Firewall
Intrusion Detection System

Damiano Carra

Università degli Studi di Verona
Dipartimento di Informatica

Parte I: Firewall

Firewall

- I Firewall di rete sono apparecchiature o sistemi che controllano il flusso del traffico tra due reti con differenti livelli di sicurezza
  - Per prevenire accessi non autorizzati alla rete privata
  - Prevenire l'esportazione di dati dall'interno verso l'esterno
  - Schermare alcune reti interne e nasconderle agli altri
  - Bloccare alcuni accessi a servizi o ad utenti
  - Monitorare!
    - Log function importante!!

Problemi

- Si assume che gli attacchi avvengano dall'esterno
  - Ma possono anche iniziare dall'interno…
- Non difende contro nuovi bachi non ancora documentati nei protocolli
- I filtri sono difficili da settare e da mantenere perchè difficile compromesso tra libertà e sicurezza
- Può degradare le performance della rete

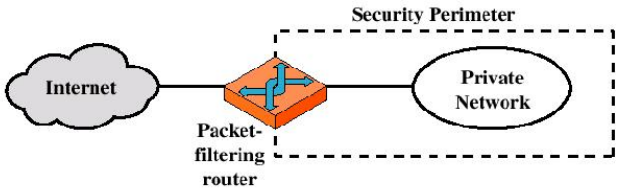
Due filosofie

- Default deny:
  - *Tutto quello che non è espressamente ammesso è proibito*
    - Servizi sono abilitati caso per caso dopo una attenta analisi
    - Utenti sono molto ristretti e non possono facilmente rompere la policy di sicurezza
- Default permit:
  - *Tutto quello che non è espressamente proibito è ammesso*
    - System administrator deve reagire prontamente ogni volta che un nuovo baco su un protocollo viene scoperto
    - Servizi sono rimossi/ridotti quando vengono scoperti pericolosi
    - Utenti sono meno ristretti

Tipologie di Firewall

- I firewall si suddividono in tre tipologie:
  - Packet-Filtering router (1° generazione)
  - Stateful Inspection (2° generazione)
  - Gateway a livello di applicazione (o Proxy Server) (3° generazione)

Filtri a livello 3



- Source address del pacchetto (IP address)
- Destination address del pacchetto (IP address)
- Tipo del traffico (IP,ICMP,IPX se a livello 3, o anche protocolli di livello 2)
- Possibilmente, alcune caratteristiche del livello 4 (porta sorgente e destinazione)
- Talvolta, informazioni interne al router (quali informazioni circa l'interfacce sorgente e di destinazione del pacchetto, utile per routers con più interfacce)

Vantaggi e Limitazioni

- Vantaggi
  - E' disponibile in molti router
  - Costo d'acquisto contenuto
  - Trasparenza (non lavora a livello applicativo, quindi non ostacola il normale utilizzo della rete)
  - Velocità (effettua meno controlli, e per questo è la più veloce)
- Limitazioni
  - Regole difficili da configurare.
  - Può avere bug (più frequenti nel packet filtering rispetto al proxying)

Stateful Packet Filtering

- Quando viene stabilita una connessione, se le regole di filtraggio non la bloccano, allora le informazioni relative ad essa diventano entry di una tabella di stato
- Successivi pacchetti in ingresso saranno valutati in base all'appartenenza ad una delle connessioni consentite presenti nella tabella
- Quando la connessione è conclusa, la entry nella tabella sarà cancellata, per evitare che questa si riempia completamente

Stateful Packet Filtering

- Informazioni riguardanti la connessione che verranno memorizzate:
  - Identificatore univoco collegamento sessione
  - Stato connessione (handshaking se siamo in fase iniziale ovvero dove raccogliamo info e mettiamo in tabella stato, established, closing)
  - Informazioni sequenzialità pacchetti
  - Indirizzi IP host sorgente e destinazione
  - Interfacce di rete utilizzate

Source address	Source port	Dest. Address	Dest. Port	Connection state
192.168.0.199	1051	192.168.1.10	80	Handshaking
192.168.0.212	1109	192.168.1.23	25	Closing
192.168.3.105	1212	192.168.0.111	80	Established

