

## 实验报告

### 1. 实验题目：计算系统概论 Lab01

### 2. 实验目的：

利用 LC-3 语言编写程序，计算给定数字 A 的较低 B 位中有多少个 1，并输出储存在内存中；

1). **实验要求：**实验中要求程序从内存位置 x3000 开始，A 和 B 的值分别在 x3100 和 x3101 中，并假设 A 值是一个从 0x0001 到 0x7FFFF 之间的正数，要求将输出储存在 x3102 中；注意 B 的范围为 0 到 16；

### 3. 实验原理：

首先以寄存器 R1,R2 储存 A,B 的值（注意当 B 的值为 0 时，可根据 R2 储存的值设置跳转语句），寄存器 R3 赋值为 1，用于位运算，用寄存器 R4 表示 R1 与 R3 进行与运算后的结果，每次循环时 R3 的值乘 2，等同于从 A 最低位逐次判断是否为 1，每次循环 R2 减一，直至等于 0 时比较结束，同时以寄存器 R5 记录 1 的个数，根据与运算操作后的 R4 的值设置一个跳转语句，为 0 时跳转，否则执行 R5=R5+1；最后还有一个跳转语句用来实现循环，根据 R2=R2-1 的值，若为正，则跳回，否则继续执行写入内存的操作，结束程序；

### 4. 实验步骤：

第一行：起始地址

x3000: LD 指令，将 x3100 处的值赋给 R1， $R1 \leftarrow M[x3100]$ ；

x3001: LD 指令，将 R3 赋值为 1，在 x300d 处设置内容为 1， $R3 \leftarrow M[x300d]$ ，即  $R3 \leftarrow -1$ ；

x3002: ADD 指令，将 R5 赋值为 0，用 R3-1 赋给 R5，即  $R5 = R3 - 1 = 0$ ；

x3003: LD 指令，将 x3101 处的值赋给 R2， $R2 \leftarrow M[x3101]$ ；

x3004: BR 指令，根据 R2 的值是否为零，为零直接跳转到 x300b，将 R5 的值存到 x3102 中

x3005: AND 指令，对 R1 与 R3 进行与运算，即从最低位逐位比较是否为 0，将结果存至 R4；

x3006: BR 指令，根据上一条指令中 R4 的结果是否为 1，判断是否跳转，若该位为 1，则执行 x3007 语句，否则跳转至 x3008；

x3007: ADD 指令，若 R4 结果为 1，执行  $R5 = R5 + 1$ ，即统计结果中 1 的个数增加；

x3008: ADD 指令， $R3 = R3 + R3$ ，每次循环 R3 乘 2，便于逐位进行与运算；

x3009: ADD 指令， $R2 = R2 - 1$ ，用于记录比较的位数，当 R2 为 0 时，即比较完 A 的前 B 位；

x300a: BR 指令，根据上一条指令中 R2 的结果是否为正，若为正则跳回 x3005，继续循环，进行 A 的逐位比较，否则结束比较进行下一步；

x300b: ST 指令：此时以确定 A 的前 B 位中 1 的个数，将 R5 的值储存在 x3102 处即可；

x300c: TRAP 指令，结束程序；

x300d: 用于储存赋给 R2 的值；

### 5. 实验结果：具体程序如下：

0011 000 000000000 ; 起始地址

0010 001 011111111 ;x3000  $R1 \leftarrow M[x3100]$

0010 011 000001010 ;x3001  $R3 \leftarrow M[x300d]; R3 \leftarrow -1$

```
0001 101 011 1 11111 ;x3002 R5<-R3-1;R5<-0
0010 010 011111101 ;x3003 R2<-M[x3101]
0000 010 000000110 ;x3004 BRZ 010 X300b
0101 100 001 0 00 011 ;x3005 AND R4 R1 R3
0000 010 000000001 ;x3006 BRZ 010 x3008
0001 101 101 1 00001 ;x3007 R5<-R5+1
0001 011 011 0 00 011 ;x3008 R3<-R3+R3
0001 010 010 1 11111 ;x3009 R2<-R2-1
0000 001 111111010 ;x300a BRP 001 x3005
0011 101 011110110 ;x300b M[x3102]<-R5
1111 0000 00011001 ;x300c TRAP 25
0000 0000 0000 0001 ;x300d 1
```

lab1.bin				
1	0011	000	000000000	; 起始地址
2	0010	001	011111111	;x3000 R1<-M[x3100]
3	0010	011	000001010	;x3001 R3<-M[x300d];R3<-1
4	0001	101	011 1 11111	;x3002 R5<-R3-1;R5<-0
5	0010	010	011111101	;x3003 R2<-M[x3101]
6	0000	010	000000110	;x3004 BRZ 010 X300b
7	0101	100	001 0 00 011	;x3005 AND R4 R1 R3
8	0000	010	000000001	;x3006 BRZ 010 x3008
9	0001	101	101 1 00001	;x3007 R5<-R5+1
10	0001	011	011 0 00 011	;x3008 R3<-R3+R3
11	0001	010	010 1 11111	;x3009 R2<-R2-1
12	0000	001	111111010	;x300a BRP 001 x3005
13	0011	101	011110110	;x300b M[x3102]<-R5
14	1111	0000	00011001	;x300c TRAP 25
15	0000	0000	0000 0001	;x300d 1

根据自测网站，适当添加数据测试，评测结果如下：

## 机器码评测

6 / 6 个通过测试用例

- 平均指令数: 34.166666666666664
- 通过 13:1, 指令数: 12, 输出: 1
- 通过 167:6, 指令数: 40, 输出: 4
- 通过 32767:15, 指令数: 96, 输出: 15
- 通过 13:0, 指令数: 6, 输出: 0
- 通过 113:3, 指令数: 22, 输出: 1
- 通过 1111:4, 指令数: 29, 输出: 3