计算机系统基础

许 向 阳

xuxy@hust. edu. cn

计算机科学与技术学院

第11章 程序设计的其他方法

一、学习内容

汇编语言多模块化程序设计

C程序和汇编语言程序的混合

内嵌汇编

模块程序设计中的注意事项

宏功能程序设计

目标：提高编程效率和质量，简化程序设计工作。

第11章 程序设计的其他方法

二、本章的学习重点

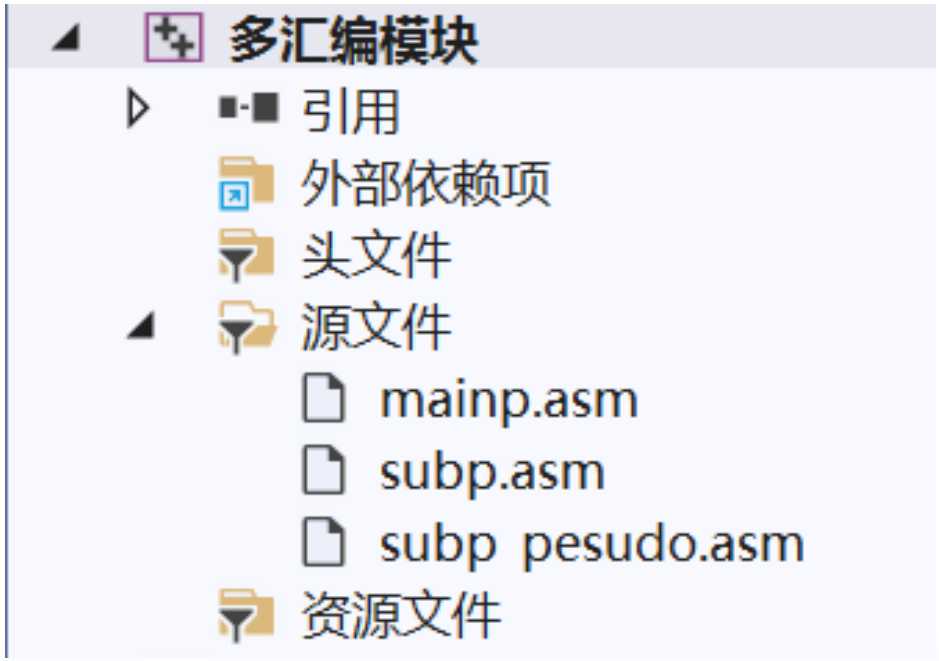
(1) 简单宏指令的定义与调用方式

(2) 模块程序设计的方法

11.1 多模块程序设计

華中科技大學

1. 模块的划分与设计
2. 通讯方式



11.1 多模块程序设计

1. 公共符号与外部符号

外部符号：

在一个模块内访问而不在该模块内定义的符号。

语句格式：

EXTERN 符号:类型 [,符号:类型]

```
EXTERN   AVG : WORD, COUNT : WORD
EXTERN   SUB_P : NEAR
```

说明外部函数的另一种方式：

或者 SUB_P PROTO :DWORD, ……

11.1 多模块程序设计

1. 公共符号与外部符号

公共符号：在一个模块中定义，其它模块要用到的符号。

PUBLIC **符号 [,符号]**　　在VS2019中，可以不说明

```
public asm_avg
asm_avg proc num1:dword,num2:dword
    ……
    ret
asm_avg endp
```

```
extern “C” int asm_avg(int num1,int num2);
```

11.1 多模块程序设计

subp_pesudo.asm | subp.asm | mainp.asm

```
includelib  legacy_stdio_definitions.lib
printf    PROTO  :VARARG
getchar   PROTO
SORT      PROTO  :DWORD, :DWORD
DISPLAY   PROTO  :DWORD, :DWORD
PUBLIC    lpFmt
```

subp_pesudo.asm | subp.asm | mainp.asm

```
.686P
.model flat, C
  printf  PROTO :VARARG
  extern  lpFmt:sbyte
```

