UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI NAPOLI FEDERICO II

# Buffer Overflow – Practical Labs

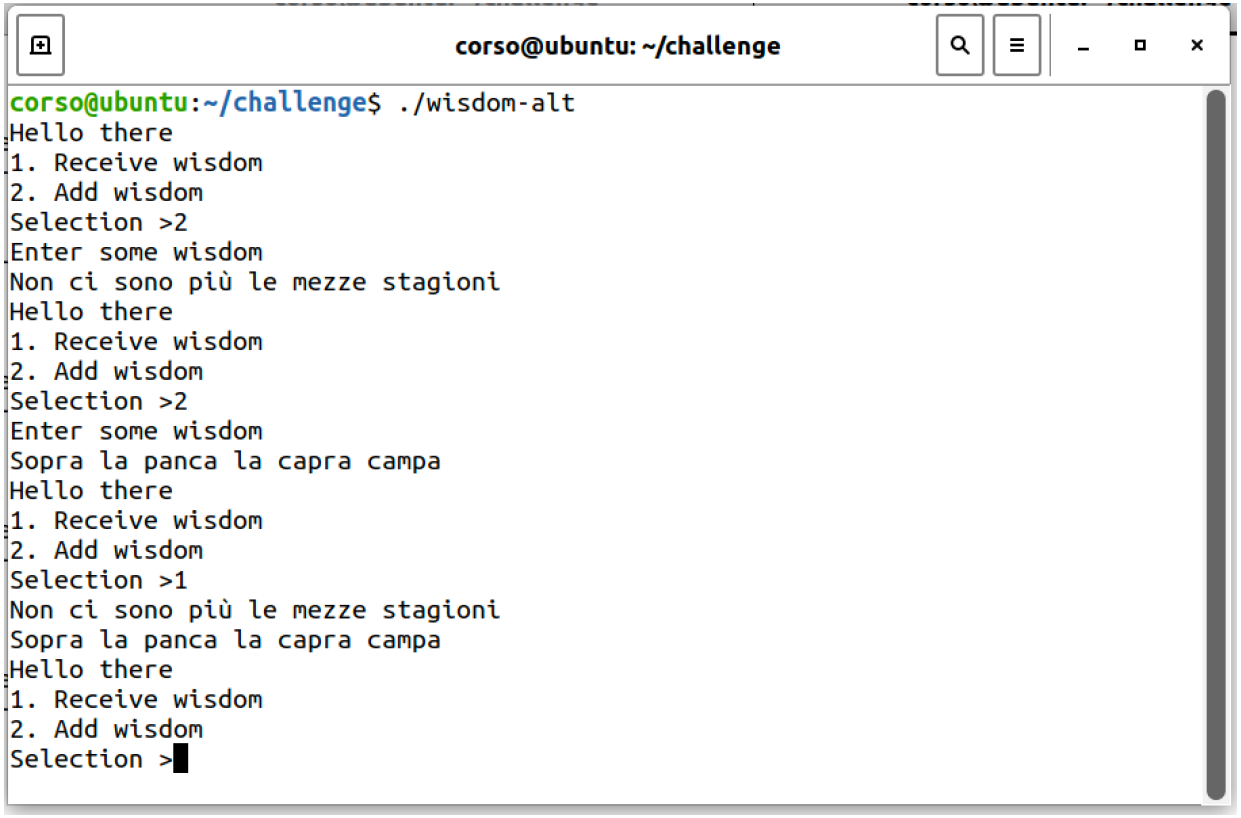
Software Security

a.a. 2022/2023

Laurea Magistrale in Ing. Informatica

Roberto Natella

# Victim program – Pearls of Wisdom




**wisdom-alt.c**

# Challenge

- Challenge richiesta:
  - attaccare il buffer overflow nella funzione "**put_wisdom()**" (versione **64 bit**), iniettare uno shellcode (es. reverse shell)

