

上海大学 计算机学院

《计算机组成原理实验》报告十二

姓名 严昕宇 学号 20121802

时间 2022. 05. 24 机位 19 指导教师 刘跃军

实验名称: 建立汇编指令系统

一、实验目的

1. 建立一个含中文助记符的汇编指令系统
2. 用建立的指令系统编制一段程序，并运行之

二、实验原理

1. 编制汇编指令

① 编制微指令对应的 24 个控制信号的电平；② 编制了 μEM 中从某地址开始的连续 4 个地址中的 24bit 值，即连续的四条微指令；③ 汇编指令是表达机器指令功能的指令助记符，二者对应关系由编制的汇编指令表确定。

按步完成这三个编制过程，就定义好一条全新的汇编指令，进一步也可以定义一个汇编指令系统——指令集。

汇编环境 CP226 考虑到了教学上定义汇编指令系统的需求，提供了完成这三个编制任务的集成环境，只要按规定的格式送入编制的符号，系统就会生成相应的汇编指令或汇编指令系统。

2. 汇编表文件

这个文件的后缀为.DAT,它是一个二维表格式文件，其每一行对应一条指令，这个表共有 3 列，如图 1。第一列是指令的汇编助记符，宽度为 20 个半角字符。第二列是指令的 16 进制编码形式（机器指令），在实验箱系统就是指令的微程序在 μEM 中的起始地址，宽度为 8 个半角字符。第 3 列是这条指令的字节数，宽度为 1 个半角字符，这是本表的重要汇编信息，也是设立本表的原因之一。

这个文件的主要作用是：当编译（汇编）源程序时，查此表把汇编指令翻译成机器指令。即这就是汇编表。构造这个表文件时也不能带标题行。

	20	8	1
ADD A, R0	10	1	
OUTA	14	1	

图 1. 汇编表文件格式

3. 微程序型指令文件

这个文件的后缀为.MIC,它也是一个二维表格式的文件,其每一行对应一条微指令,这个表共有 11 列(字段),每一列都定义好了属性和宽度,例如:图 2 是指令集 insfile1.MIC 的格式。

这个表的主要作用是:当系统调用此文件时把其第 4 列“微程序”的内容送入其第 3 列“微地址”指定的 μ EM(微程序存储器)单元。即初始化 μ EM。表的第一列为指令的汇编助记符,内容与表 1 的第 1 列一致。5 到 11 列是对本行微指令的说明,内容可以省略。

12个英文字符宽	3	3	7	14	19	9	12	10	4	4
ADD A,R?	T2	10	FFF7EF	R?	A		A输出		1	
	T1	11	FFFE90				加运算		1	

图 2. 微程序型指令文件格式

4. 指令的机器码文件

这个文件的后缀为.MAC,也是一个二维表格式文件,每一行对应一条指令,表共有 5 列,如图 3。第 1 列是汇编助记符,宽度 14,与表 1 的第 1 列一致。第 2 列是机器码 1,它是指令的微程序在 μ EM 中起始地址的二进制表示,其最后两位是对 R0~R3 的选择,所以与表 2 的第 3 列一致,宽度为 15。第 3 列是机器码 2,是指令带的立即数或存储器地址。第 4 列是机器码 3,是指令带的第二个存储器地址,宽度 2。第 5 列是注释,宽度 100,用于对指令进行说明。实验箱默认指令系统 insfile1 没有机器码 3。

这个文件的主要作用是:解释汇编表的机器码细节,所以当编译源程序中的多字节指令时,可能要查此表。构造这个表文件时也不能带标题行。

14	15	4	2	100
ADD A,R?	000100	$\times \times 10-13$		

图 3. 机器码文件格式

三、实验内容

1. 实验任务一(编制一个汇编指令系统,包含下列助记符)

指令助记符	指令意义描述
LD A, #*	将立即数打入累加器A
A-W A, #*	累加器A减立即数
跳到 *	无条件跳转指令
OUTA	累加器A输出到OUT
延时	延长显示时间

(1) 实验步骤

在 CP226 环境,按以下步骤操作,建立相应文件:

- ① 在下拉菜单中选择:文件→打开指令系统/微程序。
- ② 在出现的对话框中选择目录 C:\Program Files\CP226 计算机组成原理\data\
- ③ 在 data 目录中选择需要创建的文件(.mic, .dat 或 .mac)的模板(一般选 infile1.mic, infile1.dat, infile1.mac 文件作为模板)。
- ④ 系统在屏幕的“源程序”窗口中打开选中的程序。

