Webbit 2004

Padova, 7 maggio 2003

Hacking della firma digitale e attacco ai contenuti delle smartcard. Alcune casistiche.

Relatore: Igor Falcomatà - koba@sikurezza.org

Hacking della firma digitale e attacco ai contenuti delle smartcard. Alcune casistiche

audience: livello tecnico medio-basso

requisiti: conoscenza del meccanismo di firma digitale

- **in questa presentazione analizzeremo le principali problematiche di sicurezza legate alla firma digitale ed al suo utilizzo**
- **anche utilizzando supporti "sicuri" (smartcard & co) per la firma "forte"**
- **con l'obbiettivo di fornire una panoramica, sfatare alcuni miti ed elencare alcune risorse utili per approfondimenti**
- **si presuppone una conoscenza dei principi alla base del meccanismo di firma digitale**

Perché serve la crittografia?

Le reti di comunicazione non sono in grado di proteggere, a livello fisico, la segretezza e l'integrità del traffico...

- **confidenzialità** segretezza, riservatezza

  anche in caso di intercettazione i dati devono essere inintelleggibili; per comprenderli è necessaria una "chiave"

- **integrità** protezione da modifiche

  i dati (se) ricevuti, devono essere conformi a quelli inviati; eventuali modifiche devono essere rilevate

- **autenticazione** delle componenti coinvolte

  è necessario identificare con certezza chi invia e riceve i dati

- **non ripudio** dei dati inviati

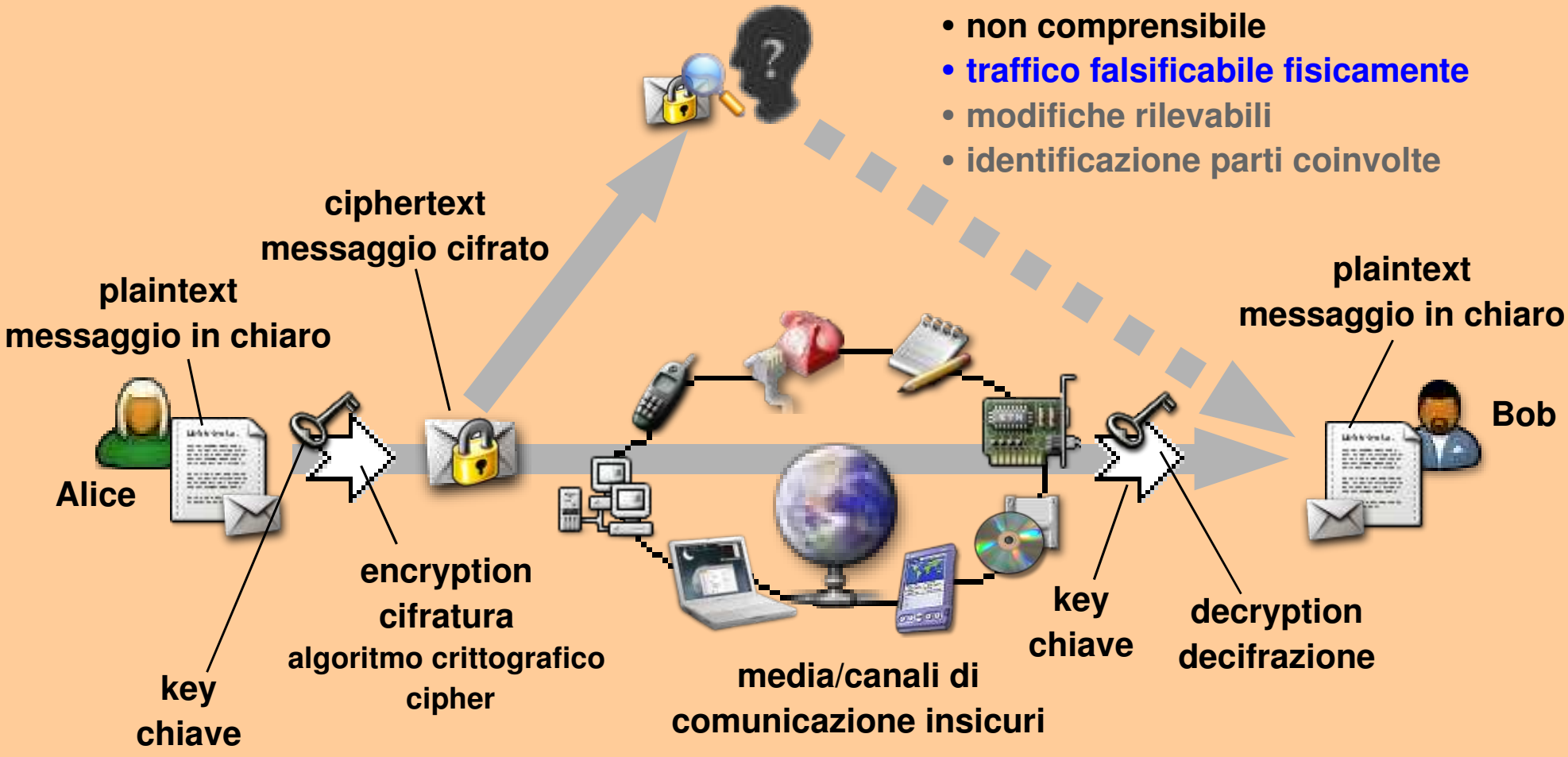
  una volta inviati, i dati non devono poter essere disconosciuti