- Challenge extra:
  - attaccare di nuovo la vulnerabilità, fare eseguire la funzione "**write_secret()**"
  - attaccare "**put_wisdom()**" nella versione a **32 bit**
  - attaccare il buffer overflow nell'array globale "**ptrs**" (versione 32 bit), fare eseguire la funzione "**pat_on_back()**"

# Compilazione

- L'**eseguibile x64** (versione 64 bit) è compilato inclusivo di info di debug, con il comando

```
gcc -fno-stack-protector -z execstack -g
wisdom-alt.c -o wisdom-alt
```

- Per compilare la **versione a x86 32 bit**:

```
gcc -fno-stack-protector -z execstack -m32 -g
wisdom-alt.c -o wisdom-alt-32
```

# Challenge - suggerimenti

- La vulnerabilità è un **classico stack overflow** su **gets()**
  - Inviare prima la stringa "**2\n**"
  - Poi, inserire una stringa molto lunga

- Per costruire il payload, è necessario:
  - **avere all'inizio 1024 caratteri**
    ("**2\n**" + **un riempitivo**, read() consuma 1024 caratteri)
  - a seguire, il resto del payload (es. stringa cyclic)

```
# Prima parte del payload
$ python3 -c 'import sys; sys.stdout.write("2\n" + "A"*1022)' > payload

# Seconda parte del payload (da realizzare)
$ ...TODO... >> payload
```

# Challenge - suggerimenti

- Per passare il payload al programma:

```
$ ./wisdom-alt < payload
```

- Per passare il payload via GDB:

```
$ gdb ./wisdom-alt
gdb> run < payload
```

# Challenge - suggerimenti

```
from pwn import *
context.arch='amd64'   /* 64-bit version of x86 */
context.os='linux'

# Return address in little-endian format
ret_addr = /* TBD: indirizzo dello shellcode (oppure di write_secret()) */
addr = p64(ret_addr, endian='little')

# Opcode for the NOP instruction (for NOP sled)
nop = asm('nop')

# First part of the payload
payload = b"2\n" + b"A"*1022

# Second part of the payload
payload += /* TBD: riempitivo di NOP, shellcode */ +  addr

with open("./shellcode_payload", "wb") as f:
        f.write(payload)
```

# Challenge extra - suggerimenti

- Per chiamare la funzione "**write_secret**", è necessario **trovare l'indirizzo delle funzione in memoria**

Step per **GDB**:

1. avviare GDB, passando il percorso del programma
2. inserire un breakpoint all'inizio del programma con "`break main`"
3. avviare il programma con "`run`"
4. ...il SO inizializza la memoria del processo...
5. l'esecuzione si interrompe subito
6. stampare l'indirizzo della funzione con "`print write_secret`"

# Challenge extra - suggerimenti

```
$ gdb ./wisdom-alt
(gdb) break main
(gdb) run

...l'esecuzione si interrompe subito prima del main()...

(gdb) print write_secret
$1 = {void (void)} 0x555555555229 <write_secret>
```

indirizzo da usare per sovrascrivere l'**indirizzo di ritorno** sullo stack

# Challenge extra – versione x86-32

- L'eseguibile "**wisdom-alt-32**" è una versione a 32 bit dello stesso eseguibile
- Si implementi il porting dell'attacco
- Metterà in evidenza alcune differenze tra x86 a 64 e 32 bit

**Differenze importanti**:

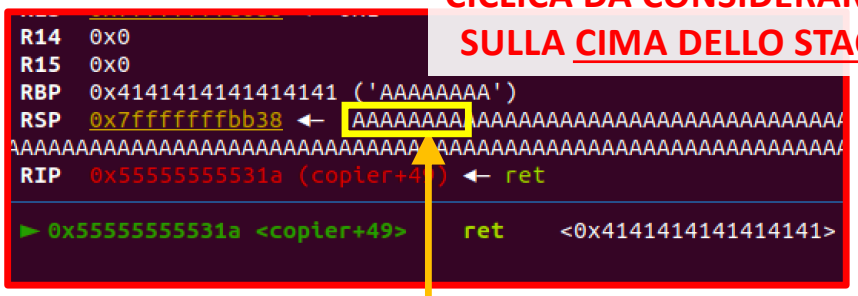
1) In **x86-32**, gli indirizzi sono di **4 bytes** invece che 8. Occorre tenerne conto quando si legge lo stack in GDB, quando si utilizza pwntools, ...
2) Per trovare lo "offset" (la posizione nel payload in cui inserire l'indirizzo da sovrascrivere), bisogna tener conto che il comportamento della **istruzione RET in x86-32** è leggermente diverso da x86 a 64 bit (vedi prossima slide)

