汇编语言与逆向技术课程实验报告

实验七：Reverse Engineering Challenge

学院：密码与网络空间安全学院

专业：信息安全

学号：2412950

姓名：路浩斌

班级：信安一班

一、实验目的

1、熟悉反编译工具 Binary Ninja；

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. 使用 Binary Ninja 打开待分析的 PE 文件 challenge.exe

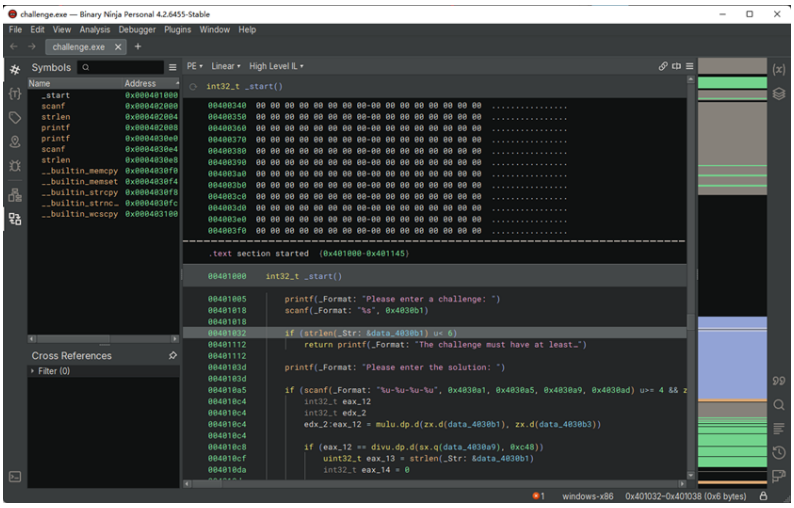


图 1: 打开 challenge.exe

2. 切换反汇编视图，得到二进制代码的反汇编代码，如图 2 所示

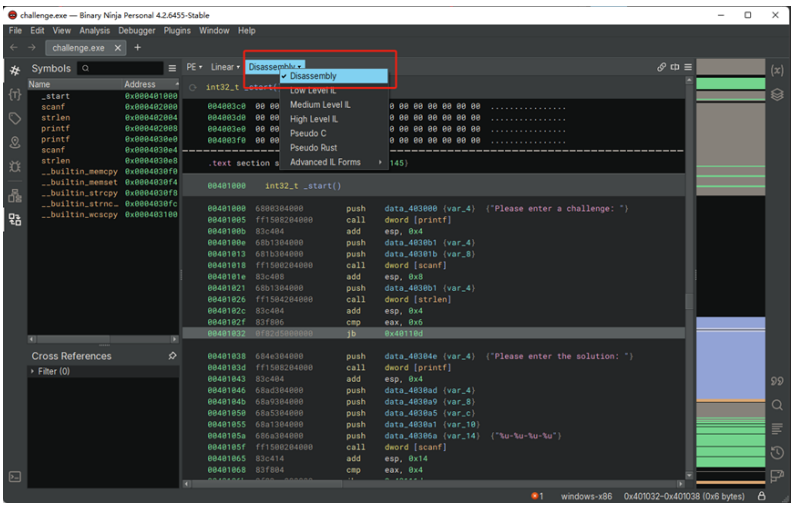


图 2: 查看 challenge.exe 的反汇编代码

3. 切换到汇编代码的图形化视窗，分析程序的执行逻辑

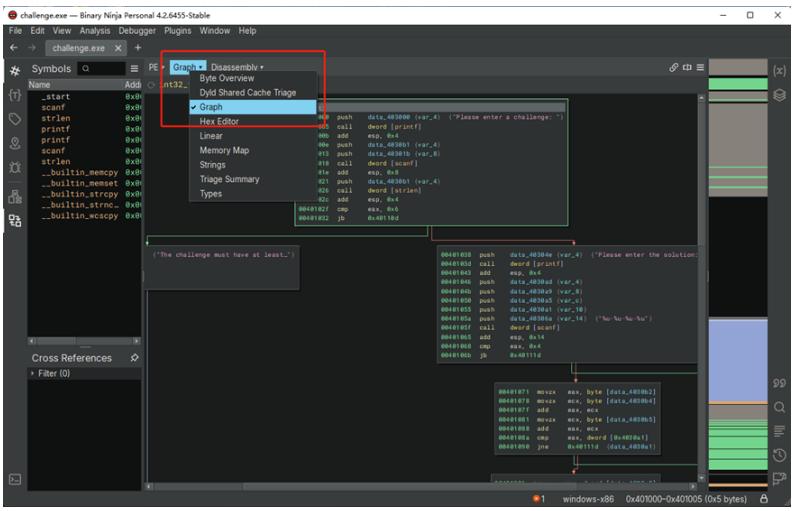


图 3: challenge.exe 的反汇编代码的图形化显示

4. 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。

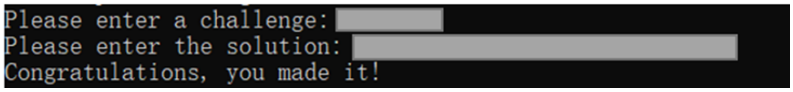


图 4: 逆向分析，完成挑战

三、实验报告内容

1. 使用 Binary Ninja，获得二进制代码的反汇编代码及图形化视窗，提供截图。

```
00401000  6800304000        push    data_403000 {var_4}  {"Please enter a challenge: "}
00401005  ff1508204000      call    dword [printf]
0040100b  83c404            add     esp, 0x4
0040100e  68b1304000        push    data_4030b1 {var_4}
00401013  681b304000        push    data_40301b {var_8}
00401018  ff1500204000      call    dword [scanf]
0040101e  83c408            add     esp, 0x8
00401021  68b1304000        push    data_4030b1 {var_4}
00401026  ff1504204000      call    dword [strlen]
