SMC技术

SMC，即Self Modifying Code，动态代码加密技术，指通过修改代码或数据，阻止别人直接静态分析，然
后在动态运行程序时对代码进行解密，达到程序正常运行的效果。

VirtualProtect 函数通常用于代码自加密的场景。代码自加密是一种保护代码不被轻易逆向分析的技术，
通过在程序运行时动态地修改代码的内存保护属性，使得代码在执行时可以被修改和执行，但在不执行时则
不能被读取或修改。

在linux系统中，可以通过mprotect函数修改目标内存的权限
在Windows系统中，VirtualProtect函数实现内存权限的修改
因此也可以观察是否有这俩个函数来判断是否进行了SMC

SMC一般有俩种破解方法，第一种是找到对代码或数据加密的函数后通过idapython写解密脚本。第二种是动
态调试到SMC解密结束的地方dump出来。

堆栈平衡

// 堆栈不平衡问题出现原因
  one：一般是程序代码有一些干扰代码，让IDA的反汇编分析出现错误。比如用push + n条指令 + retn来
实际跳转，而IDA会以为retn是函数要结束，结果它分析后发现调用栈不平衡，因此就提示sp analysis failed.
  two：还有一些比如编译器优化，因为ida是用retn指令来识别函数结束的，如果函数不是以这种方式结束，
IDA就会分析为栈不平衡。也就是IDA找不到函数结束的位置。

// 堆栈平衡原理
1、概念解释
  函数返回时，堆栈需要恢复到调用前的状态
2、平衡的重要性
  避免内存访问错误和程序崩溃
  保证程序的正常执行逻辑
3、平栈的方式
  外平栈（cdecl）
    在 cdecl 调用约定中，参数也是从右往左一次压入堆栈，但堆栈平衡由调用者在函数返回后负责清理
  内平栈（stdcall）

stdcall 是内平栈，既有被调用函数在返回前负责清理堆栈，通过调整栈指针来移除压入栈中的参数

下面简单举个例子，让大家更深刻的了解堆栈平衡的概念

汇编中的函数调用中栈的工作过程

```
// 下面以汇编的角度来解释函数调用的过程，这里就以上面视频中的例子为例
  A_Func(5,6); // 这里main函数要调用A_Func函数，参数为5和6，此时假设esp的值为0x1000
  push 6 // 参数先入栈，顺序为从右往左
  push 5 // 此时 esp 因为加入了了两个int类型参数，所以变成了0x1000-8
  call A_Func // call指令做的操作相当于把当前的eip值压入栈中（也就是call指令的下一条指令地址），并跳转到A_Func函的入口地址
  add esp, 8 // 这一步做的就是平栈操作，把刚才压入栈中的参数弹出，恢复esp的原值，此时esp的值为0x1000

// 以上就是堆栈平衡的过程，简单来说就是调用函数前后堆栈的状态要保持一致。
// 在调用函数时，会先将参数从右到左依次压入栈中，然后 call 跳转到被调用函数（压入call指令的
//下一个指令的地址），在被调用函数中在进行 push ebp; 等操作。我们可以 F9 步过call指令，会发
// 现 ESP又恢复了参数压入之前的数值，这就是堆栈平衡。
```

