**上海大学 计算机学院**

**《计算机组成原理实验》报告九**

**姓名 胡才郁 学号 20121034**

**时间 周四 9-11 机位 指导教师 刘学民**

**实验名称: 程序转移机制**

**一、实验目的**

1. 学习实现程序转移的硬件机制；

2. 掌握堆栈寄存器的使用

**二、实验原理**

根据实验指导书实验及实验九中部分内容，指令计数器用来存放当前正在执行的指令的地址，指令地址的形成有两种：一种是顺序执行的情况，通过指令计数器加“1”形成下一条指令地址；一种是改变执行顺序的情况，由转移类指令形成地址，送到指令计数器内，作为下一条指令的地址。

即对于程序转移，只有以下两种情况：

**对PC寄存器的自动加1功能实现程序顺序执行。**

**对PC寄存器的打入初值功能实现程序转移。**

在做综合实验时，可以用CP226计算机组成原理实验软件输入、修改程序，汇编成机器码并下载到实验仪上，由软件控制程序实现各种指令，故在完成本实验时，可以运用汇编语言程序解决一些问题，进行一些模拟，在手动模式下，也可以通过操纵PC及ST寄存器对程序转移的原理及细节进行验证。

**三、实验内容**

**1.实验任务一：试用手动方式实现子程序调用转移过程。假设调用子程序指令的下一条指令存放在11H单元，子程序的入口地址为22H。**

1. **实验步骤**

①根据实验要求将需要用到的信号与K0到K15中的一些电键相连，AEN(K0)、ELP(K7)、X2X1X0(K10K9K8)、STEN(K15)；

②打开实验箱电源，按一下实验箱的复位按钮(RST)并进行初始化重置；

③按小键盘的（TV/ME）键三次，切换至手动模式；

④将电键K23到K16的状态置为11H即00010001，并将X2X1X0置为000,ELP置为0，其余信号皆置为1无效，并按下STEP键；

⑤将电键K23到K16的状态置为22H即00100010，并将X2X1X0置为000,AEN置为0，其余信号皆置为1无效，并按下STEP键；

⑥将X2X1X0置为011,STEN置为0，其余信号皆置为1，高电平无效，并按下STEP键；

⑦将X2X1X0置为100,ELP置为0，其余信号皆置为1无效高电平无效，并按下STEP键；

⑧记录实验现象并分析，继续完成实验任务二

1. **实验现象**

打开实验箱，发现实验箱正常工作，并且进行重置之后机器各数据清零。 按下小键盘的（TV / ME）键将系统切换至手动模式之后，小键盘屏幕出现hand…字样。

进行步骤⑤之后，发现累加器A被打入22H数据

进行步骤⑥之后，发现寄存器ST被打入11H数据，发现寄存器PC被打入22H数据。

1. **数据记录、分析与处理**

根据实验要求可知，如果要完成实验任务一，就需要手动操控PC寄存器与ST寄存器实现程序转移。

具体的过程为：首先将数据准备好，将11H打入PC寄存器，将其作为目前正在执行的指令的地址，这需要令X2X1X0均为0以选择输入门输入在电键K23-K16上的11H数据，还需要令ELP为0，低电平有效，PC寄存器接收输入的数据。

其次，需要转备好程序要跳转到的地址，这里将程序要跳转到的地址暂存于累加器A，这需要令X2X1X0均为0以选择输入门输入在电键K23-K16上的22H数据；同时，还需要令AEN为0以令累加器A接收输入的数据。

该实验任务要求实现手动进行程序转移，所以需要先将PC寄存器中的值暂存于ST寄存器。这是因为程序要进行跳转时需要知道运行完子程序的返回地址，对于一般的计算机而言，这一返回地址通过入栈的方式得以保存，所以我们用ST寄存器暂存PC寄存器此时的值。这需要令X2X1X0置为011以选择PC寄存器输出数据，同时令STEN为0使ST寄存器接收输入的数据。至此，已完成将PC寄存器中此时的值保存的工作。

之后需要跳转到子程序的地址进行执行，因为假定将子程序的入口地址暂存于A寄存器，所以需要让A寄存器中值被传送到PC寄存器中。此操作需要令X2X1X0置为011以选择PC寄存器输出数据，令STEN为0以令ST寄存器接收输入的数据。至此，完成了将PC寄存器中此时的值保存的工作。X2X1X0置为100以选择直通门D输出数据，而通过直通门D输出的数据就是A寄存器中的数据，还需要令ELP为0以令PC寄存器接收输入的数据。至此，完成了子程序地址打入PC寄存器的操作。