Senza crittografia...

- traffico intercettabile fisicamente
- comprensibile e modificabile
- traffico falsificabile fisicamente
- non distinguibile dall'originale
- chi lo sta inviando? chi ricevendo?

Come funziona la crittografia?

- **traffico intercettabile fisicamente**
- non comprensibile
- **traffico falsificabile fisicamente**
- modifiche rilevabili
- identificazione parti coinvolte



Crittografia a chiave segreta

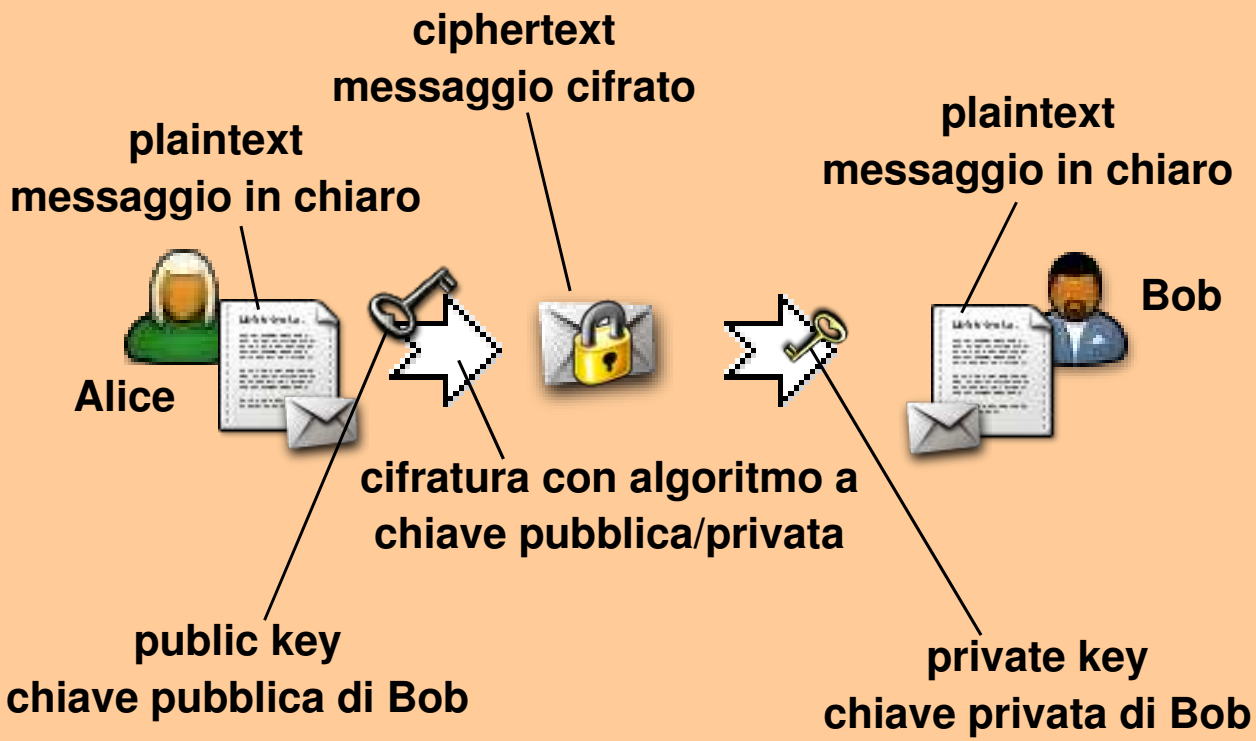
- molto veloce, rispetto alla crittografia a chiave pubblica/privata
- considerata sicura con chiavi a 128/192/256 bit
- entrambi devono conoscere a priori una chiave segreta comune (shared secret)
- non ha meccanismi di negoziazione chiavi su canali insicuri
- difficile assicurare integrità del traffico
- non adatta per verifica identità soggetti

