1. 实验目的

(1) 掌握汇编语言子程序设计方法；
(2) 熟悉汇编语言主程序和子程序不同的参数传递方法；
(3) 了解 C 语言和汇编语言混合编程方法以及主、子程序之间参数传递的机制。

2. 实验内容

任务 1.1：立即数寻址与间接寻址

立即数寻址与间接寻址

描述

现在有一个输出的字符，已知该字符的有效地址为buffer，利用立即数寻址和间接寻址的方法，给该需要输出的字符赋值为字母a对应的ascii码。

输入

无

输出

a

输入样例 1

无

输出样例 1

a

提示

字母a对应的ascii码值为0x61，将该值赋值给eax ，在将eax 赋值给有效地址为buffer的存储单元。

任务 1.2：实现简单的数学公式

实现简单的数学公式

描述

利用汇编实现实现((X-Y)*Z+50)/V，并把对应的结果存放在eax ,与edx中。

假设此时，x，y，z，v都已经输入并保存。可以直接通过 [NUM] 调用。

输入

1. x=4，y=2，z=2 ，v=2
2. x=9，y=9，z=2 ，v=3

输出

1. eax=27, edx=0
2. eax=16, edx=2

输入样例 1

```
1.  x=4，y=2，z=2，v=2
2.  x=9，y=9，z=2，v=3
```

输出样例 1

```
1. eax=27, edx=0
2. eax=16, edx=2
```

任务 2.1：显示"hello,everyone!"

显示"hello,everyone!"

描述

已知msg可以表示字符串"hello,world!"的首地址，现在修改对应数组内数据，输出hello,everyone!

输入

无

输出

hello,everyone!

输入样例 1

```
无
```

输出样例 1

```
hello,world!
```

提示

用msg的地址和立即数来实现寄存器相对寻址。

可以用eax来修改，注意eax为32位可以存放4个ascii码值，比如：

mov [msg + imm], 'abcd'

任务 2.2：熟练应用变量定义和标号属性

熟练应用变量定义和标号属性

描述

读懂变量定义，利用标号属性修改变量中的内容，使用循环，最终显示HUST70th!!!!!!

输入

无

输出

最后6个!用loop指令实现

输入样例 1

```
1
```

输出样例 1

```
HUST70th!!!!!!
```

提示

首先修改v_word中的h改变为H再将70th赋值给target 的前4位，再使用loop循环，连续赋值6个!

任务 3.1：去除字符串中的数字和空格

去除字符串中的数字和空格

描述

去除字符串中的数字和空格，处理后的字符串保存在原有的字符串空间中，同时将新的字符串长度输出到edx寄存器中

示例1:

字符串string="　　ABC123　　"，处理后string的存储内容变更为"ABC"，edx=3

示例2:

字符串string="　　ABC123　　abBC"，处理后string的存储内容变更为"ABCabBC"，edx=7

输入

无

输出

string=新的字符串

edx=字符串长度

输入样例 1

```
无
```

输出样例 1

```
string修改为"ABC"，edx赋值3
```

任务 3.2：计算字符串的出现次数

计算字符串的出现次数

描述

计算字符串的出现次数

给出两个字符串，string与cmpstr，计算字符串cmpstr在string中的出现次数

其中cmpstr中的字符为"ABC"，string中的字符为任意字符

字符串比较过程大小写不敏感，即字符串"ABC"与字符串"aBC"认为匹配

示例1：

string="ABC abc"，cmpstr="ABC"，cmpstr在string中出现2次

示例2：

string="ABC aBAbC"，cmpstr="ABC"，cmpstr在string中出现2次

输入

无

输出

字符串的出现次数，存放在寄存器eax中

任务 4.1：汇编子程序计算斐波那契数列(用寄存器传递参数)

汇编子程序计算斐波那契数列(用寄存器传递参数)

描述

斐波那契数列（Fibonacci sequence），又称黄金分割数列，因数学家莱昂纳多·斐波那契（Leonardo Fibonacci）以兔子繁殖为例子而引入，故又称为“兔子数列”，指的是这样一个数列：1、1、2、3、5、8、……

斐波那契数列以如下被以递推的方法定义：F(0)=0，F(1)=1,F(n)=F(n - 1)+F(n - 2)（n≥ 2，n∈ N*）

请编写用寄存器eax传递入口和出口参数的形式递归子程序feibo1来计算斐波那契数列。

先在vscode环境下完成MASM版本，之后，提交部分代码到oj上进行验证。

输入

输入要获得的数列项数编号n，已被保存到eax寄存器中

输出

输出对应斐波那契数列对应第n项的值，需要保存到eax寄存器中

任务 4.2：汇编子程序计算斐波那契数列(用栈传递参数)

