

深圳大学实验报告

课程名称 计算机系统 1

项目名称 实验二 LC-3 机器码编程实验

学 院 计算机与软件学院

专 业 软件工程（腾班）

指导教师 陈飞

报 告 人 叶茂林 学号 2021155015

实验时间 2022. 4. 15

提交时间 2022. 4. 20

教务处制

一、实验目的与要求

- (1) 分析和理解实验指定的问题。
- (2) 利用 LC-3 的机器代码设计实现相关程序。
- (3) 通过 LC-3 仿真器调试和运行相关程序并得到正确的结果。

二、实验内容与方法

利用 LC-3 的机器代码计算一个 16 位的字中有多少位是 ‘1’。

程序从 x3000 开始。

需计算的字存储在 x3100。

计算的结果存储在 x3101。

三、实验步骤与过程

(依照实验内容，逐条撰写实验过程与实验所得结果：包括程序总体设计，核心数据结构及算法流程，调试过程。请附上核心代码，及注意格式排版的美观。实验提交时，以上为评分依据，请不删除本行)

程序总体设计及算法流程

问题是计算一个 16 位的字中有多少位是 ‘1’，初步思考一下，解决这个问题需要进行计数，判断是不是 ‘1’，以及一个 16 次的循环。做出流程图如图 1 所示。

用 R0 作为计数器，R1 控制循环的次数，R2 存储需要判断的字。

先用 AND 指令让 R0 和 R1 赋值为 0，接着需要让 R1 的值为 16，因为 ADD 指令的立即数寻址模式 imm5 只能表示 -16 到 15，所以不能直接把 16 赋值给 R1，我的方法是先把 8 赋值给 R1，即用 ADD 指令让 $R0 = R0 + 8$ ，之后用 ADD 指令让 $R0 = R0 + R0$ ，即可让 R0 的值为 16。后用 LD 指令把内存地址为 x3100 的内容读进 R2。主要问题即计算字中有多少个是 ‘1’，我采取的方法是通过判断 R2 的值的正负来确定，如果是负数，那么第一位就是 ‘1’，之后使其乘 2，即让其各位左移一位，再次重复判断第一位，直到累计判断了 16 次。

最后用 ST 指令把 R0 的值存进地址为 x3101 的内存单元。

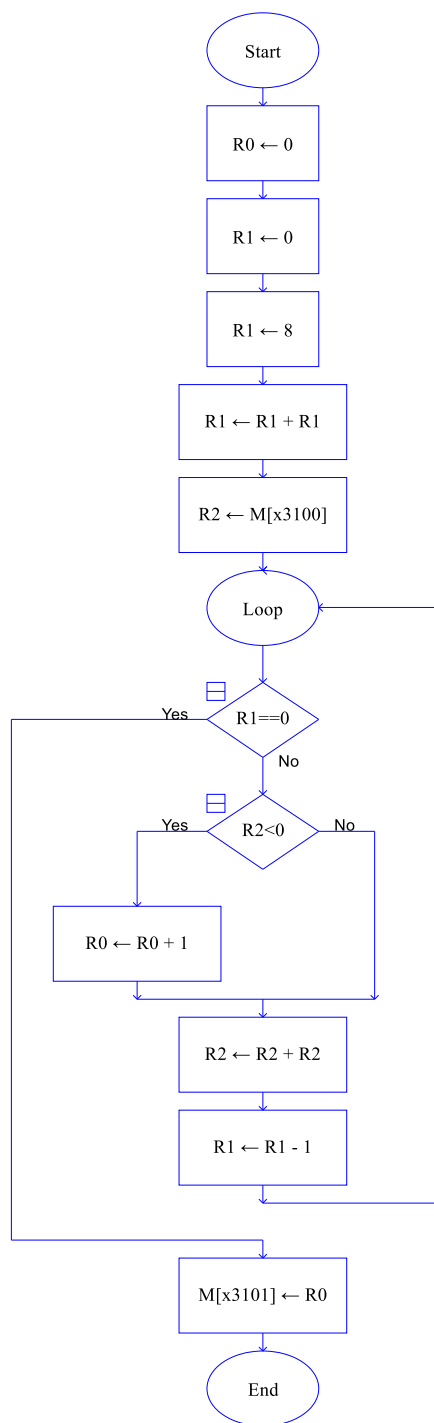


图 1 算法流程图

核心数据结构

核心变量有三个，R0 作为计数器，负责计数字中为 1 的个数，R1 控制循环的次数，从 16 开始自减，R2 存储需要判断的字，每一次循环之后都做一次与自己相加的操作。

程序一开始，先让 R0 和 R1 赋值为 0，即与 0 相与，然后让 R1 赋值为 8，之后 R1 做一次与自己相加的操作使其值变成 16，之后把内存地址为 x3100 的数据存进 R2。

