计算机系统结构(A)

实验 3

李子龙 518070910095

2021 年 3 月 19 日

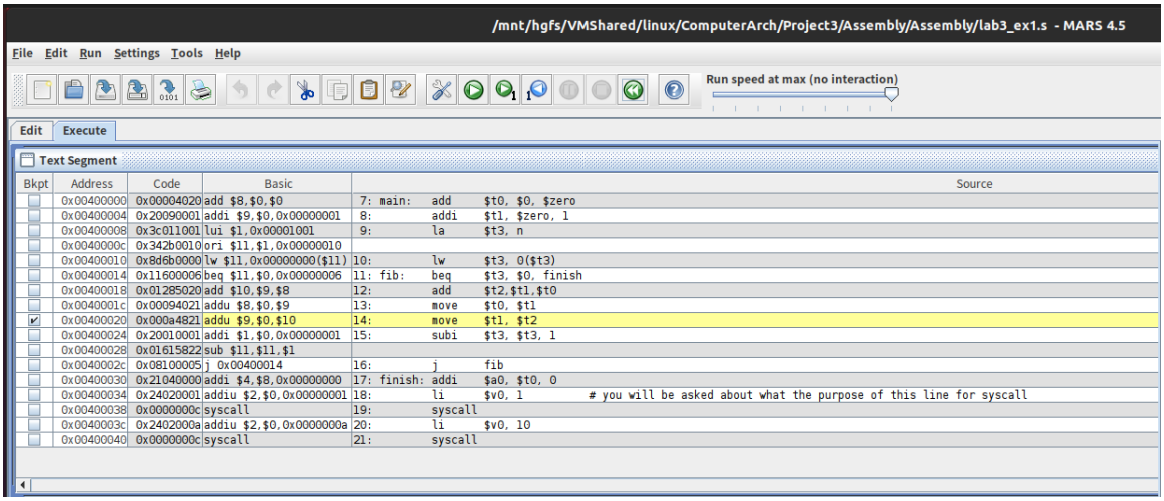
一. 熟悉 MARS

(1) `.data` `.word` `.text` 指令的含义是什么？（即：它们的用途是什么？）

答: `.data`：标识下一个连续区块的命令都将被存储在数据段；`.word`：列出的操作数将会被存储在数据字段为32位字；`.text`：标识下一个连续区块的命令都将被存储在文本段。

(2) 如何在 MARS 中设置断点？在第 14 行设置断点并运行至此。指令的地址是什么？第 14 行是否执行？

答: 在“Execute”菜单中，在14行对应的“Bkpt”打勾（如果被禁用了断点需要先按下Ctrl+T）。第14行不执行。

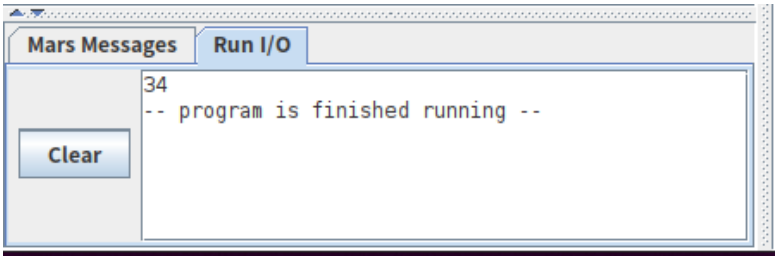


(3) 如果在断点处，如何继续运行你的代码？如何单步调试你的代码？将代码运行至结束。

答: 继续运行按下工具栏的绿色箭头，单步调试按下含有1的绿色箭头。

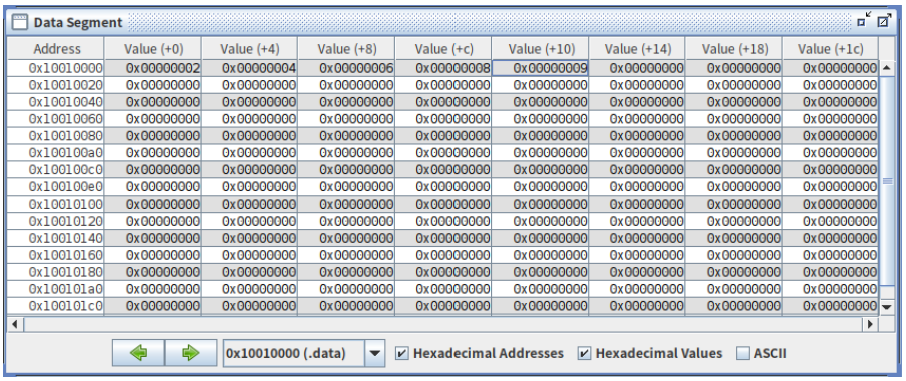
(4) 找到“Run I/O” 窗口程序输出的数字是什么？如果 0 是第 0 个斐波那契数，那么这是第几个斐波那契数？