汇编子程序计算斐波那契数列(用栈传递参数)

描述

斐波那契数列（Fibonacci sequence），又称黄金分割数列，因数学家莱昂纳多·斐波那契（Leonardo Fibonacci）以兔子繁殖为例子而引入，故又称为“兔子数列”，指的是这样一个数列：1、1、2、3、5、8……

在数学上，斐波那契数列可被递归公式定义为：F(0)=0，F(1)=1,F(n)=F(n - 1)+F(n - 2)（n≥ 2，n∈ N*）

请编写用栈传递入口和出口参数的形式的递归子程序feibo1来输出斐波那契数列。

先在vscode环境下完成MASM版本，之后，提交部分代码到oj上进行验证。

输入

输入要获得的数列项数编号n（已经被保存到栈中）

输出

输出对应斐波那契数列对应第n项的值需要压入栈中

任务 4.3：汇编子程序计算斐波那契数列(用公共变量传递参数)

汇编子程序计算斐波那契数列(用公共变量传递参数)

描述

斐波那契数列（Fibonacci sequence），又称黄金分割数列，因数学家莱昂纳多·斐波那契（Leonardo Fibonacci）以兔子繁殖为例子而引入，故又称为“兔子数列”，指的是这样一个数列：1、1、2、3、5、8、……

斐波那契数列计算方法定义为：F(0)=0，F(1)=1,F(n)=F(n - 1)+F(n - 2)（n≥ 2，n∈ N*）

请编写用N作为入口参数和result作为出口参数的形式子程序feibo1来计算斐波那契数列。

先在vscode环境下完成MASM版本，之后，提交部分代码到oj上进行验证。

输入

输入要获得的数列项数编号n，已经被保存在公共变量N中

输出

输出对应斐波那契数列对应第n项的值，需要保存到公共变量result中

3. 实验要求

(1) 任务 1、2、3 需要首先在 oj 平台上提交通过，在实验报告中需要填写可 masm6.x 以上版本编译通过简化段定义的完整汇编语言程序包括输入输出，**不只是子程序代码片段**。

(2) 理解思考任务 1、2、3 中不同参数传递方式对汇编子程序编写的区别，掌握 dosbox 下调试汇编程序的方法。

(3) 任务 4 中在不同的 C 语言开发环境中实现与汇编语言程序的混合编程，其操作方法有可能是不同的。请大家选择自己熟悉的 C 语言开发环境并查找相关的资料完成本实验。在实验报告中，详细地描述采用的开发环境及其实现方法。

(4) 观察 C 语言编译器中对各种符号的命名规则（指编译器内部可以识别的命名规则，比如，符号名前面是否加下划线“_”等），主、子程序之间参数传递的机制，通过栈传递参数后堆栈空间回收的方法。

(5) 对混合编程形成的执行程序，用调试工具观察由 C 话言形成的程序代码与由汇编语言形成的程序代码之间的相互关系，包括段、偏移的值，汇编指令访问 C 的变量时是如何翻译的等。

(6) 通过本次实验，希望大家掌握汇编子程序的设计方法以及不同的编程语言是可以协同解决一个问题的，而且可以利用不同语言的特点来更好地解决问题；利用汇编语言的知识，能够更好地理解高级语言的内部处理原理与策略。

