Introduzione ai protocolli di sicurezza con CSP

Introduzione (1)

- Per tutti i protocolli sono prescritte sequenze di interazioni tra agenti per raggiungere un determinato obiettivo
- I protocolli di comunicazione hanno l'obiettivo di stabilire una comunicazione tra gli agenti
  - stabilire il link
  - accordarsi sulla sintassi
  - ...

Introduzione (2)

- I protocolli di sicurezza hanno lo scopo di stabilire le opportune sequenze di interazioni che permettono di offrire determinati servizi di sicurezza nella comunicazione tra agenti distribuiti
- Richiedono scambio di informazioni tra i nodi comunicanti
  - talvolta è richiesta la presenza di una terza parte fidata (trusted)

Introduzione (3)

- Sono adatti per tecniche di analisi rigorosa e formale
- Rappresentano componenti critiche per sistemi distribuiti in cui è desiderato un alto livello di sicurezza
- Sono facilmente descrivibili a parole
- Sono difficili da valutare manualmente
- Sono compatti e facili da manipolare

Caratteristiche di Sicurezza (1)

- Segretezza:
  - nessun intruso può dedurre le attività che gli utenti legittimi stanno svolgendo
  - nessun intruso può leggere i messaggi che gli utenti legittimi si stanno scambiando
- Autenticazione:
  - dell'origine dei messaggi
  - delle entità coinvolte nella comunicazione

Caratteristiche di Sicurezza (2)

- Integrità dei dati:
  - Garanzia che i messaggi ricevuti non sono stati corrotti
  - È un corollario dell'autenticazione precedente
- Non ripudio:
  - Non è possibile negare di aver partecipato a una comunicazione

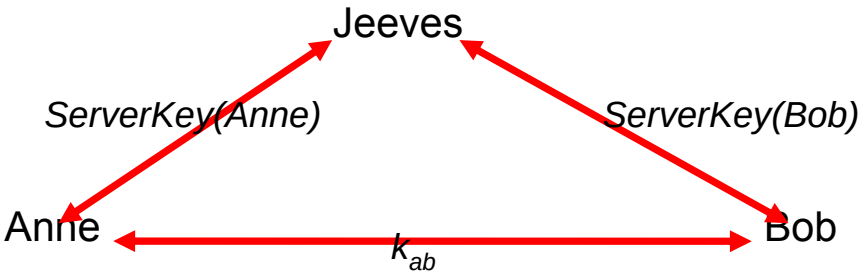
Caratteristiche di Sicurezza (3)

- Equità (Fairness):
  - Evitare che un comunicante possa avvantaggiarsi durante la comunicazione rispetto ad un altro
    - Ad es. interrompendo la comunicazione dopo aver ricevuto dati sensibili E prima di aver trasmesso i propri
- Anonimia:
  - Poter utilizzare determinati servizi senza dover comunicare la propria identità

Caratteristiche di Sicurezza (4)

- Disponibilità
  - Garanzia che il servizio per il quale si è attivata la comunicazione è effettivamente offerto

Schema di Riferimento Classico per Canale Sicuro (1)



Schema di Riferimento Classico per Canale Sicuro (2)

- Protocollo di sicurezza basato su un algoritmo simmetrico di crittografia
- I due agenti Anne (a) e Bob (b) devono comunicare attracerso un canale sicuro con l'aiuto di un server fidato (Jeeves)
- In generale, tutti i gli agenti registrati condividono con Jeeves chiavi di crittografia private e a lunga vita

Schema di Riferimento Classico per Canale Sicuro (3)

- Queste chiavi permettono ad ogni agente di comunicare in modo sicuro con Jeeves
- Non permettono la comunicazione tra Anne e Bob

Possibili comunicazioni sicure(1)