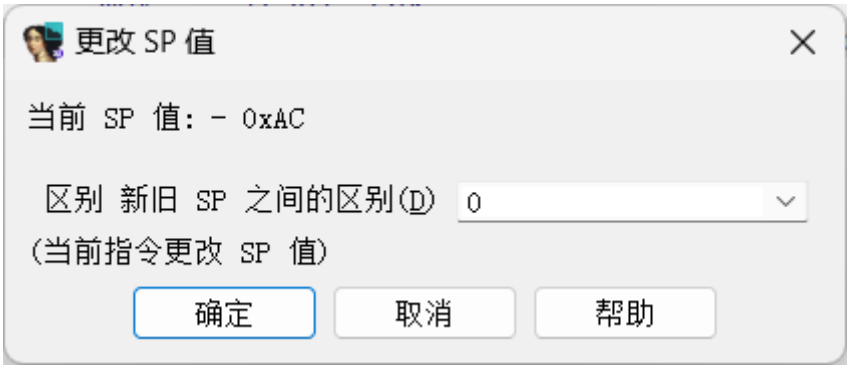
网鼎杯2020jocker


```
// 利用Exeinfo查看文件的PE信息，可以知道文件是 32为无壳程序，利用IDA Pro打开
Shift+F12 进入字符串窗口 -> 看到关键字"please input you flag:"，双击进入 -> Ctrl+x查看交叉引用 -> 从而定位到main函数
// 利用IDA打开，出现 positive sp value has been detected, the output may be wrong!
```

// 出现了栈不平衡的问题，导致ida无法生成代码。
选项 -> 常规 -> 堆栈指针（查看栈帧变换）

```
.text:0040180A 0AC                add     eax, offset __Z7encryptPc ; encrypt(char *)
.text:0040180F 0AC                mov     edx, [ebp+var_C]
.text:00401812 0AC                add     edx, offset __Z7encryptPc ; encrypt(char *)
.text:00401818 0AC                movzx   edx, byte ptr [edx]
.text:0040181B 0AC                xor     edx, 41h
.text:0040181E 0AC                mov     [eax], dl
.text:00401820 0AC                add     [ebp+var_C], 1
.text:00401824
.text:00401824     loc_401824:                            ; CODE XREF: _main+DF↑j
.text:00401824 0AC                cmp     [ebp+var_C], 0BAh
.text:0040182B 0AC                jle     short loc_401807
.text:0040182D 0AC                lea     eax, [ebp+Destination]
.text:00401830 0AC                mov     [esp], eax
.text:00401833 0AC                call    near ptr __Z7encryptPc ; encrypt(char *)
.text:00401838 -485C              test    eax, eax
.text:0040183A -485C              setnz   al
.text:0040183D -485C              test    al, al
.text:0040183F -485C              jz      short loc_40184C
.text:00401841 -485C              lea     eax, [ebp+Destination]
.text:00401844 -485C              mov     [esp], eax      ; char *
.text:00401847 -485C              call    __Z7finallyPc   ; finally(char *)
.text:0040184C
.text:0040184C     loc_40184C:                            ; CODE XREF: _main+119↑j
.text:0040184C -B209              mov     eax, 0
.text:00401851 -B209              mov     ecx, [ebp+var_4]
.text:00401854 -B209              leave
.text:00401855 000                lea     esp, [ecx-4]
.text:00401858 008                retn
.text:00401858     _main          endp ; sp-analysis failed
.text:00401858
.text:00401858     ; ---------------------------------------------------------------------------
.text:00401859                    align 10h
00000C2B 0040182B: _main+105
```