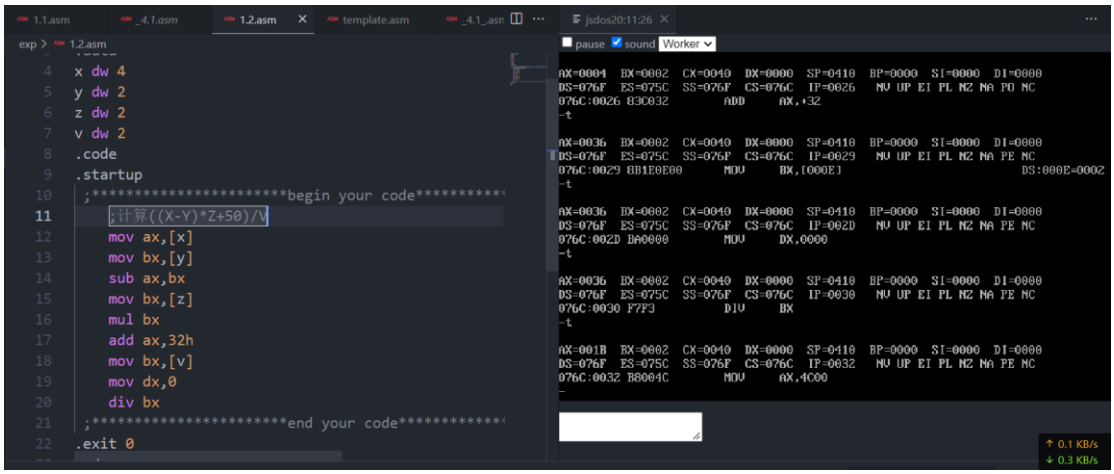
4. 实验过程

任务 1.1

非常简单, 将 61h 移入 ax, 再将 ax 移入 buffer 即可

```
.model small
.stack
.data
buffer dw ?
.code
.startup
   mov ax,61h
   mov [buffer],ax
   mov cx, buffer  ; 参数二：要显示的字符串
   mov dx, 2  ; 参数三：字符串长度
   mov bx, 1  ; 参数一：文件描述符(stdout)
   mov ax, 4  ; 系统调用号(sys_write)
   int 80h  ; 调用内核功能
   ret
.exit 0
end
```

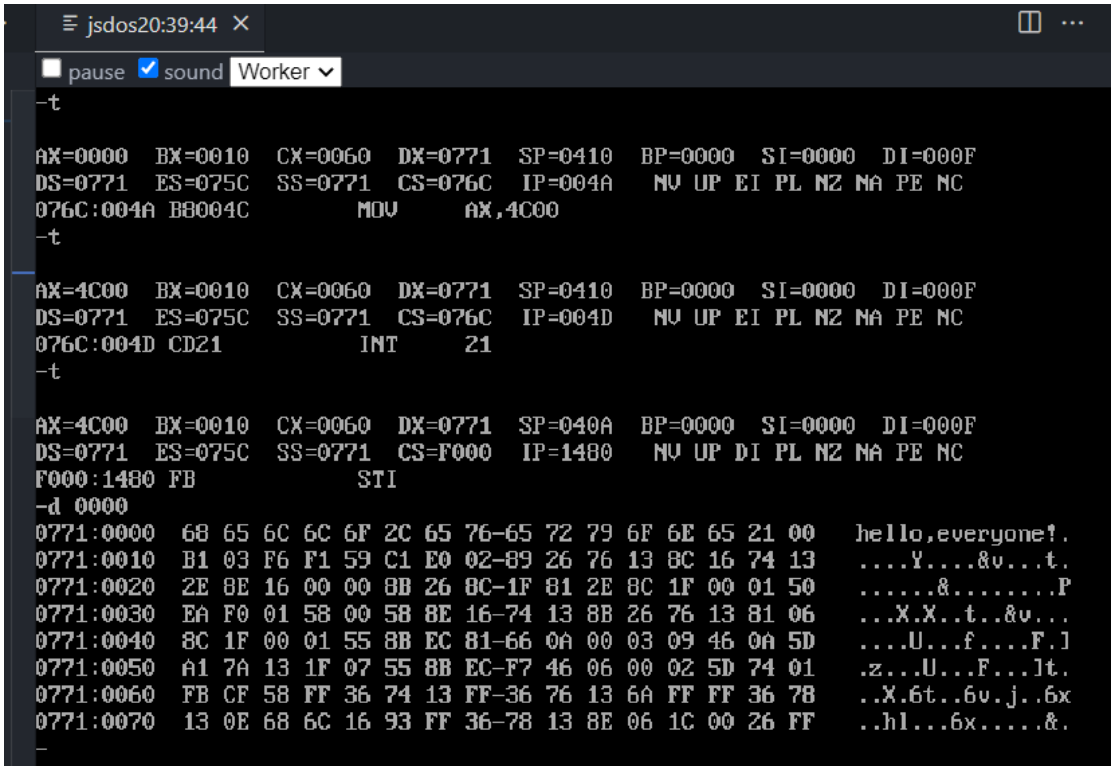
任务 1.2



如图可见, 结果(dx.ax)为 1BH, 即 27

```
.model small
.stack
.data
x dw 4
y dw 2
z dw 2
v dw 2
.code
.startup
 ;**********begin your code**********
   ;计算((X-Y)*Z+50)/V
   mov ax,[x]
   mov bx,[y]
   sub ax,bx
   mov bx,[z]
   mul bx
   add ax,32h
   mov bx,[v]
   mov dx,0
   div bx
 ;**********end your code**********
.exit 0
end
```

