实验 7　键盘操作与显示

一、实验目的

熟悉指令系统，掌握常用指令的用法；通过实验加深对各种寻址方式的理解；能熟练使用 DEBUG 中的命令对指令进行反汇编，观察并了解机器代码。

二、实验题

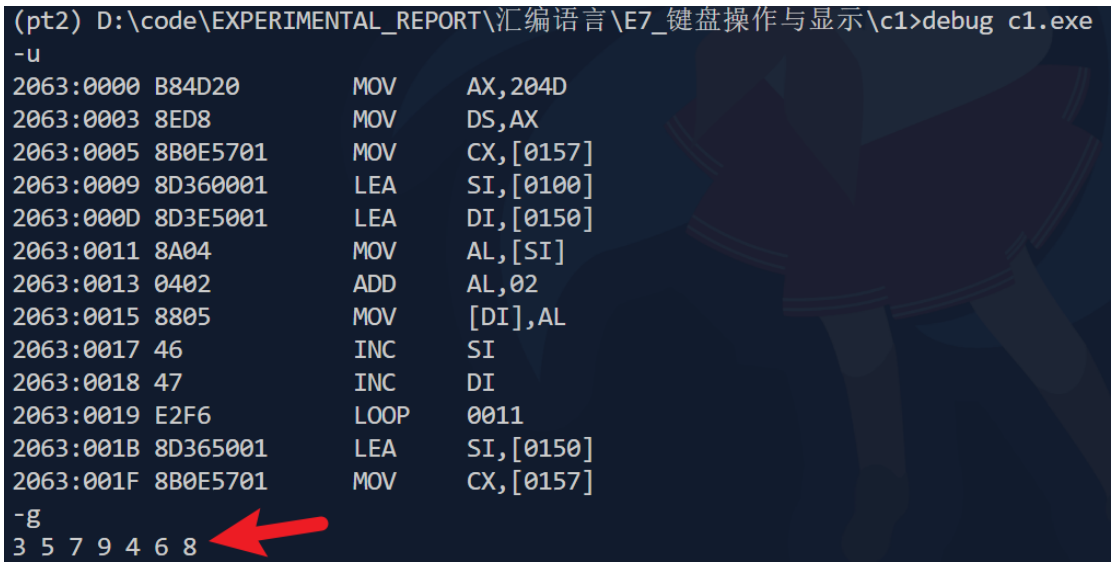
1. 把数据段中 1 维数组 AA_1 变量地址中连续 7 个数（1,3,5,7,2,4,6）读出，把每个数加 2 后再存入到数据段中 BB_1 数组开始的标号地址中去，并显示出 BB_1 数组中每个数来（之间用空格分开），参考程序如下：

```
DATA    SEGMENT
        ORG 0100H
    AA_1        DB          1,3,5,7,2,4,6
        ORG 0150H
    BB_1        DB          7 dup(?)
    COUNT    DW          7
DATA    ENDS
CSEG    SEGMENT
            ASSUME CS: CSEG,DS:DATA
START:MOV        AX, DATA
            MOV        DS, AX
            MOV        CX, COUNT
            LEA        SI, AA_1
            LEA        DI, BB_1
LP1:    MOV        AL, [SI]
            ADD        AL,2
            MOV        [DI], AL
            INC SI
            INC DI
            LOOP    LP1
            LEA      SI, BB_1
            MOV CX, COUNT
DISP:    MOV    DL, [SI]
```

```
        ADD   DL, 30H
        MOV     AH,02
        INT     21H
        MOV DL，‘ ’
        MOV AH，2
        INT 21H
        INC    SI
        LOOP   DISP
        MOV     AH,4CH
        INT     21H
CSEG   ENDS
        END     START
```

考试 2-3 道主观编程题

- 运行结果



请回答以下问题：

（1） 指令 MOV AH, 02H 中 02H 的含义是？

- **MOV AH, 02H 指令将立即数 02H 存入 AH 寄存器显示字符输出功能。02H 功能会将 DL 寄存器中的 ASCII 字符显示到标准输出设备（通常是屏幕）上。**

（2） 指令 ADD DL, 30H 的作用是什么？

➢ **指令 ADD DL, 30H 的作用是将 DL 寄存器中的数值转换为对应的 ASCII 码字符。**

- **30H 是 ASCII 码中数字'0'的十六进制表示**
- **当 DL 中存储的是一个 0-9 的数值时，加上 30H 后会变成对应数字的 ASCII 码**