Algoritmi più noti

- AES (Rijndael)
- DES
- 3DES
- RC2
- RC4,
- RC5
- IDEA
- Twofish
- Blowfish
- Serpent
- CAST

Crittografia a chiave pubblica/privata

- permette di cifrare dati senza stabilire prima una chiave segreta comune
- permette di "firmare" digitalmente il messaggio per assicurarne l'integrità
- permette di verificare l'identità delle componenti coinvolte, anche senza conoscerle a priori (CA, web of trust, etc.)



Algoritmi più noti:

- RSA
- DSA (no encryption)
- curve ellittiche

Le due chiavi sono legate da una relazione: dalla chiave privata si può generare la chiave pubblica, ma non deve essere possibile il contrario

Digest crittografici

Per evitare di cifrare una grande quantità di dati con un algoritmo a chiave pubblica/privata, in realtà si firma digitalmente solamente un digest (detto anche hash) crittografico che lo rappresenti.
Partendo da un insieme di dati arbitrario di qualsiasi lunghezza, è possibile processarlo con un algoritmo matematico ed ottenere una stringa univoca di lunghezza fissa (128, 160, 256 bit, ...)

Questi algoritmi devono soddisfare particolari requisiti per i digest che generano:

- **univocità**
  ad ogni insieme di dati corrisponde un unico digest
- **"collision free"**
  non devono esserci due insiemi di dati diversi che generano lo stesso digest
- **non reversibilità**
  dal digest non deve poter essere possibile ricostruire l'insieme di dati che lo ha generato
- **non prevedibilità**
  non deve essere possibile studiare un insieme di dati che dia un digest predeterminato e viceversa

Firma digitale

Bob

plaintext
messaggio in chiaro

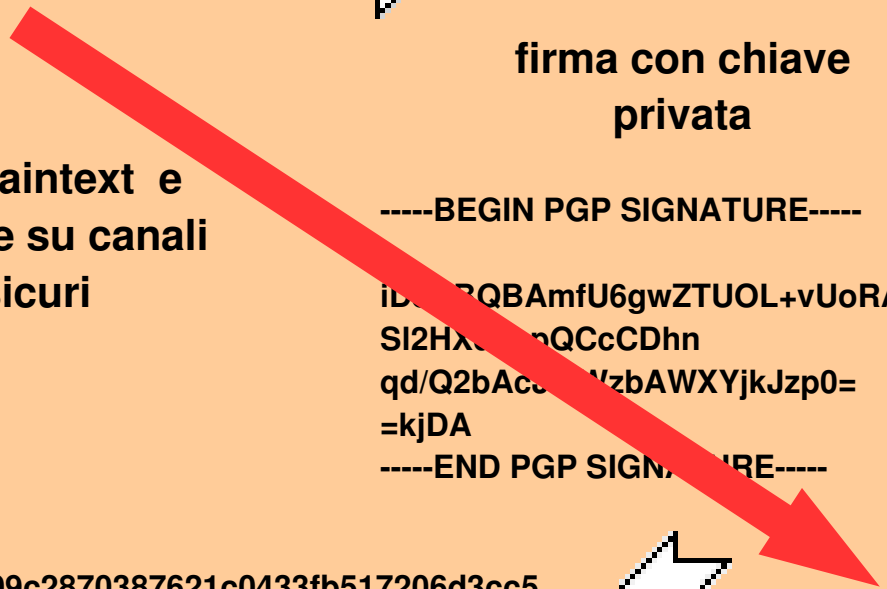
algoritmo digest crittografico
(md5, sha1, md4, ripe160, ...)