可以看到，箭头指的两个地方栈偏移都出了问题，应该在call完之后都会平栈，也就是应该都是0AC才对，
我们有快捷键 alt+k 将偏移改为0



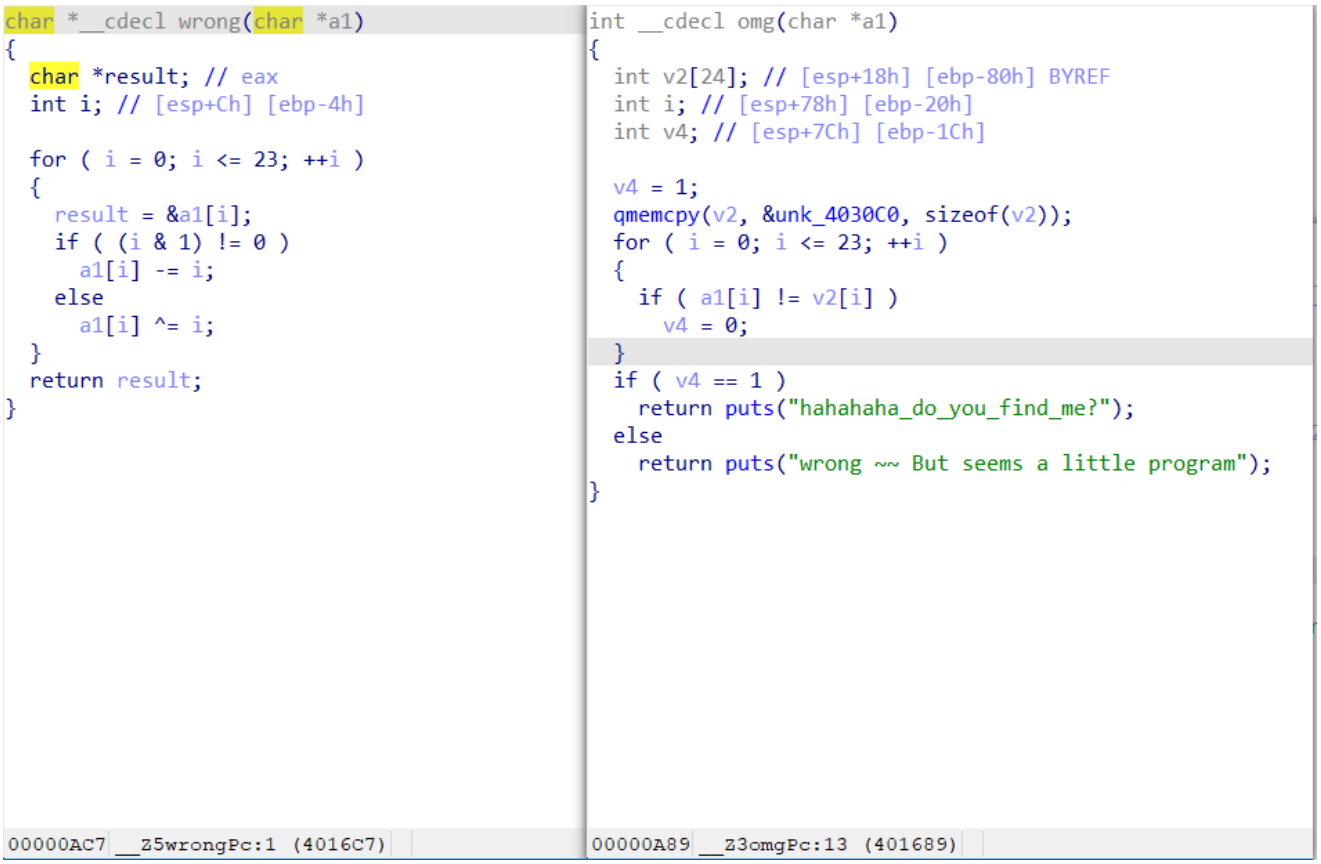
然后F5返回main函数可以发现报错没了

```
int __cdecl main(int argc, const char **argv, const char **envp)
{
  char Str[50]; // [esp+12h] [ebp-96h] BYREF
  char Destination[80]; // [esp+44h] [ebp-64h] BYREF
  DWORD flOldProtect; // [esp+94h] [ebp-14h] BYREF
  size_t v7; // [esp+98h] [ebp-10h]
  int i; // [esp+9Ch] [ebp-Ch]

  __main();
  puts("please input you flag:");
  if ( !VirtualProtect(encrypt, 0xC8u, 4u, &flOldProtect) )
    exit(1);
  scanf("%40s", Str);
  v7 = strlen(Str);
  if ( v7 != 24 )
  {
    puts("Wrong!");
    exit(0);
  }
  strcpy(Destination, Str);
  wrong(Str);
  omg(Str);
  for ( i = 0; i <= 186; ++i )
    *((_BYTE *)encrypt + i) ^= 0x41u;
  if ( encrypt(Destination) )
    finally(Destination);
  return 0;
}
```

```
00000C47 _main:26 (401847)
```