- Una soluzione che permetta a due agenti di comunicare tra di loro è data da:
  - Anne manda a Jeeves il msg destinato a Bob, codificato con il codice ServerKey(Anne)
  - Jeeves decritta il msg da Anne, lo ricodifica secondo ServerKey(Bob)
  - Jeeves invia il ms a Bob
- La comunicazione è sicura ma è troppo onerosa: Jeeves è un collo di bottiglia

Possibili comunicazioni sicure(2)

- Soluzione: Jeeves fornisce chiavi a lunga vita per ogni possibile coppia di agenti comunicanti
  - se il numero N di agenti è elevato servono N^2 chiavi
  - in genere la dimensione della rete potrebbe essere molto dinamica

Possibili comunicazioni sicure(3)

- Soluzione: richiedere l'intervento di Jeeves solo quando necessario per fornire una chiave che permetta la comunicazione sicura tra Anne e Bob

Un Protocollo Classico (1)

Msg1 *a->J* : $a.b.n_a$

Msg2 *J->a* : $\{n_a.b.k_{ab}.\{k_{ab}.a\}_{ServerKey(b)}\}_{ServerKey(a)}$

Msg3 *a->b* : $\{k_{ab}.a\}_{ServerKey(b)}$

Msg4 *b->a* : $\{n_b\}_{k_{ab}}$

Msg5 *a->b* : $\{n_b\text{-}1\}_{k_{ab}}$

Un Protocollo Classico (2)

- Nella forma

  MsgN x -> y : data

  - N indica lo step del protocollo
  - x l'agente mittente del msg
  - y il ricevente
  - data il contenuto in chiaro
  - $\{data\}_k$ il contenuto criptato con la chiave k
- Il contenuto dei messaggi è costituito dalla concatenazione di varie parti
  - Il simbolo . indica la concatenazione

Protocollo: step1

- Nel msg1 a comunica a J di voler comunicare con b (a.b)
  - n_a è un nonce, cioè un messaggio fittizio, creato da a
  - È un messaggio “in chiaro”
- Nel msg2 J
  - Crea la chiave di codifica k_{ab} che dovrà essere usata per le comunicazioni tra a e b
  - fornisce ad a la chiave

Protocollo: step2

- J crea la chiave di codifica k_{ab} che si dovrà usare per le comunicazioni tra a e b
- Il messaggio spedito da J è criptato secondo la chiave stabilita per le comunicazione tra a e J ($\{\}_{ServerKey(a)}$) e contiene:
  - Il nonce inviato da a allo step 1 e il nome di b, allo scopo di dare conferma alla richiesta del msg1
  - La chiave k_{ab}
  - Un msg ($\{k_{ab}.a\}_{ServerKey(b)}$) che a NON è in grado di capire in quanto criptato secondo la chiave stabilita per le comunicazione tra b e J, ma che a dovrà girare a b

Protocollo: step3

- a gira a b la parte del messaggio ricevuto da J, che non è stata decriptata ($\{k_{ab}.a\}_{ServerKey(b)}$)
- Tale messaggio ha lo scopo di segnalare a b che la comunicazione susseguente con a sarà sicura e autenticata da J
- b riceve il messaggio e decriptandolo con la chiave ServerKey(b) è in grado di conoscere la chiave k_{ab}

Protocollo: step4

- b crea un nonce e lo spedisce ad a codificato con la chiave k_{ab} allo scopo di indicare la disponibilità ad iniziare la comunicazione

Protocollo: step5

- a
  - estrae dal messaggio ricevuto da b il nonce
  - lo modifica secondo un criterio standard (tipicamente sottraendo 1)
  - invia a b il valore del nonce modificato
- Quando riceve il messaggio verifica che il valore del nonce ricevuto sia effettivamente quanto si aspetta e in tal caso la comunicazione criptata secondo k_{ab} può avere inizio

Protocollo Yahalom

Msg1 *a->b* : $a.n_a$

Msg2 *b->J* : $b.\{a.n_a.n_b\}_{ServerKey(b)}$

Msg3 *J->a* : $\{b.k_{ab}.n_a.n_b\}_{ServerKey(a)}.\{a.k_{ab}\}_{ServerKey(b)}$

Msg4 *a->b* : $\{a.k_{ab}\}_{ServerKey(b)}.\{n_b\}_{k_{ab}}$

Premessa (1)

