汇编语言与逆向技术实验报告

Lab5 - Reverse Engineering Challenge

学号：2112492 姓名：刘修铭 专业：信息安全

一、实验目的

1.熟悉静态反汇编工具 IDA Freeware；

2.熟悉反汇编代码的逆向分析过程；

3.掌握反汇编语言中的数学计算、数据结构、条件判断、分支结构的识别和逆向分析

二、实验原理

1.通过 IDA 可以得到二进制代码的反汇编代码，如图 1 和图 2 所示。

```
.text:00401000 ; ===========================================================================
.text:00401000
.text:00401000 ; Segment type: Pure code
.text:00401000 ; Segment permissions: Read/Execute
.text:00401000 _text           segment para public 'CODE' use32
.text:00401000                 assume cs:_text
.text:00401000                 ;org 401000h
.text:00401000                 assume es:nothing, ss:nothing, ds:_data, fs:nothing, gs:nothing
.text:00401000
.text:00401000 ; =============== S U B R O U T I N E =======================================
.text:00401000
.text:00401000
.text:00401000                 public start
.text:00401000 start           proc near
.text:00401000                 push    offset Format   ; "Please enter a challenge: "
.text:00401005                 call    ds:printf
.text:0040100B                 add     esp, 4
.text:0040100E                 push    offset Str
.text:00401013                 push    offset aS       ; "%s"
.text:00401018                 call    ds:scanf
.text:0040101E                 add     esp, 8
.text:00401021                 push    offset Str      ; Str
.text:00401026                 call    ds:strlen
.text:0040102C                 add     esp, 4
.text:0040102F                 cmp     eax, 6
.text:00401032                 jb      loc_40110D
.text:00401038                 push    offset aPleaseEnterThe ; "Please enter the solution: "
.text:0040103D                 call    ds:printf
.text:00401043                 add     esp, 4
.text:00401046                 push    offset dword_4030AD
.text:0040104B                 push    offset dword_4030A9
.text:00401050                 push    offset dword_4030A5
.text:00401055                 push    offset word_4030A1
.text:0040105A                 push    offset aUUUU    ; "%u-%u-%u-%u"
.text:0040105F                 call    ds:scanf
.text:00401065                 add     esp, 14h
.text:00401068                 cmp     eax, 4
.text:0040106B                 jb      loc_40111D
.text:00401071                 movzx   eax, byte_4030B2
.text:00401078                 movzx   ecx, byte_4030B4
.text:0040107F                 add     eax, ecx
.text:00401081                 movzx   ecx, byte_4030B5
.text:00401088                 add     eax, ecx
.text:0040108A                 cmp     eax, dword ptr word_4030A1
.text:00401090                 jnz     loc_40111D
00000400 00401000: start
```

