深 圳 大 学 实 验 报 告

课程名称 计算机系统 1

项目名称 Nim 游戏

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 2022.5.27

提交时间 2022.5.29

教务处制

一、实验目的与要求

Nim 是一个简单的双人游戏，可能起源于中国。游戏中使用的计数器类型有很多种类，如石头、火柴、苹果等。游戏界面被划分为很多行，每行中有数量不等的计数器，如图 1 所示：

行号	计数器数量
1	○○○
2	○○○○○○
……	……
n	○○○○○○○○○○

图 1 游戏界面

本次实验对 Nim 游戏做了一些小的改变，具体如下：游戏界面由三行组成，计数器类型为石头，其中 A 行包含 3 个石头，B 行包含 5 个石头，C 行包含 8 个石头。

规则如下：

⑴ 每个玩家轮流从某一行中移除一个或多个石头。

⑵ 一个玩家不能在一个回合中从多个行中移除石头。

⑶ 当某个玩家从游戏界面上移除最后剩余的石头时，此时游戏结束，该玩家获胜。

⑴ 在游戏开始时，你应该显示游戏界面的初始化状态。具体包括：在每行石头的前面，你应该先输出行的名称，例如“ROW A”。你应该使用 ASCII 字符小写字母“o”（ASCII 码 x006F）来表示石头。游戏界面的初始化状态应该如下：

ROW A: ooo

ROW B: ooooo

ROW C: oooooooo

⑵ 游戏总是从玩家 1 先开始，之后玩家 1 和玩家 2 轮流进行。在每一个回合开始时，你应该输出轮到哪一个玩家开始，并提示玩家进行操作。例如，对于玩家 1，应该有如下显示：

Player 1,choose a row and number of rocks:

⑶ 为了指定要移除哪一行中的多少石头，玩家应该输入一个字母后跟一个数字（输入结束后不需要按 Enter 键），其中字母（A,B 或 C）指定行，数字（从 1 到所选行中石头的数量）指定要移除的石头的数量。你的程序必须要确保玩家从有效的行中移除有效数量的石头，如果玩家输入无效，你应该输出错误提示信息并提示该玩家再次进行输入。例如，如果轮到

玩家 1：

Player 1, choose a row and number of rocks: D4

Invalid move. Try again.

Player 1, choose a row and number of rocks: A9

Invalid move. Try again.

*Player 1, choose a row and number of rocks: A**

Invalid move. Try again.

Player 1, choose a row and number of rocks: &4

Invalid move. Try again.

Player 1, choose a row and number of rocks:

你的程序应保持提示玩家，直到玩家选择有效的输入为止。确保你的程序能够回显玩家的输入到屏幕上，当回显玩家的输入后，此时应该输出一个换行符（ASCII 码 x000A）使光标指向下一行。

⑷ 玩家选择有效的输入后，你应该检查获胜者。如果有一个玩家获胜，你应该显示相应的输出来表明该玩家获胜。如果没有胜利者，你的程序应该更新游戏界面中每行石头的数量，重新显示更新的游戏界面，并轮到下一个玩家继续。

⑸ 当某个玩家从游戏界面上移除最后的石头时，游戏结束。此时，你的程序应该显示获胜者然后停止。例如，如果玩家 2 移除了最后的石头，你的程序应该输出一下内容：

Player 2 Wins.

二、实验内容与方法

⑴ 记住，程序中所有的输入输出使用 ASCII 字符，你应该负责进行必要的转换。

⑵ 从键盘中输入字符你应该使用 TRAP x20（GETC）指令，同时为了回显输入的字符到屏幕上，你应该使用 TRAP x21（OUT）指令，该指令紧跟在 TRAP x20 指令之后。

⑶ 你应该在适当的时候使用子程序。

⑷ 在你编写的每个子程序中，应该保存并还原所使用的任何寄存器。这将避免你在调试过程中遇到问题。

⑸ 在一个回合中，玩家的输入必须包含指定为 A,B 或 C（即大写字母）的行，后面紧跟不大于该行仍然存在的石头数量的数字。

① 你应该设置程序的开始地址在 x3000（如,程序的第一行指令应该为 .ORIG x3000）

② 源文件命名为 nim.asm

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

核心数据结构

1、 显示游戏界面

如图 1 所示，首先将寄存器的值存进内存，待子函数完成任务后再将该内存的值存进寄存器，用伪操作.stringz 开辟内存用来存储字符串，将 Row A、Row B 和 Row C 的石头数目也存储在内存中。

```
save_r0 .fill #0
save_r1 .fill #0
stone   .fill x006f
cr      .fill x000d
row_a   .stringz "ROW A: "
row_b   .stringz "ROW B: "
row_c   .stringz "ROW C: "
num_a   .fill #3
num_b   .fill #5
num_c   .fill #8
```

