

实 验 报 告

评分：

计算机科学与技术 系 2021 级 学号 PB21111728 姓名 刘芷辰 日期 2022 年 12 月 2 日

实验题目：计算斐波那契数列的一个变体

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

实验目的：本次实验需要用汇编语言写一个程序，程序的功能是计算上述斐波那契数列的变体，并将结果存储在内存中。具体要求如下：

- 程序应当从 x3000 开始运行，程序的功能是读取预先存放在 x3100 的 p，x3101 中的 q，x3102 中的 N，计算 F(N)，并在程序运行结束后，将所要求的结果保存在 x3103
- 约定：程序运行到空指令（对于未初始化，也没有在程序运行过程中修改的内存，认为它存放一条空指令）或 TRAP 指令时，运行结束
- 实验每次需要提交相应的机器码或汇编代码
 - 对于本次实验，提交汇编代码
- 汇编代码注意格式：
 - 需要以 .ORIG x3000 开始
 - 需要以 .END 结束
 - 最后一条指令为 HALT
 - 关键词大写
 - 逗号后需要空格

实 验 报 告

评分:

计算机科学与技术 系 2021 级 学号 PB21111728 姓名 刘芷辰 日期 2022 年 12 月 2 日

实验的部分测试数据如下：

N	p	q	F(N)
100	256	123	146
200	512	456	818
300	1024	789	1219

实验原理：

代码如下图：

```
.ORIG x3000 ;程序从x3000开始
LDI R1, P ;载入p到R1
LDI R2, Q ;载入q到R2
LDI R3, N ;载入N到R3
ADD R3, R3, #-2 ;循环次数为N-2
AND R0, R0, #0 ;R0清零,用于储存F(N)
AND R4, R4, #0 ;R4清零,用于储存F(N-2)
AND R5, R5, #0 ;R5清零,用于储存F(N-1)
AND R6, R6, #0 ;R6清零用于储存模p后结果
AND R7, R7, #0 ;R7清零用于储存模p后结果
ADD R4, R4, #1 ;F(0)等于1
ADD R5, R5, #1 ;F(1)等于1
;模p ;计算R6=R4%R1
AGAIN ADD R0, R1, #0
L2 ADD R6, R0, #0
NOT R6, R6
ADD R6, R6, #1
ADD R6, R4, R6 ;以上计算被模数与按倍数增长后的模的差值,利用R6作转接保持R0不变
BRn L1 ;若差值为负数,跳转到L1
ADD R0, R0, R1 ;若为正数,则继续增加倍数
BRnzp L2 ;跳转到L2,继续计算差值并判断
L1 ADD R6, R1, #0
NOT R6, R6
ADD R6, R6, #1
ADD R0, R0, R6
NOT R0, R0
ADD R0, R0, #1
ADD R6, R4, R0 ;差值为负数,则将倍数增长后的值减去一次模,再由被模数减去即可得到余数
;模q ;计算R7=R5%R2
```

实 验 报 告

评分:

计算机科学与技术 系 2021 级 学号 PB21111728 姓名 刘芷辰 日期 2022 年 12 月 2 日

```
ADD R0, R2, #0 ;计算方法同模p
L4 ADD R7, R0, #0
   NOT R7, R7
   ADD R7, R7, #1
   ADD R7, R5, R7
   BRn L3
   ADD R0, R0, R2
   BRnzp L4
L3 ADD R7, R2, #0
   NOT R7, R7
   ADD R7, R7, #1
   ADD R0, R0, R7
   NOT R0, R0
   ADD R0, R0, #1
   ADD R7, R5, R0
;更新函数各项 ;每计算一次F(N-1)和F(N-2)，更新一次，便于下次循环的计算
   ADD R0, R6, R7 ;得到当前循环的F(N)
   ADD R4, R5, #0 ;将F(N-1)赋给F(N-2)
   ADD R5, R0, #0 ;将F(N)赋给F(N-1)
;判断循环是否进行
   ADD R3, R3, #0 ;读出R3便于判断
   BRz FINISH ;判断是否循环是否进行了N-2次，若已完成则跳转到FINISH
   ADD R3, R3, #-1 ;没有进行N-2次则将R3的值递减
   BRnzp AGAIN ;无条件跳转至AGAIN处进行下一次循环
FINISH STI R0, ANS ;将R0中储存的F(N)的值存到x3103中
      HALT ;程序结束
P .FILL x3100
Q .FILL x3101
N .FILL x3102
ANS .FILL x3103
.END
```

共分为如下三步：

1. 数据初始化：

把分别位于内存 x3100, x3101, x3102 的数据 p、q 和 N 存入寄存器 R1、R2 和 R3 中，R0 清零用来储存 F(N)，R4 清零用来储存 F(N-2)，R5 清零用来储存 F(N-1)，R6 清零用来储存 F(N-2)%p，R7 清零用来储存 F(N-1)%q；

实 验 报 告

评分：

计算机科学与技术 系 2021 级 学号 PB21111728 姓名 刘芷辰 日期 2022 年 12 月 2 日

将 N 减去 2，用来表示需要循环的次数；

将 $F(0)$ 和 $F(1)$ 赋值为 1；

2. 计算 $F(N-2) \% p$ 和 $F(N-1) \% q$

(1) 将 $R1$ 的值赋给 $R6$ ，每次将 $R6$ 的值加上 p （通过非 $R1$ 寄存器存储，避免 $R1$ 储存的值变化），直到第一次 $R6$ 的值大于 $F(N-2)$ ，此时再减去一个 p ，这样 $F(N-2)$ 和 $R6$ 的值的差值就是余数，再将这个值赋给 $R6$ ；