1. **实验结论**

使用手动方式，实现了子程序调用转移过程。

**2．实验任务二：试用手动方式实现子程序返回转移过程。假设调用子程序指令的下一条指令存放在11H单元，子程序的入口地址为22H**

1. **实验步骤**

①承接上一个实验任务，将X2X1X0置为010,ELP置为0，其余信号皆置为1高电平无效，并按下STEP键；

②记录实验现象并分析，继续完成实验任务三

1. **实验现象**

进行步骤①之后，发现PC寄存器被打入11H数据。

1. **数据记录、分析与处理**

根据上述实验步骤及实验现象可知，如果要实现实验任务二，需要手动操控PC寄存器与ST寄存器实现程序返回。

若想要完成这一操作，需要将ST寄存器中的值传送到PC寄存器中。因为此时ST寄存器中存放着程序在运行完子程序之后要返回的地址，所以我们只需要让ST寄存器中的值传送回PC即可实现程序返回。这需要令X2X1X0为010，即选中ST寄存器作为数据的输出端，并令ELP为0以使PC寄存器接收传送过来的值，再按一下STEP键即可将ST寄存器中的值传送到PC寄存器中。

1. **实验结论**

成功实现了实验任务二，利用手动方式，实现了子程序返回转移过程

**3．实验任务三：编程实现OUT寄存器交替显示11和55，交替频率为可以清晰辨识，且不小于每秒一次。 (实验箱的工作频率为：114.8Hz。)**

1. **实验步骤**

①启动CP226软件与实验箱；

②选择通讯口COM4接口；

③打开编写好的汇编程序并编译下载到实验箱；

④运行并记录实验现象；

⑤完成实验，关闭实验箱与计算机，整理仪器

1. **实验现象**

当程序运行之后，发现每隔大约1秒，OUT寄存器中的值在11H与55H变化

1. **数据记录、分析与处理**

现分析该汇编程序如何实现本实验任务。汇编程序与分析如下表：

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| LOOP1: | MOV A, #11H | 将立即数11H送至累加器A |
|  | OUT | 将累加器 A 中内容送至 OUT |
|  | CALL DELAY | 调用DELAY地址的子程序 |
|  | MOV A, #55H | 将立即数55H送至累加器A |
|  | OUT | 将累加器 A 中内容送至 OUT |
|  | CALL DELAY | 调用DELAY地址的子程序 |
|  | JMP LOOP1 | 无条件跳转 LOOP1 |
| DELAY: | MOV A, #11H | 将立即数11H送至累加器A |
| LOOP: | SUB A, #01H | 累加器 A 中内容减去 01H |
|  | JZ EXIT | 此处如果遇到零值，则退出 |
|  | JMP LOOP | 无条件跳转 LOOP |
| EXIT: | RET |  |
|  | END |  |

在本程序中，有两个程序主体，即负责交替显示11H及55H的主程序LOOP1及负责延时的子程序DELAY，此处主要讨论主程序如何实现交替显示11H及55H。

若想要交替实现显示11H及55H，首先将11H送入累加器A作为每一次循环的开始，OUT寄存器输出显示之后，调用DELAY地址的子程序。之后，再将55H送入累加器，OUT寄存器输出显示。通过死循环JMP跳转到主程序LOOP1起始位置便可以实现要求。

1. **实验结论**

成功实现了实验任务三，完成了两数字的交替频率显示。

**四、建议和体会**

本次实验中学校课程为学生准备了丰富的预习资料，因此学生仅需要一步一步从无到有跟随教学内容前进即可完成预习工作与实验任务，本次实验教学效果良好，本人没有建议。

本次实验让我收获颇丰，体会良多。

经过本次实验，我通过观看视频，了解了了手动操控PC寄存器与ST寄存器的方法以及利用CP226软件通过编写汇编程序的方式操控实验箱执行子程序跳转与返回的操作。

**五、思考题**

问题：若要求11H和55H各显示50次后停机，应该如何修改程序？

答：需要额外使用一个寄存器用于存储循环次数，每一次循环中减一即可，针对实验任务三的部分修改的具体汇编码如下：

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | MOV R0, #50H | 将立即数11H送至寄存器R0 |
| LOOP1: | MOV A, #11H | 将立即数11H送至累加器A |
| OUT | 将累加器 A 中内容送至 OUT |
| CALL DELAY | 调用DELAY地址的子程序 |
| MOV A, #55H | 将立即数55H送至累加器A |
| OUT | 将累加器 A 中内容送至 OUT |
| MOV A, #R0 | 将R1中的值送至累加器A |
| SUB A，#01H | 累加器 A 中内容减去 01H |
| JZ EXIT | 此处如果遇到零值，则退出 |
| MOV R1, A | 将累加器 A 中内容送至R0 |
| JMP LOOP1 | 无条件跳转 LOOP1 |
| DELAY: | MOV A, #11H | 将立即数11H送至累加器A |
| LOOP: | SUB A, #01H | 累加器 A 中内容减去 01H |
| JZ EXIT | 此处如果遇到零值，则退出 |
| JMP LOOP | 无条件跳转 LOOP |
| EXIT: | RET |  |
| END |  |

现分析该汇编程序如何实现各显示50次后停机：

在本程序中，依然有两个程序主体，对于循环次数而言，使用R0存放循环次数，在循环体内，每次输出11H与55H之后，将R0中存储的循环次数送至A中减一，并判断是否为0，之后再将次数送回R0寄存器值中，等待下一轮循环时对已经进行的次数进行修改。