digest crittografico

009c2870387621c0433fb517206d3cc5

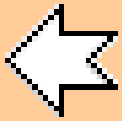
firma con chiave
privata

invio plaintext e
signature su canali
insicuri



-----BEGIN PGP SIGNATURE-----

iD[illegible]BQBAmfU6gwZTUOL+vUoRAkjlAJ9MMpGPAaYHgZZNd4RG
SI2HX[illegible]pQCcCDhn
qd/Q2bAc[illegible]VzbAWXYjkJzp0=
=kjDA
-----END PGP SIGN[illegible]RE-----



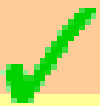
009c2870387621c0433fb517206d3cc5

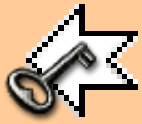
=

009c2870387621c0433fb517206d3cc5

digest generato dal
documento ricevuto

verifica digest con quello
inviato da Bob firmato





chiave pubblica di Bob

Alice

Cifra (e firma)

generazione di una chiave segreta di sessione realmente casuale (“truly random”)

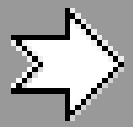
g9ôHyëÝ31Lá¥k^|Ð¨¾ÔçÂt«`i9ÂPÍ¶;_àfë®`

utilizzo di questa chiave per cifrare il messaggio con un algoritmo a chiave segreta

cifratura della chiave di sessione con la chiave pubblica del ricevente (Bob)

digest crittografico del messaggio cifrato con la chiave segreta di sessione e della key stessa cifrata con la chiave pubblica di Bob

+



009c2870387621c0433fb517206d3cc5

firma con la chiave privata del mittente (Alice)