11.2 C程序和汇编语言程序的混合

函数的申明和调用

变量的申明和调用

- 在汇编语言程序中，调用 C 函数
- 在 C 语言程序中，调用汇编语言编写的函数

11.2 C程序和汇编语言程序的混合

- 在C程序中调用汇编语言编写的函数与调用C函数没有差别
- 对要被外部调用的函数，在定义文件中，可以不用做特别的说明
- 在调用函数的文件中，按各自文件的要求，进行函数原型说明
- 在汇编程序中，函数原型说明伪指令proto。

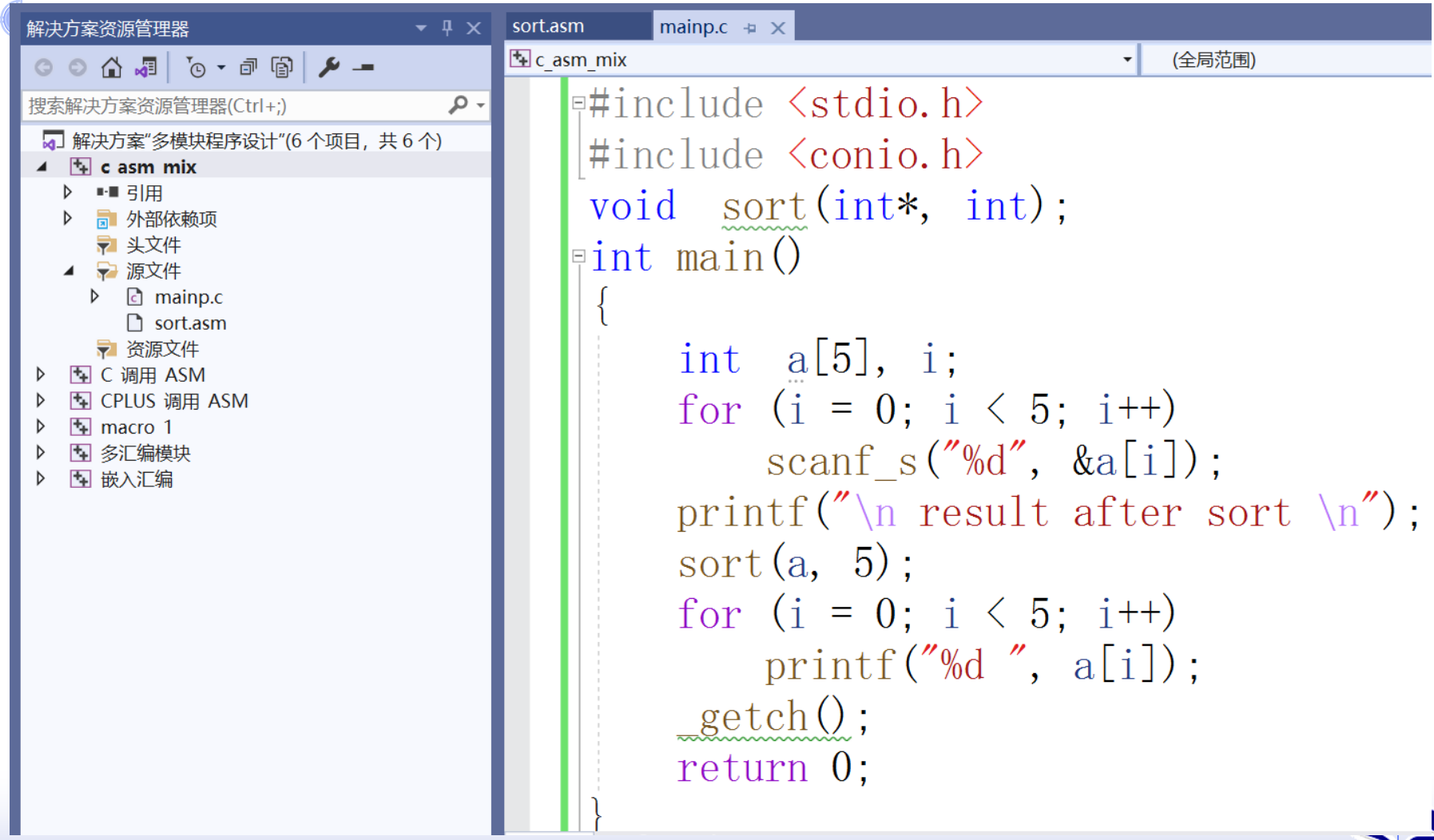
  在 C 程序中，用C的格式进行函数原型说明

11.2 C程序和汇编语言程序的混合

编写一个程序，输入5个整型数据，对它们按从小到大的顺序排序，输出排序结果。

- 主程序实现数据的输入和输出，用C语言编写。
- 排序函数sort用汇编语言编写

11.2 C程序和汇编语言程序的混合



11.2 C程序和汇编语言程序的混合

主程序
mainp.c

```
#include <stdio.h>
#include <conio.h>
void  sort(int *, int);
int main()
{     int  a[5], i;
      for (i = 0; i < 5; i++)
            scanf_s("%d", &a[i]);
      printf("\n result after sort \n");
      sort(a, 5);
      for (i = 0; i < 5; i++)
            printf("%d ", a[i]);
      _getch();
      return 0;
}
```

11.2 C程序和汇编语言程序的混合

子程序
sort.asm

```
.686P
.model flat, c
.code

; sort : 对一个双字类型的数组按从小到大的顺序排序
; buf  : 输入缓冲区的首地址，也是排序结果存放的地址
; num  : 元素的个数

sort  proc buf:dword, num:dword
   local   outloop_num:dword
   .if (num<2)       ; 元素少于2个，不用排序
       ret
   .endif
```

11.2 C程序和汇编语言程序的混合


```
    mov   eax, num
    dec   eax