答: 34。第 9 个斐波那契数。



(5) 在内存中， n 存储在哪个地址？尝试通过（1）查看 Data Segment ，以及（2）查看机器代码（Text Segment 中的 Code 列）理解，如何从存储器中读取 n 。

答: n 存储在 `0x10010010` 地址。

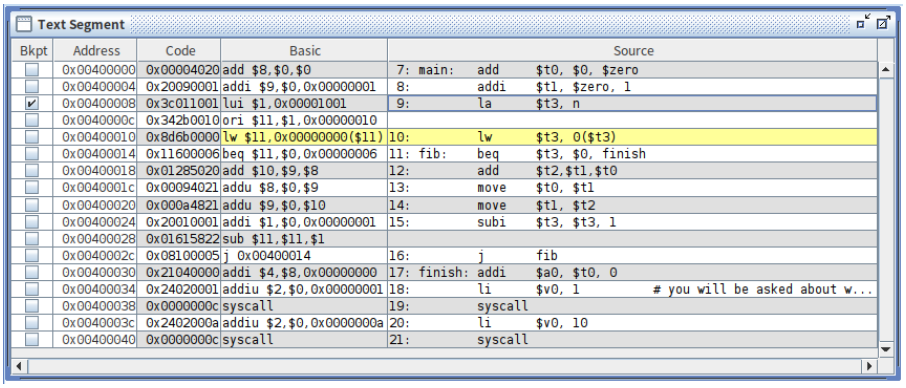


所谓的

```
la  $t3, n
```

伪指令被翻译为 MIPS 指令

```
lui $1, 0x00001001
ori $11, $1, 0x00000010
```



第一条指令将 `0x00001001` 地址送至寄存器高位 `$at` 的前16位中；第二条指令将上面的地址与0x00000010做或运算存放到临时变量寄存器 `$t3` 中，这样就将 n 的地址取出放在了 `$t3`。

Registers | Coproc 1 | Coproc 0

Name	Number	Value
$zero	0	0x00000000
$at	1	0x10010000
$v0	2	0x00000000
$v1	3	0x00000000
$a0	4	0x00000000
$a1	5	0x00000000
$a2	6	0x00000000
$a3	7	0x00000000
$t0	8	0x00000000
$t1	9	0x00000001
$t2	10	0x00000000
$t3	11	0x10010010
$t4	12	0x00000000
$t5	13	0x00000000
$t6	14	0x00000000
$t7	15	0x00000000
$s0	16	0x00000000
$s1	17	0x00000000
$s2	18	0x00000000
$s3	19	0x00000000
$s4	20	0x00000000
$s5	21	0x00000000
$s6	22	0x00000000
$s7	23	0x00000000
$t8	24	0x00000000
$t9	25	0x00000000
$k0	26	0x00000000
$k1	27	0x00000000
$gp	28	0x10008000
$sp	29	0x7fffeffc
$fp	30	0x00000000
$ra	31	0x00000000
pc		0x00400010
hi		0x00000000
lo		0x00000000

(6) 如何在不改变“Edit”栏下的代码的条件下，通过在执行前手动修改存储位置的值，让程序计算第 13 个斐波那契数（索引从 0 开始）？你可以取消勾选 Data Segment 底部的“Hexadecimal Values” 框方便观察。

答: 直接将代码区的对应的内存数值修改即可，得到233：

Data Segment

Address	Value (+0)	Value (+4)	Value (+8)	Value (+c)	Value (+10)	Value (+14)	Value (+18)	Value (+1c)
0x10010000	2	4	6	8	13	0	0	0
0x10010020	0	0	0	0	0	0	0	0
0x10010040	0	0	0	0	0	0	0	0
0x10010060	0	0	0	0	0	0	0	0
0x10010080	0	0	0	0	0	0	0	0
0x100100a0	0	0	0	0	0	0	0	0
0x100100c0	0	0	0	0	0	0	0	0
0x100100e0	0	0	0	0	0	0	0	0
0x10010100	0	0	0	0	0	0	0	0
0x10010120	0	0	0	0	0	0	0	0
0x10010140	0	0	0	0	0	0	0	0
0x10010160	0	0	0	0	0	0	0	0
0x10010180	0	0	0	0	0	0	0	0
0x100101a0	0	0	0	0	0	0	0	0
0x100101c0	0	0	0	0	0	0	0	0