messaggio cifrato per Bob e firmato da Alice

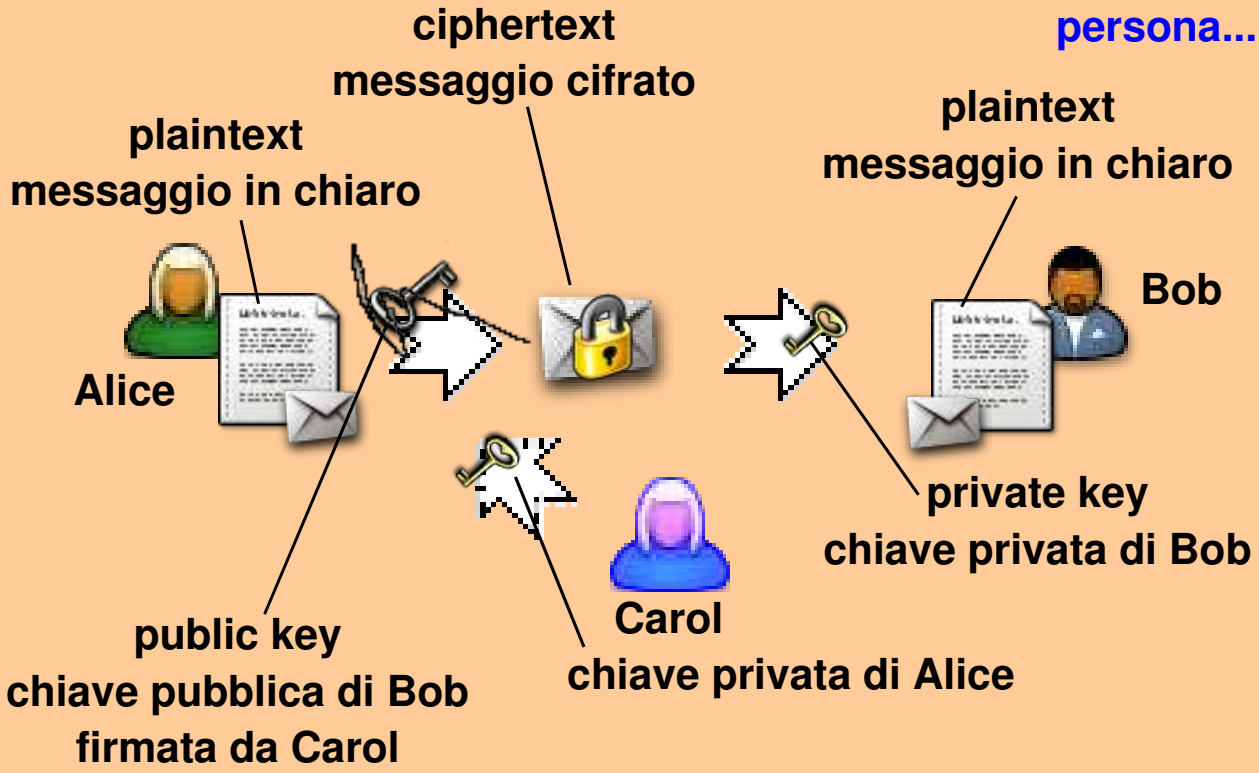
Web of trust

cifra

- **utilizzando la chiave pubblica di Bob, chiunque può cifrare un messaggio**
- **solamente Bob può decifrare il messaggio, utilizzando la sua chiave privata**

chi garantisce la veridicità delle chiavi?

- **e se la chiave pubblica di Bob che Alice sta utilizzando, non appartenesse realmente a Bob?**
- **o si scambiano le chiavi pubbliche di persona...**



...oppure

- **Alice conosce Carol**
- **si "fida di lei"**
- **ha una copia "sicura" della sua chiave pubblica**
- **sa che Carol conosce Bob ed ha una copia "sicura" della sua chiave pubblica**
- **Alice si fa inviare una copia firmata della chiave di Bob**

... e viceversa

Certification Authority

- è un meccanismo per “istituzionalizzare” la garanzia dell'autenticità delle chiavi
- le CA sono delle “terze parti” fidate per definizione
- firmano, con la loro chiave privata, i “certificati digitali” degli utenti (o dei sistemi) dopo averne verificato l'identità
- un certificato digitale è una chiave pubblica con degli attributi (nome, validità, valenza, ...)
- le chiavi pubbliche delle più importanti CA sono inserite, di default, in quasi tutti i browser o sistemi operativi
- è un meccanismo nato principalmente per usare https/ssl, ora è in generale adattabile dove si possano usare strumenti di crittografia (PKI): autenticazione, VPN, firma digitale, etc.

Obiettivi degli attacchi al meccanismo di firma:

"rottura" degli algoritmi crittografici
accesso/modifica contenuto smartcard
debolezze delle PKI
sovversione del procedimento di firma e/o verifica
compromissione delle stazioni degli utenti

- **falsificazione dell'identità dei soggetti coinvolti**
  - **mittente, destinatario, terze parti**
- **falsificazione o modifica di dati firmati digitalmente**
  - **documenti, atti, archivi, e-mail, flussi, login & auth**

In pratica...

[..] infatti la falsificazione di una firma autografa è quasi sempre verificabile con una perizia calligrafica, mentre una firma digitale è sempre "vera". [..]*

FAQ: Domande e risposte sulla firma digitale, di Manlio Cammarata e Enrico Maccarone
http://www.interlex.it/docdigit/faq/faq42.htm

- **emettere documenti a nome di qualcun altro**
- **fornire false credenziali di identificazione**
- **alterare/invalidare documenti, timestamps**

*** qualora la chiave privata utilizzata per emettere la firma digitale contraffatta sia la stessa utilizzata per firmare i documenti legittimi**

"Rottura" degli algoritmi crittografici [1/2]

attacco tramite tecniche di crittoanalisi agli algoritmi ed alle chiavi utilizzate per proteggere i dati

- **forzatura delle chiavi di sessione (crittografia simmetrica)**
- **forzatura delle chiavi private (crittografia a chiave pubblica)**
- **sovversione degli algoritmi di hash crittografico**

"Rottura" degli algoritmi crittografici [2/2]

in passato è stata dimostrata la debolezza di sistemi che utilizzino una lunghezza di chiavi non adeguata

gli algoritmi e le chiavi adottate per la firma "forte" sono considerati pubblicamente "sicuri" (qualora correttamente implementati)

- **questi attacchi richiedono elevate conoscenze crittografiche e notevoli risorse hardware**
- **non sono alla portata "dell'uomo della strada" e generalmente "sono molto costosi"**
- **nella crittografia vengono generalmente utilizzati algoritmi che siano pubblicamente considerati "sicuri"**

spesso esistono metodi più vantaggiosi (tempo, risorse, denaro, ..)

