汇编语言与逆向技术

第4章 数据传送与寻址

上一章课件的反馈

- MASM内部以数据位的个数定义了多种数据类型
  - BYTE，db，8位
  - WORD，dw， 16位
  - DWORD，dd， 32位
  - QWORD ，dq，64

上一章课件的反馈

- ./ 与 .\ 执行问题
- 控制台权限-> 右键空白处-> 在终端打开
- Lib文件夹空白 -> 重新下载
- MASM编译 -> project-> console build all
- Include masm.inc user32.inc || includelib masm.lib user32.lib
- 安装多个MASM导致路径混淆

- 助教：王乾潞
- 助教邮箱：1711383@mail.nankai.edu.cn

本章知识点

1. 数据传送指令
2. 加法和减法
3. 和数据相关的操作符和伪指令
4. 间接寻址
5. 1711383@mail.nankai.edu.cn

1. 数据传送指令

汇编语言与高级语言

- 汇编语言与高级语言最根本的不同之处在于，程序员必须掌握内存中的数据存储和机器与系统相关的大量细节
- 汇编语言给了程序员极大的自由，可以直接与机器对话，不需要依靠各种“翻译人员”

指令

- 一条汇编语句
  - 标号（identifier）
  - 指令助记符（操作码opcode）
  - 操作数（oprand）
  - 注释（comment）

操作数类型

- 立即数（immediate）
  - mov eax, 10h
- 寄存器（register）
  - inc eax
- 内存（memory）
  - mov eax, [ebp+8]

寄存器操作数的简写符号

- r8，8位通用寄存器
- r16，16位通用寄存器
- r32，32位通用寄存器
- reg，任意的通用寄存器
- sreg，16位段寄存器

多选题 10分

设置

下列哪些是32位通用寄存器？

A EIP

B EAX

C EFLAGS

D CS

E AX

提交

南開大學 Nankai University

立即数操作数的简写符号

- imm，8位、16位或32位立即数
- imm8， 8位立即数
- imm16，16位立即数
- imm32，32位立即数

内存操作数的简写符号

- r/m8，8位通用寄存器或内存操作数
- r/m16，16位通用寄存器或内存操作数
- r/m32，32位通用寄存器或内存操作数
- mem，8位、16位、32位内存操作数

单选题 10分

设置

r32是什么类型操作数的简写符号

A 32位内存操作数

B 32位立即数

C 32位通用寄存器

D 段寄存器

提交

MOV指令

- mov指令从源操作数向目的操作数复制数据
  - mov destination，source
  - C++中，destination = source

MOV指令

- 两个操作数的尺寸必须一致
- 两个操作数不能同时为内存操作数
- 目的操作数不能是CS、EIP和IP
- 立即数不能直接送至段寄存器

mov指令

- **mov** — Move (Opcodes: 88, 89, 8A, 8B, 8C, 8E, ...)
- 语法
  - mov <reg>,<reg>
  - mov <reg>,<mem>
  - mov <mem>,<reg>
  - mov <reg>,<imm>
  - mov <mem>,<imm>
- 例子
  - mov byte ptr [var], 5

直接内存操作数

```
.data
    var1 DWORD 1000h ;
.code
    mov EAX, var1 ;
```

- 变量名（数据标号）
  - 数据段内偏移地址

内存寻址操作

- masm32使用方括号表示内存寻址操作
  - mov eax, [var1]
- 通常，直接内存操作数不使用中括号
  - mov eax, var1
- 涉及到算术表达式时，使用中括号
  - mov eax，[var1+5]

多选题 10分

设置

以下哪种MOV指令格式不符合规则

A mov mem, reg

B mov mem, imm

C mov mem, mem

D mov reg, mem

提交

主观题 10分

设置

```
.data
    var1 DWORD 0
    var2 DWORD 100h
.code
    ;?
    ; 如何将var2的数值赋值给var1
```

