CSAPP Y86-64 pipeline simulator

stage 2（polished）+ stage 3

1.stage2:（polished）:

1.1 功能增加介绍：

（1） 汇编器：将汇编码(.ys 文件)转化为机器码(.yo 文件)

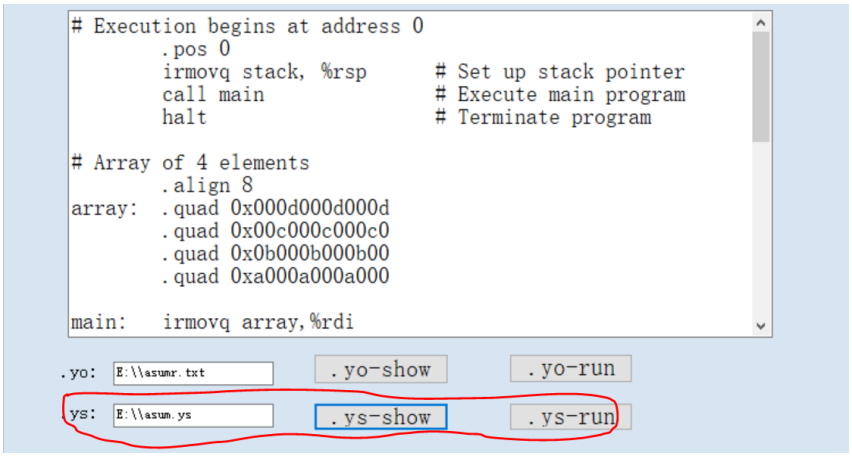
（2） 单步调试(step)功能

1.2 具体介绍：

（1） 汇编器：

1） 界面：

在原来的基础上增加了一个 textbox 用来输入 ys 文件名和两个 button 与 yo 文件，点击“.yo-show”按钮查看文件内容，点击“.yo-run”按钮运行



2） 实现相关：

ReadAssemCode.h:与读取一行汇编码有关的函数，如：

void getNextInstr(char *save)：得到指令

void GetNextWord(uc buff[][20]);得到参数

int isImme(uc *c, ul *val);判断是否为立即数

……

WriteBin.h：与写入机器码有关的函数，如：

针对不同指令名字的处理函数（do_jxx 等）

void write_imme(uc* t);写入立即数

ul alignAddr(ul num);使地址对齐

……

Tag.h：单独处理汇编码中用标签代替名字的情况的函数，如：

void add(uc * name, ul addr);把标签名和地址存入 tag 数组

void tab(uc *name, ul pos);参数为标签名且未在 tag 数组中找到时，存入 mark 数组

……

3） 细节：

1.函数句柄：不同的指令要读入的参数个数不一，参数种类不一，干脆直接对每个指令都写一个处理函数，声明一个函数指针，通过读到的指令名得到相应

的函数句柄赋给函数指针。同时，对于 jxx、cmov 这类的指令的处理函数可以合并成一个。

2.标签：汇编码中有时会用标签代替地址，当行首读到的是标签而不是指令名时，把标签名和地址存入 tags 数组中以便之后查询；当参数读到的是标签时，首先在 tags 数组中找该标签名，找到就把相应地址写入，若未找到，就把该标签名和地址放入 mark 数组，先用 0 填充当汇编码全部读完时，再 rewrite。

3.mrmov：写入寄存器编号时是相反顺序，先写'r'代表的寄存器，再写'm'中包含的寄存器。

4.写入立即数时小端法

4)感想：

通过把汇编码翻译成机器码，学到了直接读机器码时没有注意过的事情。align 8 意味着地址 8 位对齐；比如.pos xx 是从 xx 地址开始……写汇编的时候感觉没有之前做 cpu 的时候困难，大概是有后者打了一下基础，已经知道了小端法之类的细节。但是还是会遇到有很多小问题，比如我写入立即数的时候 0 补位对于奇数长度和偶数长度有差别，但是这种问题在前端因为不能输出调试根本不好 debug，于是我另外开了一个控制台程序才一点一点调试好。

(2) 单步调试(step):

这个就比较简单，在"step"按钮的函数中进行一个时钟周期即可。

2.stage 3：

2.1 实验内容：

（1）实现多线程的 Y86-64 模拟器。

（2）模拟存储器层次结构、虚拟内存等

2.2 具体内容：

2.2.1 多线程：

（1）原理：

在单周期 doWork（）函数中把每个阶段的函数各开一个线程包装起来，然后每个线程都调用 start()函数开始;并调用 join()阻止主线程;