Accesso/modifica contenuto smartcard [1/4]

uno dei punti più deboli della crittografia a chiave pubblica (e quindi del meccanismo di firma digitale) è la confidenzialità della chiave privata

- **per evitare che la chiave privata possa essere "rubata" facilmente, la firma digitale "forte" prevede:**

  1. La generazione della coppia di chiavi deve essere effettuata mediante apparati e procedure che assicurino, in rapporto allo stato delle conoscenze scientifiche e tecnologiche, l'unicità e la robustezza della coppia generata, nonché la segretezza della chiave privata.

Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 8 febbraio 1999
Art. 5 - Generazione delle chiavi
http://www.interlex.it/testi/regtecn.htm#5

Accesso/modifica contenuto smartcard [2/4]

per ovviare a questa debolezza si utilizzano dei supporti "hardware" (smartcard, token USB) dotati di microchip

- **questi dispositivi effettuano autonomamente le operazioni di crittografia a chiave pubblica**
- **sono previsti meccanismi di protezione dalla modifica hardware ("tamper proof")**
- **sono previsti meccanismi di protezione della chiave privata: la chiave privata non lascia mai la smart card, né sono disponibili funzioni per estrarla**

Accesso/modifica contenuto smartcard [3/4]

esistono (e sono ben documentate) numerose metodologie di attacco "fisico" o "logico" alle smart-card

- **attacchi invasivi**
  con sottrazione della stessa e distruzione
- **attacchi non invasivi**
  senza sottrazione (o con restituzione dopo il furto)

l'accesso alla chiave privata potrebbe non essere l'unico obiettivo... pensiamo ad un sistema di moneta digitale dove i dati relativi al credito siano contenuti nel supporto...

Introduzione alle tipologie di attacco (ita):
Smart Card (Java Card), Francesca Fiorenza
http://www.blackhats.it/it/eventi/24012002/smartcard.pdf

Panoramica e riferimenti (eng):
SMART CARD CONTENT SECURITY, Stefano Zanero
http://www.elet.polimi.it/upload/zanero/papers/scsecurity.pdf

Accesso/modifica contenuto smartcard [4/4]

nell'utilizzare queste metodologie, l'attaccante valuterà l'impegno necessario in relazione ai risultati:

un conto è forzare un meccanismo di sicurezza di una pay-tv o di un sistema di digital cash, un altro è firmare documenti a nome del dott. Rossi.

- **questo attacchi richiedono elevate conoscenze crittografiche e dell'hardware**
- **richiedono anche risorse e laboratori attrezzati**
- **non sono alla portata "dell'uomo della strada" e generalmente "sono piuttosto costosi"**

spesso esistono metodi più vantaggiosi (tempo, risorse, denaro, ..)

Debolezze delle PKI (Public Key Infrastructure)

una terza parte "fidata" (Certification Authority) emette un certificato digitale (firmato) che garantisce la corrispondenza tra una certa chiave pubblica ed un certo soggetto, nonché definisce gli utilizzi e gli attributi

- debolezze nel processo di verifica dell'identità legato alla emissione del certificato
- compromissione della sicurezza delle chiavi private della CA e/o della sua struttura informatica
- lentezze nel processo di emissione delle revoche (CRL)
- timestamp (marca temporale)

- queste problematiche sono affrontate e regolamentate nella normativa italiana inerente la firma digitale "forte"

Ten Risks of PKI: What You're Not Being Told About Public Key Infrastructure, C. Ellison and B. Schneier
http://www.schneier.com/paper-pki.html

Quando a rischio non è la smart-card (ma quello che ci sta intorno)

assumiamo che le smartcard, i relativi lettori, nonché le infrastrutture di PKI dei certificatori ed i loro sistemi informativi non siano attaccabili praticamente con i metodi visti fin qui...

- **rimangono sempre da valutare gli anelli deboli della catena:**
  - **gli utenti**
    buonafede, mancata conoscenza dei meccanismi alla base della firma digitale, scarse competenze informatiche in genere, ..
  - **le loro stazioni**
    scarse procedure di sicurezza, carenza di hardening, utilizzo di privilegi elevati, vulnerabilità, ..
  - **i software di firma**
    sovversione delle procedure di firma e di verifica, ..