0040102c  83c404            add     esp, 0x4
0040102f  83f806            cmp     eax, 0x6
00401032  0f82d5000000      jb      0x40110d

00401038  684e304000        push    data_40304e {var_4}  {"Please enter the solution: "}
0040103d  ff1508204000      call    dword [printf]
00401043  83c404            add     esp, 0x4
00401046  68ad304000        push    data_4030ad {var_4}
0040104b  68a9304000        push    data_4030a9 {var_8}
00401050  68a5304000        push    data_4030a5 {var_c}
00401055  68a1304000        push    data_4030a1 {var_10}
0040105a  686a304000        push    data_40306a {var_14}  {"%u-%u-%u-%u"}
0040105f  ff1500204000      call    dword [scanf]
00401065  83c414            add     esp, 0x14
00401068  83f804            cmp     eax, 0x4
0040106b  0f82ac000000      jb      0x40111d

00401071  0fb605b2304000    movzx   eax, byte [data_4030b2]
00401078  0fb60db4304000    movzx   ecx, byte [data_4030b4]
0040107f  03c1              add     eax, ecx
00401081  0fb60db5304000    movzx   ecx, byte [data_4030b5]
00401088  03c1              add     eax, ecx
0040108a  3b05a1304000      cmp     eax, dword [data_4030a1]
00401090  0f8587000000      jne     0x40111d
```