先简单分析代码，可以知道输入字符串长度为24，这里还有 VirtualProtect 函数，可以猜测用到了SMC技术，
加密了encrypt()函数，并在倒数第6行动态解密encrypt()函数。中间还有一个将输入的Str字符串赋值给了
Destination变量。
然后就是，Str经过wrong()函数和omg()函数，接下来我们进入看看，具体做了那些操作。

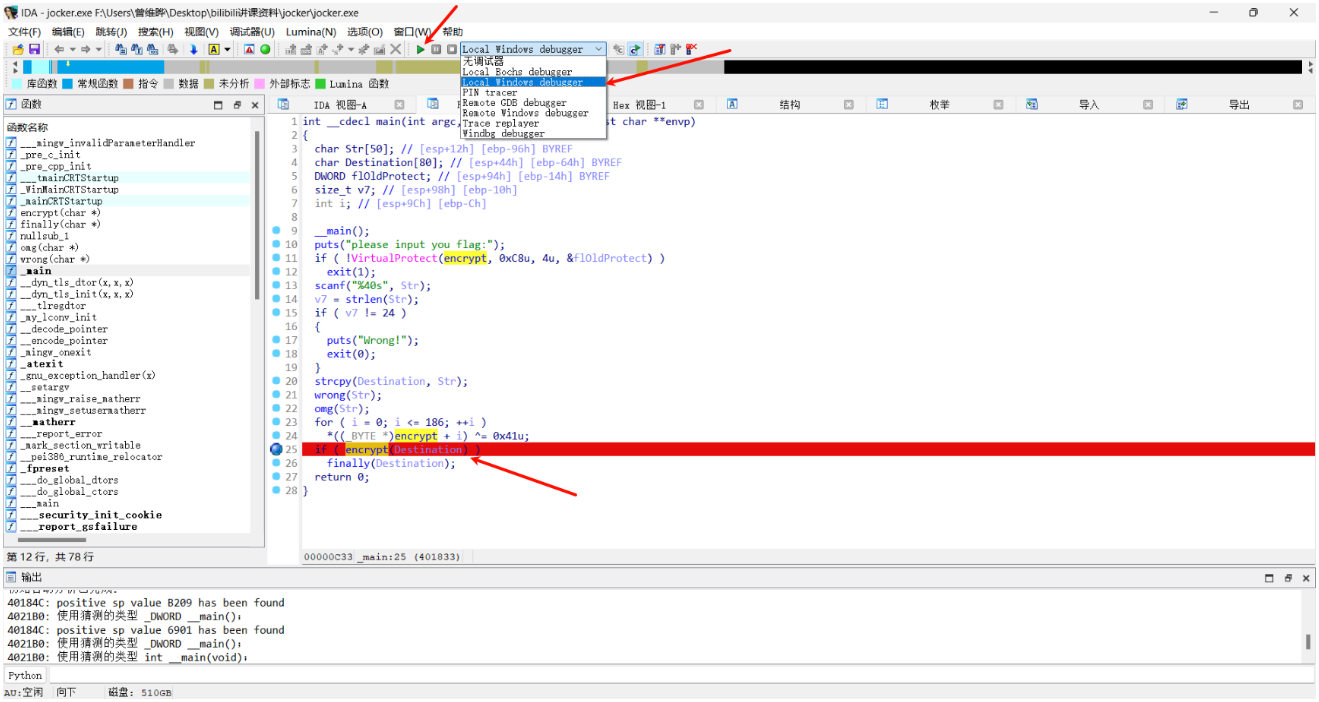


首先，wrong()函数的主要操作就是，遍历输入的Str字符串，若下标i为奇数，该元素就与下标做减法。相反
若是偶数，则该元素与下标做异或。

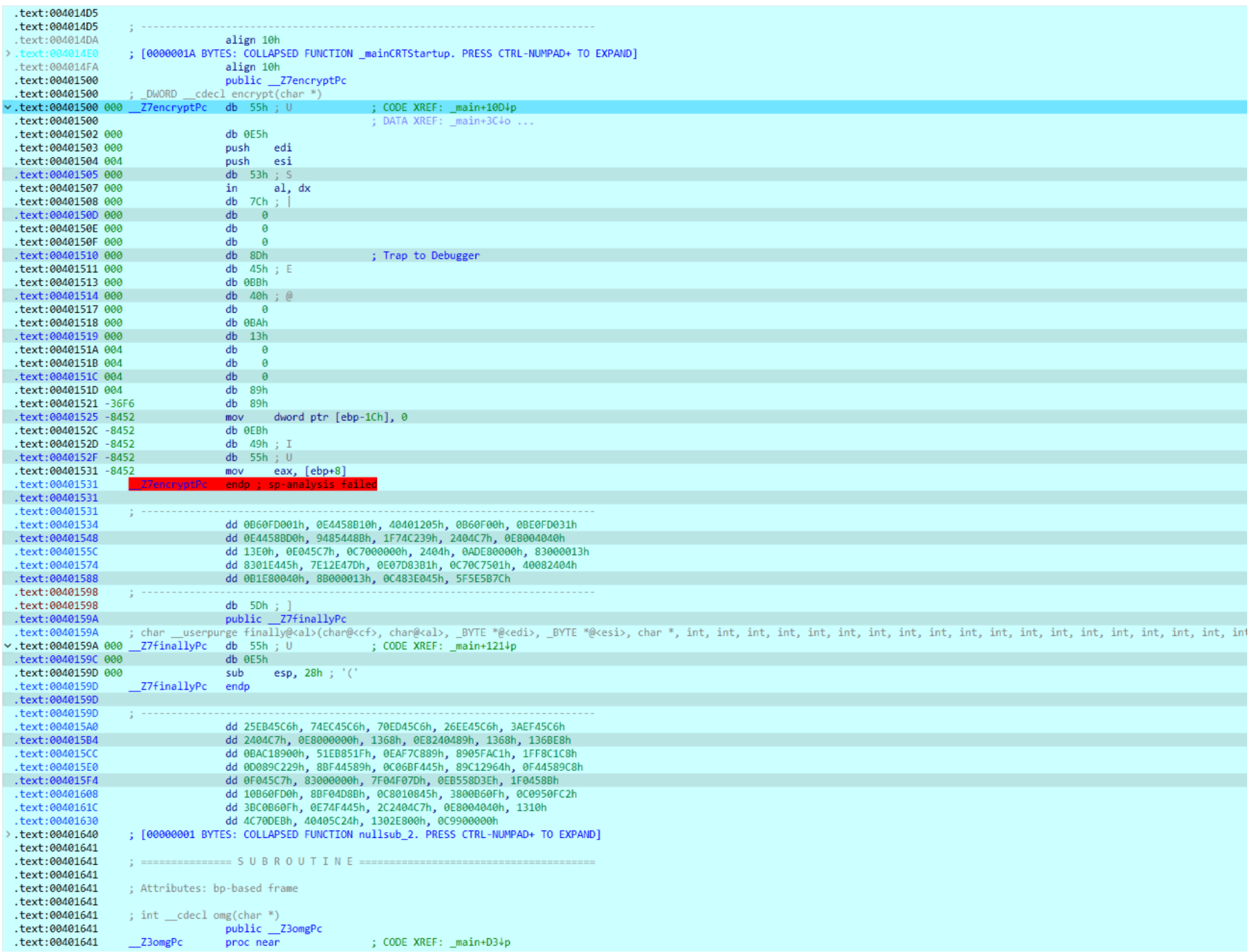
最后omg()函数就是比较，经过处理后的Str字符串与&unk_4030c0的字符串进行比较，若相同则输入正确，反
之错误。