图 1 challenge.exe 的反汇编代码

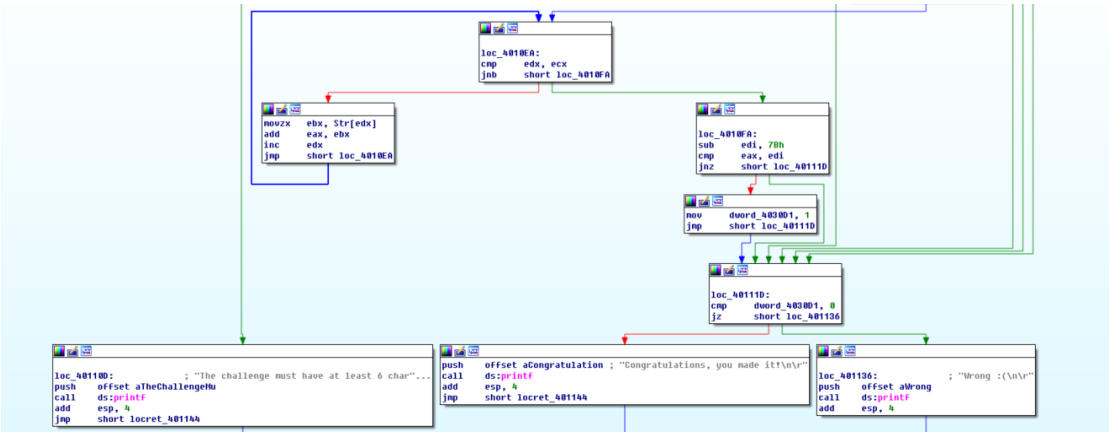


图 2 challenge.exe 的反汇编代码的图形化显示

2.不修改二进制代码，分析汇编代码的计算过程、条件判断、分支结构等信息，逆向推理出程序的正确输入数据，完成逆向分析挑战。

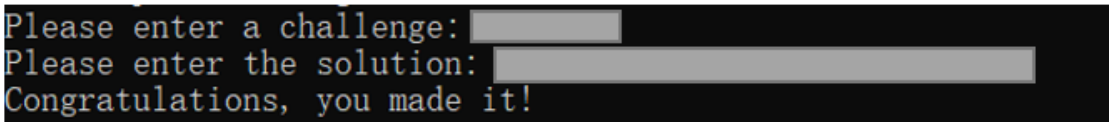
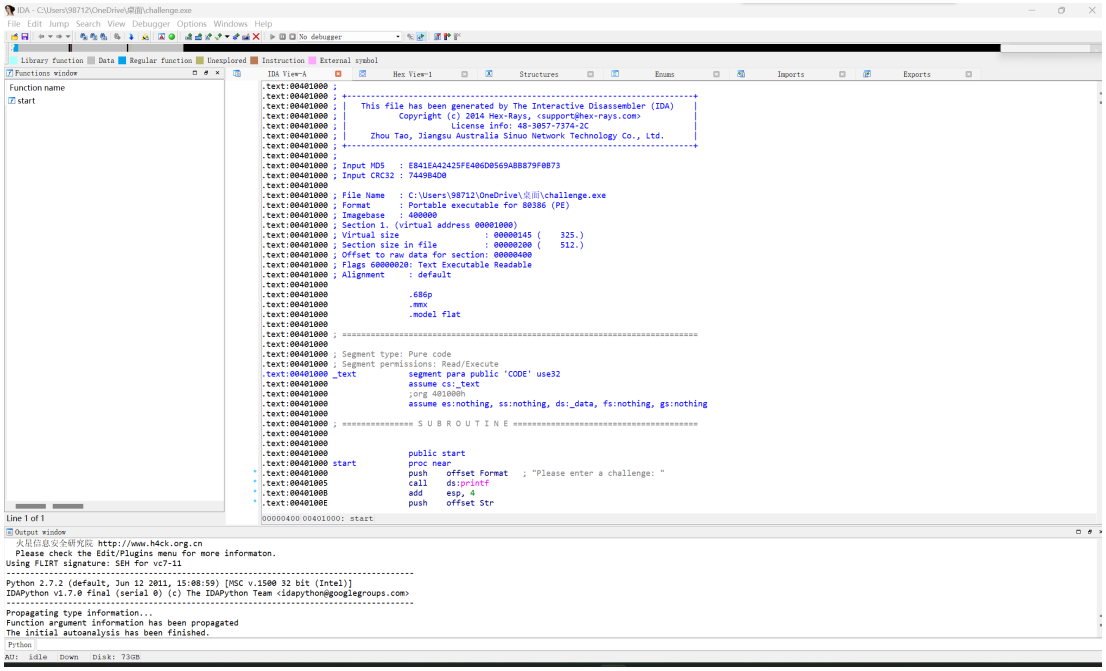
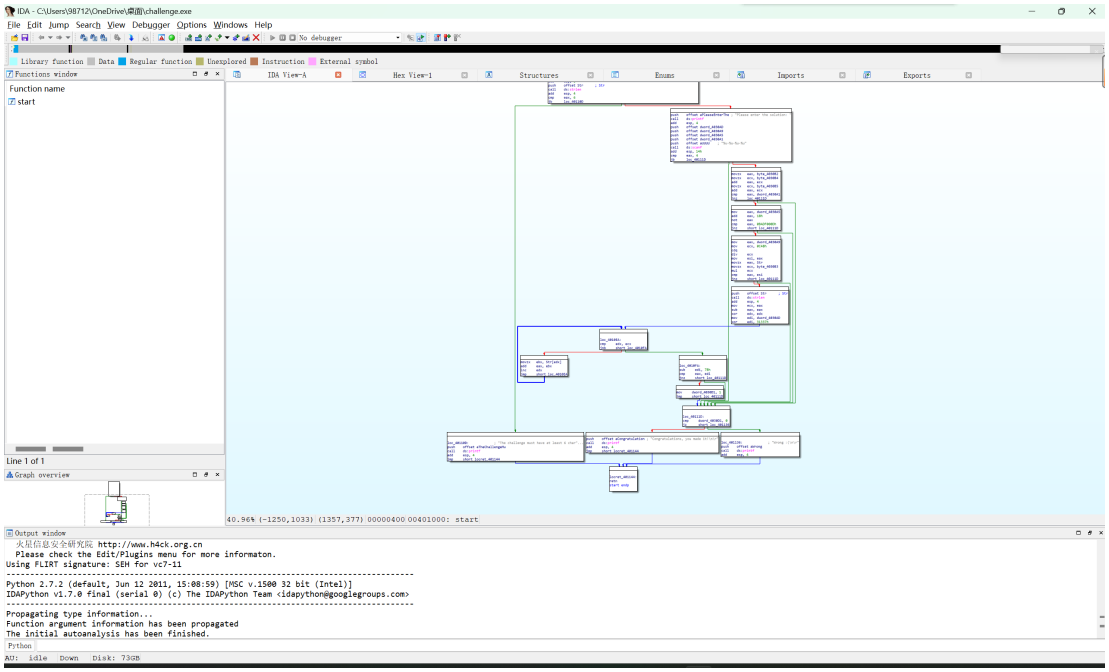