    mov   outloop_num, eax   ; 外循环的次数
    mov   ebx, buf   ; 数据缓冲区的首地址在 ebx中
    mov   esi, 0     ; 外循环的控制指针
Out_Loop:     ; 外循环
    cmp   esi, outloop_num
    jae   exit
                  ; 下面是内循环
    lea   edi, [esi+1]
    Inner_Loop:
          cmp   edi, num
          jae   Inner_Loop_Over
```

11.2 C程序和汇编语言程序的混合


```
        mov   eax, [ebx][esi*4]
        cmp   eax, [ebx][edi*4]
        jle   Inner_Modify
        xchg  eax, [ebx][edi*4]
        mov   [ebx][esi*4], eax
    Inner_Modify:    ; 修改内循环的控制变量
        inc   edi
        jmp   Inner_Loop
    Inner_Loop_Over:
    inc   esi
    jmp   Out_Loop
exit:
    ret
sort endp
end
```

11.2 C程序和汇编语言程序的混合

- 在C语言程序的文件后缀名为cpp时，编译时没有报错，但在链接时会报错，“无法解析的外部符号 void _cdecl sort(int *,int)（? sort@@YAXPAHH@Z）”。
- 编译器看到文件是cpp时，按照C Plus Plus (C++)的规范解析符号，会产生一个新的名称（换名机制）。
- 对于汇编语言程序在编译时保持了原有的名字，因而链接时出现了找不到符号的情况。
- 在C++程序中，使用extern "C"，说明按C语言的规则解析符号。

  原说明： void sort (int *, int);

  修改后： extern "C" void sort (int *, int);

11.2 C程序和汇编语言程序的混合

函数名的大小写要一致

- 在C、C++程序设计中，函数名称是区分大小写的
- 在汇编语言程序中，默认状态下名称不区分大小写
- 为了让C语言程序能调用汇编语言写的函数，要求两者的函数命名一致。