Vantaggi e Limitazioni

- Vantaggi
  - Tutti i vantaggi del packet filtering (essendone una evoluzione ne ereditano tutti i fattori positivi).
  - Buon rapporto prestazioni/sicurezza (tipologia firewall con più alte performance, perché è quella che effettua meno controlli sulla connessione)
  - Protezione da IP spoofing (il controllo non si limita al singolo IP o alla porta, è molto più difficile aggirare il firewall)
- Limitazioni
  - Mancanza servizi aggiuntivi (non potendo agire a livello di applicazione non sono disponibili servizi come gestione delle autenticazioni)
  - Testing complesso (verificare corretta configurazione firewall non è facile)

Filtri a livello 7

- Routing tra le due interfacce effettuato a livello applicazione dal software del firewall
  - In caso di malfunzionamento del sw, il routing è disabilitato
- Possibilità di authentication
  - UserId and password
  - HW/SW token authentication
  - Biometric authentication
- Filtri su specifici comandi
  - Ad es. permettere get ma non put

Vantaggi e Limitazioni

- Vantaggi:
  - Più sicuri dei packet filters
  - Deve solo controllare un numero limitato di applicazioni (http, ftp, posta)
  - Facile il log e il controllo del traffico
- Svantaggi:
  - Processing overhead su ogni connessione
  - Può solo controllare un numero limitato di applicazioni (http, ftp, posta)

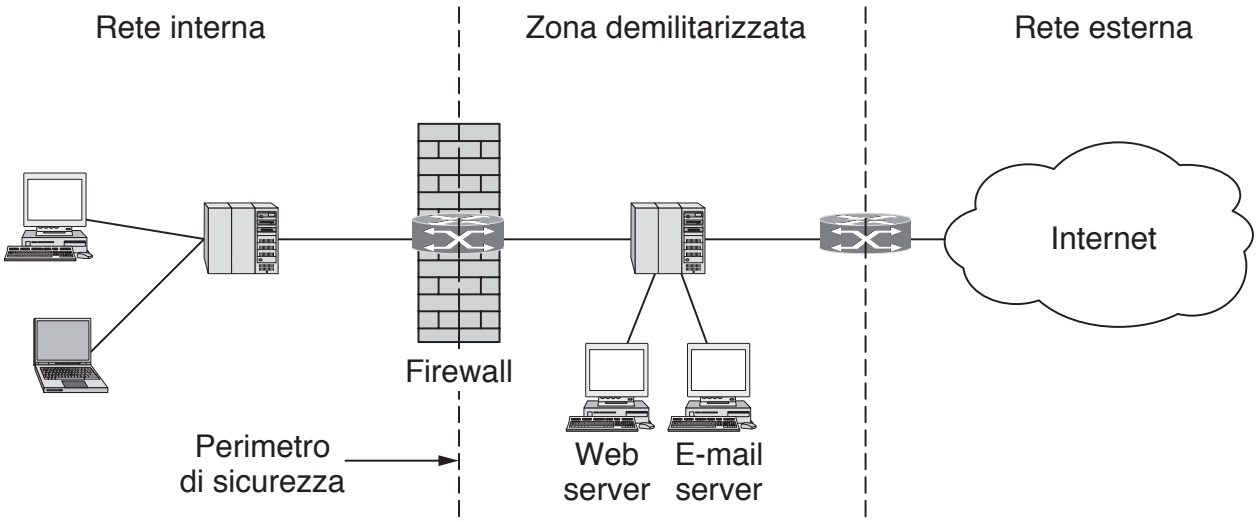
Proxy server dedicati

- Specifici per ogni applicazione
- Aiutano l'application proxy gateway nel lavoro di contents-inspection
- Tipico uso:
  - Antivirus
  - Malicius code (applets java, activix, javascript, word)
  - Usati spesso per outbound connections
    - Web cache proxy
    - Email proxy