图 5: 反汇编代码

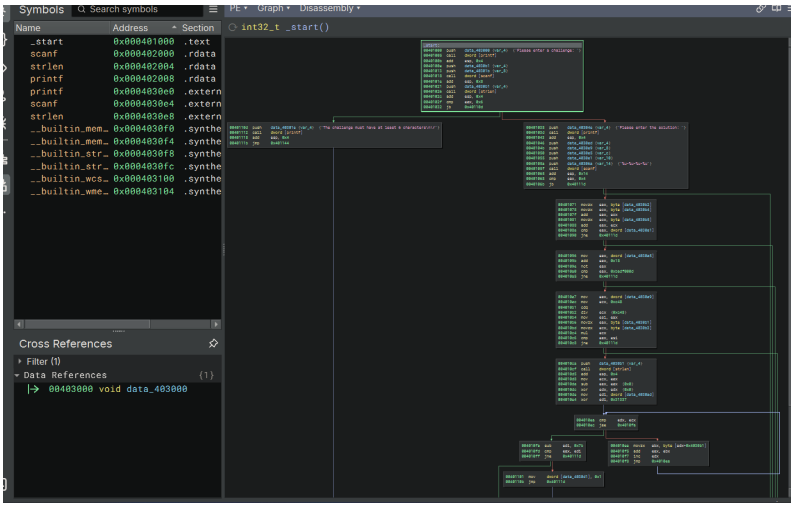
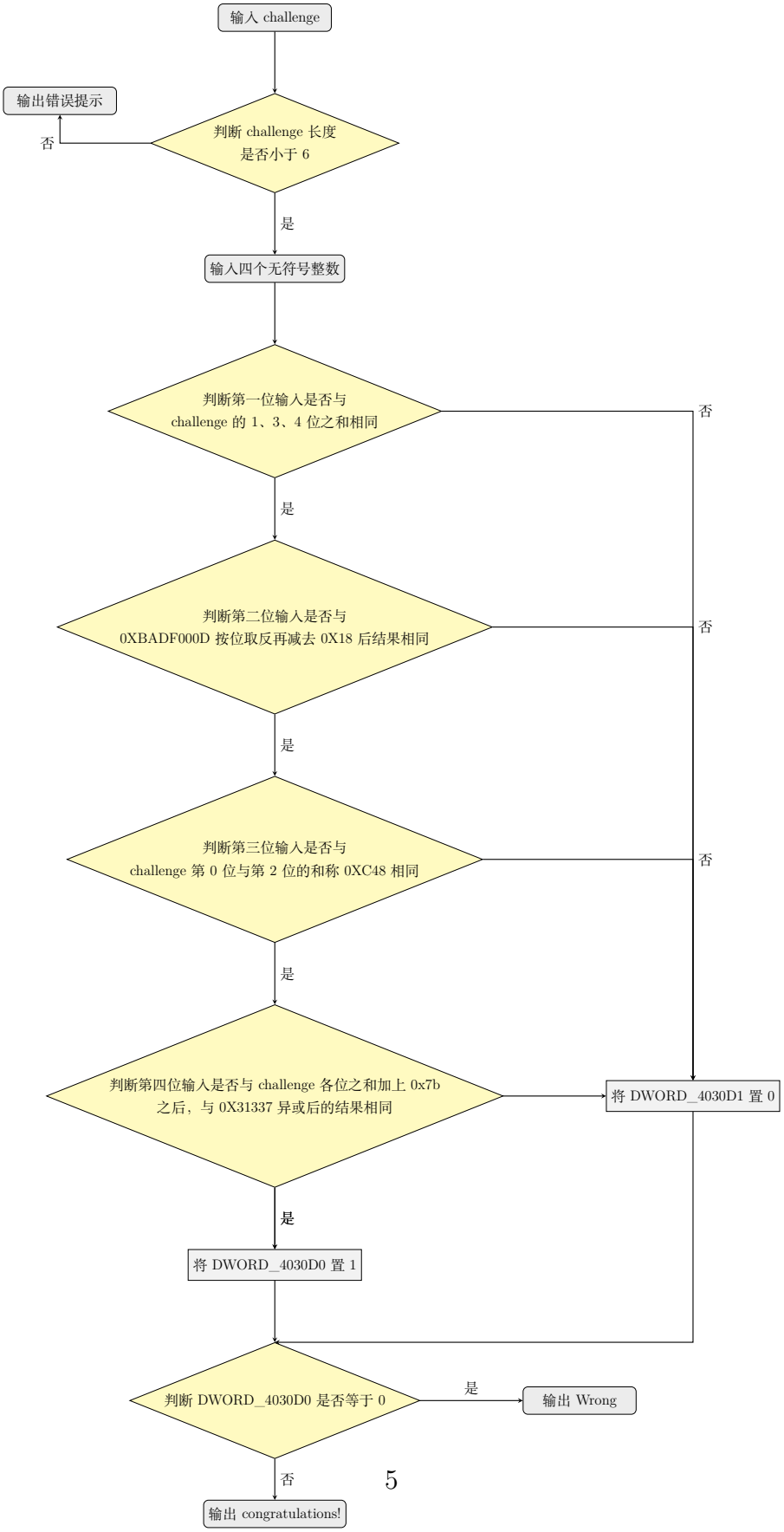


图 6: 图形化视窗

2.2 逆向分析二进制代码的计算过程、数据结构、条件判断、分支结构等信息，在实验报告中记录逆向分析的详细过程。

对反汇编代码进行分析后，得到总体流程图如下：



接下来对反汇编代码进行详细分析：

```
_start:
00401000   push     data_403000 {var_4}  {"Please␣enter␣a␣challenge:␣"}
00401005   call     dword [printf]
0040100b   add      esp, 0x4
0040100e   push     data_4030b1 {var_4}
00401013   push     data_40301b {var_8}
00401018   call     dword [scanf]
0040101e   add      esp, 0x8
00401021   push     data_4030b1 {var_4}
00401026   call     dword [strlen]
0040102c   add      esp, 0x4
0040102f   cmp      eax, 0x6
00401032   jb       0x40110d
```