图 3 逆向分析，完成挑战

三、获取反汇编代码

通过 IDA Freeware 可以得到二进制代码的反汇编代码（源代码见最后）：

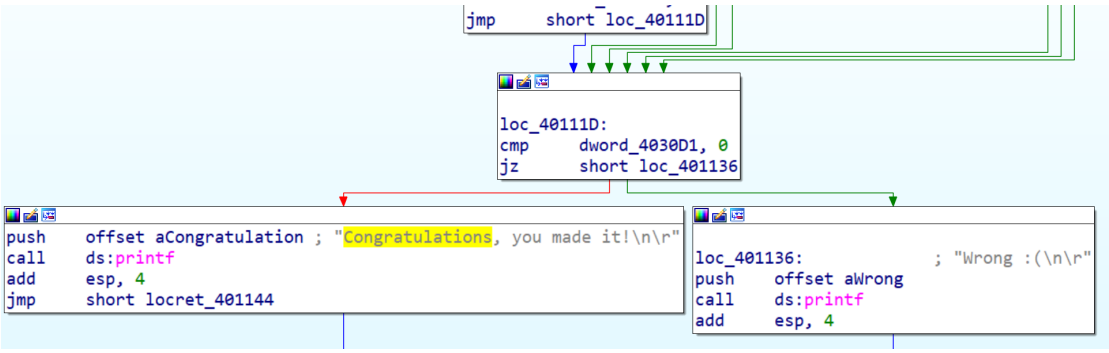




四、逆向过程分析

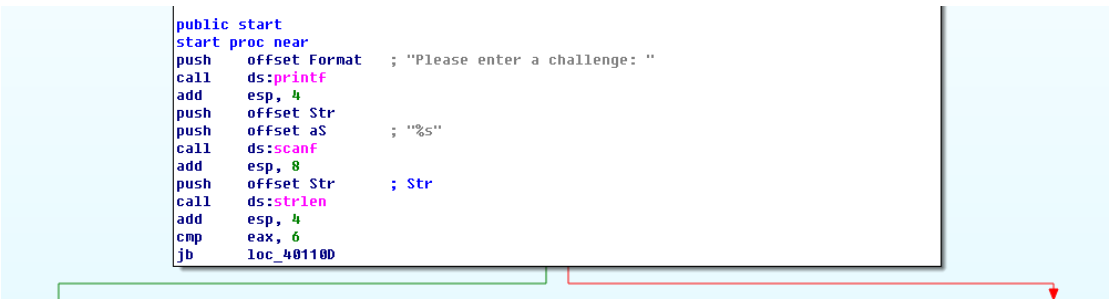
从成功输出的结果“Congratulations，you made it！”逆推其所需条件

由分支结构可知，要实现目标字符串的输出，需要满足指向目标字符串所在代码块的几个代码块的条件。



下面来依次实现该若干代码块的条件：

1.“Please enter a challenge” 输入字符串



此代码块的功能是：

- 调用 printf 函数，输出“Please enter a challenge” ，提示用户输入字符串
- 调用 scanf 函数，输入字符串，并存入 Str
- 调用 strlen 函数，获取上一步输入字符串的长度，并将其和 6 比较
- 输入的字符串长度为 6，进入下一步；否则报错"The challenge must have at least 6 char"

