Pseudocasualità con OpenSSL

Alfredo De Santis

Dipartimento di Informatica
Università di Salerno

ads@unisa.it

Maggio 2020

Outline

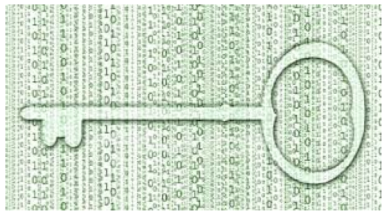
- Concetti Preliminari
- Pseudocasualità in OpenSSL

Outline

- **Concetti Preliminari**
- Pseudocasualità in OpenSSL

Utilità della "Casualità"

- Simulazione numerica
- Analisi numerica
- Decision making
- Testing computer chips
- Algoritmi probabilistici
- …
- **Sicurezza dati**
  - **Generazione chiavi, nonce, challange**
  - …



Casualità estremamente difficile da ottenere in pratica!

Alcune Sorgenti di Casualità
Eventi Esterni

- Contenuto delle battiture su tastiera
- Intervalli di tempo tra la digitazione dei tasti
- Misure di tempi e posizione dei movimenti del cursore e/o del mouse

  informazione raccolta durante una sessione di lavoro (altrimenti si puo' chiedere di battere tasti a caso oppure di muovere il mouse per un po')

- Tempo di arrivo dei pacchetti su rete
- Intervalli di tempo tra interrupt

Casualità e Pseudocasualità

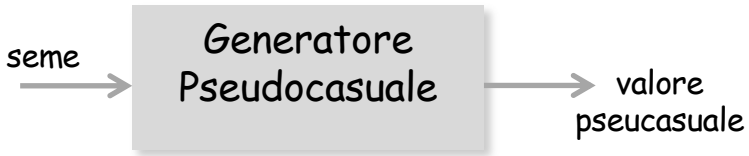
- Casuale



- Pseudocasuale

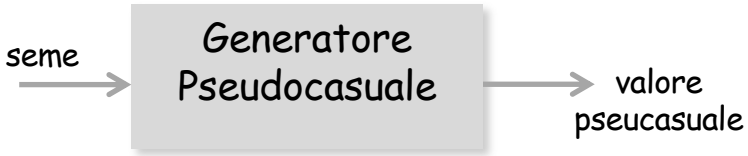
Generazione deterministica da un seme iniziale

Sembra casuale ma non lo è



Indistinguibilità

Casuale o pseudocasuale?



Casualità in Sistemi UNIX Based

Cenni

- Idea: in tutti i dispositivi sono presenti "fenomeni" o "eventi" che accadono costantemente e sono conseguenza di una certa interazione del dispositivo verso utenti o altri dispositivi

- Tali fenomeni rappresentano una sorta di *processo casuale*

Casualità in Sistemi UNIX Based

Cenni

- Esempio: istanti temporali associati alla digitazione dei tasti
  - Dopo aver digitato qualcosa, un utente potrebbe controllare se ci sono eventuali errori di digitazione, prendere un caffè, leggere un giornale, riflettere sulla migliore soluzione per un problema complesso, etc

- Altri esempi di processi che possono essere considerati casuali
  - Tempistica degli interrupt generati cliccando sui tasti del mouse
  - Movimenti del puntatore del mouse sullo schermo
  - Tempi associati agli eventi di I/O del disco o dei device driver
  - Informazioni inserite nei file di log (ad es., in /var/log/syslog)
  - Attività rilevata dai sensori presenti sui dispositivi
  - Tempo di arrivo dei pacchetti su rete
  - Etc

Casualità in Sistemi UNIX Based

Cenni

- Le sorgenti di casualità possono essere divise in due categorie
  - Appartenenti al *Kernel Space*: generano random bit a partire da eventi che avvengono nel Kernel Space
  - Appartenenti allo *User Space*: generano random bit a partire da eventi che avvengono nello User Space

- I bit casuali derivanti dal *Kernel Space* vengono memorizzati in una struttura chiamata *Entropy Pool*

Based

Cenni

- I random bit forniti dalle sorgenti di casualità appartenenti al kernel space sono resi disponibili tramite un file speciale
  - **`/dev/random`**

- I random bit forniti dalle sorgenti di casualità appartenenti allo user space sono di solito resi disponibili tramite
  - *Entropy Gathering Daemon (EGD)*
  - *Pseudo Random Number Generator Daemon (PRNGD)*

Based

Cenni

- Che succede se nel dispositivo di elaborazione non accadono eventi che coinvolgono l'entropy pool?
  - In **/dev/random** potrebbero non esserci sufficienti random bit
  - Una funzione che richiede l'accesso al file **/dev/random** può rimanere bloccata, finché in tale file non è presente il numero di random bit richiesto dalla funzione chiamante