图 1

先用 LEA 指令将字符串的首地址存进 R0，然后通过 PUTS 输出，用 LD 指令将字符 o 的 ascll 码存进 R0，然后用 LD 指令将石头的数目存进 R1，R1 作为计数器，用 OUT 循环输出字符 o，最后用 LD 指令将换行符的 ascll 码存进 R0，用 OUT 输出。

2、用户操作

(1)输出提示

用伪操作.stringz 将提示字符串存进内存中，先将用到的寄存器 R0 和 R7 的值存进内存保存起来，然后用 LEA 指令将字符串的首地址存进 R0，用 PUTS 输出提示，然后将 R0 和 R7 的值恢复。

(2)用户输入

用 GETC 读取输入的第一个数据，然后用 OUT 回显，ADD 指令将 R0 的数据转入 R2，然后用 NOT 将 R2 取反，ADD 将 R2 加一，即将 R2 取负，再用 GETC 读取输入的第二个数据，OUT 回显，ADD 指令将 R0 的数据转入 R3。

(3)判断数据是否有效

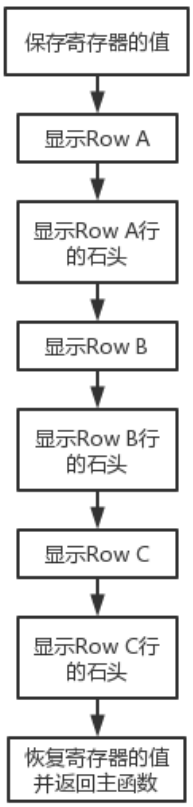
用伪操作.fill 将字符 A、B 和 C 的 ascll 码存进内存，用 LD 指令将相应字符的 ascll 码存进 R0，然后 ADD 指令将 R0 和 R2 相加的结果存在 R0，通过判断 R0 是否为 0 来判断是 A、B、C 或无效输入。

(4)取石头

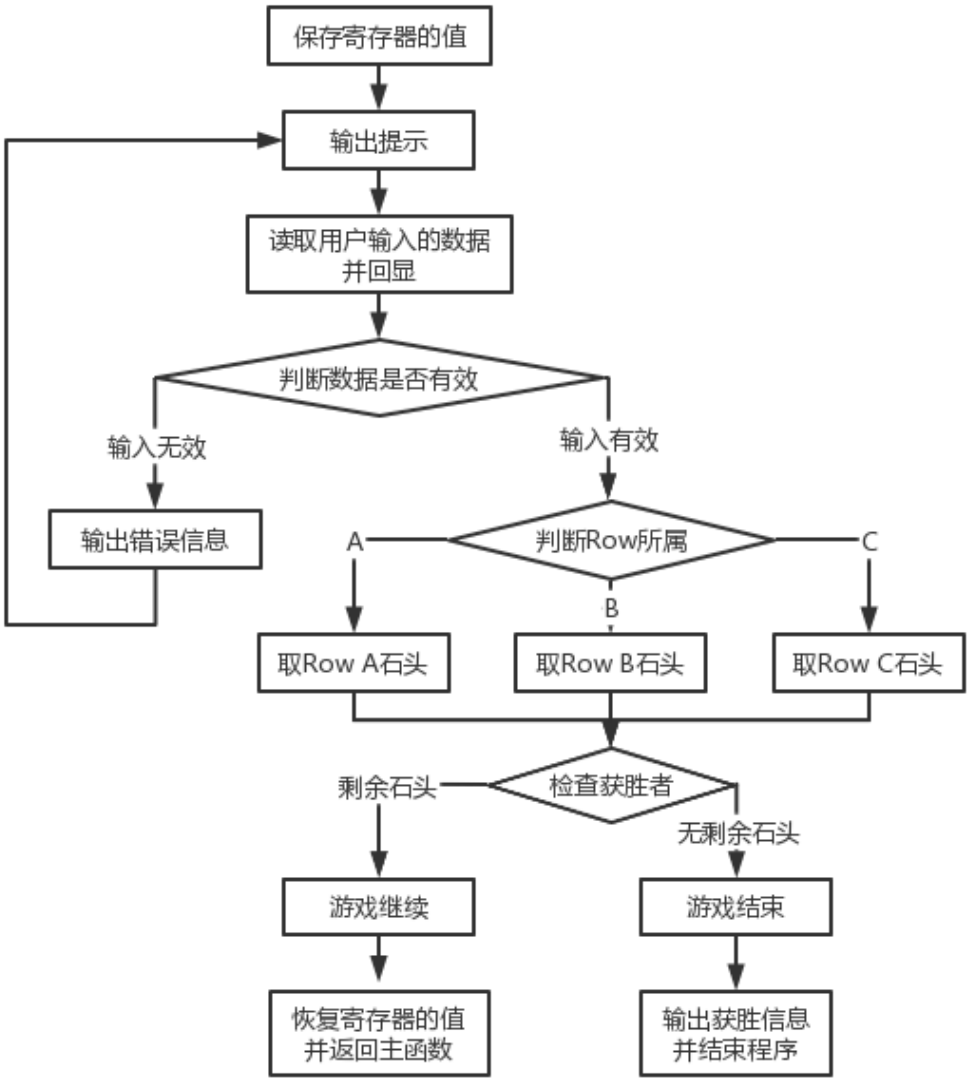
用 LD 指令将字符 0 的 ascll 码存进 R0，然后将 R0 取负，与 R3 相加的结果存放到 R0 中，然后用 LD 指令将石头的数目存进 R3，将 R0 取负，与 R3 相加的结果存进 R3，最后将 R3 的值存进内存。