因此推出：首先需要输入一个 6 位的字符串：

为简单起见，本程序选择 Str 为 111111

2.“Please enter the solution:” 输入"%u-%u-%u-%u"型数字

```
push    offset aPleaseEnterThe ; "Please enter the solution: "
call    ds:printf
add     esp, 4
push    offset dword_4030AD
push    offset dword_4030A9
push    offset dword_4030A5
push    offset dword_4030A1
push    offset aUUUU     ; "%u-%u-%u-%u"
call    ds:scanf
add     esp, 14h
cmp     eax, 4
jb      loc_40111D
```

此代码块的功能是：

- 调用 printf 函数，输出“Please enter the solution:” ，提示用户输入 solution
- 调用 scanf 函数，输入"%u-%u-%u-%u"型数字，并依次存入 dword_4030A1、 dword_4030A5、 dword_4030A9、 dword_4030AD 为起始的数据段

因此推出：其次答案需要输入一个满足条件的"%u-%u-%u-%u"，即答案的格式为"%u-%u-%u-%u"

3.第一个%u

```
movzx   eax, byte_4030B2
movzx   ecx, byte_4030B4
add     eax, ecx
movzx   ecx, byte_4030B5
add     eax, ecx
cmp     eax, dword_4030A1
jnz     loc_40111D
```

此代码块的功能是：

- 先将用户第一次输入的字符串 Str 的第 2 位的 ASCII 码存入寄存器 eax
- 再将 Str 的第 4 位的 ASCII 码存入寄存器 ecx
- 将 eax 与 ecx 相加（2、4 位 ASCII 相加）
- 将 ecx 与 Str 的第 5 位的 ASCII 码相加
- 将 ecx 相加之后的结果加到 eax 上（此时 eax 就是 2、4、5 位 ASCII 之和）
- 比较第一个%u 与 eax 的大小

因此推出：第一个数值是 Str 的 2、4、5 位 ASCII 之和

计算得到 49+49+49=147

第一个数值为 147

4.第二个%u.

```
mov     eax, dword_4030A5
add     eax, 18h
not     eax
cmp     eax, 0BADF000Dh
jnz     short loc_40111D
```

此代码块的功能是：

- 首先，让第二个%u 加上 18h
- 然后对其取反
- 把取反后的结果与 0BADF000Dh 比较

因此推出：第二个数值是 0BADF000Dh 取反之后减去 18h

计算得到 (0BADF000Dh) 3135176717——>(取反)1159790578——>(减 18h)1159790554

第二个数值为 1159790554

5.第三个%u

```
mov     eax, dword_4030A9
mov     ecx, 0C48h
cdq
div     ecx
mov     esi, eax
movzx   eax, Str
movzx   ecx, byte_4030B3
mul     ecx
cmp     eax, esi
jnz     short loc_40111D
```

此代码块的功能是：

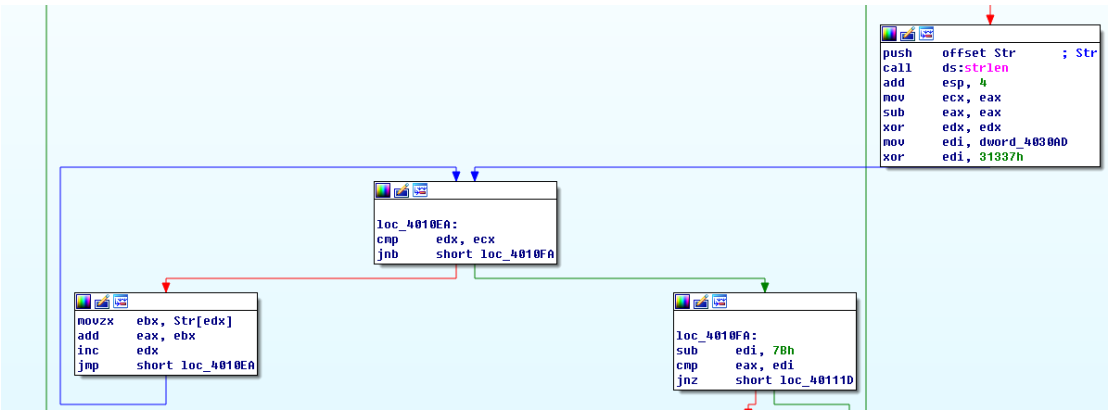
- 首先，让第三个%u 除以 0C48h，存入 esi 里
- 然后，令 Str 的第 1 位和第 3 位的 ASCII 相乘存入 eax 里
- 比较 esi (第三个%u 除以 0C48h) 和 eax（Str 的第 1 位和第 3 位的 ASCII 相乘）