- **N.B.** Di solito vengono generate solo poche centinaia di random bit al secondo
  - Se è necessario accedere ad una quantità di random bit che eccede questo tasso, non ci si può basare su **/dev/random**

Casualità in Sistemi UNIX Based

Cenni

- I sistemi UNIX-Based forniscono una sorgente non bloccante di casualità
  - Accessibile mediante il file **`/dev/urandom`**
  - Utilizza bit casuali forniti da **`/dev/random`** per inizializzare un *Cryptographically Secure Pseudo-Random Number Generator (CSPRNG)*
  - Produce flussi di bit di buona qualità crittografica

Outline

- Concetti Preliminari
- **Pseudocasualità in OpenSSL**

Pseudocasualità in OpenSSL

- OpenSSL permette di generare byte pseudocasuali
  - Possono essere scritti sullo standard output o su un file
- La generazione avviene mediante *Deterministic Random Bit Generator (DRBG)*, definiti dal *NIST SP 800-90*
  - Hash DRBG
  - HMAC DRBG
  - CTR DRBG
- OpenSSL utilizza di default un CTR DRBG, basato su AES a 256 bit
- Il DRBG usa come seme i random byte forniti da `/dev/urandom`

Pseudocasualità in OpenSSL

- OpenSSL permette di generare byte pseudocasuali mediante il comando **rand**

Opzioni principali del comando `rand`

```
openssl rand [options] [numbyte]
```

- **options**
  - **-rand file(s)** File usati come seme per il generatore
  - **-out file** File su cui scrivere i dati generati, che altrimenti verrebbero scritti sullo standard output
  - **-base64** I dati generati sono codificati in formato base64
  - **-hex** I dati generati sono codificati in formato esadecimale
- **numbyte** Numero di byte che si intende generare

Pseudocasualità in OpenSSL

- OpenSSL permette di generare byte pseudocasuali mediante il comando **rand**

Opzioni principali del comando rand

```
openssl rand [options] [numbyte]
```

- **options**
  - **-rand file(**ile usati come seme per il generatore
  - **-out file** enerati, che altrimenti verrebbero scritti sullo standa
  - **-base64** I in formato base64
  - **-hex** I dat formato esadecimale
- **numbyte** Numer rare

Per ottenere la lista completa delle opzioni del comando **rand** è possibile utilizzare **man rand**

Pseudocasualità in OpenSSL
Esempio 1

- Nel seguente esempio vengono generati 12 byte pseudocasuali e scritti nel file **pseudorandom-data.bin**

```
openssl rand -out pseudorandom-data.bin 12
```

- Mediante il seguente comando è possibile visualizzare il contenuto del file **pseudorandom-data.bin**

```
$ xxd pseudorandom-data.bin
0000000: ac36 111b 4b0a c4d2 01b2 4ae0                .6..K.....J.
```

- Mediante il seguente comando è possibile visualizzare, in formato binario, il contenuto del file **pseudorandom-data.bin**

```
$ xxd -b -g 8 -c 8 pseudorandom-data.bin | cut -d " " -f 2
10101100000110110000100010001101101001011000010101100010011
01001000000001101100100100101011100000
```

Pseudocasualità in OpenSSL
Esempio 2

- Mediante il seguente comando è possibile generare 6 random byte e codificarli in Base64
  - Questo produce una stringa di 8 caratteri

```
openssl rand -base64 6
```

```
PHRuOaeI
```

- Mediante il seguente comando è possibile generare 12 random byte e codificarli in base 64
  - Questo produrrà una stringa di 16 caratteri

```
openssl rand -base64 12
```

```
ttGNyw0twfYQZtLf
```

Pseudocasualità in OpenSSL
Esempio 2

- **Osservazioni**
  - Quando i dati generati sono convertiti in Base64, la stringa prodotta avrà sempre una lunghezza multipla di quattro
  - Se si desidera una stringa pseudocasuale la cui lunghezza non sia multipla di quattro, è necessario "accorciare" tale stringa mediante altri strumenti

Pseudocasualità in OpenSSL
Esempio 3

- Mediante il seguente comando è possibile generare una stringa pseudocasuale composta da 39 caratteri stampabili

```
openssl rand -base64 39 | cut -c1-39
```

```
MigL10P23/0OIFsiOhXH07jYYOgiG+Ud6k/kqix
```

Pseudocasualità in OpenSSL
Esempio 3

- Mediante il seguente comando è possibile generare una stringa pseudocasuale composta da 39 caratteri stampabili

```
openssl rand -base64 39 | cut -c1-39
```

```
MigL10P23/0OIFsiOhXH07jYYOgiG+Ud
```

Per ottenere la lista completa delle opzioni del comando `cut` è possibile utilizzare `man cut`