算法流程

1、显示游戏界面



2、Player 操作



调试过程

打完代码后，第一次运行，发现没有输出第一个用户的提示信息，如图 2 所示：

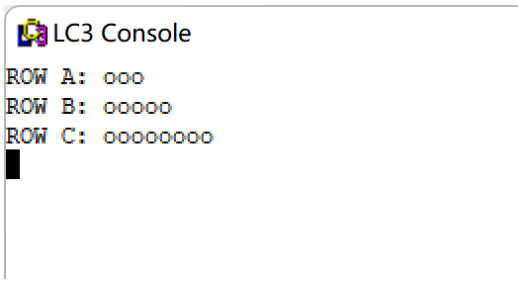


图 2

然后回到程序调试，发现 R7 的值保存的是 OUT 指令的下一条指令地址，考虑到调用 trap 服务程序会改变 R7 的值，使得原本保存返回调用代码的链接地址的 R7 被修改，即子程序无法跳回调用程序，因此，需要保存 R7 的值。

再次运行，发现程序异常结束，如图 3 所示：

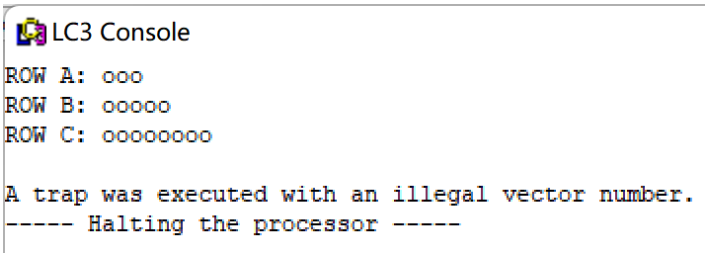


图 3

然后重新调试，发现把子程序写在了程序开头，而主函数写在了程序末尾，于是重新把主函数移到程序开头。

再次运行，发现当输入无效数据时，没有输出错误信息，如图 4 所示：

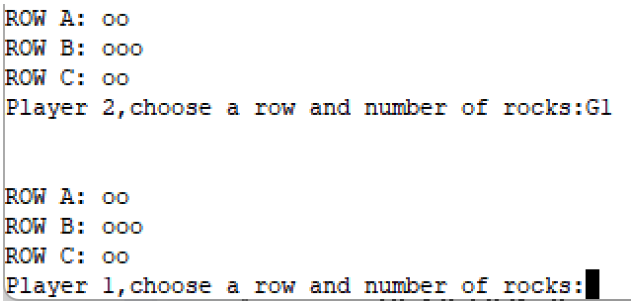


图 4

找到相应代码，发现忘记写输出 PUTS，如图 5 所示：

```
error   lea r0,invalid
        ld r0,cr2
        out
```