（2）细节&困难：

一开始感觉多线程听起来很高级，不知道要怎么实现。询问助教之后，得知就是用 thread 这个类来给 FDEMW 五个阶段各开一个线程。因为在 stage2 中我对于数据转发的处理是当被转发的数据更新完之后再对 d_valA,d_valB 以及 f_predPC 更新，这样的做法对于实现流水线是可行的，但对于多线程来说，这样就不能将与该阶段相关的所有变量都包装到一个线程里面（比如 d_valA 对于其他 d_xx 变量的更新是滞后的）。对于这种线程对同一个变量的访问速度不一致的问题，我想到的是——对几个会被多个线程访问的数据设 flag，当更新了就把 flag 设为 true，对其他阶段变量有依赖性的变量我就用了一个 while（!（flag1&&flag2……））来卡住，等待某些其他的线程走到某一步再继续。但是一开始我把 flag 设为 true 的语句放在了 if 里面，导致有的情况因为不会进入 if 导致 flag 还是 false，结果线程卡住。

然后，托管 c++是一门没什么人用的语言(捂脸),资料很少，并且开线程的方式和其

他语言不一样，一开始怎么写语法都错误，最后在 google 上搜到正确方法。

2.2.2 模拟存储器层次结构：

（1）实现：

1）高速缓存（Cache）：

struct Line：每一行的结构体，含有 valid 有效位，tag 标记位，byte_num 字节数，*bytes 字符数组，times 记录出现次数，time 记录出现时间。

struct Set：每一组的结构体，含有*lines“行”组

struct Cache：Cache 结构体，含有 set_num 组数，line_num 每一组行数，*sets

2）虚拟内存：即上一阶段中的字符数组

3）hit or miss or replace：

分别提取出地址的 set 位、tag 位和 byte 位，set 作为索引在 cache 中找到对应的组，遍历该组，若存在标记位有效并且 tag 一致的行，则 hit，通过 byte 位偏移获得字节，读取或写入；若找不到，则 miss，再次遍历，查看是否有无效的行（即空行），若找到则从内存中读取该行到 cache 中，通过 byte 位偏移获得字节，读取或写入；若每一行都有效，则需要根据不同的替换策略 replace 某一行，行被替换时要重写会内存。

4）替换策略：

LFU（最不常使用的被替换）：对于未被访问到的、有效的、times 大于被访问行的行 times--，被访问的行 times 重置为 line_num,当要替换时，选择 times=1 的行替换。

LRU（最近最少使用）：对于未被访问到的、有效的行 time++,被访问的行 time 重置为 0，要替换使，选择 time 最大的行替换。

（2） 细节与困难：

因为组数、行数可自行设置，其实是把直接映射、组相联、全相联的实现统一成三个结构体；加入了 cache 之后原来的 read_mem 函数要修改成 read_cache，原来的读取内存函数用于从 virtual memory 读到 cache 中；一开始实现的时候只考虑了读，没考虑写和写回；一开始运行的时候老是“未经处理的异常”，debug 好久，最后还是换成控制台看输出，才发现是在去 set 位数时先左移再右移导致左边填充 1 成了负数，所以在移位操作时还是都转化成 unsigne 类型比较好。

ps：因某些原因，没有录下关于 cache 的视频，详细代码请见：

1） vcache.h&&vcache.cpp 文件：关于上述 cache 实现

2） mm.cpp 文件：将原本直接从内存中读取数据的函数 read_mem 转变成从 cache 中读取，增加了 read 函数实现 cache 从内存中读取；将原本直接写入内存的函数 write_mem 转变成从写入 cache，增加了 write 函数实现从 cache 写入内存（如下图）

```
//cpu从cache中读
int  read_mem(ul addr, uc * val, ul n)//n是字节数，从内存中读取
{
    while (n--)
    {
        if (addr < 0 || addr > MM_SIZE)//越界
            return -1;
        *val = judge(addr,1,'0');
        val++;
    }
    //val -= bit;
    return 0;
}
//cache从主存中读
int  read(ul addr, uc * val, ul n)//n是字节数，从内存中读取
{
    while (n--)
    {
        if (addr < 0 || addr > MM_SIZE)//越界
            return -1;
        *val = mem[addr];
        addr++;
        val++;
    }
    return 0;
}
```

```
//cpu往cache中写
int  write_mem(ul addr, ul num, int n)//往内存中写值 call rmmov push
{//小端法
    uc*val = (uc*)malloc(8 * sizeof(uc));
    val = long2charArr(num);
    if (addr + n - 1 > MM_SIZE || addr < 0)
        return -1;
    addr += n - 1;
    while (n--)
    {
        judge(addr, 0, *(val++));
        //mem[addr] = *(val++);
        addr--;
    }
    return 0;
}
//cache往memory中写
int  write(int set,int line)//往内存中写值 call rmmov push
{//小端法
    ul addr = line << (s + b) | set << b;
    int n = 1 << b;
    /*uc*val = (uc*)malloc(8 * sizeof(uc));
    val = long2charArr(num);*/
    if (addr + n - 1 > MM_SIZE || addr < 0)
        return -1;
    /*addr += n - 1;*/
    int i = 0;
    while (n--)
    {
        mem[addr] = cache->sets[set].lines[line].bytes[i++];
        //addr--;
        addr++;
    }
```