(2) 计算 $F(N-1) \% q$ 同 (1)，将结果储存在 $R7$ 中；

3. 更新循环

(1) $R6$ 的值加上 $R7$ 的值得到当前的 $F(N)$ ，储存在 $R0$ 中；

(2) $F(N-1)$ 的值赋给 $F(N-2)$ ；

(3) $F(N)$ 的值赋给 $F(N-1)$ ；

(4) 判断是否进行了 $N-2$ 次，没有则继续循环，完成则进行结果存储；

4. 存储结果

把 $R0$ 中的结果通过 STI 指令存在内存 $x3103$ 中

实验步骤：

实 验 报 告

评分：

计算机科学与技术 系 2021 级 学号 PB21111728 姓名 刘芷辰 日期 2022 年 12 月 2 日

1. 读懂实验目的
2. 将实现过程模块化三个部分：初始化、计算模、更新循环，存储结果

3. 将步骤转为汇编实现

4. 运行并查找错误：

最开始所有输出结果都是 0，经过仔细看了书上的例子，发现是 LD 和 LDI，ST 和 STI 指令混淆了，最后将 LD 和 ST 改为 LDI 和 STI 程序便能够正确运行；

5. 修改完成后在自测网站进行自测

6. 自测通过后书写实验报告

实验结果：

测试数据（1）：

p: 256

q: 123

N: 100

寄存器：

实 验 报 告

评分:

计算机科学与技术 系 2021 级 学号 PB21111728 姓名 刘芷辰 日期 2022 年 12 月 2 日

R0	x0000	0	
R1	x7FFF	32767	
R2	x007B	123	
R3	x0000	0	
R4	x0052	82	
R5	x0092	146	
R6	x2FFE	12286	
R7	x0052	82	
PSR	x0002	2	CC: Z
PC	x036C	876	
MCR	x0000	0	

内存:

!	▶	x3100	x0100	256
!	▶	x3101	x007B	123
!	▶	x3102	x0064	100
!	▶	x3103	x0092	146

R5 存储结果是 146，是由于完成之后有一次更新函数各项，使得原本在 R0 中的结果存储到了 R5 中，但在更新之前已经完成了结果储存，可以看到，内存 x3103 中存储也为 146，结果正确

测试数据 (2):

p: 512

q: 456

实 验 报 告

评分：

计算机科学与技术 系 2021 级 学号 PB21111728 姓名 刘芷辰 日期 2022 年 12 月 2 日

N: 200

寄存器：

R0	x0000	0	
R1	x7FFF	32767	
R2	x01C8	456	
R3	x0000	0	
R4	x014D	333	
R5	x0332	818	
R6	x2FFE	12286	
R7	x014D	333	
PSR	x0002	2	CC: Z
PC	x036C	876	
MCR	x0000	0	

内存：

!	▶	x3100	x0200	512
!	▶	x3101	x01C8	456
!	▶	x3102	x00C8	200
!	▶	x3103	x0332	818

R5 存储结果是 818，是由于完成之后有一次更新函数各项，使得原本在 R0 中的结果存储到了 R5 中，但在更新之前已经完成了结果储存，可以看到，内存 x3103 中存储也为 818，结果正确

实 验 报 告

评分:

计算机科学与技术 系 2021 级 学号 PB21111728 姓名 刘芷辰 日期 2022 年 12 月 2 日

测试数据 (3):

p: 1024

q: 789

N: 300

寄存器:

R0	x0000	0	
R1	x7FFF	32767	
R2	x0315	789	
R3	x0000	0	
R4	x0583	1411	
R5	x04C3	1219	
R6	x2FFE	12286	
R7	x026E	622	
PSR	x0002	2	CC: Z
PC	x036C	876	
MCR	x0000	0	

内存:

!	▶	x3100	x0400	1024
!	▶	x3101	x0315	789
!	▶	x3102	x012C	300
!	▶	x3103	x04C3	1219

R5 存储结果是 1219，是由于完成之后有一次更新函数各项，使得原本在 R0 中的结果存储到了 R5 中，但在更新之前已经完成了结果储存，可以看到，内存 x3103 中存储也为 1219，结果正确

实 验 报 告

评分:

计算机科学与技术 系 2021 级 学号 PB21111728 姓名 刘芷辰 日期 2022 年 12 月 2 日

自测网站测试结果:

测试样例，样例之间以逗号分割

256:123:100, 512:456:200, 1024:789:300

代码文本

```
.ORIG    x3000           ;程序从x3000开始
LDI      R1, P           ;载入p到R1
LDI      R2, Q           ;载入q到R2
LDI      R3, N           ;载入N到R3
ADD      R3, R3, #-2      ;循环次数为N-2
AND      R0, R0, #0       ;R0清零，用于储存F(N)
AND      R4, R4, #0       ;R4清零，用于储存F(N-2)
AND      R5, R5, #0       ;R5清零，用于储存F(N-1)
AND      R6, R6, #0       ;R6清零用于储存模p后结果
```

调试模式

☐

评测

汇编评测

3 / 3 个通过测试用例

- 平均指令数: 7928
- 通过 256:123:100, 指令数: 4068, 输出: 146
- 通过 512:456:200, 指令数: 7781, 输出: 818
- 通过 1024:789:300, 指令数: 11935, 输出: 1219

三个测试样例均正确

实 验 报 告

评分：

计算机科学与技术 系 2021 级 学号 PB21111728 姓名 刘芷辰 日期 2022 年 12 月 2 日