11.2 C程序和汇编语言程序的混合

语言类型申明要一致

- 在汇编语言程序中，优先采用函数定义伪指令proc中指定语言类型。
- 当proc中未指明语言类型时，使用模型说明伪指令model中的语言类型。
- 函数定义与函数说明中的语言类型要相同

对于语言类型 C ，说明为：

```
extern "C" void  sort (int *, int);
extern "C" void __cdecl sort(int *,int);
```

对于语言类型stdcall，说明为：

```
extern "C" void __stdcall sort(int *,int);
```

11.2 C程序和汇编语言程序的混合

变量的申明和调用

- 在C程序中，按C语言的语法申明引用的外部全局变量；
- 在汇编语言程序中，按汇编语言的语法规定来写。

在 .c 文件中有：

```
int  x;
extern int y;
```

在 .cpp 文件中有：

```
extern "C" int z;
```

在汇编源程序中有：

```
public y
public z
extern x:sdword
y  sdword 0
z  sdword 0
```

11.2 C程序和汇编语言程序的混合

总结

- 在C语言程序中，按C语言的语法编写程序；
- 在汇编语言程序中，按汇编语言的语法编写程序；
- .c 与 .cpp 的编译方式不同，后者使用了换名机制。

11.3 内嵌汇编


```
__asm
{
    汇编语言指令序列
}
```

```
__asm   汇编语言指令
```

11.3 内嵌汇编

```
#include <stdio.h>
int main(int argc, char* argv[])
{       int sum;
        sum=0;
        __asm {
            mov eax,sum      ; eax 用来存放和
            mov ebx,1        ; ebx 为循环计算器
      L1:   cmp   ebx,100
            jg    L2
            add   eax,ebx
            inc   ebx
            jmp   L1
      L2:   mov   sum,eax
          }
          printf("%d\n",sum);
          return 0;
}
```

计算从1累加到100的和，并且显示出和

11.4 模块程序设计中的注意事项

模块的划分

模块内具有高内聚度、模块间具有低耦合度。

11.4 模块程序设计中的注意事项

模块的划分

模块内具有高内聚度、模块间具有低耦合度。

11.5 宏功能程序设计

1. 宏定义
2. 宏调用
3. 宏定义和宏调用中的参数
4. 宏指令与子程序的比较

11.5.1 宏定义

宏指令名　MACRO［形式参数　[,形式参数]］

　　宏体

　　ENDM

例：将字类型数据　（X）+（Y）-> Z

```
WORD_ADD    MACRO   X,  Y,  Z
            MOV     AX,   X
            ADD     AX,   Y
            MOV     Z,    AX
            ENDM
```

特别注意：ENDM前有什么？

11.5.1 宏定义

宏定义中注意的问题：

(1)宏段的结束处，没有宏指令名

(2)形参可有可无，有多个时，之间以逗号分隔

(3)ENDM与MACRO必须成对出现

(4)宏名字可以与其它变量、标号、保留字同名，汇编程序在处理时，宏名字优先级最高，利用这一特点，可设计新的指令系统。

(5)宏指令在使用之前要先定义，与子程序可写在调用指令后不同。

11.5.2 宏调用

调用格式：宏指令名 [实在参数[，实在参数]]

（1）宏指令名要与原宏定义的名字一致；

（2）实参与形参应按位置关系一一对应：

a. 实参个数多于形参，多余实参被忽略；

b. 实参个数小于形参，缺少的实参被处理为空白（没有字符）。

11.5.2 宏调用

```
WORD_ADD    MACRO   X,  Y,  Z
            MOV     AX,   X
            ADD     AX,   Y
            MOV     Z,    AX
            ENDM

        BUF1    DW    10,  30,  0
        BUF2    DW    20,  40,  0
        ……
        WORD_ADD    BUF1,  BUF1+2,  BUF1+4
          ……
        WORD_ADD    BUF2,  BUF2+2,  BUF2+4
```

