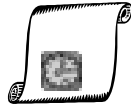




Marcatura Temporale di Documenti Digitali

- Il notaio digitale
- Quando è stato creato il documento **D** ?



Time Stamping

1



Digital Timestamp

La *marca temporale* di un documento è qualcosa aggiunto ad esso che prova che il documento è stato “prodotto” **prima**, **dopo** oppure **ad** un fissato momento

Time Stamping

2



Alcune idee

- Depositare il documento presso un notaio
- Inviare il documento a se stesso, tramite il servizio postale
- Brevetto (se brevettabile...)
- Pubblicare il documento su di un giornale
- Uso di un registro di protocollo
- Foto con un quotidiano (se è un sequestro...)

Time Stamping

3



Facile e Difficile

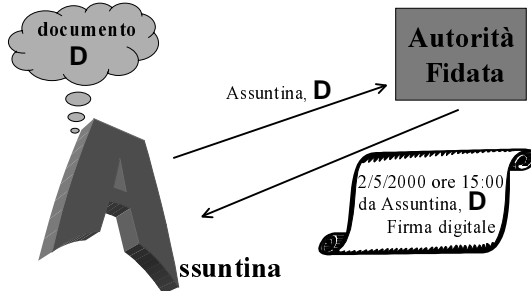
- È in genere *facile* provare che un documento è stato prodotto *dopo* una data fissata
- È in genere *difficile* provare che un documento è stato prodotto prima di una data fissata

Time Stamping

4



Una soluzione naive



Time Stamping

5



Problemi con la soluzione naive

- Dimensioni del documento **D**
 - per la comunicazione
 - per la memorizzazione dell’Autorità Fidata
- Privatezza del contenuto di **D**
- Quanto è fidata l’Autorità Fidata?

Time Stamping

6

Idea: Funzioni Hash

- Dimensioni del documento **D**
 - per la comunicazione
 - per la memorizzazione dell'Autorità Fidata
- Privacy del contenuto di **D**
- Quanto è fidata l'Autorità Fidata?

Time Stamping 7

Soluzione naive migliorata

documento **D**

Assuntina, $H(D)$

Autorità fidata

Assuntina

2/5/2000 ore 15:00
Assuntina, $H(D)$
Firma digitale

Time Stamping 8

Problema

Sed quis custodiet ipsos custodes?
Giovenale, *Satire*, VI, 100 A.C.

Time Stamping 9

Possibili Soluzioni

Due famiglie di protocolli

Protocolli distribuiti (senza Autorità Fidata)

- Avere più "testimonianze" del tempo

Protocolli con "link" (con Autorità Fidata)

- Collegare tra loro le marche dei documenti

Time Stamping 10

Un protocollo distribuito

$H(D)$ → Generatore Pseudo-casuale → V_1, V_2, \dots, V_n

Assuntina

Time Stamping 11

Un protocollo distribuito

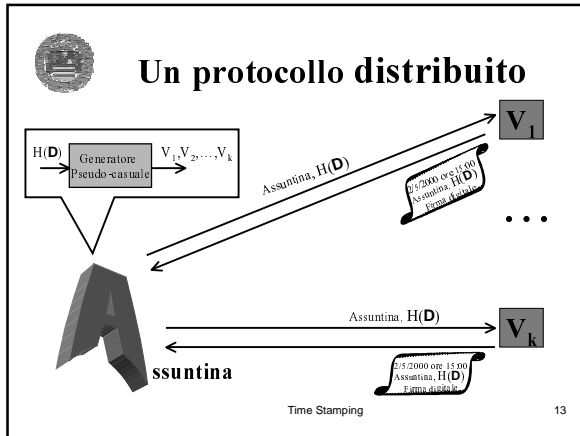
$H(D)$ → Generatore Pseudo-casuale → V_1, V_2, \dots, V_n

Assuntina, $H(D)$

Assuntina, $H(D)$

Assuntina

Time Stamping 12



Protocollo Distribuito: Sicurezza

- k grande \Rightarrow difficile per Assuntina corrompere k persone
- La scelta delle persone da contattare è
 - casuale
 - dipendente dal documento

Time Stamping 14

Protocollo Distribuito: Problemi

- Ci vogliono molte persone in grado di rispondere immediatamente ad Assuntina
- Durata (vita) delle firme digitali:
 - La firma potrebbe non essere più valida al tempo della verifica della marca temporale:
 - La chiave privata è stata compromessa
 - Lo schema di firme è stato rotto

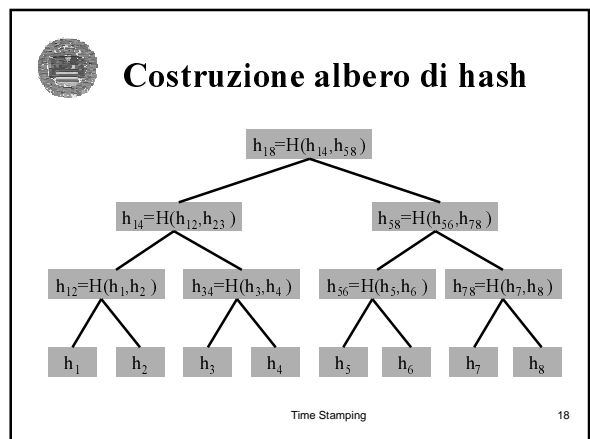
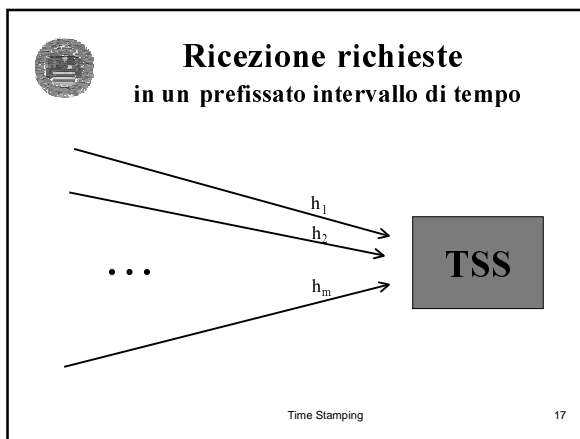
Time Stamping 15