正常使用主观题需2.0以上版本雨课堂

作答

invalid instruction operands

```
.data
    var1 DWORD 1000h
    var2 DWORD 2000h

.code

start:
    mov eax, var1
    mov var1, var2
    invoke ExitProcess, 0

end start
```

```
D:\>\masm32\bin\ml /c /coff hello.asm
Microsoft (R) Macro Assembler Version 6.14.8444
Copyright (C) Microsoft Corp 1981-1997.  All rights reserve

 Assembling: hello.asm

**********
ASCII build
**********

hello.asm(29) : error A2070: invalid instruction operands
```

内存之间的数据移动

```
.data
    var1 DWORD 0
    var2 DWORD 100h
.code
    mov eax, var2
    mov var1, eax
```

整数的零扩展

- 复制尺寸较小的操作数到尺寸较大的操作数
- MOVZX指令(move with zero-extend)
  - movzx r32, r/m8
  - movzx r32, r/m16
  - movzx r16, r/m8

MOVSX

- MOVSX（move with sign-extend）符号扩展传送指令，最高位循环填充所有符号位
  - 有符号整数的存储空间扩展
  - movsx r32，r/m8
  - movsx r32，r/m16
  - movsx r16，r/m8

填空题 20分

设置

```
.data
    var1 BYTE 10h
.code
    movzx eax, var1
    movsx ebx, var1
```

eax寄存器的十六进制值是 [填空1]

ebx寄存器的十六进制值是 [填空2]

正常使用填空题需3.0以上版本雨课堂

作答

填空题 20分

设置

```
.data
    var1 BYTE 0A0h
.code
    movzx eax, var1
    movsx ebx, var1
```

eax寄存器的十六进制值是 [填空1]

ebx寄存器的十六进制值是 [填空2]

正常使用填空题需3.0以上版本雨课堂

作答

LAHF指令

- LAHF（load status flags into AH）指令把EFLAGS寄存器的低字节复制到AH寄存器
  - 符号标志（SF）
  - 零标志(ZF)
  - 辅助进位标志(AF)
  - 奇偶标志(PF)
  - 进位标志(CF)

SAHF指令

- SAHF（store AH into status flags）指令复制AH寄存器的值至EFLAGS寄存器的低字节（LAHF的逆过程）
  - 修改CPU的符号标志（SF）、零标志(ZF)、辅助进位标志(AF)、奇偶标志(PF)、进位标志(CF)

XCHG指令

- XCHG（exchange data）指令交换两个操作数的内容
  - XCHG reg, reg
  - XCHG reg, mem
  - XCHG mem, reg

主观题 10分

设置

```
.data
    var1 DWORD 100h
    var2 DWORD 200h
.code
    ;?
    ; 如何交换var1和var2的值？
```

正常使用主观题需2.0以上版本雨课堂

作答

交换两个内存的值

```
.data
    var1 DWORD 100h
    var2 DWORD 200h
.code
    mov eax, var1
    xchg eax, var2
    mov var1, eax
```

直接偏移操作数

- 在变量名后面加上一个偏移值，创建直接偏移操作数
- 访问没有显式标号的内存

1）对于BYTE类型

```
arrayB  BYTE 10h,20h,30h,40h,50h
mov al,[arrayB+1]                    ; AL = 20h
```

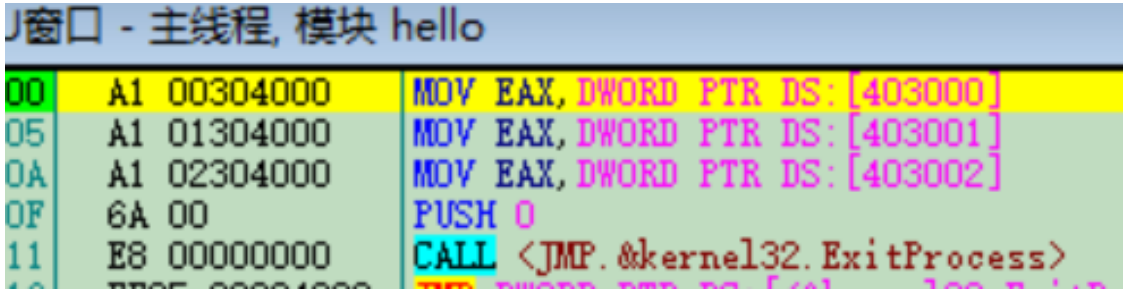
2）对于WORD类型

```
.data
arrayW WORD 100h,200h,300h
.code
mov ax,arrayW                        ; AX = 100h
mov ax,[arrayW+2]                    ; AX = 200h
```

