

Lab2 实验报告

PB21151807 刘海琳

(一) 实验目的

- 本实验将通过使用LC-3 Tools编写汇编码，利用LC-3中的基本指令和寄存器解决以下问题。

Now we expect you to calculate a variant of the Fibonacci sequence:

$$\begin{aligned} F(0) &= F(1) = 1 \\ F(N) &= F(N-2) \% p + F(N-1) \% q \quad (2 \leq N \leq 1024) \\ p &= 2^k \quad (2 \leq k \leq 10), \quad 10 \leq q \leq 1024 \end{aligned}$$

Note that **p** will be stored in **x3100**, **q** will be stored in **x3101** and **N** will be stored in **x3102**.

Your job: store **F(N)** in **x3103**.

R0-R7 are set to zeroes at the beginning, and your program should start at x3000.

(二) 实验原理

- 求余数：
 - 1、对于任意的正整数q，求x%q：用x不断减去q，直到剩下的数为负数，求得的第一个负数再加回q就是x%q的值(模为0也成立)。
 - 2、计算减法x-q时，应该令q取反加一后与x相加。
- 数列的保存：

由递推公式 $F(N)=F(N-1)\%q+F(N-2)\%p$ 可知，计算 $F(N)$ 时至少要有两个寄存器保存 $F(N-1)$ 和 $F(N-2)$ ，并且还有两个寄存器需要存放 $F(N-1)\%q$ 和 $F(N-2)\%p$ ，具体规划如下：

R3	R2	R1	R0
		F(0)	F(1)
F(0)%p	F(1)%p	F(1)	F(2)
F(1)%p	F(2)%p	F(2)	F(3)
F(2)%p	F(3)%p	F(3)	F(4)

以此类推，但是记得在计算 $F(N)$ 存入R0之前先把 $F(N-1)$ 迁移到R1，否则数据丢失。

- 数列的循环：

由于 $F(0)$ 和 $F(1)$ 已知，所以循环一共执行 $N-1$ 次，在进入循环之前 N 应该先计算减一。

(三) 实验过程

- 错将LDI写成LD，导致一开始的数字导不进去。

(四) 测试结果

汇编评测

3 / 3 个通过测试用例

- 平均指令数: 2247.6666666666665
- 通过 256:123:100, 指令数: 1181, 输出: 146
- 通过 512:456:200, 指令数: 2195, 输出: 818
- 通过 1024:789:300, 指令数: 3367, 输出: 1219

(五) 一些改进

- 由于题目中 $p=2^k$ 的特殊性，计算 $x\%p$ 时可以将操作简化成计算 $x \text{ AND } (p-1)$ 的结果，在二进制下 $x\%p=x \text{ AND } (p-1)$ 。
- 如果同一寄存器保存的数据不是同一类型的，循环代码需要多写几轮。

(六) 完整代码

```
.ORIG x3000
;数字准备
ADD R1, R1, #1 ;F(0)放入R1
ADD R0, R0, #1 ;F(1)放入R0
LDI R5, QNUMBER ;加载数字q
NOT R6, R5
ADD R6, R6, #1 ;-q
LDI R4, PNUMBER ;加载数字p
ADD R4, R4, #-1 ;p-1
LDI R7, NNUMBER ;加载数字N
ADD R7, R7, #-1 ;N-1
;计算过程
AGAIN AND R3, R1, R4 ;F(0)%p
ADD R2, R0, #0
ADD R2, R2, R6
BRzp #-2
ADD R2, R2, R5 ;F(1)%q
ADD R1, R0, #0 ;F(1)迁移到R1
ADD R0, R2, R3 ;F(2)
STI R0, RESULT ;保存结果至x3103
ADD R7, R7, #-1
BRnp AGAIN
TRAP x25

PNUMBER .FILL x3100
QNUMBER .FILL x3101
NNUMBER .FILL x3102
RESULT .FILL x3103
.END
```