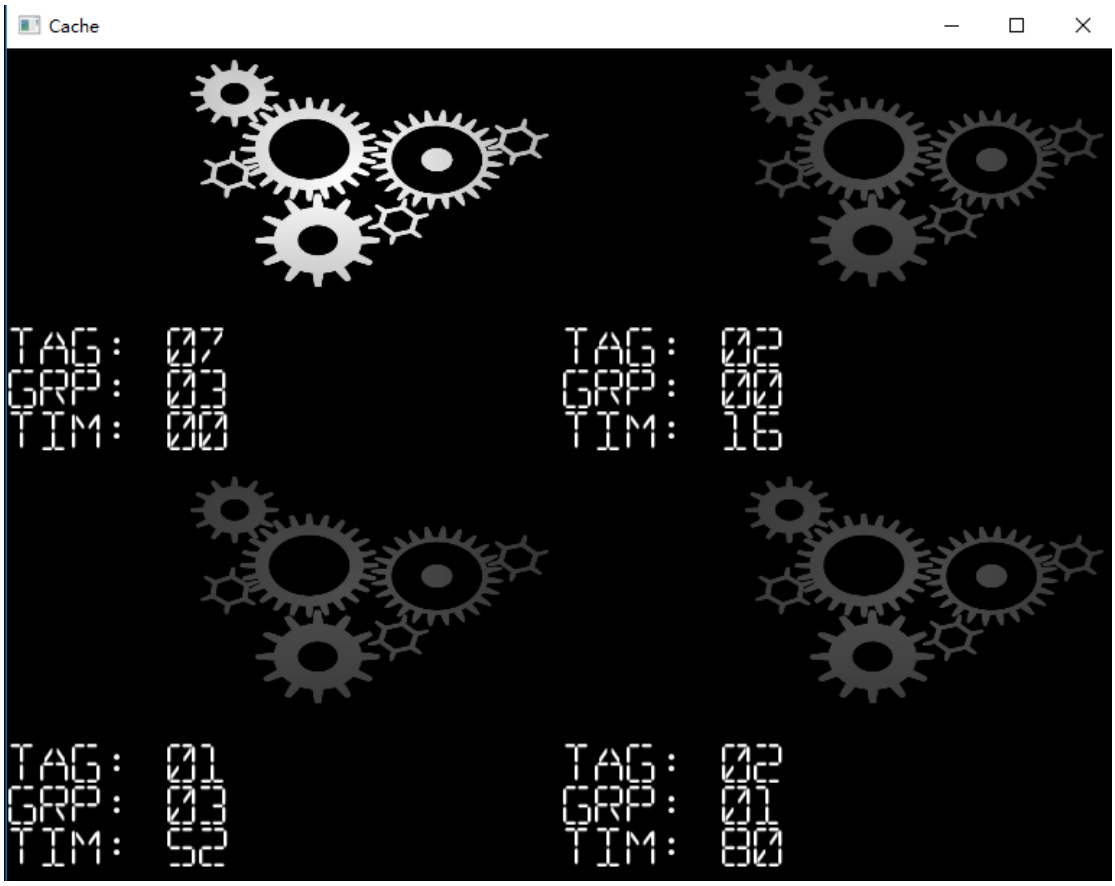
```
void pipe::cache_read(int group, int tag , int icache)
{    //将DRAM(memory)中的一块读入cache
     Cache[icache].valid = 1;
     Cache[icache].dirty = 0;
     Cache[icache].tag = tag;
     Cache[icache].group = group;
     Cache[icache].time_since_lastuse = 0;
     cout<<"group & tag "<<group << " "<<tag<<" "<<((group<<4)+(tag<<6))<<endl;
     for(int i=0;i < 16 ; i++)
     {
          Cache[icache].data[i] = mem[(tag<<6) + (group<<4) + i];
          //cout<<"icache i "<<icache<<" "<<i<<" "<<Cache[icache].data[i]<<endl;
     }
}

void pipe::cache_writeback(int group, int tag, int icache)
{
     if(Cache[icache].dirty == 1)
     {
          for(int i=0;i < 16 ; i++)
          {
               mem[(tag<<6) + (group<<4) + i] =Cache[icache].data[i];
          }
     }
}
```

每次要写数据时，先通过 tag 和 group 观察对应的那一块是否在 cache 中，在的话（hit）就将数据写入对应的 cache 块，并标记其被写过，更新 cache 块最远使用时间为 0。如果不在的话（miss），关于写的问题较为复杂，我采用一种简单的策略，直接写入模拟底层存储器的 mem 中。