在主循环中，通过判断 R2 是否是负数来计数，如果是负数，那么让 R0 自增，之后让

R2 与自己相加，然后让 R1 自减。

最后把 R0 的值存进内存地址为 x3101 的内存单元。

实验及调试过程

首先在 LC-3Editor 中打出机器码，并编译成二进制程序，如图 2 所示。

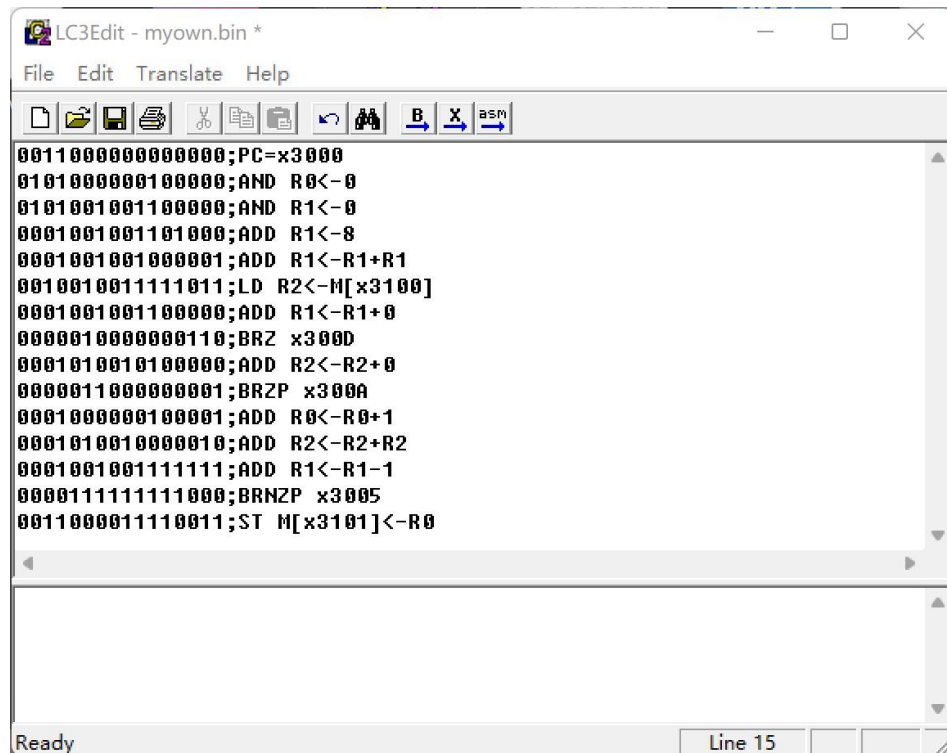


图 2

然后在 LC-3Simulate 中加载程序，并在 x300E 处设置断点，如图 3 所示。

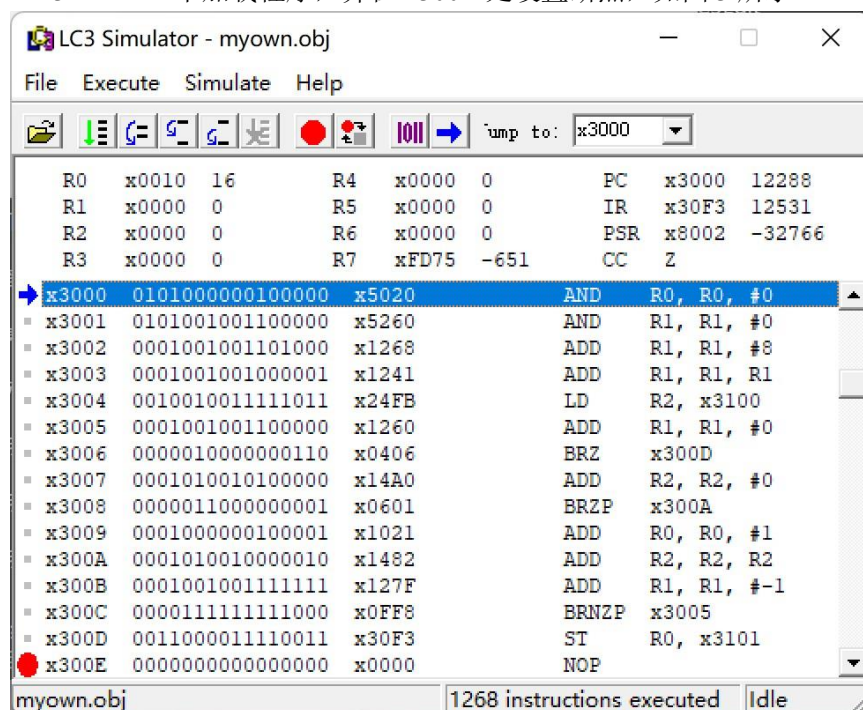


图 3

第一次运行测试，将 x3100 地址的数据设置为 x0001，点击运行，如图 4 所示。

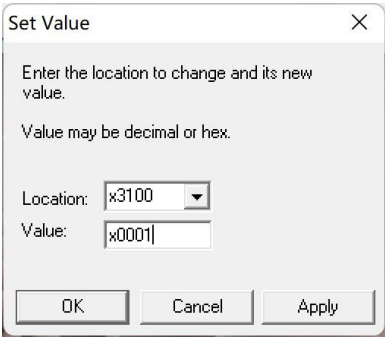


图 4

然后发现地址 x3101 的数据为 0，这显然不符合预期结果。

于是开始调试，逐步执行代码。

执行过程中发现 R0、R1 和 R2 值变化符合预测，但在执行 BR 指令时，跳转的指令不对，发现是跳转地址计算错误，并且忽略了地址为 16 进制数，于是进行修改。

再次测试，得出正确结果，x3101 的值为 x0001，如图 5 所示。