直接偏移操作数

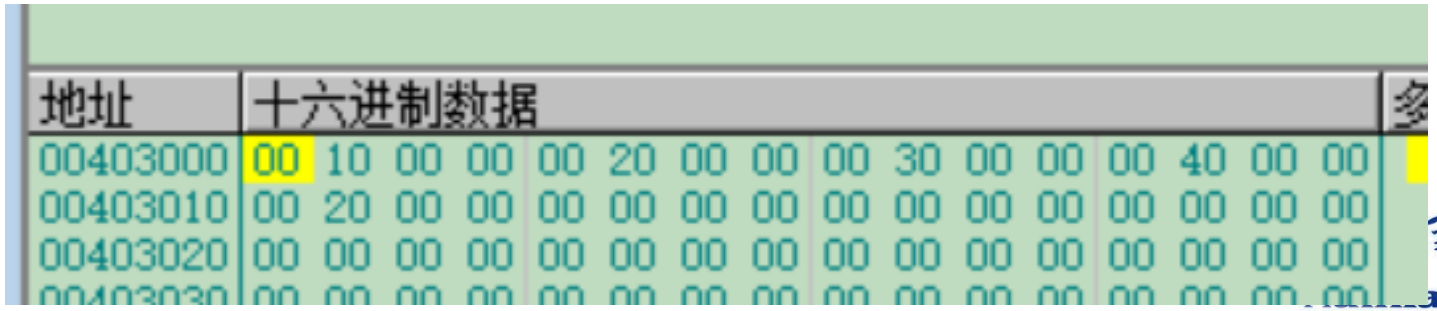
3）对于DWORD类型

```
.data
arrayD DWORD 10000h,20000h
.code
mov eax,arrayD                    ; EAX = 10000h
mov eax,[arrayD+4]                ; EAX = 20000h
```



若偏移不为 4个字节单位，如[var1+1]，注意小端字节序！

```
.data
   var1 DWORD 1000h, 2000h, 3000h, 4000h
.code
start:
   mov eax, var1
   mov eax, [var1+1]
   mov eax, [var1+2]
   invoke ExitProcess, 0
```



填空题 10分

设置

```
.data
    var1 DWORD 1000h, 2000h, 3000h
.code
    mov eax, [填空1] ; 如何访问没有显式标号的内存值2000h
```

正常使用填空题需3.0以上版本雨课堂

作答

南開大學 Nankai University

2. 加减指令

INC指令

- INC（increment）指令从操作数中加1
- 语法
  - inc <reg>

    inc <mem>
- 例子
  - inc eax
  - inc [var1+4]

DEC指令

- DEC（decrement）指令从操作数中减1
- 语法

  dec <reg>

  dec <mem>

- 例子

  dec eax

  dec [var1+4]

ADD指令

- ADD指令将同尺寸的源操作数和目的操作数相加

  add <reg>,<reg>

  add <reg>,<mem>

  add <mem>,<reg>

  add <reg>,<imm>

  add <mem>,<imm>

- 相加的结果存储在目的操作数中
  - ADD 目的操作数，源操作数
  - 影响标志位CF、ZF、SF、OF、AF、PF

SUB指令

- SUB指令将源操作数从目的操作数中减掉

  sub <reg>,<reg>

  sub <reg>,<mem>

  sub <mem>,<reg>

  sub <reg>,<imm>

  sub <mem>,<imm>

- SUB 目的操作数， 源操作数
- 影响的标志位有CF、ZF、SF、OF、AF、PF

NEG指令

- NEG（negate）指令通过将数字转换为对应的补码：按位求反，末位加1
  - neg <reg>

    neg <mem>
- 影响的标志位：CF、ZF、SF、OF、AF、PF

填空题 10分

设置

.data

var1 DWORD 1000h

.code

neg var1; NEG操作之后，var1的十六进制值是

[填空1]