# Challenge extra – suggerimenti (x86-32)

- In **x86-64**, la RET causa una eccezione **PRIMA di fare il pop** dell'indirizzo dallo stack
  - L'indirizzo rimane sulla cima dello stack
  - Il processore si rifiuta di scrivere in **RIP** un indirizzo "non-canonico"

- In **x86-32**, la RET causa una eccezione **DOPO aver fatto il pop**
  - L'indirizzo viene rimosso dalla cima dello stack
  - Il processore inserisce l'indirizzo in **EIP**

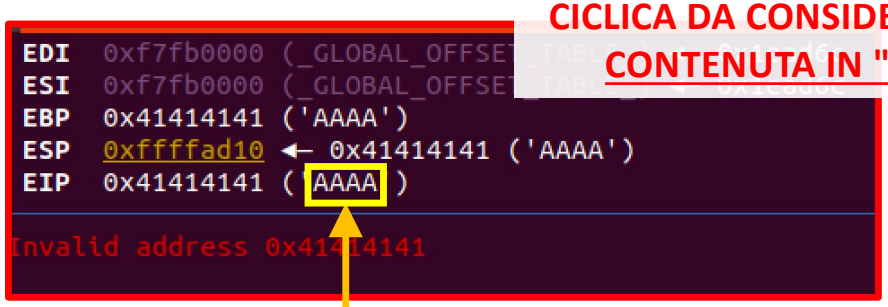
# Challenge extra – suggerimenti (x86-32)




**LA PORZIONE DI STRINGA CICLICA DA CONSIDERARE È SULLA CIMA DELLO STACK**

**x86-64**

**RET viene interrotta prima di prelevare dalla cima dello stack (RIP non viene modificato)**




**LA PORZIONE DI STRINGA CICLICA DA CONSIDERARE È CONTENUTA IN "EIP"**

**x86-32**

**RET viene interrotta dopo aver prelevato dallo stack e copiato in EIP (EIP viene modificato)**

# Challenge extra – suggerimenti (x86-32)

```
from pwn import *
context.arch='i386'    /* 32-bit version of x86 */
context.os='linux'

# Return address in little-endian format
ret_addr = /* TBD: indirizzo dello shellcode (oppure di write_secret()) */
addr = p32(ret_addr, endian='little')

# Opcode for the NOP instruction (for NOP sled)
nop = asm('nop', arch="i386")

# Writes payload on a file
payload = b"2\n" + b"A"*1022
payload += /* TBD: riempitivo di NOP, shellcode */ +  addr

with open("./shellcode_payload", "wb") as f:
        f.write(payload)
```

# Challenge extra – array globale

- Un'altra vulnerabilità è legata all'array globale "***ptrs***"...
  - Si provi a inserire un **valore diverso da 1 o 2**!
  - Occorre fare in modo che il programma acceda al puntatore "p" invece che ai puntatori in "ptrs"
  - Ricordare che la sintassi in C "***array[i]***" equivale a "***array + i*sizeof(array[0])***"

# Challenge extra – array globale

**Suggerimenti**:

1) Prima di avviare il programma con "**run**", impostare un **breakpoint prima o dopo la read()** (es. "**`break wisdom-alt.c:97`**")
2) Determinare gli indirizzi delle variabili **buf**, **ptrs**, **p**, e delle funzioni, usando il comando "**`print variabile`**"
3) Per proseguire l'esecuzione, usare "**next**" (esegue singola istruzione, poi si ferma di nuovo) oppure "**continue**"