这串代码的功能是：**输入 challenge 并判断其长度是否小于 6，如果小于 6 的话就实行跳转到错误信息。**

```
00401038   push     data_40304e {var_4}  {"Please␣enter␣the␣solution:␣"
   }
0040103d   call     dword [printf]
00401043   add      esp, 0x4
00401046   push     data_4030ad {var_4}
0040104b   push     data_4030a9 {var_8}
00401050   push     data_4030a5 {var_c}
00401055   push     data_4030a1 {var_10}
0040105a   push     data_40306a {var_14}  {"%u-%u-%u-%u"}
0040105f   call     dword [scanf]
00401065   add      esp, 0x14
00401068   cmp      eax, 0x4
0040106b   jb       0x40111d
```

这串代码的功能是：**依次输入 4 个数，并且比较输入的数量是否等于 4，如果不等于 4 的话，就跳转到错误信息。**

```
00401071   movzx    eax, byte [data_4030b2]
00401078   movzx    ecx, byte [data_4030b4]
0040107f   add      eax, ecx
00401081   movzx    ecx, byte [data_4030b5]
00401088   add      eax, ecx
0040108a   cmp      eax, dword [data_4030a1]
```

```
00401090  jne     0x40111d
```

这串代码的功能是：**将 challenge 的 1、3、4 位取出加和，并判断第一位输入的数字是否和其相等，如果不相等，跳转到 0x40111d。**

```
00401096  mov     eax, dword [data_4030a5]
0040109b  add     eax, 0x18
0040109e  not     eax
004010a0  cmp     eax, 0xbadf000d
004010a5  jne     0x40111d
```

这串代码的功能是：**将第二位数字加上 0x18 然后按位取反，和 0xBADF000D 进行比较，如果不相等，跳转到 0x40111D。**

```
004010a7  mov     eax, dword [data_4030a9]
004010ac  mov     ecx, 0xc48
004010b1  cdq
004010b2  div     ecx  {0xc48}
004010b4  mov     esi, eax
004010b6  movzx   eax, byte [data_4030b1]
004010bd  movzx   ecx, byte [data_4030b3]
004010c4  mul     ecx
004010c6  cmp     eax, esi
004010c8  jne     0x40111d
```

这串代码的功能是：**将第三位数和 0C48h 相除，并用 edx 进行高位拓展，eax 存商，edx 存余数，将商存到 esi 中。将 challenge 的第 0 位，第 2 位相乘。比较 esi 和 eax 是否相等，如果不相等，跳转到 0x40111D。**

```
004010ca  push    data_4030b1 {var_4}
004010cf  call    dword [strlen]
004010d5  add     esp, 0x4
004010d8  mov     ecx, eax
004010da  sub     eax, eax  {0x0}
004010dc  xor     edx, edx  {0x0}
004010de  mov     edi, dword [data_4030ad]
004010e4  xor     edi, 0x31337
```

这串代码的功能是：**ecx 中存放 challenge 的长度，并将 eax 和 edx 全部置零，将第四位数字和 0x31337 进行异或后保存到 edi 中。**

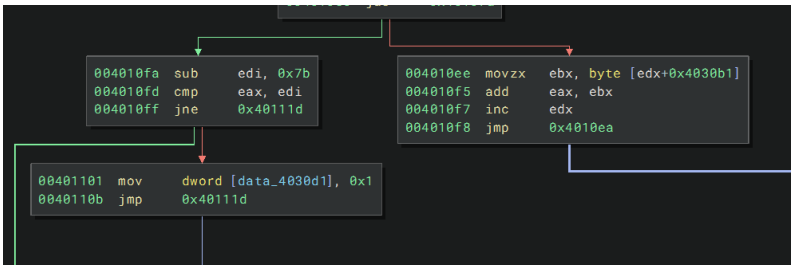
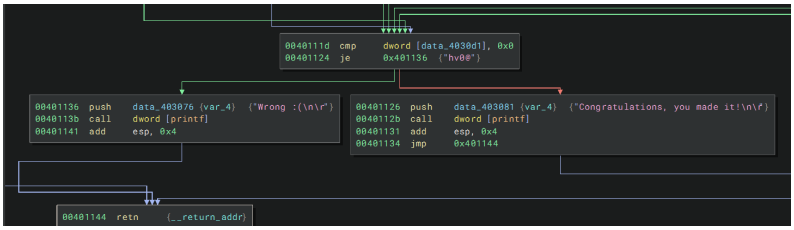