因此推出：第三个数值是 Str 第 1、3 位 ASCII 相乘 再乘上 0C48h

计算得到 49*49*0C48h=7548744

第三个数值为 7548744

6.第四个%u



此代码块的功能是：

- 将第四个%u 与 31337h 异或，存入 edi

- 按照 Str 的位数进行循环（共 6 位），并将 edx 初始置 0，作为循环变量
- 将每次循环中的 Str[edx] 加到 eax（eax 存放 Str 六位的 ASCII 之和）
- 将 edi（第四个%u 与 31337h 异或）的值减去 7Bh 与 eax（Str 六位的 ASCII 之和）比较

因此推出：第四个数值与 31337h 异或之后 ＝Str 六位 ASCII 之和 ＋7Bh

计算得到 49*6+7Bh=417（1 1010 0001）

201366（11 0001 0010 1001 0110）与 31337h（11 0001 0011 0011 0111）异或之后 ＝417（1 1010 0001）

第四个数值为 201366

综上，以输入 Str 为 111111 为例时，再输入 147-1159790554-7548744-201366 则输出“Congratulations，you made it！”表示成功。如图

```
C:\Users\98712>C:\Users\98712\OneDrive\桌面\challenge.exe
Please enter a challenge: 111111
Please enter the solution: 147-1159790554-7548744-201366
Congratulations, you made it!
```