正常使用填空题需3.0以上版本雨课堂

作答

南開大學 Nankai University

3. 和数据相关的操作符和伪指令

数据相关的伪指令

- BYTE、WORD、DWORD
- ALIGN伪指令
- LABEL伪指令

Data Allocation

ALIGN	FWORD	REAL8
BYTE	LABEL	REAL10
SBYTE	ORG	TBYTE
DWORD	QWORD	WORD
SDWORD	REAL4	SWORD
EVEN		

数据相关的操作符（Operator）

- PTR操作符
- TYPE操作符
- LENGTHOF操作符
- SIZEOF操作符
- OFFSET操作符

- OFFSET 操作符返回一个变量相对于其所在段开始的偏移。
- PTR 操作符允许重载变量的默认尺寸。
- TYPE 操作符返回数组中每个元素的大小（以字节计算）。
- LENGTHOF 操作符返回数组内元素的数目。
- SIZEOF 操作符返回数组初始化时占用的字节数。

OFFSET操作符

- OFFSET操作符返回数据标号的偏移地址
- 偏移地址表示标号距离数据段开始的距离
  - CS（代码段）的值一般是0，此时OFFSET等同内存虚拟地址

OFFSET操作符

```
    .data
        var1 DWORD 1000h
        var2 DWORD 2000h
    .code
start:
    mov eax, OFFSET var1
    mov ebx, OFFSET var2
    invoke ExitProcess, 0

end start
```

```
B8 00304000    MOV EAX,OFFSET 00403000
BB 04304000    MOV EBX,OFFSET 00403004
6A 00          PUSH 0
E8 01000000    CALL <JMP.&kernel32.ExitProcess>
```

单选题 10分

设置

OFFSET操作符获得的偏移地址占用几个字节？

A 1字节

B 2字节

C 3字节

D 4字节

提交

南開大學 Nankai University

ALIGN伪指令

- ALIGN指令将变量的位置按BYTE、WORD、DWORD边界对齐
  - ALIGN 边界值，可以是1、2、4、8或16（ a power of 2 ）
  - 对齐边界可以提升运算性能

ALIGN伪指令

```
.data
    var1 BYTE 10h, 20h
    var2 DWORD 0AAAAAAAAh
    ALIGN 4
    var3 DWORD 0BBBBBBBBh
```

地址	十六进制数据															
00403000	10	20	AA	AA	AA	AA	00	00	BB	BB	BB	BB	00	00	00	00
00403010	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
00403020	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
00403030	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
00403040	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00