- Due agenti coinvolti nella comunicazione (a e b) e uno di supporto (J)
- Tra i due agenti a e b
  - uno è l'initiator (poniamo a)
  - uno è il responder (b)
- Si vuole modellizzare con CSP i tre ruoli

Premessa (2)

- Ogni agente ha due domini di comunicazione, verso
  - l'altro agente
  - il proprio utente
- Assumiamo per semplicità che ogni processo sia provvisto dei due canali send e receive per tutte le comunicazioni con gli altri nodi
  - L'input assume la forma: receive.a.b.m
  - L'output assume la forma: send.a.b.m

Premessa (3)

- Tutti i messaggi del protocollo sono sottoposti a send/receive
- Le minacce alla sicurezza della comunicazione possono provenire da tutte le direzioni

Accettazione messaggi

- Necessità di vincolare un processo ad accettare solo i messaggi che hanno forma che il processo sia in grado di comprendere
  - scelta sui messaggi accettabili
  - se il messaggio ricevuto non è accettabile, deve essere eseguito un processo AbortRun

Initiator (1)

Initiator (a, n_a) =

env?b:Agent -> send.a.b.a.n_a ->

□

$k_{ab} \in$ Key
$n_b \in$ Nonce
$m \in T$

(receive.J.a.$\{b.k_{ab}.n_a.n_b\}_{ServerKey(a)}$.m ->
send.a.b.m.$\{n_b\}_{k_{ab}}$ -> Session(a,b,k_{ab},n_a,n_b))

dove T è l'insieme degli oggetti che il nodo può accettare

Initiator (2)

- Per i nostri scopi non è necessario dettagliare ulteriormente lo stato Session
  - Possiamo assumere che sia lo stato della sessione di comunicazione in cui avvengono gli scambi di informazione tra i comunicanti
- La chiave ServerKey(a) è la chiave che a condivide con J
- La comunicazione iniziale env?b:Agent è la richiesta che l'ambiente di a invia ad a per cominciare la comunicazione con b

Initiator (3)

- Il pacchetto che a riceve dal server e passa a b secondo il protocollo originale è

$$\{a.k_{ab}\}_{ServerKey(b)}$$

- Nella modellizzazione con CSP diventa semplicemente l'input m
  - a non svolge alcuna operazione su di esso, solo verifica che appartenga all'insieme delle azioni accettabili

Responder (1)

- Responder (b, n_b) =

$$\begin{array}{l} \Box \\ k_{ab} \in Key \\ n_a \in Nonce \\ a \in Agent \end{array} \left(\begin{array}{l} receive.a.b.a.n_a \rightarrow \\ send.b.J.b.\{a.n_a.n_b\}_{ServerKey(b)} \rightarrow \\ receive.a.b.\{a.k_{ab}\}_{ServerKey(b)}.\{n_b\}_{k_{ab}} \rightarrow \\ Session(b,a,k_{ab},n_a,n_b) \end{array} \right)$$

dove Agent è l'insieme degli agenti con cui b può comunicare

Responder (2)

- Il protocollo è attivato dalla ricezione di un messaggio da parte di a
  - Non più da parte dell'ambiente

Server

- Serv (J, k_{ab}) =

$$\begin{array}{l} \Box \\ n_a, n_b \in Nonce \\ a, b \in Agent \end{array} \left(\begin{array}{l} receive.b.J.b.\{a.n_a.n_b\}_{ServerKey(b)} \rightarrow \\ send.J.a.\{b.k_{ab}.n_a.n_b\}_{ServerKey(a)} \\ \quad \{a.k_{ab}\}_{ServerKey(b)} \rightarrow Server\ (J,ks) \end{array} \right)$$