注意：这种转换方法只适用于单个十进制数字（0-9）。对于大于 9 的数字，这种简单的加 30H 方法会产生错误的字符。

（3） 除了参考程序中用的访问方式，还可以用什么方式访问 AA_1 数组里的元素？

参考程序中使用的是基于寄存器间接寻址方式（使用 SI 作为指针）来访问 AA_1 数组元素。除此之外，还可以使用以下方式：

- **直接寻址：**

```
MOV AL, AA_1[0]    ; 访问第一个元素
MOV AL, AA_1[1]    ; 访问第二个元素
```

- **基址寻址：**

```
MOV BX, OFFSET AA_1
MOV AL, [BX]       ; 访问第一个元素
MOV AL, [BX+1]     ; 访问第二个元素
```

- **变址寻址：**

```
MOV SI, 0
MOV AL, AA_1[SI]   ; 访问第一个元素
INC SI
MOV AL, AA_1[SI]   ; 访问第二个元素
```

- **基址加变址寻址：**

```
MOV BX, OFFSET AA_1
MOV SI, 1
MOV AL, [BX+SI-1]  ; 访问第一个元素
MOV AL, [BX+SI]    ; 访问第二个元素
```

2. 编写程序，从键盘接收一个小写字母，然后找出它的前导字符和后续字符，再按顺序显示这三个字符。把源程序附在下面，并把 debug 单步调试的截图附在下面。

没有数据段的设置,直接编写代码段

键盘输入,ASCII 码放在 AL 里,显示放在 DL 里

MOV AH,1

INT 21H

CMP AL,’a’

JB 退出

和’z’比较

- 程序源码

```
CSEG SEGMENT
    ASSUME CS:CSEG
    ORG 100H
START:
      ; 从键盘接收一个小写字母
      MOV AH,1
      INT 21H

      MOV DL,AL
      DEC DL

      ; 设置循环次数
      MOV CX,3        ; 设置循环次数

LOOP1:
      ; 检查输入是否为小写字母
      CMP DL,'a'
      JB EXIT         ; 小于'a'就退出
      CMP DL,'z'
      JA EXIT         ; 大于'z'就退出

      MOV AH,2
      INT 21H

      ADD DL,1

      LOOP LOOP1      ; CX 减 1，若不为 0 则跳转到 LOOP1 继续循环

EXIT:
      MOV AH,4CH
      INT 21H
```

```
CSEG ENDS
     END START
```