- ⑤ 在源程序窗口按照显示出的文件格式打入自己编制的符号。

z12.dat		
LD A, #*	04	2
A-W A, #*	08	2
跳到	0C	2
OUTA	10	1
延时	14	1

z12.mic			
FATCH	T0	00	CBFFFF
		01	FFFFFF
		02	FFFFFF
		03	FFFFFF
LD A, #*	T1	04	C7FFF7
	T0	05	CBFFFF
		06	FFFFFF
		07	FFFFFF
A-W A, #*	T2	08	C7FFE7
	T1	09	CBFE91
	T0	0A	CBFFFF
		0B	FFFFFF
跳到	T1	0C	C6FFFF
	T0	0D	CBFFFF
		0E	FFFFFF
		0F	FFFFFF
OUTA	T1	10	FFDF9F
	T0	11	CBFFFF
		12	FFFFFF
		13	FFFFFF
延时	T3	14	FFFFFF
	T2	15	FFFFFF
	T1	16	FFFFFF
	T0	17	CBFFFF

z12.mac	
FATCH	000000xx
LD A, #*	000001xx
A-W A, #*	000010xx
跳到	000011xx
OUTA	000100xx
延时	000101xx

- ⑥ 删除原来程序的多余符号，以自定的文件名和正确的后缀存储新编制的文件到 D 盘。

(2) 实验现象

在之前的程序中，尝试使用上述五个助记符替换原助记符。程序正常运行，即完成了对原助记符的替换。

(3) 数据记录、分析与处理

助记符	机器码	指令意义描述
FATCH	000000xx	实验机占用，不可修改，复位后，所有寄存器清 0 (IR 除外)，首先执行 _FATCH_ 指令取指
LD A, #*	000001xx	将立即数打入累加器 A
A-W A, #*	000010xx	累加器 A 减立即数
跳到	000011xx	无条件跳转指令
OUTA	000100xx	累加器 A 输出到 OUT
延时	000101xx	延长显示时间

(4) 实验结论

成功编制一个汇编指令系统，包含相应助记符。
完成实验任务一的目的。

2. 实验任务二（用所编制的指令系统，写出源程序，完成 OUT 寄存器交替显示 55，22，和 55-22 的值）

(1) 实验步骤

- ① 打开实验箱电源，检验实验箱的基本功能是否正常。确认无误后，启动 CP226 软件。连接 PC 机与实验箱的通信口 COM4。
- ② 在 CP226 汇编语言程序集成开发环境下编写如下汇编程序：

```
LOOP: LD A, #55H
      OUTA
      延时
      延时
      延时
      延时

      LD A, #22H
      OUTA
      延时
      延时
      延时
      延时

      LD A, #55H
      A-W A, #22H
      OUTA
      延时
```

```
延时
延时
延时

跳到 LOOP
END
```

- ③ 保存文件，文件扩展名为.asm。
- ④ 编译并下载源程序至实验箱，调试并运行程序，观察并记录实验结果。

(2) 实验现象

OUT 寄存器交替显示 55、22 和 55-22 的值。

(3) 数据记录、分析与处理

汇编程序的具体分析如下所示

LOOP: LD A, #55H	将立即数 55H 打入累加器 A
OUTA	累加器 A 输出到 OUT
延时	延长显示时间
延时	延长显示时间
延时	延长显示时间
延时	延长显示时间
LD A, #22H	将立即数 22H 打入累加器 A
OUTA	累加器 A 输出到 OUT
延时	延长显示时间
延时	延长显示时间
延时	延长显示时间
延时	延长显示时间
LD A, #55H	将立即数 55H 打入累加器 A
A-W A, #22H	累加器 A 减立即数 22H
OUTA	累加器 A 输出到 OUT
延时	延长显示时间
延时	延长显示时间
延时	延长显示时间
延时	延长显示时间
跳到 LOOP	无条件跳转程序，转跳 LOOP
END	汇编程序终止

(4) 实验结论

成功利用 CP226 软件编写汇编程序，并使用实验任务一所编制的指令系统，完成了实验任务二，实现了 OUT 寄存器交替显示 55、22 和 55-22 的值。完成实验任务二的目的。

四、建议和体会

体会

本次实验在实验任务的重点上与刚过去的几次实验有所不同。刚过去的几次实验中，主要偏重汇编语言代码的设计与编写。而本次实验中汇编程序的逻辑相对简单，重点则是放在了建立汇编指令系统上。也正是通过本次实验，我深刻明白了助记符的作用仅仅是“助记”，并无任何直接的实际作用，因此我们可以自定义自己的助记符，建立中文汇编指令系统。

这次的实验内容难度相对来说并不高，但却给了我一个透过现象看本质的机会，去深刻体会从汇编语言到机器语言这一过程中助记符究竟扮演了什么样的角色，这正是本次实验的重要之处、特别之处。

由于疫情的影响，本次实验是居家完成。通过观看线上的实验讲解视频与学习实验内容 PPT，并未能亲身操作实验箱和 CP226 软件来进行实验，这会在一定程度上影响学习效果，因此需要课前高质量的预习与课后的总结以加深理解。并且如果有机会，在返回学校进入实验室后，应该重新实验以验证自己实验报告中的内容。

五、思考题

为什么汇编指令中可以用“中文符号”？

答：原有的英文符号仅是助记符，并不直接产生作用，其需要通过汇编指令系统转换为微指令码才能在机器中运行，而大部分中文字在计算机内都可以用 16 位 2 进制数表示。因此通过更改汇编指令系统的文件，可以更改汇编指令系统中的指令助记符，使其变为中文，实现在汇编指令中使用“中文符号”。