**深 圳 大 学 实 验 报 告**

|  |
| --- |
| **课程名称 计算机系统（1）**  **项目名称 LC-3中断实验**  **学 院 计算机与软件学院**  **专 业 软件工程（腾班）**  **指导教师 俞航**  **报 告 人 黄亮铭 学号 2022155028**  **实验时间 2023年06月08日** |

**教务处制**

|  |
| --- |
| **一、实验目的**  （1）使用LC-3编写汇编程序：输出指定字符串的用户程序；打印10次键盘输入内容的键盘中断程序；  （2）通过实验证明中断驱动的输入、输出可以中断一个正在运行的程序；  （3）执行中断服务程序，返回被中断的程序，从被中断位置下一个地址继续执行。 |
| **二、实验内容**  实验中使用键盘作为输入设备，中断正在运行的程序。  实验任务包括实现以下三部分程序：用户程序；键盘中断服务程序；操作系统支持的代码。  **A. 用户程序**  用户程序将会连续地输出纵横交替的ICS，通过交替，输出两个不同行，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  确保输出不至于太快，以至于肉眼不能察觉。因而，需要延时操作，可以考虑如下实现，即用户程序包含一小段代码用于每行间的计数，间隔为从2500开始倒计时，计时结束时，再进行输出。  **B. 键盘中断服务程序**  键盘中断服务程序将会简单地在屏幕上写上十次用户输入的字符并以Enter（x0A)结束；中断服务程序中要求不使用TRAP指令。注意，不要忘记保存和恢复在中端服务程序中使用的那些寄存器。  **C. 模拟操作系统支持**  要求：你在你的用户程序代码前先做到以下三个步骤  1.正常情况下，操作系统将会先安装一些栈空间，所以当中断发生的时候 PC和PSR可以被放进栈中(正如你知道的，当程序执行RTI，PC和PSR都会被弹出栈，处理器返回到执行被中断的程序）由于没有操作系统，请先把R6初始化为x4000,表示一个空的栈。  2.正常情况下，操作系统会建立中断向量表，它包含对应中断服务程序的起始地址，你必须为键盘中断先建立一个中断向量表。中断向量表的开始地址是x0100，键盘中断的中断向量是x80。你必须在中断向量表提供一个入口供本实验使用。  3.操作系统应该设置KBSR的IE(Interrupt Enable)位。 |
| **三、实验过程与步骤**  （1）用户程序（采用文档中所给的模板）：  I．首先设置栈指针（如图1）：    图1  II．然后设置中断矢量表（如图3）；    图3  III．设置中断使能位（如图4）；    图3  IV．循环打印两行不同的字符串，通过通用寄存器R2的数值的正负性来判断下一行被输出的字符串（如图4）    图4  V．为了更好地观察输出结果，使用文档提供的延时输出程序（如图5）；    图5  （2）键盘中断服务程序：  I．判断输入的是否为回车，如是，则中断结束，否则继续（如图6）；    图6  II．将从键盘上读取的字符在屏幕上输出（如图7）；    图7  （3）将上述程序命名保存并以asm编译；  （4）打开Simulate，并将上述程序load到Simulate，在x301E处设置断点（如图8、9）；    图8    图9  （5）点击运行程序，输出结果如图10所示；    图10  （6）按下键盘上任意按键，观察程序输出结果，判断是否成功中断（图11）；    图11  （7）按下回车，观察程序是否继续打印之前的字符串（图12）；    图12  （8）附上完整的代码；  **用户程序：**  .ORIG x3000  ; 初始化栈指针  LD R6, NUM  ;设置键盘中断表项  LD R2, INTERUPT  STI R2, KEY  ;设置键盘中断使能位  LD R1, NUM  STI R1, KBSR  ;循环打印ICS  AND R1, R1, #0  AND R2, R2, #0  ADD R1, R1, #6  ADD R2, R2, #1  LOOP  ADD R2, R2, #0 ;根据R2的正负性判断输出哪一个字符串  BRn ST2  ST1  LEA R0, STR1  BRnzp PRINT  ST2  LEA R0, STR2  PRINT  PUTS  JSR DELAY ;延时输出  ADD R1, R1, #-1  BRp LOOP  LD R0, ENTER  OUT ;换行  ADD R2, R2, #0  BRn SET6  SET5  AND R1, R1, #0  ADD R1, R1, #5  BRnzp NOTR2  SET6  AND R1, R1, #0  ADD R1, R1, #6  NOTR2  NOT R2, R2  ADD R2, R2, #1  BRnzp LOOP  HALT  ;文档提供的延时输出  DELAY ST R1, SaveR1  LD R1, COUNT  REP ADD R1,R1,#-1  BRp REP  LD R1, SaveR1  RET  COUNT .FILL #10000 ;自行将数值改大，方便观察  SaveR1 .BLKW 1  NUM .FILL x4000  INTERUPT .FILL x2000  KEY .FILL x0180  KBSR .FILL xFE00  ENTER .FILL x000A  STR1 .STRINGZ "ICS "  STR2 .STRINGZ " ICS"  .END    **键盘中断服务程序：**  .ORIG x2000  LOOP  LDI R3, KBDR  BRz LOOP  LD R4, Enter  ADD R3, R3, R4  BRnp READ  RTI  READ  AND R4, R4, #0  ADD R4, R4, #10  LDI R0, KBDR  STROUT  LDI R5, DSR  BRzp STROUT  STI R0, DDR  ADD R4, R4, #-1  BRp STROUT  AND R4, R4, #0  STI R4, KBDR  BRnzp LOOP  KBDR .FILL xFE02  DSR .FILL xFE04  DDR .FILL xFE06  Enter .FILL xFFF6  .END |
| **四、实验结论或体会**  （1）本次实验证明了中断驱动的输入、输出可以中断一个正在运行的程序；执行完中断服务程序后会返回被中断的程序，并从被中断位置下一个地址继续执行；  （2）成功使用LC-3汇编语言编写用户程序和键盘中断服务程序；  （3）手动设置中断使能相当于将当前运行的程序的优先级降到最低，任何中断信号的发起，系统都会中断当前程序。  （4）不足：写键盘中断服务程序时，错误地将回车的补码设置为xFF06，导致中断服务程序不能结束。改进：将回车的补码设置为xFFF6. |
| 指导教师批阅意见：  成绩评定：  指导教师签字：  年 月 日 |
| 备注： |