

中国科学技术大学计算机学院
《计算机组成原理实验》报告



实验题目： CPU 测试及汇编程序设计

学生姓名： 吴毅龙

学生学号： PB19111749

完成日期： 2020/4/19

计算机实验教学中心制

2020 年 09 月

【实验题目】

CPU 测试及汇编程序设计

【实验目的】

- 掌握 CPU 下载调试方法，以及测试数据（COE 文件）的生成方法
- 熟悉汇编程序的基本结构、仿真和调试的基本方法
- 理解机器指令实现的基本原理（数据通路和控制器的协调工作过程）

【实验环境】

Ripes、Rars

【实验练习】

1. 仿真 RIPES 示例汇编程序(Console Printing)

Console Printing 示例展示了如何用汇编程序输出字符串、整数、浮点数、ASCII 字符：

```
1. .data
2. str:      .string    "A string"
3. newline:  .string    "\n"
4. delimiter: .string    ", "
5.
6. .text
7. # ----- String printing -----
8.     la a0, str # Load the address of the string, placed in the static data segment
9.     li a7, 4   # Argument '4' for ecall instructs ecall to print to console
10.    ecall
11.
12.    jal printNewline
13.
14. # ----- Integer printing -----
```

```

15. # Print numbers in the range [-10:10]
16.     li a0, -10
17.     li a1, 10
18.     li a2, 1
19.     jal loopPrint
20.
21.     jal printNewline
22.
23. # ----- Float printing -----
24. # Print an approximation of Pi (3.14159265359)
25.     li a0, 0x40490FDB
26.     li a7, 2
27.     ecall
28.
29.     jal printNewline
30.
31. # ----- ASCII character printing -----
32. # Print ASCII characters in the range [33:53]
33.     li a0, 33
34.     li a1, 53
35.     li a2, 11
36.     jal loopPrint
37.
38.     # Finish execution
39.     jal exit
40.
41. # ===== Helper routines =====
42. printNewline:
43.     la a0, newline
44.     li a7, 4
45.     ecall
46.     jr x1
47.
48. # --- LoopPrint ---
49. # Loops in the range [a0;a1] and prints the loop invariant to console
50. # a0: range start
51. # a1: range stop
52. # a2: print method (ecall argument)
53. loopPrint:
54.     addi t0, a0 0
55.     addi t1, a1 0
56. loop:
57.     # Print value in a0 as specified by argument a2
58.     addi a0, t0, 0

```

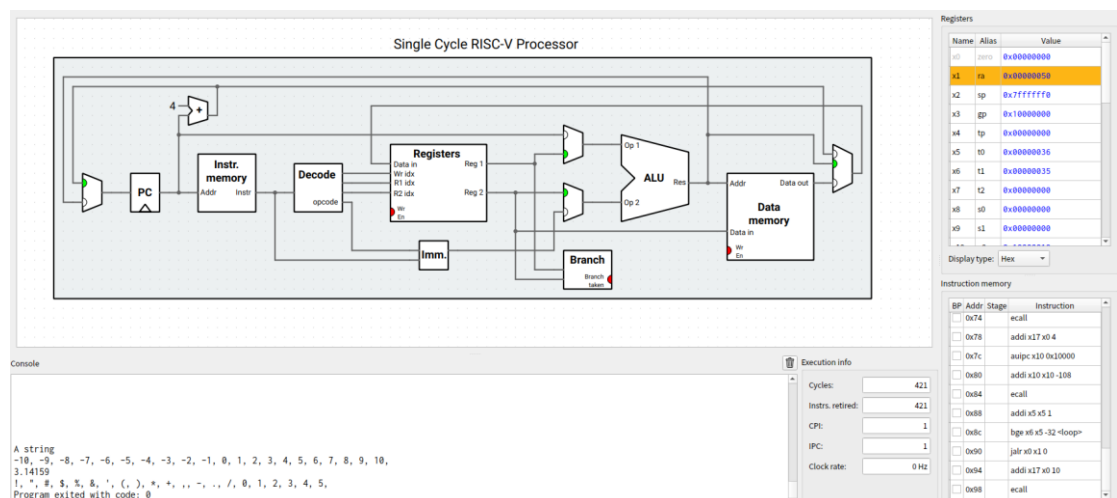
```

59.    addi a7, a2, 0
60.    ecall
61.    # Print a delimiter between the numbers
62.    li a7, 4
63.    la a0, delimiter
64.    ecall
65.    # Increment
66.    addi t0, t0, 1
67.    ble t0, t1, loop
68.    jr x1
69.
70. exit:
71.    li a7, 10
72.    ecall

```

阅读汇编程序可以看出程序分为几个部分，分别是：字符串输出、整数输出、浮点数输出、ASCII 字符输出、换行、循环输出。

逐条运行并观察数据通路的传输情况，最终运行的结果如下所示：



2. 设计汇编程序，实现人工检查 6 条指令功能，并生成 COE 文件

设计的汇编程序如下所示：

```

1.  .data
2.      in: .word 3
3.      out: .word 0
4.      str1: .string "test lw\n"
5.      str2: .string "test sw\n"
6.      str3: .string "test add\n"
7.      str4: .string "test addi\n"