图 7: 查看 challenge.exe 的反汇编代码

这部分的功能是：**用 eax 循环累加 challenge 的每一位，并将 edi 减去 7Bh 后比较 eax 和 bdi 是否相等，如果不相等跳转到 0x40111D。**



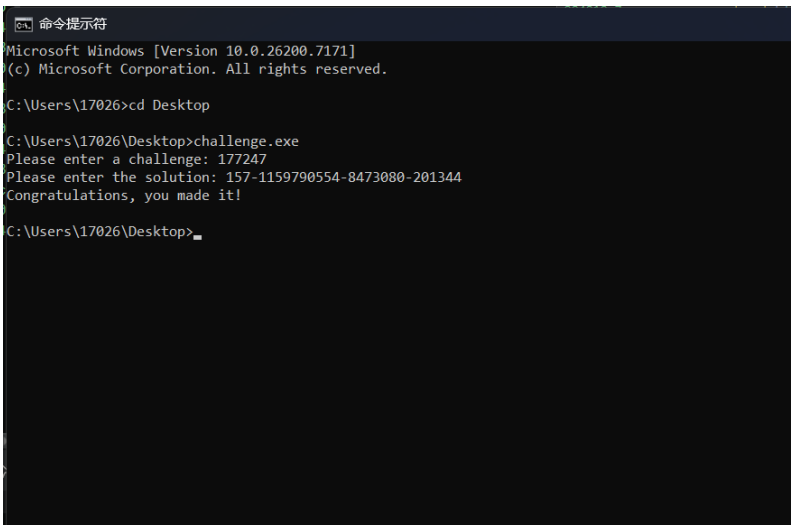
这部分的功能是：**当以上条件均满足的时候，会将 dword_4030D1 置为 1，输出 Congratulations, you made it!。如果上面任何一步不满足，就会直接跳转到 dword_40111D ，而此时 dword_3040D1 的值为 0，跳转到 0x401136 ，输出 Wrong:(**

用数学形式更直观的体现上述功能：

设输入的 challenge 为 c[1],c[2].....c[n-1](n>=6), 输入的四个无符号整数为 s1,s2,s3,s4.。

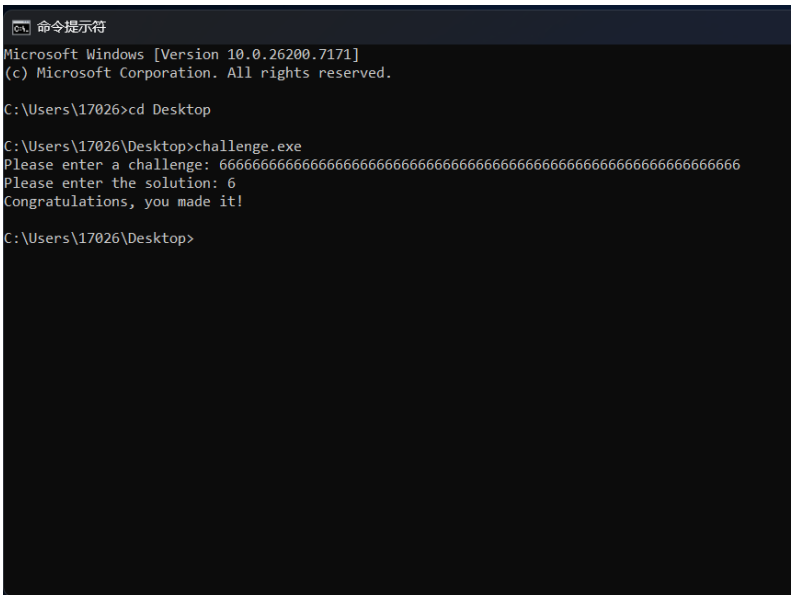
- s1=c[1]+c[3]+c[4]
- s2=1159790554
- $s3 = (0xc48) \times c[0] \times c[2]$
- $s4 = (c[0] + c[1] + ... + c[n-1] + 0x7b) xor (0x31337)$

3. 运行程序，根据提示输入字符串和逆向挑战的结果，获得“Congratulations，you made it!”输出。



四、程序中出现的一个 bug

经过几次测试发现，当输入的 challenge 过长时，solution 无论输入什么，都可以得到 Congratulations，you made it!



通过分析程序猜测是因为输入 challenge 过长，会将输出结果的内存空间覆盖掉，导致最后 dword_4030D1 一定为 1。应当对 challenge 增加长度限制或检测来解决。