任务 2.1

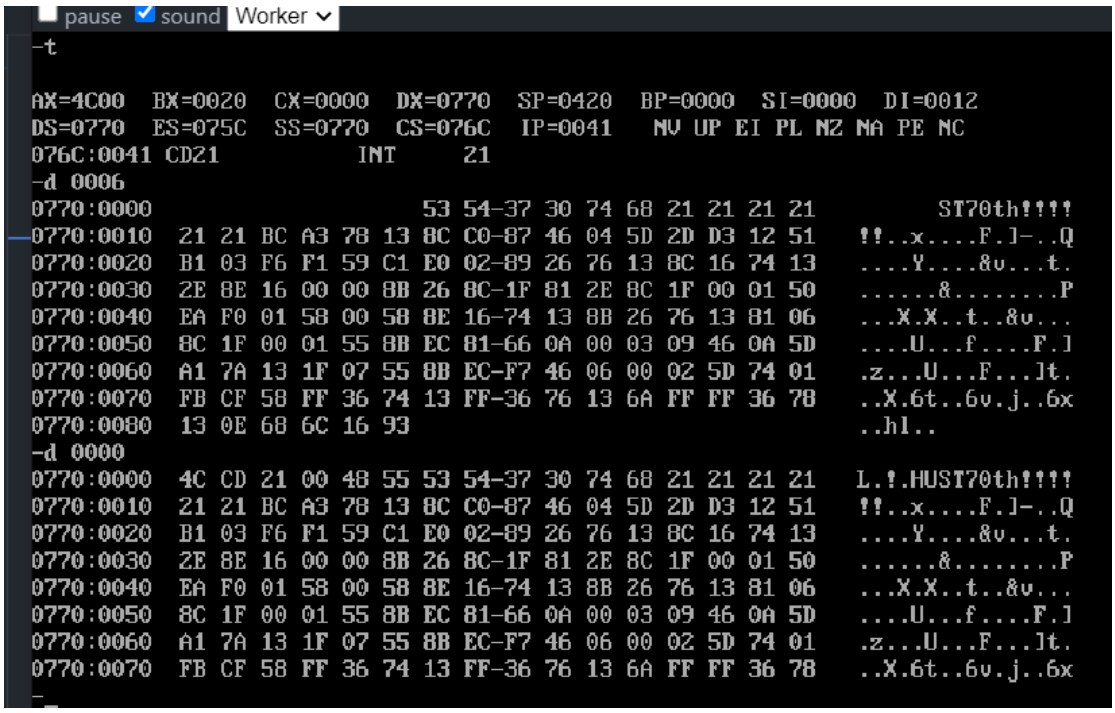


用 mov 修改数据即可

```
.model small
.stack
.data
msg db 'hello,world!',3 dup(?), '$'
.code
.startup
        mov di, offset msg
  add di, 6h
  mov [di], 'e'
  inc di
  mov [di], 'v'
  inc di
  mov [di], 'e'
  inc di
  mov [di], 'r'
  inc di
  mov [di], 'y'
  inc di
  mov [di], 'o'
  inc di
  mov [di], 'n'
  inc di
  mov [di], 'e'
  inc di
```

```
    mov [di], '!'
.exit 0
end
```