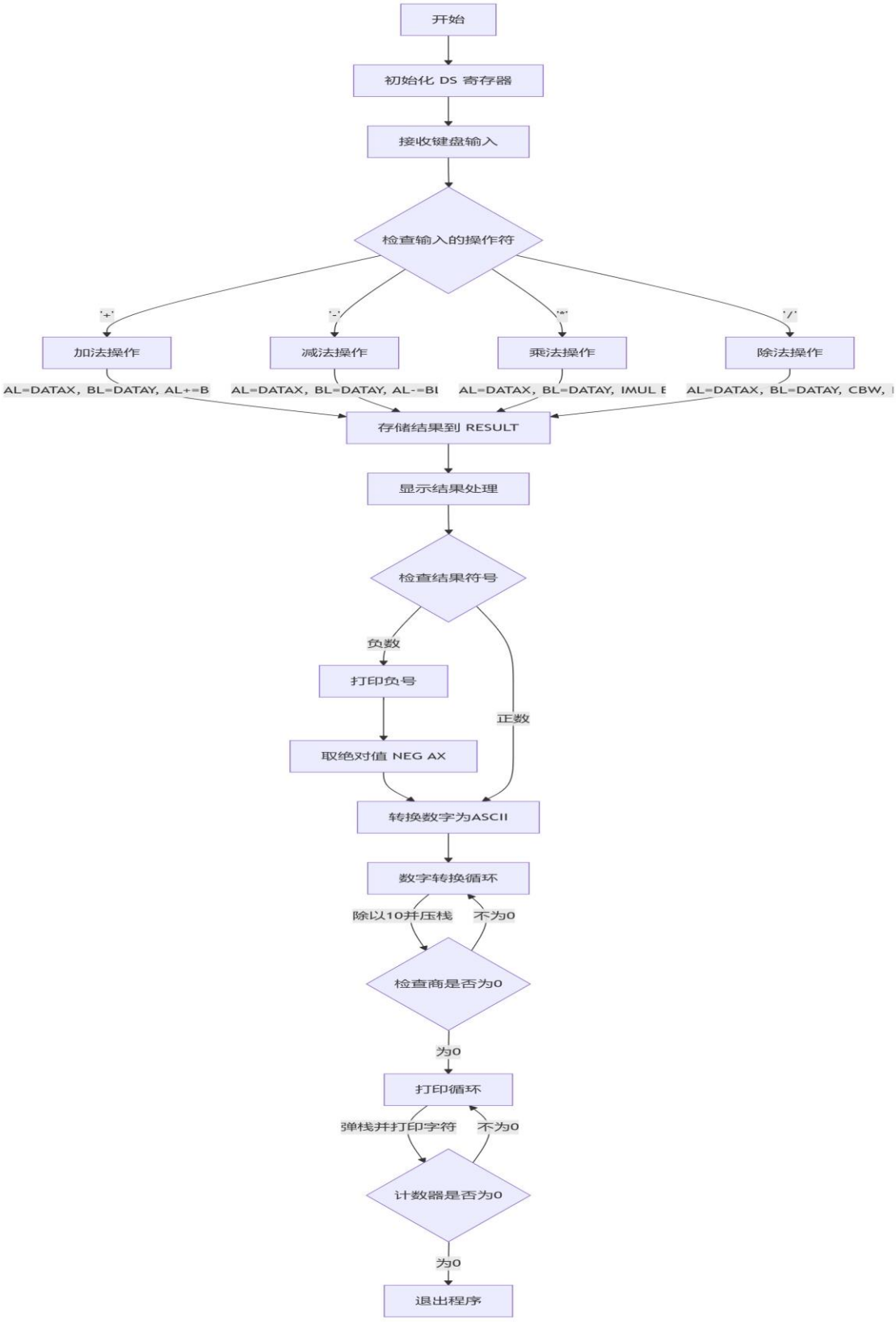
➢ 运行结果

```
(pt2) D:\code\EXPERIMENTAL_REPORT\汇编语言\E7_键盘操作与显示\c2>debug c2.exe
-u
204D:0100 B401          MOV     AH,01
204D:0102 CD21          INT     21
204D:0104 8AD0          MOV     DL,AL
204D:0106 FECA          DEC     DL
204D:0108 B90300        MOV     CX,0003
204D:010B 80FA61        CMP     DL,61
204D:010E 720E          JB      011E
204D:0110 80FA7A        CMP     DL,7A
204D:0113 7709          JA      011E
204D:0115 B402          MOV     AH,02
204D:0117 CD21          INT     21
204D:0119 80C201        ADD     DL,01
204D:011C E2ED          LOOP    010B
204D:011E B44C          MOV     AH,4C
-g
tstu
Program terminated normally
-
```

3. 已知 DATAX 和 DATAY 单元各存放一个带符号字节数据，从键盘上接收加（＋）、减（－）、乘（*）或除（/）符号，然后完成相应运算，把结果显示在屏幕上。

3 个变量(带符号)

➢ 程序思路



➢ 程序源码

```
DATA SEGMENT
    DATAX DB 50      ; 带符号字节数据，负数
```

```
    DATAY DB 10      ; 带符号字节数据，正数
    RESULT DB 0
    BUF DB 4 DUP(?)
DATA ENDS

CSEG SEGMENT
    ASSUME CS:CSEG,DS:DATA
START:
      MOV AX,DATA
      MOV DS,AX

      ;从键盘接收+,-,*,/
      MOV AH,1
      INT 21H

      CMP AL,'+'
      JE ADD_OP
      CMP AL,'-'
      JE SUB_OP
      CMP AL,'*'
      JE MUL_OP
      CMP AL,'/'
      JE DIV_OP

ADD_OP:
      MOV AL,DATAX
      MOV BL,DATAY
      ADD AL,BL
      MOV RESULT,AL
      JMP SHOW_RESULT

SUB_OP:
      MOV AL,DATAX
      MOV BL,DATAY
      SUB AL,BL
      MOV RESULT,AL
      JMP SHOW_RESULT

MUL_OP:
; 字节乘法:
;  (AL) * (OPS8) →AX
      MOV AL,DATAX
      MOV BL,DATAY
      IMUL BL
```

```
      MOV RESULT,AL
      JMP SHOW_RESULT

DIV_OP:
      MOV AL,DATAX
      MOV BL,DATAY
      CBW ;将AL 符号扩展到AX
      IDIV BL
      MOV RESULT,AL
      JMP SHOW_RESULT

;难点在打印,将每次除以10,把余数入栈,然后出栈,打印
SHOW_RESULT:
    MOV AL, RESULT
    CBW
    CMP AL, 0
    JGE SHOW
    PUSH AX          ; 保存原始AL
    MOV DL, '-'
    MOV AH, 2
    INT 21H
    POP AX           ; 恢复AL
    NEG AL
    CBW

SHOW:
    MOV SI,0           ; SI 为BUF 索引
    MOV BX,10

CONV_LOOP:
    MOV DX,0
    DIV BX
    ADD DL,'0'
    MOV BUF[SI],DL
    INC SI
    CMP AX,0
    JNZ CONV_LOOP

PRINT_LOOP:
    DEC SI
    MOV DL,BUF[SI]
    MOV AH,2
    INT 21H
    CMP SI,0
```

```
    JNZ PRINT_LOOP
    JMP EXIT

EXIT:
      MOV AH,4CH
      INT 21H

CSEG ENDS
      END START
```

