**深 圳 大 学 实 验 报 告**

**课程名称：­ 计算机系统**

**实验项目名称： 中断实验**

**学院： 计算机与软件学院**

**专业： 计算机科学与技术**

**指导教师： 蔡晔**

**报告人：郑雨婷 学号：2021150122 班级：计算机类03**

**实验时间： 2022年6 月17 日 星期五**

**实验报告提交时间： 2022年 6月 19 日 星期日**

**教务部制**

|  |
| --- |
| **实验目的：**  展示如何让输入输出通过执行中断处理程序的方式来暂停和恢复一个正在运行的程序，恢复后的程序就像中间什么都没有发生过，本实验使用键盘作为输入来中断正在运行的程序。 |
| **实验内容与实验要求:**  一、用户程序：该程序持续间隔的输出两行不同的“ICS”，示例如下：  ICS ICS ICS ICS ICS ICS  ICS ICS ICS ICS ICS  ICS ICS ICS ICS ICS ICS  ICS ICS ICS ICS ICS  ICS ICS ICS ICS ICS ICS  ICS ICS ICS ICS ICS  ICS ICS ICS ICS ICS ICS  ICS ICS ICS ICS ICS  为了不让屏幕太快的输出以至于看不清每行的内容，该程序需要嵌入一段计数代码，每次从2500递减到0，计数完成，然后输出一行，下面为一个简单的DELAY子程序供参考：  DELAY ST R1, SaveR1  LD R1, COUNT  REP ADD R1,R1,#-1  BRp REP  LD R1, SaveR1  RET  COUNT .FILL #2500  SaveR1 .BLKW 1  二、键盘中断处理程序：该程序每次简单的把用户键入的回车(x0A)之前的字符打印10次。在中断处理程序中，TRAP指令是不能使用的，当需要显示字符时，必须通过读写DSR的方式，也不能用TRAP x21(OUT)和其他的TRAP指令。在中断处理程序中要对用到的寄存器的状态暂存和恢复。  三、操作系统使能代码：很不幸的是，LC-3上还不能安装Windows 和 Linux ，所以如下工作需要在用户程序中首先完成：  1、通常情况下，当遇到中断发生之前，操作系统已经开辟好栈空间，保存PC和PSR，当执行到RTI时，PC和PSR会被弹栈，因为没有操作系统，需要初始化R6为X3000，指示一个空栈。  2、同样，操作系统会建立一张中断向量表，用来包含中断处理程序对应的起始执行地址，因此，本实验的键盘中断处理程序需要你来做，中断向量表的起始地址为X0100，键盘中断处理程序的起始地址为X80，本实验只需要提供该中断处理程序的地址即可。  3、最后，操作系统会把KBSR的IE(Interrupt Enable) 位置1，所以你也需要这样做。 |
| **实验步骤**   1. 先编写用户程序，很简单的利用trap x22指令即可。     其中需要用到子程序DELAY来使输出慢一些，否则太快了看不清，直接用题目给的子程序就可以，但是还是输出好快，于是我就把count从2500改成了25000，并且循环等待了四次，这样更慢一些。     1. 操作系统使能代码需要自己写，主要就是要把中断矢量表中x0180的内容改为x2000，然后还有把KBSR的IE位改成1，来支持中断。       3.编写中断服务程序，先用栈的思想，保存状态并改变指针。    中断服务程序的思路是，判断键盘输入的是什么，不是回车就输出十次，是回车就结束中断服务。其中输出字符时不能用TRAP指令，所以需要读取DSR，再把DDR中的数据显示出来。    最后再回复原来用户程序的状态。    以下是数据区。     1. 最终完整代码如下：   代码一：用户程序：  .ORIG x3000  LD R6,STACK ; initialize the stack pointer，初始化栈指针  LD R1,ENTRY; ; set up the keyboard interrupt vector table entry，设置键盘中断号  LD R2,START;  STR R2,R1,#0 ;  ;---------------- enable keyboard interrupts，将KBSR的IE位置1  LD R3,IE ;将KBSR的IE位置1，支持中断  STI R3,KBSR  ;---------------- start of actual user program to print ICS checkerboard，开始用户程序  