ALIGN

- 当数据对齐时，跳过的空间填充0
- 当指令对齐时，跳过的空间填充NOP指令

单选题 10分

设置

判断题：ALIGN伪指令可以对代码段的指令进行对齐操作。

A 正确

B 错误

提交

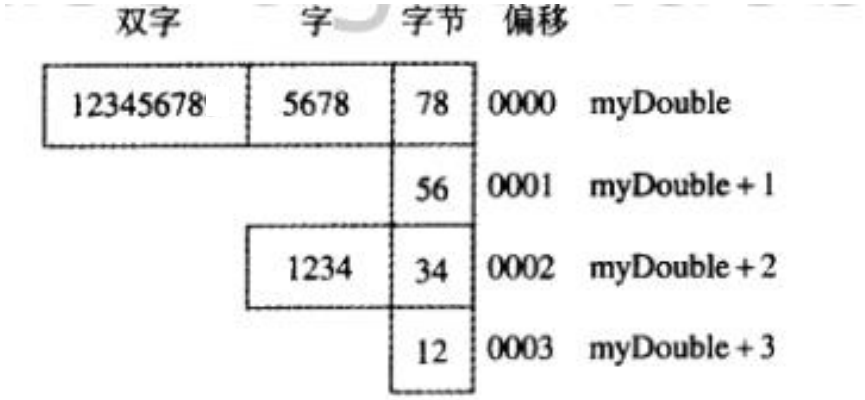
PTR操作符

- PTR操作符可以重载操作数声明的默认尺寸

```
    .data
        var1 DWORD 12345678h

    .code
start:
    movzx eax, BYTE PTR var1
    movzx ebx, BYTE PTR [var1+1]
    invoke ExitProcess, 0
```

PTR[var1+1]，注意小端字节序!



填空题 10分

设置

```
.data
        var1 DWORD 12345678h
.code
        movzx eax, BYTE PTR var1

; 寄存器eax的十六进制值是 [填空1]
```

正常使用填空题需3.0以上版本雨课堂

作答

南開大學 Nankai University

设置

```
.data
        var1 WORD 1234h
        var2 WORD 5678h
.code
        mov eax, DWORD PTR var1
; 寄存器eax的十六进制值是 [填空1]
```

正常使用填空题需3.0以上版本雨课堂

作答

TYPE操作符

- TYPE操作符返回变量的字节数

```
.data
    var1 BYTE 0
    var2 WORD 0
    var3 DWORD 0
.code
    mov eax, TYPE var2
```

LENGTHOF操作符

- LENGTHOF操作符计算数组中元素的数目，元素由出现在同一行的值定义

```
.data
    var1 DWORD   0，1，2，3
.code
    mov eax, LENGTHOF var1
```

LENGTHOF操作符

跨多行数据，只会计算第一行

```
.data
    var1  DWORD   0，  1，  2，3
          DWORD   4，  5，  6，7
.code
    mov eax, LENGTHOF var1
```

LENGTHOF操作符

```
.data
    var1 DWORD  0，  1，  2，3,
                        4，  5，  6，7
.code
    mov eax, LENGTHOF var1
```

- 第一行的最后加一个逗号，连接下一行的初始值

SIZEOF操作符

- SIZEOF操作符的返回值等于LENGTHOF和TYPE返回值的乘积，即总字节数（如下总字节数为32）

```
.data
    var1 DWORD  0，  1，  2，3,
                        4，  5，  6，7
.code
    mov eax, SIZEOF var1
```

LABEL伪指令

- LABEL伪指令允许插入一个标号，并赋予其尺寸属性而无须分配任何实际的存储空间。
- 为数据段内其后定义的变量提供一个别名，以及一个重定义的尺寸

LABEL伪指令

```
.data
        dw_var LABEL DWORD
        var1 WORD 1234h
        var2 WORD 5678h
.code
    mov eax, dw_var
```

eax等于56781234h

填空题 10分

设置

```
.data
        w_var LABEL WORD
        var1 DWORD 12345678h
.code
    movzx eax, w_var
    ; eax的十六进制值是 [填空1]
```

正常使用填空题需3.0以上版本雨课堂

作答

南開大學 Nankai University

4. 间接寻址

间接寻址

- 用寄存器作为指针并控制该寄存器的值称为间接寻址
- 如果一个操作数使用的是间接寻址，就称之为间接操作数

间接操作数

- 任何一个 32 位通用寄存器（EAX、EBX、ECX、EDX、ESI、EDI、EBP 和 ESP）加上方括号就能构成一个间接操作数

主观题 10分

设置

“inc [eax]”指令在编译的时候为什么会出错？

正常使用主观题需2.0以上版本雨课堂

作答

间接操作数

```
: error A2023: instruction operand must have size
```

- 规范格式为： INC reg/mem，需要寄存器值或内存值
- 无法对内存地址[eax]做inc：编译器无法看出操作数的大小，报错
- 解决方法：将PTR与eax结合，INC BYTE PTR [eax] 是允许的