任务 2.2

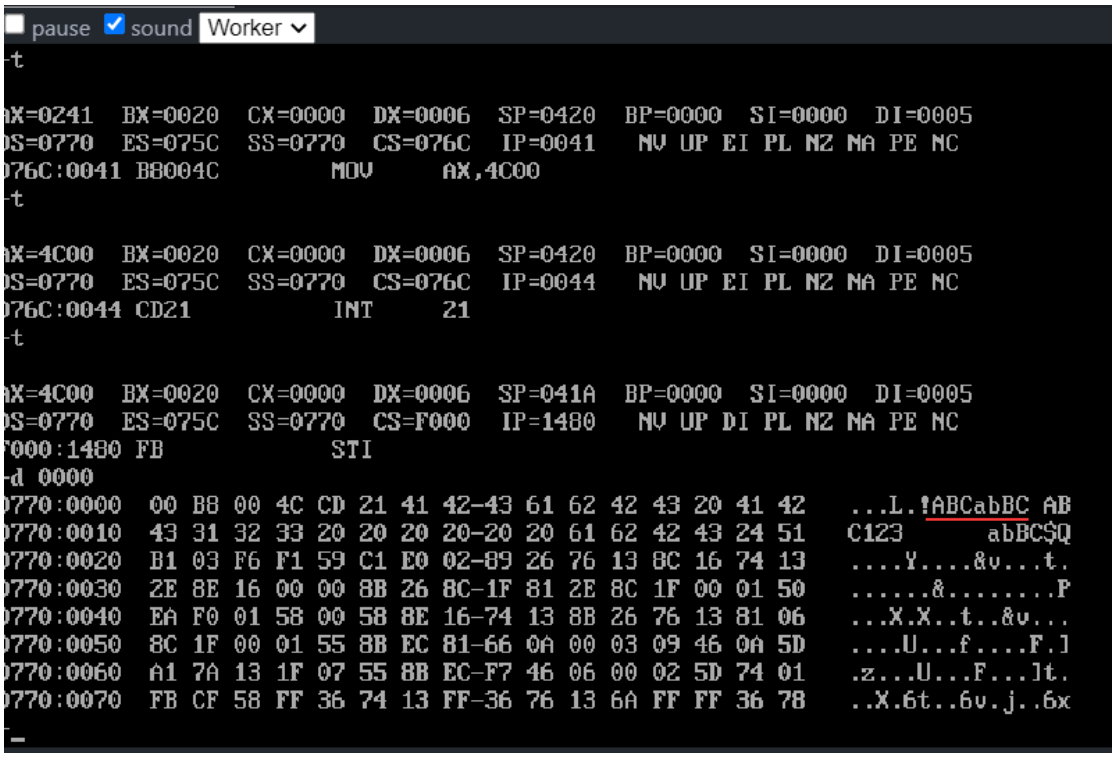


mov 赋值即可

```
.model small
.stack
.data
v_word db 'hUST'
target db 10 dup(0)
.code
.startup
    mov di, offset v_word
    sub [di], 20h
    mov di, offset target
    mov [di], '7'
    inc di
    mov [di], '0'
    inc di
    mov [di], 't'
    inc di
    mov [di], 'h'
    inc di
```

```
    mov cx, 6
    mov al, '!'
lp:
    mov [di], al
    inc di
    loop lp
.exit 0
end
```

任务 3.1

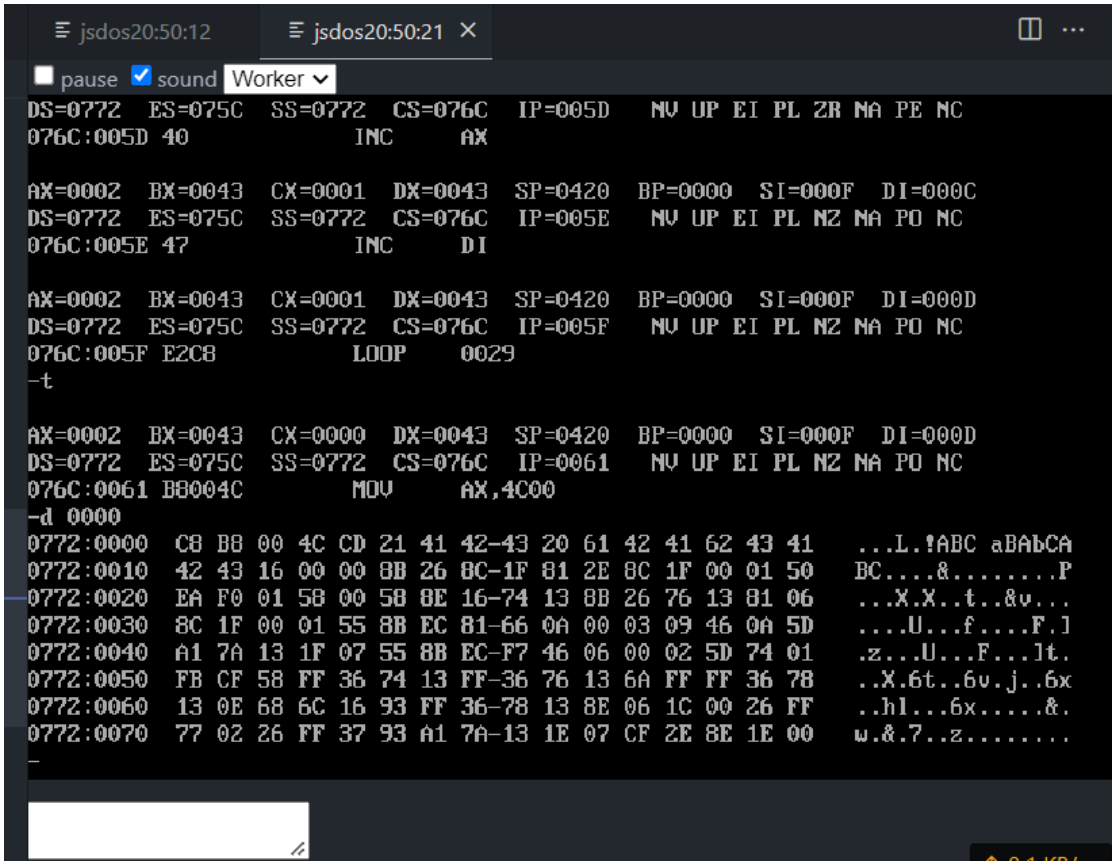


思路:遍历 string, 如果遇到大小写字母就入栈, 计数+1, 遇到'$'结束, 最后再根据计数逐个出栈对 string 赋值, 实现去空格和数字的功能

```
.model small
.stack
.data
string db "      ABC123     abBC"
     db '$'
slength equ $-string
.code
.startup
    mov dx, 0
    mov cx, slength
    mov di, offset string
eliminate:
    mov ax, 0
```

```
    mov al, [di]
    inc di
    cmp al, 40h
    js lp
    inc dx
    push ax
lp: loop eliminate
        mov cx, dx
    mov di, offset string
    add di, dx
    dec di
restore:
        pop ax
    mov [di], al
    dec di
        loop restore
mov ah,02h
mov dx, offset string
.exit 0
end
```