11.5.2 宏调用

宏调用经汇编程序扩展后的形式

```
WORD_ADD   BUF1,  BUF1+2,  BUF1+4
    +   MOV    AX,   BUF1
    +   ADD    AX,   BUF1+2
    +   MOV    BUF1+4,  AX
    ……
WORD_ADD   BUF2,  BUF2+2,  BUF2+4
    +   MOV    AX,   BUF2
    +   ADD    AX,   BUF2+2
    +   MOV    BUF2+4,   AX
```

11.5.2 宏调用

printf 函数会改变一些寄存器的值，写一个不改变寄存器的宏，方便使用

```
PRINT_MYSELF MACRO A, B
        PUSHAD
        invoke printf, A, B
        POPAD
        ENDM

.data
   x dd -3
   y dd 5
   outfmt db '%d ',0dh,0ah,0

 PRINT_MYSELF  offset outfmt,   x
```

11.5.2 宏调用

```
.data
  x dd -3
  y dd 5
  outfmt db '%d  %d', 0dh,0ah,0
invoke printf, offset outfmt,  x, y
```

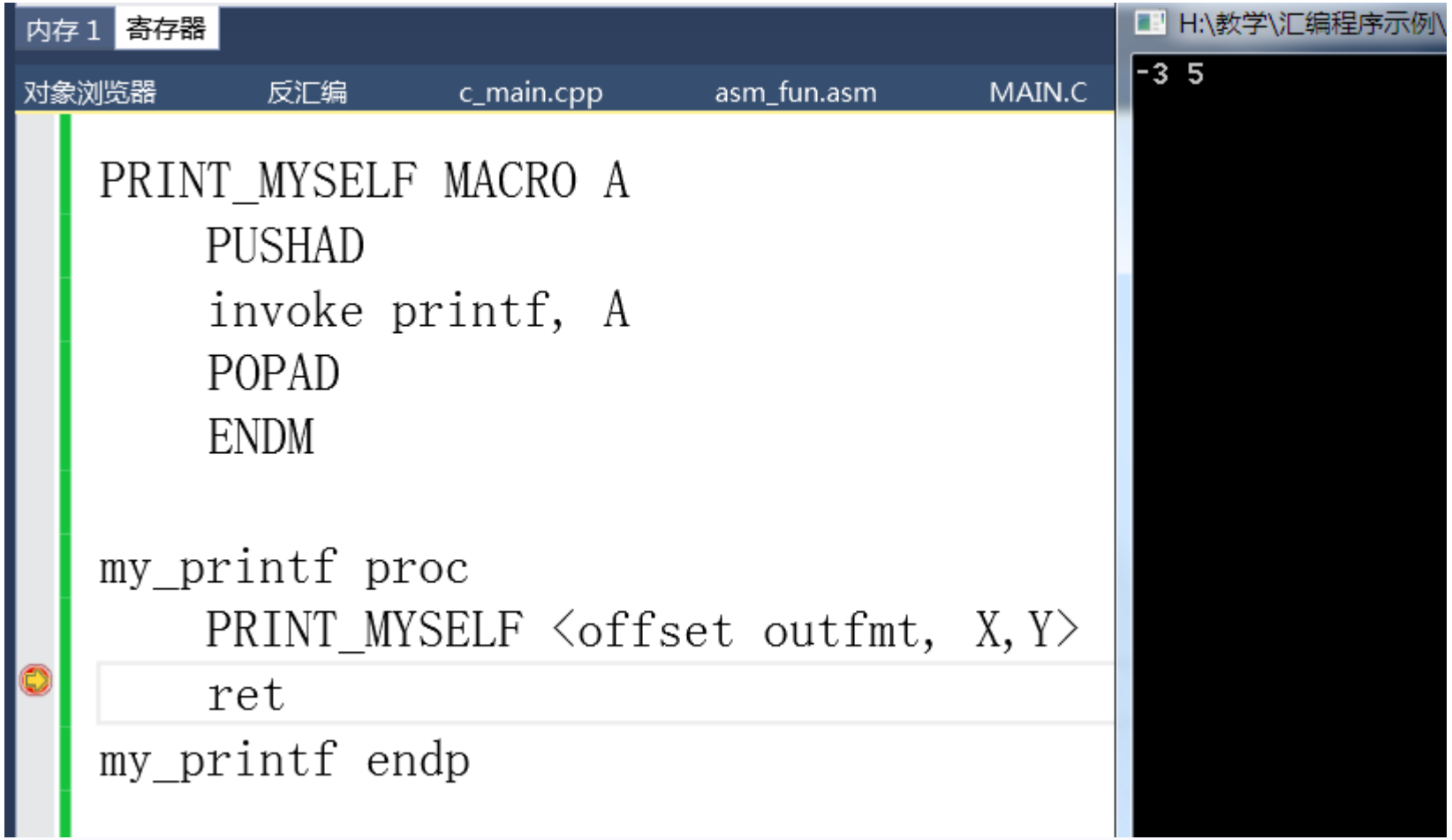
参数个数不定

```
PRINT_MYSELF MACRO A
     PUSHAD
     invoke printf, A
     POPAD
     ENDM
```