```

```
8.      str5: .string  "test bep\n"
9.      str6: .string  "test jal\n"
10.     str7: .string  "The function has been tested!\n"
11.     newline: .string  "\n"
12.
13. .text
14.     la s0, in
15. #test lw
16.     la a0, str1
17.     li a7, 4
18.     ecall
19.
20.     lw a1, 0(s0)
21.     addi a0, a1, 0
22.     li a7, 1
23.     ecall
24.
25.     jal printNewline
26. #test sw
27.     la a0, str2
28.     li a7, 4
29.     ecall
30.
31.     sw a1, 0(a2)
32.     lw s1, 0(a2)
33.     addi a0, s1, 0
34.     li a7, 1
35.     ecall
36.
37.     jal printNewline
38. #test add
39.     la a0, str3
40.     li a7, 4
41.     ecall
42.
43.     lw a3, 4(s0)
44.     add a3, a1, a1
45.     addi a0, a3, 0
46.     li a7, 1
47.     ecall
48.
49.     jal printNewline
50. #test addi
51.     la a0, str4
```

```
52.    li a7, 4
53.    ecall
54.
55.    lw a3, 4(s0)
56.    addi a3, a1, 9
57.    addi a0, a3, 0
58.    li a7, 1
59.    ecall
60.
61.    jal printNewline
62.
63. #test jal
64.    la a0, str6
65.    li a7, 4
66.    ecall
67.
68.    jal TestBeq
69.
70. #test beq
71.    la a0, str5
72.    li a7, 4
73.    ecall
74.
75.    lw a1, 0(s0)
76.    lw a2, 0(s0)
77.    beq a1, a2, TestBeq
78.
79.    jal printNewline
80.
81.    j exit
82. printNewline:
83.    la a0, newline
84.    li a7, 4
85.    ecall
86.    jr x1
87.
88. TestBeq:
89.    la a0, str7
90.    li a7, 4
91.    ecall
92.    jr x1
93.
94. exit:
```

运行结果如下所示：

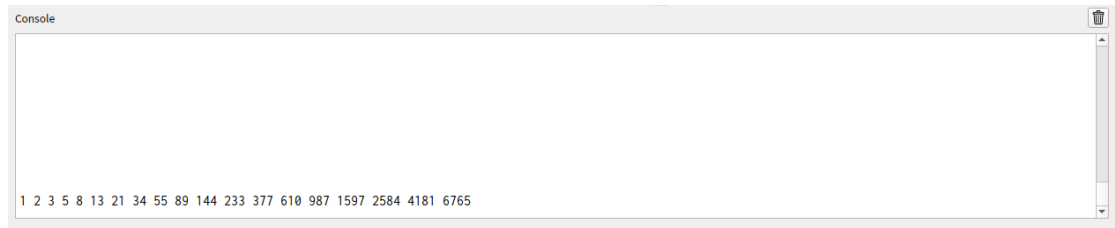
```
Console
test lw
3
test sw
3
test add
6
test addi
12
test jal
The function has been tested!
test bep
The function has been tested!
```

3. 设计汇编程序，实现计算斐波那契-卢卡斯数列，并生成 COE 文件

汇编程序如下所示：

```
1. .data
2.     in1: .word 1      #The value of the first element initialization
3.     in2: .word 2      #The value of the second element initialization
4.
5. .text
6.     la s0, in1
7.     lw a1, 0(s0)      #Enter the first element of the sequence
8.     addi a0, a1, 0
9.     li a7, 1
10.    ecall
11.    jal PrintSpace
12.    lw a2, 4(s0)      #Enter the second element of the sequence
13.    addi a0, a2, 0
14.    li a7, 1
15.    ecall
16.    jal PrintSpace
17. LOOP: addi a3, a2, 0
18.    add a2, a1, a2
19.    addi a0, a2, 0
20.    li a7, 1
21.    ecall
22.    jal PrintSpace
23.    addi a1, a3, 0
24.    j LOOP
25.
26. PrintSpace:
27.    li a0 32
28.    li a7 11
29.    ecall
30.    jr x1
```

运行结果如下所示：



【总结与思考】

通过本次实验，我了解了汇编语言的基本语法、汇编程序的基本结构、仿真和调试的基本方法，理解了机器指令的数据通路和控制器的协调工作过程。本次实验难度不大，根据实验说明的指导就可以完成实验操作，实验题目的难度层层递进，有基础操作的考核，也有所学知识的综合，难易结合，既有复习又有思考，让所学在实践中得以运用，加深了我对计算机组成原理知识的理解。希望今后实验可以保持本次实验中详细实验指导描述的优点，辅助完成每项试验内容。