任务 3.2



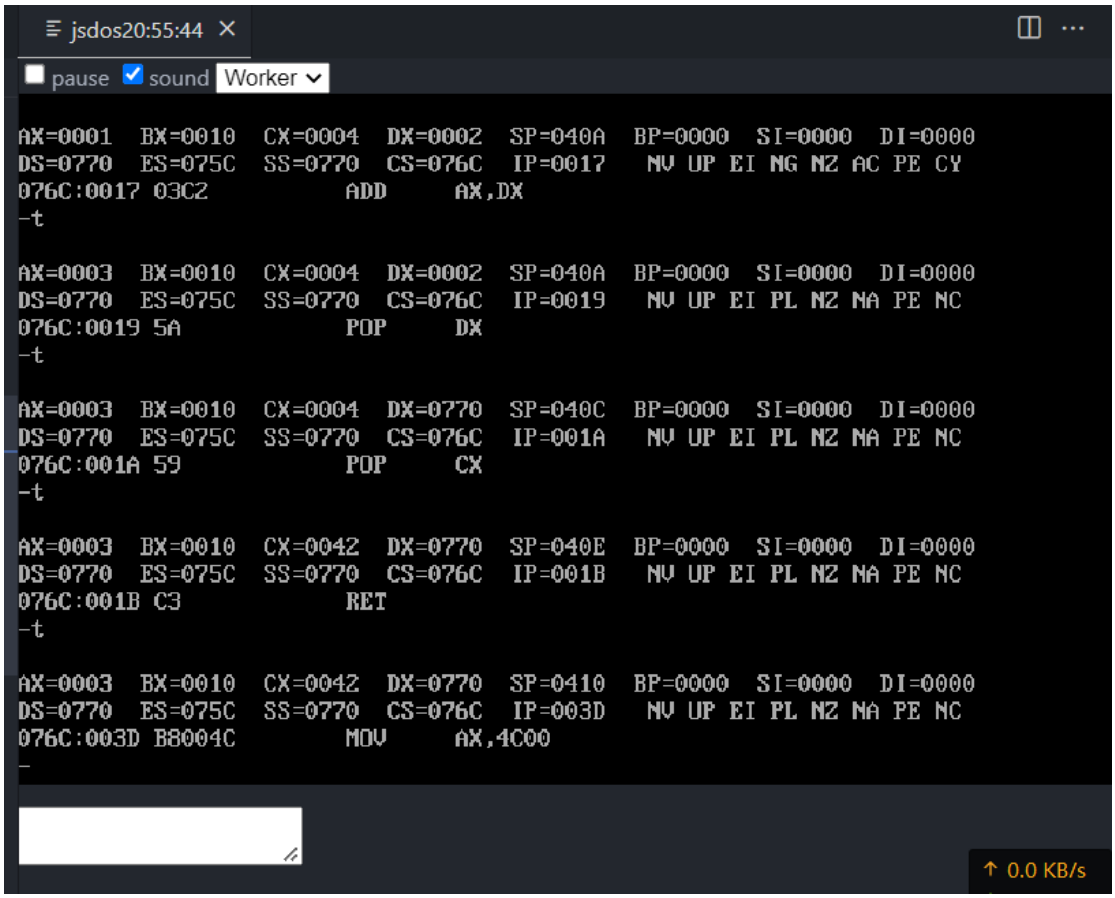
如图:string="ABC aBAbC"，cmpstr="ABC"，cmpstr 在 string 中出现 2 次, 即 ax=2

思路:先比较第一个字符, 如果成功则跳转到比较第二个的代码, 第三个同理, 否则向前移动, 比较下一个字符

```
.model small
.stack
.data
string db "ABC aBAbC"
slength equ $-string
cmpstr db 'ABC'
cmpslength equ $-cmpstr
.code
.startup
mov cx, slength
sub cx, 2
mov si, offset cmpstr
mov di, offset string
xor ax,ax
xor bx,bx
xor dx,dx
com:
mov bl, [di]
cmp bl, 60h
js upper1
sub bl, 20h
upper1:
mov dl, ds:[si]
cmp bl, dl
jnz fal
mov bl, ds:[di+1]
cmp bl, 60h
js upper2
sub bl, 20h
upper2:
mov dl, ds:[si+1]
cmp bl, dl
jnz fal
mov bl, ds:[di+2]
cmp bl, 60h
js upper3
sub bl, 20h
upper3:
mov dl, ds:[si+2]
cmp bl, dl
jnz fal
inc ax
```