带间隔符的参数，用<...>

```
PRINT_MYSELF  <offset outfmt,  x, y>
```

11.5.2 宏调用


内存 1
寄存器
对象浏览器
反汇编
c_main.cpp
asm_fun.asm
MAIN.C
PRINT_MYSELF MACRO A
PUSHAD
invoke printf, A
POPAD
ENDM
my_printf proc
PRINT_MYSELF <offset outfmt, X,Y>
ret
my_printf endp
H:\教学\汇编程序示例\
-3 5

11.5.2 宏调用

定义一个宏，求两个无符号的字数据中的大者放在第三个参数中

```
MAX_NUM   MACRO A,  B,  R
      MOV   AX,  A
      MOV   BX,  B
      CMP   AX,  BX
      JAE    L1
      XCHG  AX,  BX
L1:   MOV   R,    AX
      ENDM

MAX_NUM   BUF,BUF+2,BUF+4
MAX_NUM   BUF,BUF+2,BUF+4
```

Symbol redefinition :L1

11.5.2 宏调用

```
MAX_NUM   MACRO A,  B,  R
      LOCAL L1
      MOV   AX,  A
      MOV   BX,  B
      CMP   AX,  BX
      JAE    L1
      XCHG  AX,  BX
L1:   MOV   R,    AX
      ENDM

MAX_NUM   BUF, BUF+2, BUF+4
MAX_NUM   BUF, BUF+2, BUF+4
```

```
    MAX_NUM BUF,BUF+2,BUF+4
005582FA   mov          ax,word ptr [BUF (05C9014h)]
00558300   mov          bx,word ptr ds:[5C9016h]
00558307   cmp          ax,bx
0055830A   jae          ??0000 (055830Eh)
0055830C   xchg         ax,bx
0055830E   mov          word ptr ds:[005C9018h],ax
    MAX_NUM BUF,BUF+2,BUF+4
00558314   mov          ax,word ptr [BUF (05C9014h)]
0055831A   mov          bx,word ptr ds:[5C9016h]
00558321   cmp          ax,bx
00558324   jae          ??0000+1Ah (0558328h)
00558326   xchg         ax,bx
00558328   mov          word ptr ds:[005C9018h],ax
```

11.5.3 宏指令与子程序的比较

- 处理时间不同
- 处理方式不同
- 目标程序的长度不同
- 执行速度不同
- 参数传递方式不同

11.6 可执行文件的格式

- 运行在Windows操作系统下的可执行二进制文件采用PE（Portable Executable，可移植的执行体）格式。
- 分析二进制的执行文件，可以了解各种信息的存放规律，探索文件格式设计的奥秘。
- 对于分析和防治PE文件病毒、文件加密和解密任务，则需要更深入地掌握PE文件格式。

11.6 可执行文件的格式

華中科技大學

PEViewer