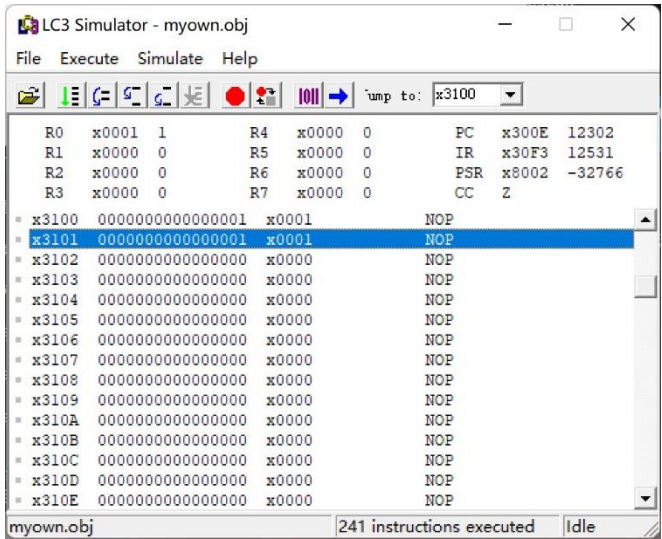


图 5

再让 x3100 的值为 xFFFF，进行测试，同样得出了正确结果，如图 6 所示。

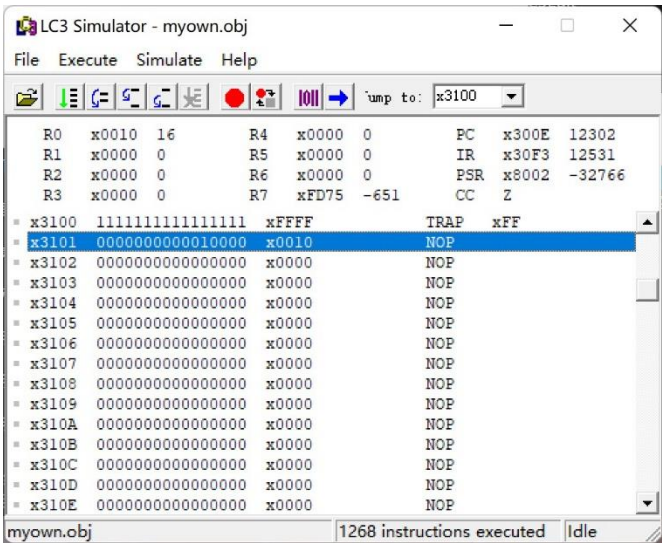


图 6

四、实验结论或体会

（撰写实验收获及思考）

这次的实验主要是用机器码编程，由于之前学过 C、C++以及 Python 这些高级编程语言，所以分析问题，找出解决问题的算法难度不大，但使用高级语言编程是在一个很高的层次进行解决问题了，转到机器语言编程时，意味必须从底层内存出发，从核心数据的存储出发解决问题，更加强调以计算机思维去看待问题和解决问题。

在这次实验中，我学会了利用 LC-3 的机器码设计实现相关程序，通过 LC-3 仿真器调试和运行相关程序并得到正确的结果。通过这次机器码实验，我更加了解了 LC-3 仿真器的调试和运行功能，对计算机底层数据存储以及底层运行有了更深的认识，希望在将来能够更多的学习高级编程语言在计算机底层的实现机制。

指导教师批阅意见:

成绩评定:

指导教师签字:

年 月 日

备注:

注：1、报告内的项目或内容设置，可根据实际情况加以调整和补充。

2、教师批改学生实验报告时间应在学生提交实验报告时间后 10 日内。