fal:
inc di
loop com
.exit 0
end

任务 4.1

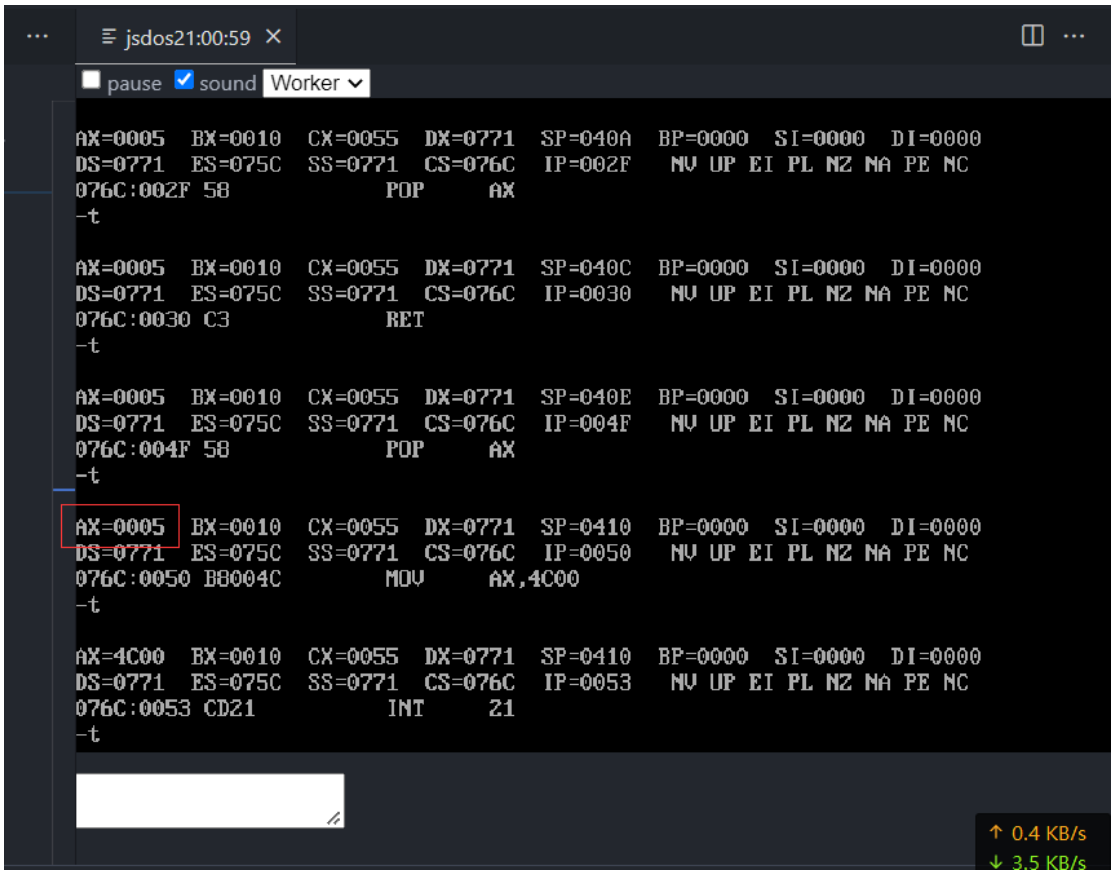


寄存器传参, 这是第 4 项的结果, ax=3

```
.model small
.stack
.data
.code
;寄存器传参
feibo1 proc
;比较特殊情况
cmp ax, 3
jl LessThanThree
;计算
push cx
push dx
mov cx, ax
dec ax
```

```
call feibo1 ;前一项
mov dx, ax
mov ax, cx
sub ax, 2
call feibo1 ;前第二项
add ax, dx
pop dx
pop cx
ret
;小于 3 直接输出 1
LessThanThree:
mov ax, 1
ret
feibo1 endp
.startup
mov ax, 4
call feibo1

.exit 0
end
```