读数据的情况类似，只是当 miss 的时候，我们先将对应的块读入 cache 中，替换掉最久未被使用的 cache 中的一块。

使用 SFML 创建可视化窗口。（前文中已经介绍过）



对模拟器的输入优化

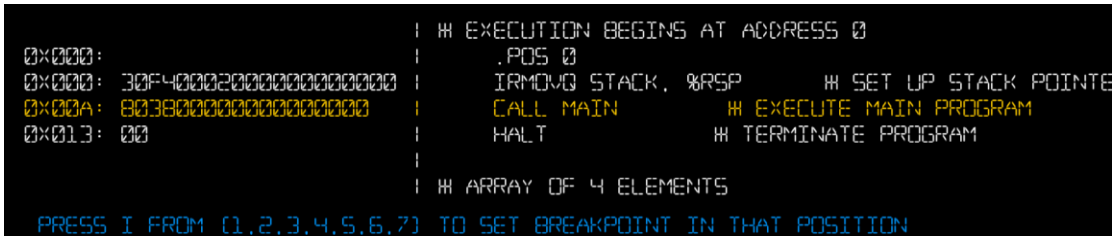
设置整型数据 wait，当读取一次输入后将 wait 设置为一个整数值，每次进入 handleInput（输入处理）函数时，执行 if(wait-- > 0) return; 的操作，屏蔽掉这个输入处理函数，保证一次按键输入不会被多次读取。

模拟器自动运行速度的控制

在输入处理中新增对 Q、W、E、R 键的检测，根据输入将 cycle 变量更改为 1、2、5、50，cycle 的初始值是 5。在自动模式下，只有当 clk%cycle 的时候，才执行后台流水线的一个周期。

观察模拟器运行到输入文件何处的窗口

在读输入文件时，将每一行的字符串保存起来。当我们在模拟器界面按下 P 的时候，就生成一个新的窗口，通过当前后台流水线中 F_predPC 的数据，找到前后一共七条指令字符串。



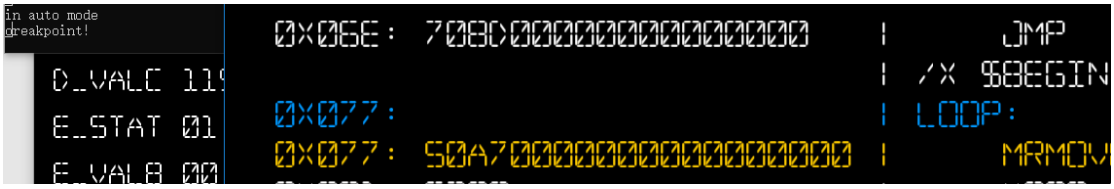
设置、取消断点

定义一个判断某个地址是否有断点的 map<int,int>型标记。在 P 窗口打开时，检测小键盘上 1-7 键的输入和空格键，将 P 窗口中对应位置的指令字符串对应的地址标记为断点或取消标记。同时通过定义 color[line]数组，可以将我们想标记断点的那一行的颜色设置为蓝色，表示这里是一个断点。

自动模式下，当 F_predPC 为断点时就会停下来。

最初是不区分小键盘上的数字键和主键盘上那一排数字键的，但将 P 窗口改为并行线程之后，输入一个数字会同时被模拟器窗口和 P 窗口读取，这当然不是我们希望看到的，所以只好将小键盘分开。

本来设置断点也不需要再按一次空格，但后来考虑到还需要能够取消断点。由于线程分离，P 窗口的运行频率很高，因此用 wait—和卡循环来控制都不可行（添加一个过大的循环会造成未响应），所以设定一个小键盘上的数字输入+一次 Space 输入为设置或取消断点的输入。



模拟器界面的改善

通过 RGB 颜色值查询，尝试了许多不同的颜色，使界面更为美观。同时调整了一些文字的比例和位置，便于容纳关于新功能的 Tips。

分离线程实现 I、M、P、C 窗口的并行

这些窗口原本实现是在 handleInput 中检测输入后打开一个循环，这样的结果就是整个程序将卡在这个循环中，在窗口关闭前模拟器不会再往下运行。为了方便在流水线运行过程中持续观察 Cache 和 P 窗口，将这几个窗口改为新的线程，并将之与主线程分离，实现便利的持续观察功能。

对展示录像的解释

展示录像是有声音的，也可以打开声音听语音解释。

[00:00 – 00:36]：总体介绍。

[00:37 – 00:56]：封面调整和输入优化。

[00:57 – 01:15]：模拟器界面调整及按键介绍

[01:15 – 01:44]：观察运行到输入文件何处的 Place 窗口展示及按键介绍

[01:45 – 02:21]：cache 窗口的介绍和展示

[02:22 – 02:45]：自动模式下速度调整功能展示

[02:46 – 03:04]：cache 窗口 dirty 标志展示

[03:05 – 04:04]：断点设置、取消和使用展示

[04:05 – 04:23]：闲谈