

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 11 月 8 日

实验题目：计算给定数据 A 的低 B 位中有多少个 1

实验目的：本次实验需要用 LC-3 机器语言写一个程序，程序的功能是计算给定数据 A 的低 B 位中有多少个 1，并将结果存储在内存中。具体要求如下：

- 程序应当从 0x3000 开始运行，程序的功能是读取预先存放在 0x3100 和 0x3101 中的输入数据，并在程序运行结束后，将所要求的结果保存在 0x3102
- 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
- B 的范围是 0 到 16 之间的整数
- 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，提交机器码
- 机器码注意格式：
 - 需要以 0011 0000 0000 0000 作为第一行（起始地址）
 - 以英文分号作为注释开始的标记

实验的部分测试数据如下：

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 11 月 8 日

Number	A	Bit	B	Output
13	in(x3100)	3	in(x3101)	x0002 in(x3102)
167	in(x3100)	6	in(x3101)	x0004 in(x3102)
32767	in(x3100)	15	in(x3101)	x000F in(x3102)

实验原理:

代码如下图:

1	0011 000 00000000;			程序从x3000开始
2	0010 001 01111111;	x3000:	LD, R1, x0FF:	地址x3100的值存入R1中 (A)
3	0010 010 01111111;	x3001:	LD, R2, x0FF:	地址x3101的值存入R2中 (B)
4	0101 011 011 1 00000;	x3002:		R3清零, 储存数字1出现的次数
5	0101 100 100 1 00000;	x3003:	AND R4, R4, 0:	R4清零
6	0001 100 100 1 01000;	x3004:	ADD R4, R4, 8:	
7	0001 100 100 1 01000;	x3005:	ADD R4, R4, 8:	R4连加两次8赋值为16 (立即数范围不到16)
8	1001 010 010 111111;	x3006:	R2 <- NOT(B)	
9	0001 101 010 1 00001;	x3007:	R5 <- -B	
10	0001 101 100 0 00 101;	x3008:	R5 <- 16-B	以上三步实现将16-B存入R5中, 表示R1需要左移的次数
11	0000 010 00000001;	x3009:	BRz:	若R5为0, 循环结束, 跳转x300D
12	0001 001 001 0 00 001;	x300A:	ADD R1, R1, R1:	R1翻倍实现左移一位
13	0001 101 101 1 11111;	x300B:	ADD R5, R5, -1:	每移一位, R5循环减1, 最终循环实现把低B位放在最高位
14	0000 111 11111100;	x300C:	BR:	判断R5是否为0, 跳转到x3009
15	0010 010 01111001;	x300D:	LD, R2, x0F3:	将地址x3101的值存入R2中
16	0000 010 00000110;	x300E:	BRz:	若R2为0, 循环结束, 跳转x3015
17	0001 001 001 1 00000;	x300F:	ADD: R1, R1, 0,	寄存器读取最近存入的数, 所以对R1进行加0操作以便读取R1
18	0000 011 00000001;	x3010:	BRzp:	R1大于等于0, 为正数则最高位为0, R3不变, 跳转, 否则为负数则表示最高位为1, 不跳转
19	0001 011 011 1 00001;	x3011:	ADD R3, R3, 1:	是1则R3加1
20	0001 010 010 1 11111;	x3012:	ADD R2, R2, -1:	循环次数减1, 循环最终实现对B位数的判断
21	0001 001 001 0 00 001;	x3013:	ADD R1, R1, R1:	R1翻倍实现左移一位
22	0000 111 11111001;	x3014:	BR:	判断R2是否为0, 跳转到x300E
23	0011 011 011101100;	x3015:	ST R3, x0EC:	R3存储到地址x3102中
24	1111 0000 00100101;	x3016:	halt	程序结束

共分为如下三步:

1. 数据初始化:

把分别位于内存 x3100, x3101 的数据 A 和 B 存入寄存器 R1 和 R2

中, R3 清零用来储存后 B 位 1 的个数, R4 清零用来储存 16 (为后续操

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 11 月 8 日

作做准备); 为了将 A 的后 B 位左移到最高位, 用 R5 储存需要左移的次数, 即 $16-B$ 次 (B 取非加 16)

2. 计算 A 后 B 位中 1 的个数

(1) 将后 B 位左移到最高位: R5 存储的次数不为 0 时, 将 R1 翻倍实现左移一位的操作, R5 减 1, 如此直到 R5 为 0, 得到 R1 左移 $16-B$ 位之后的结果

(2) R2 表示需要判断是否为 1 的次数, 当 R2 不为 0 时, 若 R1 存储的数大于等于 0, 则表示为正数, 那么最高位符号位应该是 0, 此时计数的 R3 不变, R2 减 1; 否则表示负数, 那么最高位符号位为 1, 此时计数器 R3 加 1, R2 减 1; 如此直到 R2 为 0

3. 存储结果

把 R3 中的结果通过 ST 指令存在内存 x3102 中

实验步骤:

1. 读懂实验目的
2. 将实现过程模块化三个部分: 初始化、统计、存储结果
3. 将步骤转为机器码实现
4. 存为 bin 文件并运行 obj, 查找错误
5. 修改完成后在自测网站进行自测

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 11 月 8 日

6. 自测通过后书写实验报告

实验结果：

测试数据 (1)：

A : 13

B : 3

寄存器：

R0	x0000	0	
R1	x7FFF	32767	
R2	x0000	0	
R3	x0002	2	
R4	x0010	16	
R5	x0000	0	
R6	x2FFE	12286	
R7	x0000	0	
PSR	x0002	2	CC: Z
PC	x036C	876	
MCR	x0000	0	

内存：

!	▶	x3100	x000D	13
!	▶	x3101	x0003	3
!	▶	x3102	x0002	2

R3 存储结果是 2，内存 x3102 中存储也为 2，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 11 月 8 日

测试数据 (1):

A : 167

B : 6

寄存器:

R0	x0000	0	
R1	x7FFF	32767	
R2	x0000	0	
R3	x0004	4	
R4	x0010	16	
R5	x0000	0	
R6	x2FFE	12286	
R7	x0000	0	
PSR	x0002	2	CC: Z
PC	x036C	876	
MCR	x0000	0	

内存:

!	▶	x3100	x00A7	167
!	▶	x3101	x0006	6
!	▶	x3102	x0004	4

R3 存储结果是 4，内存 x3102 中存储也为 4，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 11 月 8 日

测试数据 (1):

A : 32767

B : 15

寄存器:

R0	x0000	0	
R1	x7FFF	32767	
R2	x0000	0	
R3	x000F	15	
R4	x0010	16	
R5	x0000	0	
R6	x2FFE	12286	
R7	x0000	0	
PSR	x0002	2	CC: Z
PC	x036C	876	
MCR	x0000	0	

内存:

!	▶	x3100	x7FFF	32767
!	▶	x3101	x000F	15
!	▶	x3102	x000F	15

R3 存储结果是 15, 内存 x3102 中存储也为 15, 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 11 月 8 日

自测网站测试结果：

机器码评测

3 / 3 个通过测试用例

- 平均指令数: 100
- 通过 13:3, 指令数: 85, 输出: 2
- 通过 167:6, 指令数: 93, 输出: 4
- 通过 32767:15, 指令数: 122, 输出: 15

三个测试样例均正确