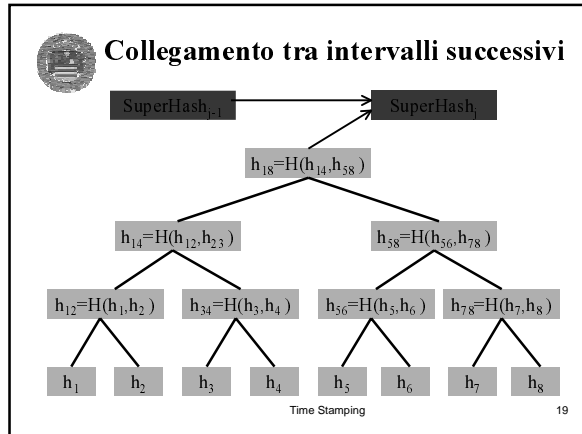
Protocollo con "link"

Time Stamping Service (Autorità fidata, ... ma non troppo)

- Riceve tutte le richieste in intervalli prefissati
- Le collega tra loro
- Invia ad ognuno una marca temporale
- Vincola se stesso a "non poter predare"

Time Stamping 16



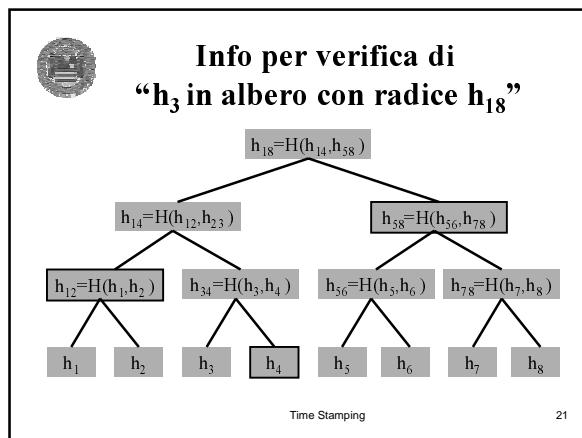


Marca temporale

Inviata per ogni richiesta ricevuta nell'unità di tempo

- ID utente della richiesta
- h_i
- data ed ora
- h_{1m} (valore hash della radice dell'albero)
- info necessarie per verificare che h_i è stato utilizzato per costruire l'albero con radice h_{1m}
- SuperHash $_{i-1}$ e SuperHash $_i$
- Firma del TSS

Time Stamping 20



Sicurezza del Sistema



Fissato il valore hash della radice, non è possibile

- inserire un nuovo valore nell'albero di hash
- cambiare anche un solo valore nell'albero di hash

...altrimenti si determinerebbe una collisione per la funzione hash

Time Stamping 22

Sicurezza del Sistema

- Si potrebbe rompere lo schema colludendo solo con il TSS e creando una insieme di alberi collegati lunghi "a sufficienza" 
- Una possibile soluzione: pubblicizzare il SuperHash ad intervalli regolari
 - ogni giorno su Internet, su quotidiani,...
 - distribuzione mediante e-mail, CD,...

Time Stamping 23

Estendere la "vita" di firme digitali

- La firma F di un documento digitale D potrebbe essere non più valida se la chiave è andata perduta o il sistema di firme è stato "rotto"
- Apponendo una marca temporale su (F, D) , siamo sicuri della validità della firma così come lo eravamo quando la firma è stata fatta la prima volta
- Si confronta la marca temporale di un documento firmato con la data della eventuale revoca della chiave di firma

Time Stamping 24



PGP Digital Timestamping Service

<http://www.itconsult.co.uk/stamper.html>

- Il TSS firma ogni documento che riceve
- Ogni firma ha un numero seriale
- Il TSS memorizza tutte le firme che genera
- Tutte le marche (Serial Number, Time, Date) emesse possono essere esaminate
- Ogni giorno pubblica due file
 - Numero seriale dell'ultima firma effettuata
 - Tutte le marche emesse quel giorno

Time Stamping

25



Digital Notary

<http://www.surety.com>

- Il cliente usa del software venduto dalla Surety
- Funzione hash con un digest di 288 bit (MD5+SHA)
- Il sistema usa una struttura ad albero
- L'unità di tempo corrisponde ad un secondo
- Un numero seriale è inserito nel documento
- Il SuperHash è pubblicato in posti accessibili via rete, su un CD-ROM, ed ogni settimana sul Sunday New-York Times

Time Stamping

26



Cifratura Timed-release

Inviare informazioni nel futuro

Obiettivo: cifrare un messaggio che non può essere decifrato da nessuno prima di un prefissato tempo

Time Stamping

27



Crittografia Timed-release

Assuntina vuole che M sia pubblicato al tempo t

- Cifra M con chiave K $M' \leftarrow E_K[M]$
- Pubblica M' e la cifratura della chiave K con una chiave pubblica e_t
- Un TTS al tempo t pubblica la chiave privata d_t corrispondente a e_t

Time Stamping

28