图 5

再次运行，发现，输出错误信息时多换了一次行，如图 6 所示:

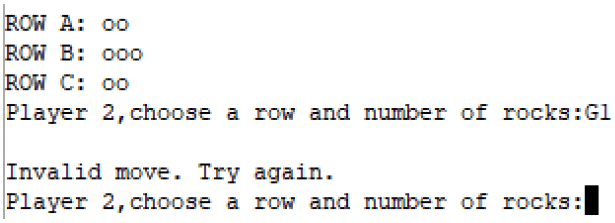


图 6

于是把输出换行设置为当转到下一个用户输入时才进行。

再次运行，得出正确结果，如图 7 所示：

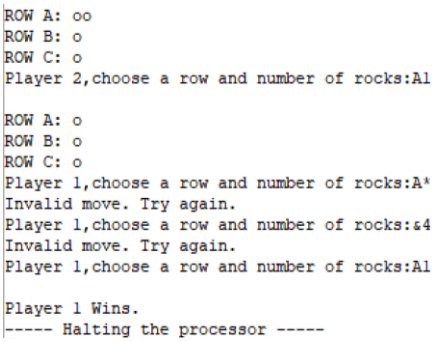


图 7

四、实验结论或体会

（撰写实验收获及思考）

这次实验是用 LC-3 汇编语言写一个简化版的 Nim 游戏，一下子看起来这个游戏实现还是有点困难的，但是我们用模块化的思想去思考的时候，这个问题就会变得简单，我们只需要把这个游戏过程分成几个小部分，然后相对独立地分别去实现每一个小模块就可以了。

这次实验涉及到了子程序的问题，在子程序中，我们通常会先把用到的寄存器的保存起来，这里会出现一个问题，就是我们有时候会不知道自己用到了哪些寄存器，就像我这次实验中的子程序 print，我显性地只使用了 R0 寄存器，但是我还在子程序里面调用了 trap 服务程序，所以导致 R7 的值被改变，因此还需要事先保存 R7 的值。

本次实验还发现一个问题，即我在子程序里面调用自己写的子程序的时候，我们在子程序里面用来保存寄存器的值的内存不能相同，否则会覆盖之前的数据存储。

在这次实验中，我们更多了使用内存来存储数据，而不是像之前一样只使用寄存器，在这里，寄存器更多地像一个暂时的存放地，而这也的确是寄存器的作用，这在大数据和大程序里尤其明显与重要。