Debolezze nella verifica dei documenti e dell'identità dei soggetti coinvolti

la sicurezza della meccanismo di firma digitale non è legato solamente alla sicurezza dei certificatori e della loro struttura di PKI

- sovversione delle chiavi pubbliche utilizzate per la verifica (sulla stazione dell'utente)
    - chiavi di CA che non risiedano sul supporto "sicuro"
    - sovversione dell'ordine di verifica
- mancata verifica della validità del certificato (CRL)
    - mancanza di collegamento ad Internet
    - Denial of Service
- cattiva implementazione dei software di verifica
- sovversione del processo di verifica
    - sostituzione del software di verifica con una versione contraffatta

Implementazione dei software di firma: un esempio concreto

From: Stefano Zanero <s.zanero@securenetwork.it>
Subject: Sconfinati CAMPI di Cavoli Amari
Date: Fri, 6 Sep 2002 15:11:15 +0200
http://www.sikurezza.org/ml/msg05957.html

Tra i "bachi" delle norme e quelli dei programmi, Manlio Cammarata, http://www.interlex.it/docdigit/bachi.htm

- **cosa succede se il software visualizza sul video dell'utente un contenuto che possa variare dinamicamente in base al contenuto di certe "macro" o campi variabili?**
  - **senza avvertire l'utente della presenza di questi campi**
  - **senza nemmeno avvertirlo della potenziale pericolosità di certi formati**

l'utente firma il documento basandosi su quando visualizza a video, ma alla successiva verifica il contenuto potrebbe essere diverso!

Implementazione dei software di verifica: un altro esempio concreto

From: "Hotmail" <buubby<at>hotmail.com>
Subject: Sconfinati CAMPI di CAVOLI AMARI 2- LA VENDETTA
Date: Thu, 20 Feb 2003 17:25:52 +0100TA
http://www.sikurezza.org/ml/02_03/msg00159.html

Una notizia ai limiti dell'incredibile, Manlio Cammarata, http://www.interlex.it/docdigit/bachi10.htm, 2003, Interlex

- **cosa succede se il software importa, direttamente dal documento inviato per essere verificato, il certificato "root" di una Certification Authority fittizia?**
  - **senza chiederne conferma esplicita all'utente**
  - **senza nemmeno visualizzarlo in modo evidente**

tutti i documenti firmati con certificati emessi da quella CA saranno visualizzati come correttamente verificati!

Altri attacchi dell'uomo della strada: furto/sottrazione della smartcard

chiunque possa utilizzare la smartcard e conosca il PIN del dott. Rossi può emettere documenti firmati digitalmente e con firma valida

- **smartcard (personali) affidate ad altri**
  segretaria, commercialista, ...
- **smartcard incustodite**
  possibile sottrazione (anche temporanea)

come può essere sottrato il PIN?
fogliettini, magari custoditi insieme alla smartcard
durante la digitazione
attraverso software o hardware di "snooping"

Compromissione delle stazioni degli utenti

Providing Authentication to Messages Signed with a Smart Card in Hostile Environments
Tage Stabell-Kulo, Ronny Arild, and Per Harald Myrvang, University of Tromso
http://www.usenix.org/publications/library/proceedings/smartcard99/stabell.html

[..]

- **The problem is that there is no authenticated ``channel'' from the card to the user. The card is unable to ``tell'' P what it is about to sign, and P can not verify that X has been received for signing [1]. The problem is well known [4,14]. Authenticated channels can be obtained by means of, for example, more powerful hardware, such as contemporary PDAs. With this type of hardware, integrity is obtained since the PDAs have a (small) display on which X can be shown. However, smart cards are prevalent and we seek a solution using this technology.**

[..]

1. M. Abadi, M. Burrows, C. Kaufman, and B. Lampson.
   Authentication and delegation with smart-cards.
   Science of Computer Programming, 21(2):93-113, October 1993.
4. H. Gobioff, S. Smith, J. D. Tygar, and B. Yee.
   Smart Cards in Hostile Environments.
   In Proceedings of the Second USENIX Workshop on Electronic Commerce, Oakland, CA, November 1996.
14. B. Yee and D. Tygar.
   Secure Coprocessors in Electronic Commerce Applications.
   In Proceedings of The First USENIX Workshop on Electronic Commerce, New York, New York, July 1995.