➢ 运行结果

```
    DATAX DB 6      ; 带符号字节数据，负数
    DATAY DB -2      ; 带符号字节数据，正数
```

我们设置 X,Y 分别为 6 和-2

+-*/对应不同的结果(最左边为操作数)

```
(pt2) C:\Users\tk\AppData\Roaming\Cursor\User\globalStorage\xsro.masm-tas
m\workspace>TEST
+4
(pt2) C:\Users\tk\AppData\Roaming\Cursor\User\globalStorage\xsro.masm-tas
m\workspace>TEST
-8
(pt2) C:\Users\tk\AppData\Roaming\Cursor\User\globalStorage\xsro.masm-tas
m\workspace>TEST
*-12
(pt2) C:\Users\tk\AppData\Roaming\Cursor\User\globalStorage\xsro.masm-tas
m\workspace>TEST
/-3
```

➢ 遇到和解决的问题

- 当 RESULT 为负数时,我在打印结果的时候我们需要先打印’-’号,INT 21H 会把 AL 的值重新设置
- 使用 IDIV BX 命令前需要我们将 AX 使用 CBW 命令将 AL 扩展为 AX

➢ 使用 AI 改进的方案

```
; 简单计算器：对DATAX 和DATAY 中的有符号字节数据进行四则运算
; 支持加(+)、减(-)、乘(*)、除(/)四种运算符
; 操作数直接存储在DATAX 和DATAY 中

DATA SEGMENT
    DATAX   DB  6           ; 第一个操作数
```

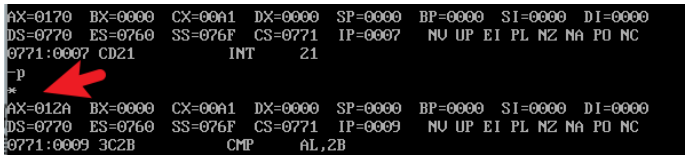
```
    DATAY   DB  -2          ; 第二个操作数
    MSG_OP  DB  0DH,0AH,'Input operator (+, -, *, /): $'
    MSG_RES DB 0DH,0AH,'Result: $'
    MSG_ERR DB 0DH,0AH,'Division by zero! $'
DATA ENDS

CODE SEGMENT
    ASSUME CS:CODE, DS:DATA
START:
    MOV AX, DATA
    MOV DS, AX

    ; 显示操作符提示消息
    LEA DX, MSG_OP
    MOV AH, 09H
    INT 21H

    ; 输入操作符
    MOV AH, 01H
    INT 21H
    MOV BL, AL          ; 保存操作符在 BL 中

    ; 显示结果提示消息
    LEA DX, MSG_RES
    MOV AH, 09H
    INT 21H

    ; 根据操作符执行相应运算
    CMP BL, '+'
    JE  DO_ADD
    CMP BL, '-'
    JE  DO_SUB
    CMP BL, '*'
    JE  DO_MUL
    CMP BL, '/'
    JE  DO_DIV
    JMP EXIT            ; 非法操作符直接退出

DO_ADD:
    MOV AL, DATAX
    ADD AL, DATAY
    JMP SHOW_RESULT

DO_SUB:
```

```
    MOV AL, DATAX
    SUB AL, DATAY
    JMP SHOW_RESULT

DO_MUL:
    MOV AL, DATAX
    IMUL DATAY          ; AL*DATAY -> AX
    JMP SHOW_AX

DO_DIV:
    MOV AL, DATAX
    CBW                 ; 符号扩展 AL->AX
    MOV BL, DATAY
    CMP BL, 0
    JNE DIV_OK
    LEA DX, MSG_ERR     ; 除数为0，显示错误
    MOV AH, 09H
    INT 21H
    JMP EXIT
DIV_OK:
    IDIV BL             ; AX / BL -> AL(商), AH(余数)
    JMP SHOW_RESULT

SHOW_RESULT:
    CBW                 ; AL->AX，准备显示
SHOW_AX:
    ; AX 中为结果，带符号显示
    CALL PRINT_SIGNED_AX
    JMP EXIT

; 打印AX 中的有符号整数（-128~32767）
PRINT_SIGNED_AX PROC
    PUSH AX
    PUSH BX
    PUSH CX
    PUSH DX

    CMP AX, 0
    JGE PRINT_DEC
    ; 负数，先输出'-'
    MOV DL, '-'
    MOV AH, 02H
    INT 21H
    NEG AX
```