从汇编语言到高级语言，确实需要付出很多。

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。

附录

程序源代码

```
        .orig x3000

again       jsr print
        jsr datain1
        jsr print
        jsr datain2
        br again


print st r0,save_r0
        st r1,save_r1
        st r7,save_r7
        lea r0,row_a
        puts
        ld r0,stone
        ld r1,num_a
loop_a     out
        add r1,r1,#-1
        brp loop_a
        ld r0,cr
        out
        lea r0,row_b
        puts
        ld r0,stone
        ld r1,num_b
loop_b     out
        add r1,r1,#-1
        brp loop_b
        ld r0,cr
        out
        lea r0,row_c
        puts
        ld r0,stone
        ld r1,num_c
loop_c     out
        add r1,r1,#-1
        brp loop_c
        ld r0,cr
        out
        ld r0,save_r0
        ld r1,save_r1
```

```
        ld r7,save_r7
        ret

save_r0 .fill #0
save_r1 .fill #0
stone       .fill x006f
cr     .fill x000d
row_a       .stringz "ROW A: "
row_b       .stringz "ROW B: "
row_c       .stringz "ROW C: "
num_a       .fill #3
num_b       .fill #5
num_c       .fill #8


cue1 st r0,save_r0
        st r7,save_r7
        lea r0,play1
        puts
        ld r0,save_r0
        ld r7,save_r7
        ret
play1       .stringz "Player 1,choose a row and number of rocks:"


cue2 st r0,save_r0
        st r7,save_r7
        lea r0,play2
        puts
        ld r0,save_r0
        ld r7,save_r7
        ret
play2       .stringz "Player 2,choose a row and number of rocks:"
save_r7 .fill #0


datain1     st r0,save_r0
        st r2,save_r2
        st r3,save_r3
        st r7,saver7
try1  jsr cue1
        getc
        out
        add r2,r0,#0
```

```
        not r2,r2
        add r2,r2,#1
        getc
        out
        add r3,r0,#0
        ld r0,lf
        out
test1a  ld r0,char_a
        add r0,r2,r0
        brnp test1b
        ld r0,char_0
        not r0,r0
        add r0,r0,#1
        add r0,r0,r3
        brn error1
        ld r3,num_a
        not r0,r0
        add r0,r0,#1
        add r3,r0,r3
        brn error1
        st r3,num_a
        ld r3,sum_abc
        add r3,r3,r0
        brz win1
        st r3,sum_abc
        br save
test1b  ld r0,char_b
        add r0,r2,r0
        brnp test1c
        ld r0,char_0
        not r0,r0
        add r0,r0,#1
        add r0,r0,r3
        brn error1
        ld r3,num_b
        not r0,r0
        add r0,r0,#1
        add r3,r0,r3
        brn error1
        st r3,num_b
        ld r3,sum_abc
        add r3,r3,r0
        brz win1
        st r3,sum_abc
```

```
        br save
test1c  ld r0,char_c
        add r0,r2,r0
        brnp error1
        ld r0,char_0
        not r0,r0
        add r0,r0,#1
        add r0,r0,r3
        brn error1
        ld r3,num_c
        not r0,r0
        add r0,r0,#1
        add r3,r0,r3
        brn error1
        st r3,num_c
        ld r3,sum_abc
        add r3,r3,r0
        brz win1
        st r3,sum_abc
        br save
win1    ld r0,lf
        out
        lea r0,wins1
        puts
        halt
error1  lea r0,invalid
        puts
        ld r0,lf
        out
        br try1

datain2 st r0,save_r0
        st r2,save_r2
        st r3,save_r3
        st r7,saver7
try2    jsr cue2
        getc
        out
        add r2,r0,#0
        not r2,r2
        add r2,r2,#1
        getc
        out
        add r3,r0,#0
```

```
        ld r0,lf
        out
test2a  ld r0,char_a
        add r0,r2,r0
        brnp test2b
        ld r0,char_0
        not r0,r0
        add r0,r0,#1
        add r0,r0,r3
        brn error2
        ld r3,num_a
        not r0,r0
        add r0,r0,#1
        add r3,r0,r3
        brn error2
        st r3,num_a
        ld r3,sum_abc
        add r3,r3,r0
        brz win2
        st r3,sum_abc
        br save
test2b  ld r0,char_b
        add r0,r2,r0
        brnp test2c
        ld r0,char_0
        not r0,r0
        add r0,r0,#1
        add r0,r0,r3
        brn error2
        ld r3,num_b
        not r0,r0
        add r0,r0,#1
        add r3,r0,r3
        brn error2
        st r3,num_b
        ld r3,sum_abc
        add r3,r3,r0
        brz win2
        st r3,sum_abc
        br save
test2c  ld r0,char_c
        add r0,r2,r0
        brnp error2
        ld r0,char_0
```

```
        not r0,r0
        add r0,r0,#1
        add r0,r0,r3
        brn error2
        ld r3,num_c
        not r0,r0
        add r0,r0,#1
        add r3,r0,r3
        brn error2
        st r3,num_c
        ld r3,sum_abc
        add r3,r3,r0
        brz win2
        st r3,sum_abc
        br save

win2    ld r0,lf
        out
        lea r0,wins2
        puts
        halt
error2  lea r0,invalid
        puts
        ld r0,lf
        out
        br try2
save ld r0,lf
        out
        ld r0,saver0
        ld r2,save_r2
        ld r3,save_r3
        ld r7,saver7
        ret

lf      .fill x000a
char_a  .fill x0041
char_b  .fill x0042
char_c  .fill x0043
char_0  .fill x0030
wins1   .stringz "Player 1 Wins."
wins2   .stringz "Player 2 Wins."
invalid .stringz "Invalid move. Try again."
sum_abc .fill #16
saver0  .fill #0
```

```
save_r2 .fill #0
save_r3 .fill #0
saver7      .fill #0
        .end
```