但是得出来的flag是错误的，真正的加密在encrypt()函数中，我们需要找到这个函数。但是encrypt()函数
由于堆栈不平衡反汇编不出来，且是用到SMC技术的，所以我们这里用动态调试的方式来解决这些问题。

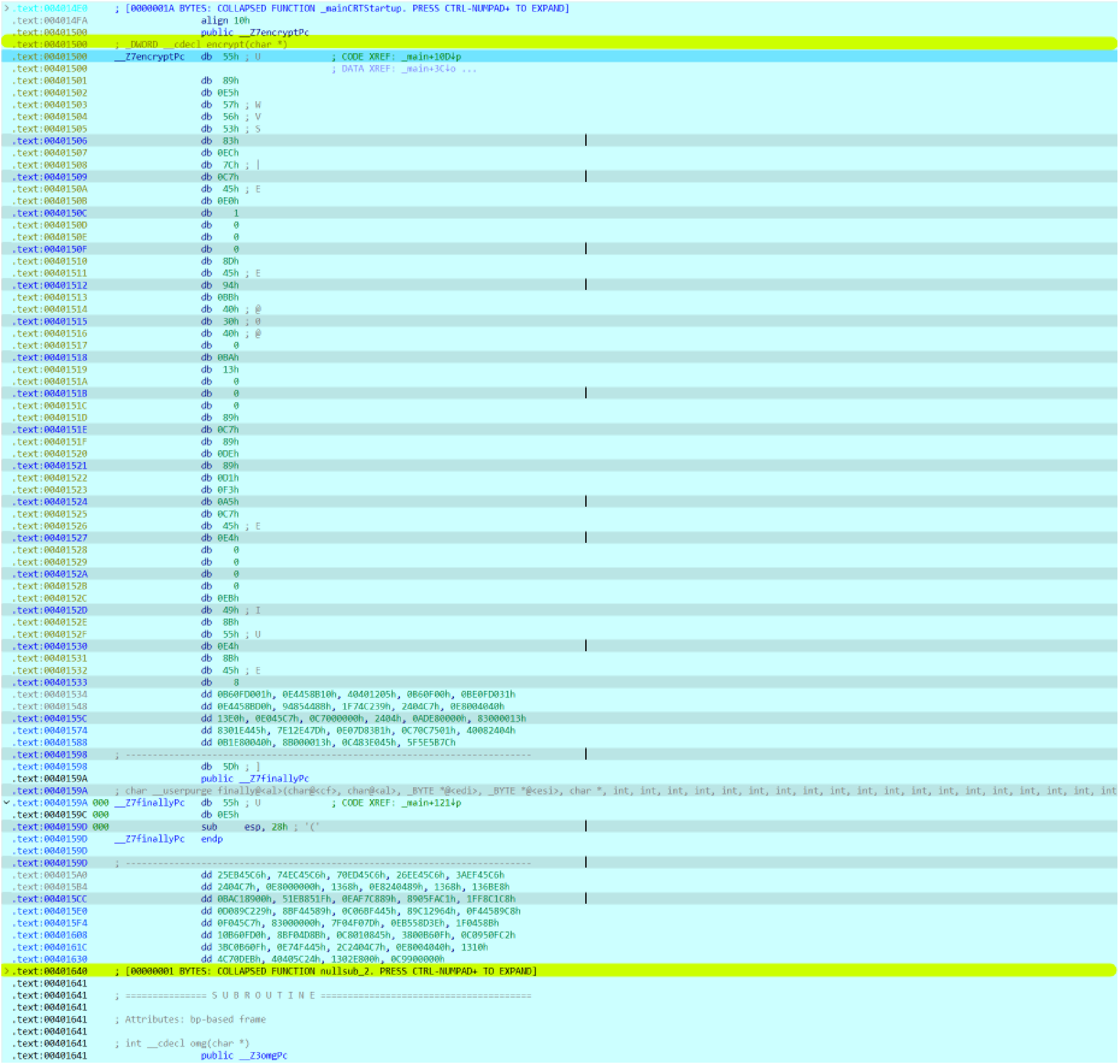
正片开始



根据上图下好断点后，进入动态调试之后，随便输入24位字符串aaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaa。点击上方的视图 -> 选择反汇编窗口 -> 然后按 F7 单步执行进入encrypt()函数。可以看到红线下面还有一段
代码它不属于任何函数中，应该就是ida识别错误。