0x10010000 (.data) ☑ Hexadecimal Addresses ☐ Hexadecimal Values ☐ ASCII

Mars Messages | Run I/O

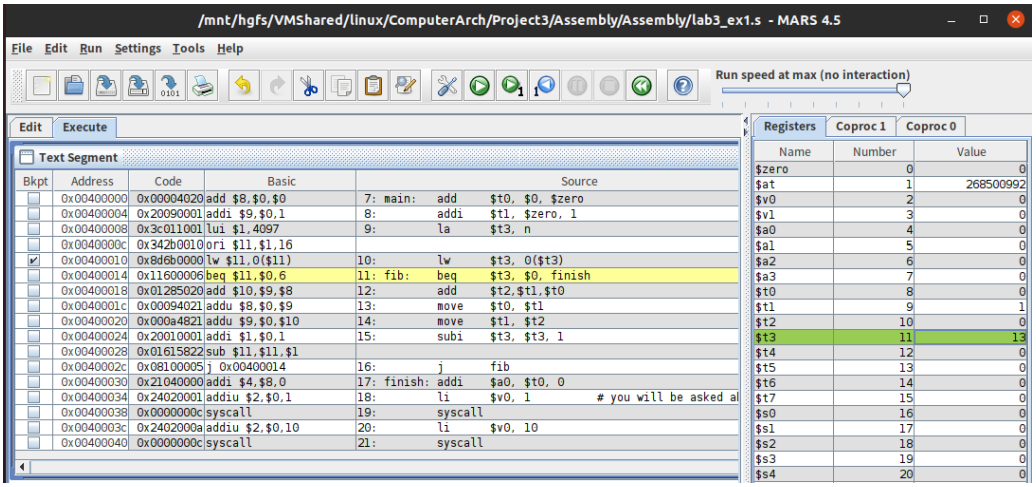
Clear

```
Reset: reset completed.

233
-- program is finished running --
```

(7) 如何观察和修改一个寄存器中的值？重置模拟（ Run → Reset ）并通过（1）在一个设置好的断点停下，（2）只修改一个寄存器（3）解除断点，来计算第 13 个斐波那契数。第 19 行和第 21 行用到了 `syscall` 指令。它是什么？如何使用它？（提示：可以查看 MARS 的 Help 菜单）

答: 在第 10 行处设置断点，当该行单步运行结束后，修改寄存器 `$t3` 的值为 13，取消断点，继续运行。会得到相同的 233 结果。



第19行时，寄存器`$v0`的值被设置为1，对应的`syscall`的模式为打印寄存器`$a0`的整数：34. 第21行时，寄存器`$v0`的值已经被设置为10，对应的`syscall`的模式为退出。

二. 将 C 编译为 MIPS

(1) 在生成的 MIPS 汇编代码 lab3_ex2.s 中找到将 source 复制到 dest 的循环部分所对应的指令。

循环部分对应的指令：

```
$L3:
    sw      $4,0($3)
    lw      $4,0($2)
    addiu   $3,$3,4
    addiu   $2,$2,4
    bne     $4,$0,$L3
    nop
```

(2) 找到 lab_ex2.c 中的 source 和 dest 指针最初在汇编文件中存储的位置。最后，解释这些指针是如何通过循环进行操作的。

```
lui $3,%hi(dest)
lui $2,%hi(source+4)
addiu $3,$3,%lo(dest)
addiu $2,$2,%lo(source+4)
```

source 指针被存放在 `$2` 中（+4是为了对齐），dest 指针被存放在 `$3` 中。

首先会将 dest 指针的地址从 `$3` 取出存放在 `$4` 中，之后会将 `$4` 地址所对应的值设置为 source 对应的 `$2` 地址指向的值。之后两个指针地址寄存器+4，准备读取

下一个数。现在 $4 已经是之前的 dest 和 source 对应的值，如果它不等于 0 就会循环，否则会到下面的 $L2 标签区域。

三. 函数调用的过程

需要保存 $s0 $s1 $s2 $ra寄存器变量到栈帧中。

```
nchoosek:
        # prologue
        ### YOUR CODE HERE ##
        addi            $sp, $sp, -16
        sw                $ra, 12($sp)
        sw                $s2, 8($sp)
        sw                $s1, 4($sp)
        sw                $s0, 0($sp)
```

```
return:
        # epilogue
        ### YOUR CODE HERE ###
        lw              $s0, 0($sp)
        lw              $s1, 4($sp)
        lw              $s2, 8($sp)
        lw              $ra, 12($sp)
        addi          $sp, $sp, 16
        jr              $ra
```