五、逆向源代码

```
.text:00401000 ;
.text:00401000 ; +-------------------------------------------------------------------------+
.text:00401000 ; |   This file has been generated by The Interactive Disassembler (IDA)    |
.text:00401000 ; |           Copyright (c) 2014 Hex-Rays, <support@hex-rays.com>          |
.text:00401000 ; |                     License info: 48-3057-7374-2C                       |
.text:00401000 ; |     Zhou Tao, Jiangsu Australia Sinuo Network Technology Co., Ltd.      |
.text:00401000 ; +-------------------------------------------------------------------------+
.text:00401000 ;
.text:00401000 ; Input MD5   : E841EA42425FE406D0569ABB879F0B73
.text:00401000 ; Input CRC32 : 7449B4D0
.text:00401000
.text:00401000 ; File Name   : C:\Users\98712\OneDrive\桌面\challenge.exe
.text:00401000 ; Format      : Portable executable for 80386 (PE)
.text:00401000 ; Imagebase   : 400000
.text:00401000 ; Section 1. (virtual address 00001000)
.text:00401000 ; Virtual size                  : 00000145 (    325.)
.text:00401000 ; Section size in file          : 00000200 (    512.)
.text:00401000 ; Offset to raw data for section: 00000400
```

```
.text:00401000 ; Flags 60000020: Text Executable Readable
.text:00401000 ; Alignment     : default
.text:00401000
.text:00401000                 .686p
.text:00401000                 .mmx
.text:00401000                 .model flat
.text:00401000
.text:00401000 ; ===========================================================================
.text:00401000
.text:00401000 ; Segment type: Pure code
.text:00401000 ; Segment permissions: Read/Execute
.text:00401000 _text           segment para public 'CODE' use32
.text:00401000                 assume cs:_text
.text:00401000                 ;org 401000h
.text:00401000                 assume es:nothing, ss:nothing, ds:_data, fs:nothing, gs:nothing
.text:00401000
.text:00401000 ; =============== S U B R O U T I N E =======================================
.text:00401000
.text:00401000
.text:00401000                 public start
.text:00401000 start           proc near
.text:00401000                 push    offset Format   ; "Please enter a challenge: "
.text:00401005                 call    ds:printf
.text:0040100B                 add     esp, 4
.text:0040100E                 push    offset Str
.text:00401013                 push    offset aS       ; "%s"
.text:00401018                 call    ds:scanf
.text:0040101E                 add     esp, 8
.text:00401021                 push    offset Str      ; Str
.text:00401026                 call    ds:strlen
.text:0040102C                 add     esp, 4
.text:0040102F                 cmp     eax, 6
.text:00401032                 jb      loc_40110D
.text:00401038                 push    offset aPleaseEnterThe ; "Please enter the solution: "
.text:0040103D                 call    ds:printf
.text:00401043                 add     esp, 4
.text:00401046                 push    offset dword_4030AD
.text:0040104B                 push    offset dword_4030A9
.text:00401050                 push    offset dword_4030A5
.text:00401055                 push    offset dword_4030A1
.text:0040105A                 push    offset aUUUU    ; "%u-%u-%u-%u"
.text:0040105F                 call    ds:scanf
.text:00401065                 add     esp, 14h
.text:00401068                 cmp     eax, 4
```

```
.text:0040106B                 jb      loc_40111D
.text:00401071                 movzx   eax, byte_4030B2
.text:00401078                 movzx   ecx, byte_4030B4
.text:0040107F                 add     eax, ecx
.text:00401081                 movzx   ecx, byte_4030B5
.text:00401088                 add     eax, ecx
.text:0040108A                 cmp     eax, dword_4030A1
.text:00401090                 jnz     loc_40111D
.text:00401096                 mov     eax, dword_4030A5
.text:0040109B                 add     eax, 18h
.text:0040109E                 not     eax
.text:004010A0                 cmp     eax, 0BADF000Dh
.text:004010A5                 jnz     short loc_40111D
.text:004010A7                 mov     eax, dword_4030A9
.text:004010AC                 mov     ecx, 0C48h
.text:004010B1                 cdq
.text:004010B2                 div     ecx
.text:004010B4                 mov     esi, eax
.text:004010B6                 movzx   eax, Str
.text:004010BD                 movzx   ecx, byte_4030B3
.text:004010C4                 mul     ecx
.text:004010C6                 cmp     eax, esi
.text:004010C8                 jnz     short loc_40111D
.text:004010CA                 push    offset Str      ; Str
.text:004010CF                 call    ds:strlen
.text:004010D5                 add     esp, 4
.text:004010D8                 mov     ecx, eax
.text:004010DA                 sub     eax, eax
.text:004010DC                 xor     edx, edx
.text:004010DE                 mov     edi, dword_4030AD
.text:004010E4                 xor     edi, 31337h
.text:004010EA
.text:004010EA loc_4010EA:                             ; CODE XREF: start+F8 j
.text:004010EA                 cmp     edx, ecx
.text:004010EC                 jnb     short loc_4010FA
.text:004010EE                 movzx   ebx, Str[edx]
.text:004010F5                 add     eax, ebx
.text:004010F7                 inc     edx
