计算机系统结构实验二-Tomasulo算法模拟器 Report

计62 胡致远 2016011260

设计思路

模拟器的设计思路是维护一个station,一个board，一个寄存器组用来记录算法当前运行的状态，然后根据tomasulo算法中描述的四个阶段反复运行，直到station中没有处于busy的组件且所有下一条需要issue的指令id为总指令数+1

tomasulo算法中四个过程的执行顺序为：

> WriteBack
>
> Issue
>
> Update/Exec
>
> Check ready for exec

编译与执行方法

执行make执行可以进行编译，执行 ./tomasulo InputFileName可以运行程序

简易的交互界面

为了方便用户运行程序，设计了类似GDB的简易交互界面

算法启动后，将读取文件并显示指令，然后进入交互界面，如下：

```
binah@SeventhHeavendeMacBook-Pro:~/study/SA/experiment2/Tomasulo$ ./tomasulo test0.nel
========INSTRUCTION========
InstID  OP      Dest    Vj      Vk
0       LD      F1      2       EMPTY
1       LD      F2      1       EMPTY
2       LD      F3      -1      EMPTY
3       SUB     F1      F1      F2
4       DIV     F4      F3      F1
5       JUMP    0       F1      2
6       JUMP    -1      F3      -3
7       MUL     F3      F1      F4

(Tomasulo)
```

执行h可以查看交互界面帮助：

```
(Tomasulo)h
Tomasulo Usage:
n                       -- take one step
c                       -- continue until program end
s [type]                -- display
s a                     -- display All
s i                     -- display Instructions
s b                     -- display Board status
s s                     -- display Station status
s r                     -- display Register status
q                       -- quit
h                       -- show this help
(Tomasulo)
```

执行n可以运行一步(前进一个时钟)：

```
(Tomasulo)n
cycle 1

Issue Instruction 0
Station 9 is ready now
Station 9 Exec
(Tomasulo)n
cycle 2

Issue Instruction 1
Station 10 is ready now
Station 10 Exec
(Tomasulo)n
cycle 3

Issue Instruction 2
Station 11 is ready now
(Tomasulo)
```

执行s可以显示station,board和regsiter的信息(为了显示方便寄存器个数设置为了16个)：

```
(Tomasulo)s
=======BOARD=======
InstID  IssueTime       ExecCompTime    WriteResultTime
0       1               -1              -1
1       2               -1              -1
2       3               -1              -1

=======STATION=======
Comp    Busy    Op      Vj      Vk      Qj      Qk      Addr    status  remaincycle
Loader0 yes     LD      2       0                       2       RUNNING 1
Loader1 yes     LD      1       0                       1       RUNNING 2
Loader2 yes     LD      -1      0                       -1      READY   0

=======REGISTER=======
RegID   0       1       2       3       4       5       6       7       8       9       10      11      12      13      14      15
Addr    0       Loader0 Loader1 Loader2 0       0       0       0       0       0       0       0       0       0       0       0
(Tomasulo)
```

执行c可以连续执行直到程序结束：

```
(Tomasulo)n
cycle 28

(Tomasulo)n
cycle 29

(Tomasulo)c
cycle 30

cycle 31

Station 8 is over
cycle 32

Station 8 Write back
(Tomasulo)
```

执行q可以退出程序：

```
Station 8 Write back
(Tomasulo)q
binah@SeventhHeavendeMacBook-Pro:~/study/SA/experiment2/Tomasulo$
```

分支预测

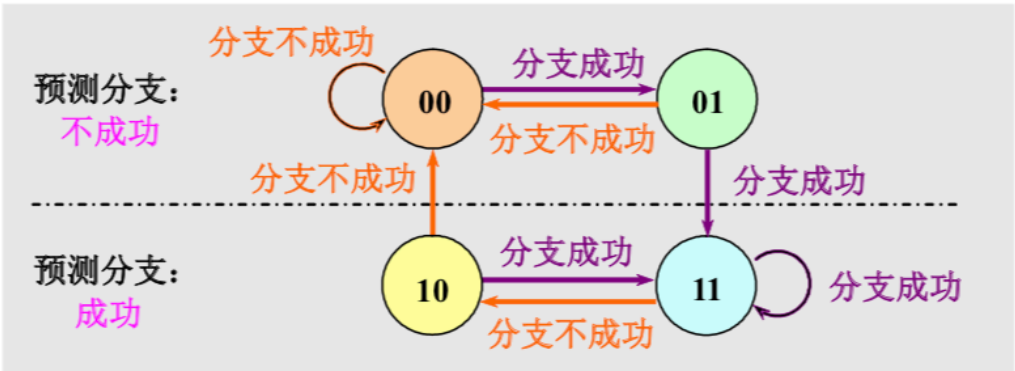
在本程序中实现了基于历史的分支预测，具体原理参照了课件：

1-采用分支历史表 BHT

3. 采用两位二进制位来记录历史

- 提高预测的准确度
- 研究结果表明：两位分支预测的性能与n位（n>2）分支预测的性能差不多。

➢ 两位分支预测的状态转换如下所示：



即使用两位二进制位来记录每条指令对应的分支历史，然后根据指令的历史决定预测的结果

对于预测失败时状态的复原，采用如下方法：

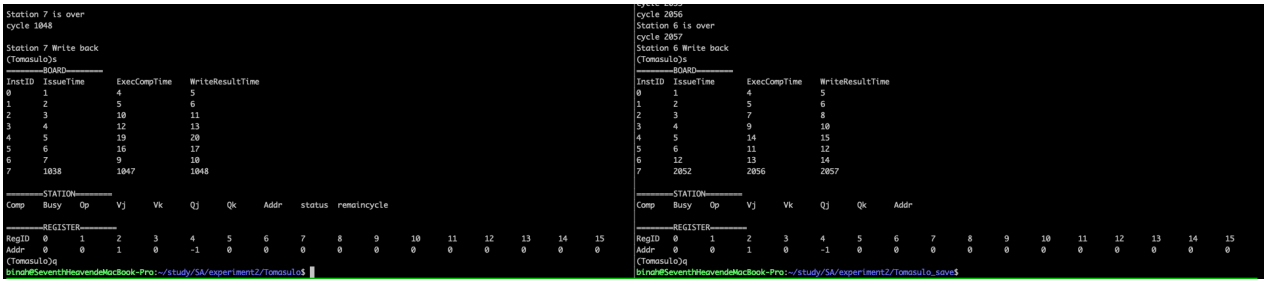
在每次Issue Jump指令时，将全局的状态(status)保存下来，由于可能同时有多个Jump指令正在运行，需要将这些status组织成一个链表，当一条Jump指令写回时，如果发现预测失败，则将对应的status中全局的状态恢复即可。

分支预测的实验结果

为了检测上述分支预测算法的合理性，在test0.nel的基础上编写了一个简单的程序mytest.nel，主要完成的任务是进行1600次循环，该nel程序的代码如下：

```
LD,F1,0x100

LD,F2,0x1

LD,F3,0xFFFFFFFF

SUB,F1,F1,F2

DIV,F4,F3,F1

JUMP,0x0,F1,0x2

JUMP,0xFFFFFFFF,F3,0xFFFFFFFD

MUL,F3,F1,F4
```

分别使用带分支预测的版本(左侧程序)和不带分支预测的版本(右侧程序)执行，结果如下(为了显示方便，寄存器个数设置为16个)：



可以看出，不带分支预测时，整个程序运行了2057个周期才结束，而加上分支预测后，程序只运行了1048个周期，性能提升了96.27%，可见我们设计的分支预测算法是正确的。