点击__Z7encryptPc 先用U将其设为无定义



再按 c 声明为代码段（对黄色线条之内的数据），点击 F(强制) + yes，最后返回点击 __Z7encryptPc 用 P 将
其设置为函数，然后 F5 / Tab 键来到反汇编界面，encrypted函数就被修复了，最后就是 finally函数，直接对
loc_40159A按 P 即可

//sub_40159A:
含义：sub_40159A 通常表示一个完整的函数（subroutine），位于地址 0x40159A。
命名习惯：sub_ 前缀加上地址的形式通常用于自动命名 IDA 识别的函数。例如 sub_40159A 表示 IDA 认为从
0x40159A 地址开始是一段独立的代码，符合函数的结构。

//loc_40159A:
含义：loc_40159A 表示一个代码标签（location），通常用于跳转或引用的位置，位于地址 0x40159A。

命名习惯：loc_ 前缀加上地址表示 IDA 识别的某个特定位置，作为代码段内的标签或局部跳转目标。

```
.text:00401599                retn
.text:00401599 __Z7encryptPc  endp
.text:00401599
.text:0040159A ; ---------------------------------------------------------------------------
.text:0040159A
.text:0040159A ; _DWORD __cdecl loc_40159A(char *)
.text:0040159A loc_40159A:                            ; CODE XREF: _main+121↓p
.text:0040159A                push    ebp
.text:0040159B                mov     ebp, esp
.text:0040159D                sub     esp, 28h
.text:004015A0                mov     byte ptr [ebp-15h], 25h ; '%'
.text:004015A4                mov     byte ptr [ebp-14h], 74h ; 't'
.text:004015A8                mov     byte ptr [ebp-13h], 70h ; 'p'
.text:004015AC                mov     byte ptr [ebp-12h], 26h ; '&'
.text:004015B0                mov     byte ptr [ebp-11h], 3Ah ; ':'
.text:004015B4                mov     dword ptr [esp], 0
.text:004015BB                call    _time
.text:004015C0                mov     [esp], eax
.text:004015C3                call    _srand
.text:004015C8                call    _rand
.text:004015CD                mov     ecx, eax
.text:004015CF                mov     edx, 51EB851Fh
.text:004015D4                mov     eax, ecx
.text:004015D6                imul    edx
.text:004015D8                sar     edx, 5
.text:004015DB                mov     eax, ecx
.text:004015DD                sar     eax, 1Fh
.text:004015E0                sub     edx, eax
.text:004015E2                mov     eax, edx
.text:004015E4                mov     [ebp-0Ch], eax
.text:004015E7                mov     eax, [ebp-0Ch]
.text:004015EA                imul    eax, 64h ; 'd'
.text:004015ED                sub     ecx, eax
.text:004015EF                mov     eax, ecx
.text:004015F1                mov     [ebp-0Ch], eax
.text:004015F4                mov     dword ptr [ebp-10h], 0
.text:004015FB                cmp     dword ptr [ebp-10h], 4
.text:004015FF                jg      short locret_40163F
.text:00401601                lea     edx, [ebp-15h]
.text:00401604                mov     eax, [ebp-10h]
.text:00401607                add     eax, edx
.text:00401609                movzx   edx, byte ptr [eax]
.text:0040160C                mov     ecx, [ebp-10h]
.text:0040160F                mov     eax, [ebp+8]
.text:00401612                add     eax, ecx
.text:00401614                movzx   eax, byte ptr [eax]
.text:00401617                cmp     dl, al
.text:00401619                setnz   al
.text:0040161C                movzx   eax, al
.text:0040161F                cmp     eax, [ebp-0Ch]
.text:00401622                jz      short loc_401632
.text:00401624                mov     dword ptr [esp], offset aIHideTheLastPa ; "I hide the last part, you will not succ"...
.text:0040162B                call    _puts
.text:00401630                jmp     short locret_40163F
.text:00401632 ; ---------------------------------------------------------------------------
.text:00401632
.text:00401632 loc_401632:                            ; CODE XREF: .text:00401622↑j
.text:00401632                mov     dword ptr [esp], offset aReallyDidYouFi ; "Really??? Did you find it?OMG!!!"
.text:00401639                call    _puts
.text:0040163E                nop
.text:0040163F
.text:0040163F locret_40163F:                         ; CODE XREF: .text:004015FF↑j
.text:0040163F                                        ; .text:00401630↑j
.text:0040163F                leave
.text:00401640                retn
.text:00401641
.text:00401641 ; =============== S U B R O U T I N E =======================================
.text:00401641
.text:00401641 ; Attributes: bp-based frame
.text:00401641
.text:00401641 ; _DWORD __cdecl omg(char *)
.text:00401641                public __Z3omgPc
.text:00401641 __Z3omgPc      proc near               ; CODE XREF: _main+D3↓p
```