间接操作数

```
.data
    val  DWORD 12345678h
.code
    mov esi, OFFSET val
    mov eax, DWORD PTR [esi]
```

间接操作数

```
.data
array_dw DWORD 10000h, 20000h, 30000h
.code
mov esi, OFFSET array_dw
mov eax, [esi] ;（第一个数）
add esi, 4
add eax, [esi] ;（第二个数）
add esi, 4
add eax, [esi] ;（第三个数）
```

- 数组的典型操作

变址操作数

- 变址操作数把常量和寄存器相加以得到一个有效地址
- 任何32位通用寄存器都可以作为变址寄存器
  - constant[*reg*]
  - [constant+*reg*]

变址操作数

```
.data
array_dw DWORD 10000h, 20000h, 30000h
.code
mov esi, 0
mov eax, array_dw[esi] ;（第一个数）
add esi, 4
add eax, array_dw[esi] ;（第二个数）
add esi, 4
add eax, array_dw[esi] ;（第三个数）
```

- 寄存器作为索引值

变址操作数

```
.data
array_dw DWORD 10000h, 20000h, 30000h
.code
mov esi, OFFSET array_dw
mov eax,  [esi] ;（第一个数）
add eax, [esi+4] ;（第二个数）
add eax, [esi+8] ;（第三个数）
```

- 寄存器作为基址值

变址操作数的比例因子

```
.data
array_dw DWORD 10000h, 20000h, 30000h
.code
mov esi, 0
mov eax, array_dw[esi*TYPE array_dw]
mov esi, 1
add eax, array_dw[esi* TYPE array_dw]
mov esi, 2
add eax, array_dw[esi* TYPE array_dw]
```

- 寄存器作为索引比例

其他寻址方式

- 直接寻址

```
mov ax,[2000]

mov ax ,es:[2000]
```

- 基址变址

Mov ax,[bx+si] 等价于 mov ax, [bx][si]

- 相对基址变址

Mov ax,1000h[bx+si] 等价于 mov ax, 1000h[bx][si] 等价于 mov ax, [1000h+bx+si]

指针

- 如果一个变量包含另一个变量的地址，则该变量称为指针

指针

```
.data
array_b   BYTE  10h, 20h, 30h, 40h
array_w  WORD 1000h, 2000h, 3000h
ptr_b   DWORD  array_b ; 变量的标号表示地址，与mov赋值不同，赋值时默认[array_b]
ptr_w  DWORD  array_w
```

指针

```
.data
array_b  BYTE  10h, 20h, 30h, 40h
array_w  WORD 1000h, 2000h, 3000h
ptr_b  DWORD OFFSET array_b   ; 变量地址的标号同样表示地址，关系更清晰
ptr_w  DWORD OFFSET array_w
```

指针

- 32位模式下的NEAR指针和FAR指针
- **NEAR指针（课程使用NEAR指针）**
  - 相对数据段开始的32位偏移地址
- FAR指针
  - 48位的段选择子-偏移地址

TYPEDEF操作符

- TYPEDEF操作符允许创建用户自定义的类型，适合创建指针变量
  - PBYTE TYPEDEF PTR BYTE ;字节指针
  - PWORD TYPEDEF PTR WORD ;字指针
  - PDWORD TYPEDEF PTR DWORD ;双字指针

TYPEDEF操作符

```
PADWORD TYPEDEF PTR DWORD

.data

        array1 DWORD 1000h, 2000h, 3000h, 4000h

        ptr1 PADWORD array1
```

单选题 10分

设置

PBYTE TYPEDEF PTR BYTE
.data
var1 BYTE 10h
ptr1 PBYTE var1 ; 变量ptr1的尺寸？

A 1 BYTE

B 2 BYTE

C 3 BYTE

D 4 BYTE

提交

南開大學 Nankai University