Personal firewalls

- Proteggono solo la macchina dove sono istallate
- Necessario, specie per mobile users
- Es:
  - winXp
  - Zonealarm
  - …

Architettura



Parte II: Intrusion Detection System (IDS)

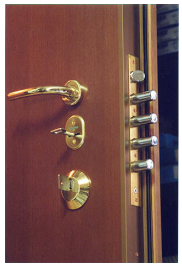
IDS – Sistema di rilevamento delle intrusioni

- Strumento, software o hardware, che automatizza il processo di monitoraggio impiegato per individuare eventi che rappresentano intrusioni non autorizzate
  - Ai computer
  - Alle reti locali
- Si può fare a livello di host (HIDS) e a livello di network (NIDS)

IDS vs Firewall

- Un IDS può essere considerato come un antifurto, cioè cerca di rilevarle eventuali intrusioni

- Un firewall può essere considerato come una porta blindata, serve bloccare le eventuali intrusioni



IDS perfetto e reale

- Un IDS perfetto dovrebbe riuscire ad individuare tutte le reali intrusioni
- Principali problemi:
  - Falsi positivi: IDS rileva un'anomalia, ma non è successo niente
  - Falsi negativi: IDS non rileva un'intrusione avvenuta
- Requisiti per un IDS reale
  - Scoprire un ampia gamma di intrusioni, sia già note che non note
  - Scoprirle velocemente, non necessariamente in tempo reale
  - Presentare i report delle analisi in formato semplice e facilmente comprensibile
  - Essere accurato

Principi di base

- Distinguere situazioni normali da quelle anomale
- L'utente in condizioni normali
  - Si comporta in modo più o meno prevedibile
  - Non compie azioni atte a violare la sicurezza
  - I propri processi compiono solo azioni permesse

Modelli per l'IDS

- Detection di anomalie
  - Sequenze di azioni non usuali possono essere intrusioni
- Detection di uso malevolo
  - Si conosce quali sequenze di azioni possono essere intrusioni
- Detection in base a specifiche
  - Si conoscono le situazioni derivanti da intrusioni
- I modelli possono essere statici o adattivi

Detection di anomalie

- Si analizzano insiemi di caratteristiche del sistema confrontando i valori con quelli attesi e segnalando quando le statistiche non sono paragonabili a quelle attese
  - Metriche a soglia
  - Momenti statistici
  - Modelli di Markov

Metriche a soglie

- Contare il numero di volte che un evento si presenta
  - Ci si aspetta tra *m* e *n* occorrenze
  - Se il numero cade al di fuori, c'è un' anomalia
- Esempio
  - Windows: blocco dopo k tentativi di login falliti. Il range è (0, *k*–1).
    - *k* o più tentativi destano sospetto
- Problematiche
  - E' difficile trovare l'intervallo corretto
  - Talvolta si possono creare situazioni in cui l'intervallo diventa molto più grande
  - Esempio utenti francesi che usano una tastiera americana

Momenti statistici

- L'analizzatore calcola la deviazione standard (i primi due momenti) o altre misure di correlazione (momenti di ordine superiore)
  - Se i valori misurati di un certo momento cadono al di fuori di un certo intervallo vi è un'anomalia

- Problematiche
  - I profili possono evolvere nel tempo, si possono "pesare" opportunamente i dati o alterare le regole di detection

Modelli di Markov

- L'ipotesi è che la storia passata influenzi la prossima transizione di stato
- Le anomalie sono riconosciute da sequenze di eventi, e non sulle occorrenze di singoli eventi
- Il sistema deve essere addestrato per riconoscere sequenze valide
  - l'addestramento è svolto con utenti non anomali
  - l'addestramento produce migliori risultati con una quantità maggiore di dati
  - i dati dovrebbero coprire tutti le sequenze normali del sistema

Detection di uso malevolo

- Si controlla se una sequenza di istruzioni da eseguire è già nota per essere potenzialmente dannosa per la sicurezza del sistema
- La conoscenza è rappresentata mediante regole e il sistema controlla se la sequenza soddisfa una di queste regole
- Non si possono scoprire intrusioni non note precedentemente