.text:004010F8                 jmp     short loc_4010EA
.text:004010FA ; ---------------------------------------------------------------------------
.text:004010FA
.text:004010FA loc_4010FA:                             ; CODE XREF: start+EC j
.text:004010FA                 sub     edi, 7Bh
.text:004010FD                 cmp     eax, edi
```

```
.text:004010FF                 jnz     short loc_40111D
.text:00401101                 mov     dword_4030D1, 1
.text:0040110B                 jmp     short loc_40111D
.text:0040110D ; ---------------------------------------------------------------------------
.text:0040110D
.text:0040110D loc_40110D:                             ; CODE XREF: start+32 j
.text:0040110D                 push    offset aTheChallengeMu ; "The challenge must have at least 6
char"...
.text:00401112                 call    ds:printf
.text:00401118                 add     esp, 4
.text:0040111B                 jmp     short locret_401144
.text:0040111D ; ---------------------------------------------------------------------------
.text:0040111D
.text:0040111D loc_40111D:                             ; CODE XREF: start+6B j
.text:0040111D                                         ; start+90 j ...
.text:0040111D                 cmp     dword_4030D1, 0
.text:00401124                 jz      short loc_401136
.text:00401126                 push    offset aCongratulation ; "Congratulations, you made it!\n\r"
.text:0040112B                 call    ds:printf
.text:00401131                 add     esp, 4
.text:00401134                 jmp     short locret_401144
.text:00401136 ; ---------------------------------------------------------------------------
.text:00401136
.text:00401136 loc_401136:                             ; CODE XREF: start+124 j
.text:00401136                 push    offset aWrong   ; "Wrong :(\n\r"
.text:0040113B                 call    ds:printf
.text:00401141                 add     esp, 4
.text:00401144
.text:00401144 locret_401144:                          ; CODE XREF: start+11B j
.text:00401144                                         ; start+134 j
.text:00401144                 retn
.text:00401144 start           endp
.text:00401144
.text:00401144 ; ---------------------------------------------------------------------------
.text:00401145                 align 100h
.text:00401200                 dd 380h dup(?)
.text:00401200 _text           ends
.text:00401200
.idata:00402000 ; Section 2. (virtual address 00002000)
.idata:00402000 ; Virtual size                  : 00000070 (    112.)
.idata:00402000 ; Section size in file          : 00000200 (    512.)
.idata:00402000 ; Offset to raw data for section: 00000600
.idata:00402000 ; Flags 40000040: Data Readable
.idata:00402000 ; Alignment     : default
```

```
.idata:00402000 ;
.idata:00402000 ; Imports from msvcrt.dll
.idata:00402000 ;
.idata:00402000 ; ===========================================================================
.idata:00402000
.idata:00402000 ; Segment type: Externs
.idata:00402000 ; _idata
.idata:00402000 ; int scanf(const char *Format, ...)
.idata:00402000                 extrn scanf:dword       ; CODE XREF: start+18 p
.idata:00402000                                         ; start+5F p
.idata:00402000                                         ; DATA XREF: ...
.idata:00402004 ; size_t __cdecl strlen(const char *Str)
.idata:00402004                 extrn strlen:dword      ; CODE XREF: start+26 p
.idata:00402004                                         ; start+CF p
.idata:00402004                                         ; DATA XREF: ...
.idata:00402008 ; int printf(const char *Format, ...)
.idata:00402008                 extrn printf:dword      ; CODE XREF: start+5 p
.idata:00402008                                         ; start+3D p ...
.idata:0040200C
.idata:0040200C
.rdata:00402010 ; ===========================================================================
.rdata:00402010
.rdata:00402010 ; Segment type: Pure data
.rdata:00402010 ; Segment permissions: Read
.rdata:00402010 _rdata          segment para public 'DATA' use32
.rdata:00402010                 assume cs:_rdata
.rdata:00402010                 ;org 402010h
.rdata:00402010 __IMPORT_DESCRIPTOR_msvcrt dd rva off_402038 ; Import Name Table
.rdata:00402014                 dd 0                    ; Time stamp
.rdata:00402018                 dd 0                    ; Forwarder Chain
.rdata:0040201C                 dd rva aMsvcrt_dll      ; DLL Name
.rdata:00402020                 dd rva scanf            ; Import Address Table
.rdata:00402024                 db    0
.rdata:00402025                 db    0
.rdata:00402026                 db    0
.rdata:00402027                 db    0
.rdata:00402028                 db    0
.rdata:00402029                 db    0
.rdata:0040202A                 db    0
.rdata:0040202B                 db    0
.rdata:0040202C                 db    0
.rdata:0040202D                 db    0
.rdata:0040202E                 db    0
.rdata:0040202F                 db    0
```

```
.rdata:00402030                 db    0
.rdata:00402031                 db    0
.rdata:00402032                 db    0
.rdata:00402033                 db    0
.rdata:00402034                 db    0
.rdata:00402035                 db    0
.rdata:00402036                 db    0