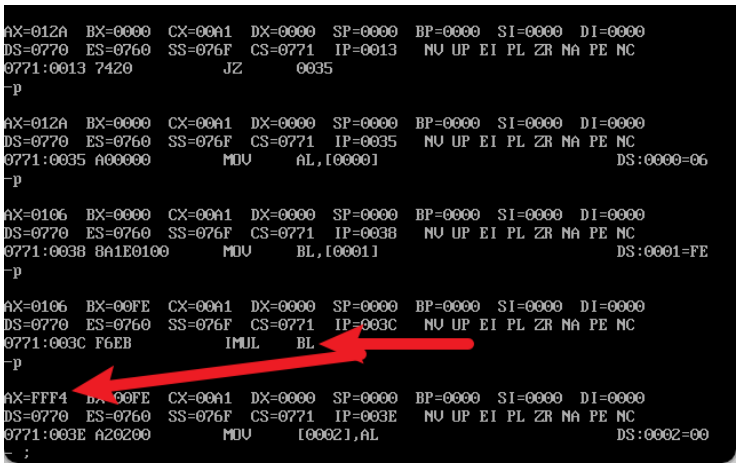
```
PRINT_DEC:
    MOV CX, 0
    MOV BX, 10
CONV_LOOP:
    XOR DX, DX
    DIV BX
    PUSH DX
    INC CX
    CMP AX, 0
    JNZ CONV_LOOP

PRINT_LOOP:
    POP DX
    ADD DL, '0'
    MOV AH, 02H
    INT 21H
    LOOP PRINT_LOOP

    ; 输出换行
    MOV DL, 0DH
    MOV AH, 02H
    INT 21H
    MOV DL, 0AH
    MOV AH, 02H
    INT 21H

    POP DX
    POP CX
    POP BX
    POP AX
    RET
PRINT_SIGNED_AX ENDP

EXIT:
    MOV AH, 4CH
    INT 21H
CODE ENDS
END START
```

➢ 调试过程

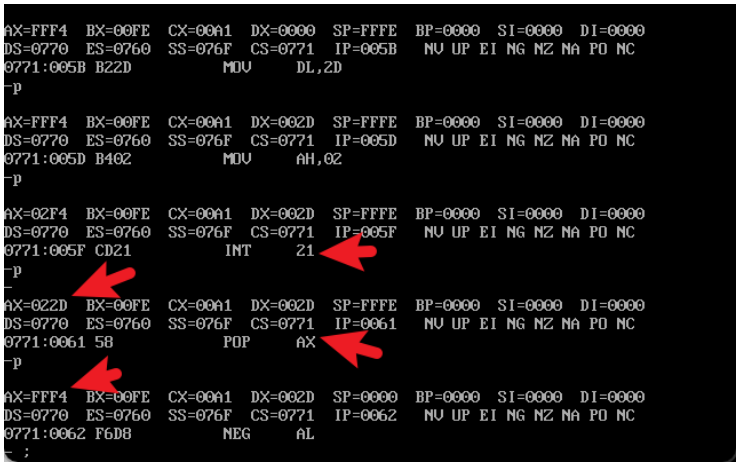
- 接收操作符



- 转到并执行乘法分支程序



- INT 21 执行中断命令打印 DL 命令后 AL 的值发生改变我们使用 pop 命令恢复 AX 的值



其中 AX=FFF4H=-12D

10.255.252.170