任务 4.2



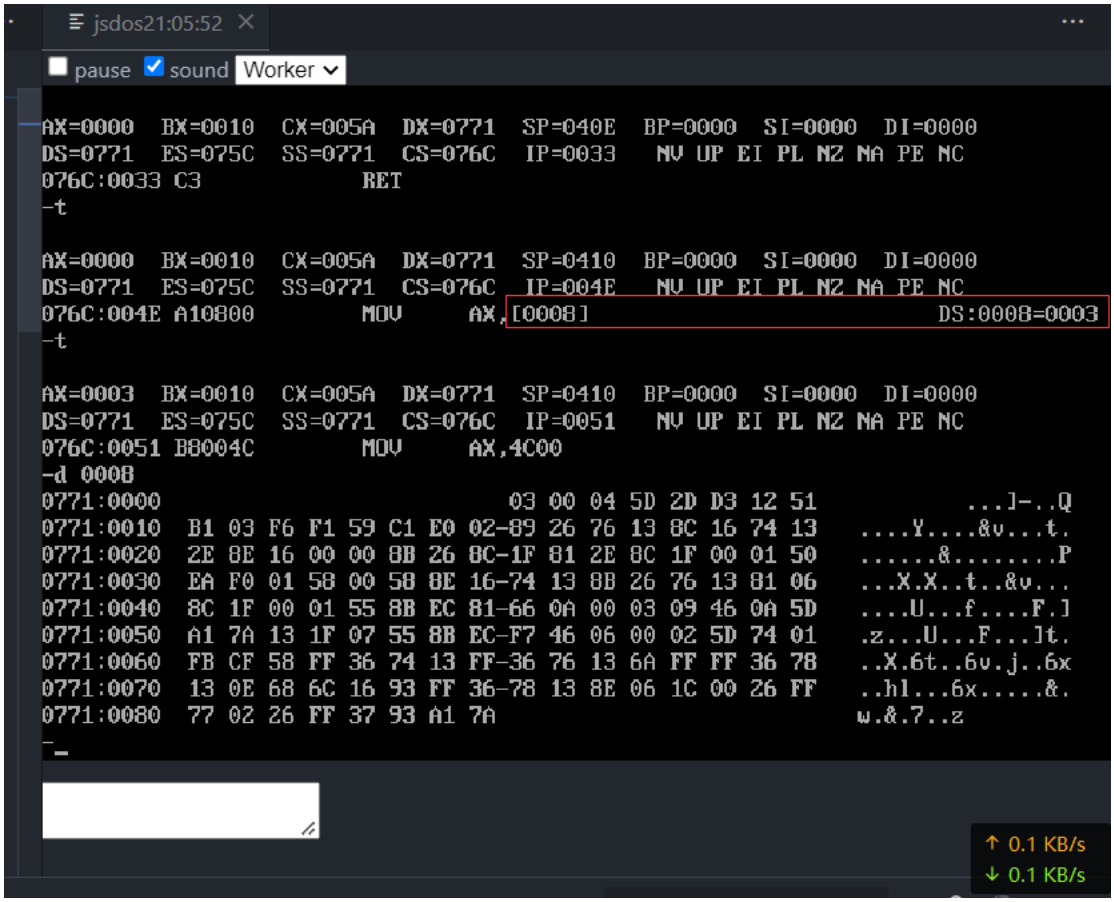
堆栈传参, 关键需要找对参数相对 sp 的偏移位置即可, 记得+IP, 此处是计算第 5 项的结

果, ax 从栈中 pop 得到 5

```
.model small
.stack
.data
.code
;栈传参
feibo1 proc
;比较特殊情况
push ax
push bp
push cx
push dx
mov bp, sp
mov ax, [bp+10]

cmp ax, 3
jl LessThanThree
;计算
mov cx, ax
dec ax
push ax
call feibo1 ;前一项
pop ax
mov dx, ax
mov ax, cx
sub ax, 2
push ax
call feibo1 ;前第二项
pop ax
add ax, dx
jmp done
;小于 3 直接输出 1
LessThanThree:
mov ax, 1
done:
mov [bp+10], ax
pop dx
pop cx
pop bp
pop ax
ret
feibo1 endp

.startup
```

```
mov ax, 5
push ax
call feibo1
pop ax

.exit 0
end
```

任务 4.3



公共变量传参, 如图为 n=4 的结果, result=3

```
.model small
.stack
.data
N dw 4
result dw ?
.code
;公共变量
feibo1 proc
push ax
push cx
push dx
mov ax, N
```

```
;比较特殊情况
cmp ax, 3
jl LessThanThree
;计算
mov cx, ax
dec ax
mov N, ax
call feibo1 ;前一项的值
mov dx, result
mov ax, cx
sub ax, 2
mov N, ax
call feibo1 ;前第二项的值
mov ax, result
add ax, dx
jmp done
;小于 3 直接输出 1
LessThanThree:
mov ax, 1
done:
mov result, ax
pop dx
pop cx
pop ax
ret
feibo1 endp

.startup
call feibo1
mov ax, result

.exit 0
end
```

5. 总结与体会

在 oj 上无法调试, 做汇编实验十分考验对知识的掌握运用能力, 以及对内存的熟悉程度, 同时 oj 环境是 32 位, 也考验了我们对所学知识的迁移类比能力, 最后三题斐波那契递归程序比较有难度, 需要综合所学才能做出来.