.rdata:00402037                 db    0
.rdata:00402038 ;
.rdata:00402038 ; Import names for msvcrt.dll
.rdata:00402038 ;
.rdata:00402038 off_402038      dd rva word_402052      ; DATA
XREF: .rdata:__IMPORT_DESCRIPTOR_msvcrt o
.rdata:0040203C                 dd rva word_40205A
.rdata:00402040                 dd rva word_402048
.rdata:00402044                 dd 0
.rdata:00402048 word_402048     dw 281h                 ; DATA XREF: .rdata:00402040 o
.rdata:0040204A                 db 'printf',0
.rdata:00402051                 align 2
.rdata:00402052 word_402052     dw 28Eh                 ; DATA XREF: .rdata:off_402038 o
.rdata:00402054                 db 'scanf',0
.rdata:0040205A word_40205A     dw 2A1h                 ; DATA XREF: .rdata:0040203C o
.rdata:0040205C                 db 'strlen',0
.rdata:00402063                 align 4
.rdata:00402064 aMsvcrt_dll     db 'msvcrt.dll',0       ; DATA XREF: .rdata:0040201C o
.rdata:0040206F                 align 1000h
.rdata:0040206F _rdata          ends
.rdata:0040206F
.data:00403000 ; Section 3. (virtual address 00003000)
.data:00403000 ; Virtual size                  : 000000D5 (    213.)
.data:00403000 ; Section size in file          : 00000200 (    512.)
.data:00403000 ; Offset to raw data for section: 00000800
.data:00403000 ; Flags C0000040: Data Readable Writable
.data:00403000 ; Alignment     : default
.data:00403000 ; ===========================================================================
.data:00403000
.data:00403000 ; Segment type: Pure data
.data:00403000 ; Segment permissions: Read/Write
.data:00403000 _data           segment para public 'DATA' use32
.data:00403000                 assume cs:_data
.data:00403000                 ;org 403000h
.data:00403000 ; char Format[]
.data:00403000 Format          db 'Please enter a challenge: ',0 ; DATA XREF: start o
.data:0040301B ; char aS[]
```

```
.data:0040301B aS              db '%s',0              ; DATA XREF: start+13 o
.data:0040301E ; char aTheChallengeMu[]
.data:0040301E aTheChallengeMu db 'The challenge must have at least 6 characters',0Ah
.data:0040301E                                        ; DATA XREF: start:loc_40110D o
.data:0040301E                 db 0Dh,0
.data:0040304E ; char aPleaseEnterThe[]
.data:0040304E aPleaseEnterThe db 'Please enter the solution: ',0 ; DATA XREF: start+38 o
.data:0040306A ; char aUUUU[]
.data:0040306A aUUUU           db '%u-%u-%u-%u',0      ; DATA XREF: start+5A o
.data:00403076 ; char aWrong[]
.data:00403076 aWrong          db 'Wrong :(',0Ah       ; DATA XREF: start:loc_401136 o
.data:00403076                 db 0Dh,0
.data:00403081 ; char aCongratulation[]
.data:00403081 aCongratulation db 'Congratulations, you made it!',0Ah
.data:00403081                                        ; DATA XREF: start+126 o
.data:00403081                 db 0Dh,0
.data:004030A1 dword_4030A1    dd 0                   ; DATA XREF: start+55 o
.data:004030A1                                        ; start+8A r
.data:004030A5 dword_4030A5    dd 0                   ; DATA XREF: start+50 o
.data:004030A5                                        ; start+96 r
.data:004030A9 dword_4030A9    dd 0                   ; DATA XREF: start+4B o
.data:004030A9                                        ; start+A7 r
.data:004030AD dword_4030AD    dd 0                   ; DATA XREF: start+46 o
.data:004030AD                                        ; start+DE r
.data:004030B1 ; char Str
.data:004030B1 Str             db 0                   ; DATA XREF: start+E o
.data:004030B1                                        ; start+21 o ...
.data:004030B2 byte_4030B2     db 0                   ; DATA XREF: start+71 r
.data:004030B3 byte_4030B3     db 0                   ; DATA XREF: start+BD r
.data:004030B4 byte_4030B4     db 0                   ; DATA XREF: start+78 r
.data:004030B5 byte_4030B5     db 0                   ; DATA XREF: start+81 r
.data:004030B6                 db    0
.data:004030B7                 db    0
.data:004030B8                 db    0
.data:004030B9                 db    0
.data:004030BA                 db    0
.data:004030BB                 db    0
.data:004030BC                 db    0
.data:004030BD                 db    0
.data:004030BE                 db    0
.data:004030BF                 db    0
.data:004030C0                 db    0
.data:004030C1                 db    0
.data:004030C2                 db    0
```

```
.data:004030C3                 db    0
.data:004030C4                 db    0
.data:004030C5                 db    0
.data:004030C6                 db    0
.data:004030C7                 db    0
.data:004030C8                 db    0
.data:004030C9                 db    0
.data:004030CA                 db    0
.data:004030CB                 db    0
.data:004030CC                 db    0
.data:004030CD                 db    0
.data:004030CE                 db    0
.data:004030CF                 db    0
.data:004030D0                 db    0
.data:004030D1 dword_4030D1    dd 0                    ; DATA XREF: start+101 w
.data:004030D1                                        ; start:loc_40111D r
.data:004030D5                 align 1000h
.data:004030D5 _data           ends
.data:004030D5
.data:004030D5
.data:004030D5                 end start
```