完成以上步骤，encrypt()函数和finally()函数就被修复了。函数代码如下：

```
int __cdecl encrypt(char *a1)
{
  int v2[19]; // [esp+1Ch] [ebp-6Ch] BYREF
  int v3; // [esp+68h] [ebp-20h]
  int i; // [esp+6Ch] [ebp-1Ch]

  v3 = 1;
  qmemcpy(v2, &unk_403040, sizeof(v2));
  for ( i = 0; i <= 18; ++i )
  {
    if ( (a1[i] ^ Buffer[i]) != v2[i] )
    {
      puts("wrong ~");
      v3 = 0;
      exit(0);
    }
  }
  puts("come here");
  return v3;
}
```

00000900 __Z7encryptPc:1 (401500)

```
1  int __cdecl sub_40159A(char *a1)
2  {
3    unsigned int v1; // eax
4    char v3[9]; // [esp+13h] [ebp-15h] BYREF
5    int v4; // [esp+1Ch] [ebp-Ch]
6
7    strcpy(v3, "%tp&:");
8    v1 = time(0);
9    srand(v1);
10   v4 = rand() % 100;
11   v3[6] = 0;
12   *&v3[7] = 0;
13   if ( (v3[v3[5]] != a1[v3[5]]) == v4 )
14     return puts("Really??? Did you find it?OMG!!!");
15   else
16     return puts("I hide the last part, you will not succeed!!!");
17 }
```

0000099A sub_40159A:1 (40159A)

encrypt()函数：
可以看到就是将输入字符串的前19位与Buffer数组进行一对一异或，异或后的结果与v2数组一对一比较。
也就是说v2数组就是加密后的前19位字符串。

finally()函数：
不知道他在干嘛，但是根据网上资料知道，输入字符串后面5位应该是与某一个随机数进行异或得到v3。

```
# 解密脚本
hh = 'hahahaha_do_you_find_me?'
v2 = [0x0E, 0x0D, 0x9, 0x6, 0x13, 0x5, 0x58, 0x56, 0x3E, 0x6,0x0C, 0x3C, 0x1F, 0x57, 0x14, 0x6B, 0x57, 0x59, 0x0D]
flag = []
for i in range(19):
    flag.append(chr(v2[i] ^ ord(hh[i])))

v3 = [37, 116, 112, 38, 58]
key = ord('}') ^ 58
for i in range(5):
    flag.append(chr(v3[i] ^ key))
print(''.join(flag))
# flag{d07abccf8a410cb37a}
```