Pseudocasualità in OpenSSL
Esempio 4

- Mediante il seguente comando è possibile generare una stringa pseudocasuale composta da 39 caratteri stampabili

```
openssl rand -base64 39 |shasum |head -c39 > random.txt
```

- I dati generati da OpenSSL sono passati in pipeline alla funzione SHA-1
- L'output di tale funzione è "accorciato" per ottenere il numero di caratteri richiesto
- Il risultato è salvato nel file **`random.txt`**

Pseudocasualità in OpenSSL
Esempio 4

- Mediante il seguente comando è possibile generare una stringa pseudocasuale composta da 39 caratteri stampabili

```
openssl rand -base64 39 |shasum |head -c39 > random.txt
```

Per ottenere la lista completa delle opzioni del comando **head** è possibile utilizzare **man head**

- I dati generati pipeline alla funzione SHA-1
- L'output di tale ottenere il numero di caratteri richiesto
- Il risultato è salvato nel file **random.txt**

Pseudocasualità in OpenSSL
Esempio 5

- Nel seguente esempio, utilizzando il contenuto del file **.bash_history** come seme per il comando **rand**, vengono generati 128 byte random, codificati in Base64

```
openssl rand -rand .bash_history -base64 128
```

```
11771 semi-random bytes loaded
BHkroMwRhgYal7Vt4x3mbCHujIkS2R4BLVoOwSgJxdaJ/3QuLaKVrNMLHoWiYNCF
H38qyTBOrrSpAagdtOvgQNdlsaZtIjlzzh57dj1Ri8ELbvTpp3395Kp3IZnhfK9t
HnJICHSTAHFL84OhIBiHW5fHyJYrL6mxxmv9NosVfz4=
```

N.B. Di default è utilizzato il file **/dev/urandom** come seme

Pseudocasualità in OpenSSL
Esempio 5

- Nel seguente esempio, utilizzando il contenuto del file **.bash_history** come seme per il comando **rand**, vengono generati 128 byte random, codificati in Base64

```
openssl rand -rand .bash_history -base64 128
```

```
11771 semi-random bytes loaded
BHkroMwRhgYal7Vt4x3mbCHujIkS?R4BLVoOwSgJxdaJ/3QuLaKVrNMLHoWiYNCF
H38qyTBOrrSpAagdtOvgQNdlsaZtIj  zh57dj1Ri8ELbvTpp3395Kp3IZnhfK9t
HnJICHSTAHFL84OhIBiHW5fHyJYrL6mxx  NosVfz4=
```

Dimensione del file usato come seme per il generatore

Pseudocasualità in OpenSSL
Esempio 5

- Nel seguente esempio, utilizzando il contenuto del file **.bash_history** come seme per il comando **rand**, vengono generati 128 byte random, codificati in Base64

```
openssl rand -rand .bash_history -base64 128
```

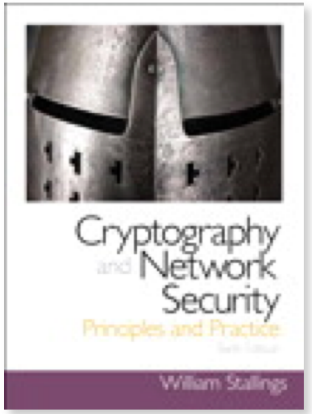
```
11771 semi-random bytes loaded
BHkroMwRhgYal7Vt4x3mbCHujIkS2R4BLVoOwSgJxdaJ/3QuLaKVrNMLHoWiYNCF
H38qyTBOrrSpAagdtOvgQNdlsaZtIjlzzh57dj1Ri8ELbvTpp3395Kp3IZnhfK9t
HnJICHSTAHFL84OhIBiHW5fHyJYrL6mxxmv9NosVfz4=
```

171 caratteri + 1 di padding

N.B. Di default è utilizzato il file **/dev/urandom** come seme

Bibliografia

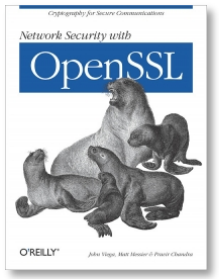
- Cryptography and Network Security by W. Stallings, 6/e, 2014
  - Cap. 7



- Recommendation for Random Number Generation Using Deterministic Random Bit Generators
  - https://nvlpubs.nist.gov/nistpubs/SpecialPublications/NIST.SP.800-90Ar1.pdf

Bibliografia

- Network Security with OpenSSL
  Pravir Chandra, Matt Messier and John Viega (2002), O'Reilly
  - Appendix A. Command-Line Reference



- Presentazione Lezione Corso di Sicurezza, Prof. De Santis
  - Generatori Pseudocasuali

- Documentazione su OpenSSL
  - https://www.openssl.org/docs/

OpenSSL
Cryptography and SSL/TLS Toolkit