PRINT1 LEA R0,LINE1;  TRAP X22;  JSR DELAY ;延时子程序，让输出慢一点  BR PRINT2;  PRINT2 LEA R0,LINE2;  TRAP X22;  JSR DELAY;  BR PRINT1;  HALT  LINE1 .STRINGZ "ICS ICS ICS ICS ICS ICS \n"  LINE2 .STRINGZ " ICS ICS ICS ICS ICS \n"  ;延时子程序，count为2500时，还是输出好快，看不清，所以我就改成了25000，还用了四次  DELAY ST R1, SaveR1  LD R1, COUNT  REP ADD R1,R1,#-1  BRp REP  LD R1, COUNT  REP1 ADD R1,R1,#-1  BRp REP1  LD R1, COUNT  REP2 ADD R1,R1,#-1  BRp REP2  LD R1, COUNT  REP3 ADD R1,R1,#-1  BRp REP3  LD R1, SaveR1  RET  COUNT .FILL #25000  SaveR1 .BLKW 1  KBSR .FILL XFE00  ENTRY .FILL X0180  START .FILL X2000  STACK .FILL X3000  IE .FILL X4000 ;(0100 0000 0000 0000),用来吧IE为置1  .END  代码二：中断服务程序  .ORIG X2000  ;----------用栈存所有数据，指向上一个地址,push一次（存一个数据）  ADD R6,R6,#-1  STR R0,R6,#0 ;R0为该输出的那个  ADD R6,R6,#-1  STR R1,R6,#0  ADD R6,R6,#-1  STR R2,R6,#0  ADD R6,R6,#-1  STR R3,R6,#0  ;-------------------  CHECK LDI R1,KBSR ;如果输入状态寄存器的READY位不是1，就没有输入。就继续看有没有输入，一但有输入，就看看是不是回车，是回车就结束中断，返回用户程序，不是就输出10次  BRzp CHECK  LDI R0,KBDR ;输入的东西存到R0  SR0 ST R0,SAVER0 ;R0存起来  LD R3,END; ;回车的反  ADD R3,R3,R0 ;是回车就停  BRz SAVE;  AND R2,R2,#0;  ADD R2,R2,#10 ;输出十次，不能用TRAP指令  AGAIN LD R0,SAVER0;  OUT2 LDI R1,DSR ;通过读写DSR的方式  BRzp OUT2  STI R0,DDR;  ADD R2,R2,#-1  BRp AGAIN  BRnzp CHECK;  SAVE LDR R3,R6,#0 ;恢复  ADD R6,R6,#1  LDR R2,R6,#0;  ADD R6,R6,#1  LDR R1,R6,#0;  ADD R6,R6,#1  LDR R0,R6,#0;  ADD R6,R6,#1  RTI  ;  SAVER0 .FILL #0  END .FILL XFFF6  KBSR .FILL XFE00  KBDR .FILL XFE02  DSR .FILL XFE04  DDR .FILL XFE06  .END   1. 在用simulate运行程序时，要同时打开两个代码，并且要注意PC 指向x3000,否则无法运行。      1. 实验结果正确。 |
| 实验结论：  1.整体上成功地了完成本次实验目的，完成了本次键盘中断实验的设计和运行，使用键盘作为输入来中断正在运行的程序。  2.本次实验的难点在于对于栈数据区数据的存储和提取，但只要理解了栈的工作原理，就可以很快写出。  3.本次实验的第二个难点是KBSR，DSR，DDR的使用，通过这次实验，对KBSR，DSR，DDR的原理理解更加深入了。  4.通过本次实验学习到了利用计数循环的DELAY子程序实现延时的效果。  5.另外，通过本次实验，还掌握了将KBSR的IE位置1来支持中断等操作，通过修改中断调用号内容为自己编写的中断服务程序的起始地址的方法来实现中断服务。  6.总体来说，本次实验我加深了对LC-3中断服务程序的理解和掌握程度，明白了真正动手实践解决问题，才能够深入理解和掌知识点，真的受益匪浅。 |
| 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。