Detection in base a specifiche

- Si determina se una sequenza di azioni viola una specifica di come un programma o un sistema dovrebbe funzionare

Architettura di un IDS

- E' essenzialmente un sistema di auditing sofisticato
- Tre attori principali
  - Agente
    - Sorta di logger
  - Direttore
    - Analizzatore
  - Notificatore
    - Esecutore

Agente

- Ottiene le informazioni e le invia al direttore
- Può mettere le informazioni in altre forme
  - Preprocessing dei record per estrarre parti rilevanti
- Può cancellare informazioni non necessarie
- Il direttore può richiedere all'agente ulteriori informazioni
- Si distinguono in agenti host e agenti network

Direttore

- Colleziona le informazioni inviate dagli agenti
  - Elimina i record ridondanti o non necessari
- Analizza le informazioni rimanenti per determinare se si è sotto attacco
  - Usa le tecniche viste prima
- Gira su un sistema separato
  - Non influenza le performance dei sistemi monitorati

Notificatore

- Ottiene i risultati e le informazioni dal direttore
- Prende le decisioni appropriate
  - Notificare messaggi agli amministratori
  - Riconfigurare gli agenti
  - Rispondere all'attacco

Combining Sources: DIDS

- I monitoraggi di host e di network non sono generalmente sufficienti da soli a scoprire alcuni tipi di attacchi
  - Un attaccante prova a fare telnet con vari login: gli IDS di rete lo possono scoprire, ma non gli IDS di host
  - L'attaccante prova entrare senza la password: gli IDS di host lo rilevano, ma non quelli di rete
- DIDS usa gli agenti sugli host da monitorare ed un monitor di rete

Risposte alle intrusioni

- Prevenzione: l'attacco deve essere scoperto prima del completamento
- Una tecnica è il Jailing: far credere all'attaccante che l'intrusione è andata a buon fine ma confinare le sue azioni in un dominio in cui non può fare danni (o causarne pochi)
  - Far scaricare file corrotti o falsi
  - Imitare il sistema vero

Materiale aggiuntivo: i falsi positivi

- Si consideri un test progettato per identificare una malattia rara
  - Malattia rara = intrusione
  - Ad esempio, incidenza della malattia (da dati storici): 1/10000
- Il test è accurato al 99%
  - Se somministrato ad una popolazione malata, il test risulta positivo nel 99% dei casi
  - Se somministrato ad una popolazione sana, il 99% risulta negativo

Materiale aggiuntivo: i falsi positivi

- Si supponga che il test venga somministrato a due persone, A e B con il seguente risultato:
  - A risulta positiva
  - B risulta negativa
- Qual è la probabilità' che A abbia effettivamente la malattia?
  - Ovvero, che ci sia un'intrusione in corso?
- Qual è la probabilità che B non abbia effettivamente la malattia?
  - Ovvero che non ci sia un'intrusione in corso?

Soluzione: Bayes

$$P[pos \mid M] = 0.99$$
$$P[neg \mid S] = 0.99$$
$$P[M] = 10^{-4}$$

dati di partenza (M = Malato, S = Sano)

$$P[M \mid pos] = \frac{P[pos \mid M]\,P[M]}{P[pos \mid M]\,P[M] + P[pos \mid S]\,P[S]}$$

(formula di Bayes)

$$P[S] = 1 - P[M]$$
$$P[pos \mid S] = 1 - P[neg \mid S]$$

$$P[M \mid pos] = 0.0098$$

Probabilità che A sia malato dato che il test è risultato positivo

Probabilità che B sia sano dato che il test è risultato negativo

$$P[S \mid neg] = \frac{P[neg \mid S]\,P[S]}{P[neg \mid S]\,P[S] + P[neg \mid M]\,P[M]} = 0.999998$$

Considerazioni

- Quando il risultato è positivo, un singolo test non è sufficiente
  - Attenzione: le ipotesi di partenza è che la malattia sia rara
- La soluzione somministrare un nuovo test a chi è risultato positivo
  - Il test deve essere diverso, non necessariamente più accurato