Il gioco delle tre carte

vedi quello che vuoi firmare...

firmi (anche) quello che vuole l'attaccante

- anche utilizzano smartcard o token (la chiave privata non è fisicamente estraibile dal supporto)
- un attaccante che prendesse il controllo della stazione potrebbe (facilmente) sovvertire il processo di firma
- intromettendosi nel meccanismo qualora l'utente voglia firmare un documento
    - visualizzando un certo contenuto e firmando qualsiasi altra cosa a suo piacimento
- eventualmente catturando anche il pin di accesso alla chiave, per riutilizzarlo (qualora la smartcard/token sia inserita) quando più gli aggrada

Attacchi alle stazioni dell'utente: un esempio concreto

Firma digitale: un attacco simulato rileva alcune debolezze del sistema

PuntoSicuro, http://www.puntosicuro.it/language,1/page,1.php/articolo_3092/

- **procedura sviluppata dal DICO, gruppo sicurezza, Università di Milano (http://dico.unimi.it)**
- **attraverso un worm mirato ad attaccare la stazione dell'utente**
- **sviluppato per colpire uno specifico prodotto di firma ma potrebbe essere "puntato" verso altri prodotti**
- **permette di sovvertire i procedimenti di firma e produrre "documenti falsi con firma vera"**
- **un attaccante con un sufficiente bagaglio tecnico e pochissime risorse (un lettore di smartcard, il software da attaccare ed un computer) potrebbe replicarlo**

Gli attacchi alle stazioni degli utenti sono un pericolo reale/concreto al meccanismo di firma?

la risposta è indubbiamente sì

- le stazioni "client" vengono generalmente meno "mantenute" dei server (che a loro volta sono spesso attaccati con successo)
- i sistemi operativi "client" sono insecure by default
- vengono scoperte (e spesso rese pubbliche) continuamente nuove tipologie di attacco e vulnerabilità
- continuamente = quotidianamente
- le stazioni utilizzate per la firma vengono spesso utilizzate (anche) per attività potenzialmente "pericolose"
  accesso ad Internet, lettura della posta, esecuzione di applicazioni slegate dalle procedure di firma
- spesso con privilegi elevati (amministratore della macchina)

Perché indubbiamente sì?

(con tutti i sistemi operativi attualmente utilizzati)

- **l'amministratore del sistema ha il controllo completo di tutto quello che transita (memoria, schermo, file, connessioni, periferiche, etc.)**
- **la smartcard impedisce che possa comunque accedere alla chiave privata**
- **la smartcard NON impedisce che l'amministratore possa far visualizzare sul monitor un certo documento ed inviare alla smartcard un ALTRO documento**
- **la smartcard non ha "strumenti" per comunicare cosa sta firmando all'utente**
- **non ha neanche strumenti per comunicare che sta firmando qualcosa...**
- **e se amministratore = attaccante?**

Come affrontare le problematiche? conoscere i limiti della tecnologia

- utilizzare per la firma digitale "forte" stazioni dedicate, possibilmente separate dal resto della rete
- o prevedere quantomeno procedure di messa in sicurezza, corretta manutenzione e monitoraggio
- utilizzare sistemi operativi che garantiscano un livello di sicurezza sufficiente*
- utilizzare software di firma e verifica che garantiscano un livello di sicurezza sufficiente*
- il "buon senso" informatico in ottica di sicurezza ("best pratices")
- preservare dal furto le smart card ed i pin
- utilizzare formati di documento non modificabili

*** stabilire livello di sicurezza sufficiente non è banale**

Relatore: Igor Falcomatà - koba@sikurezza.org

a breve potrete scaricare queste slide:
http://www.sikurezza.org/risorse.html

Domande?

Altri riferimenti utili:

- **Interlex, sezione dedicata:**
  http://www.interlex.it/docdigit/indice.htm
- **Sito Avv. Andrea Monti, sezione dedicata**
  http://www.ictlaw.net/internal.php?sez=art&IdT=3&IdTA=14&IdA=75&lang=1