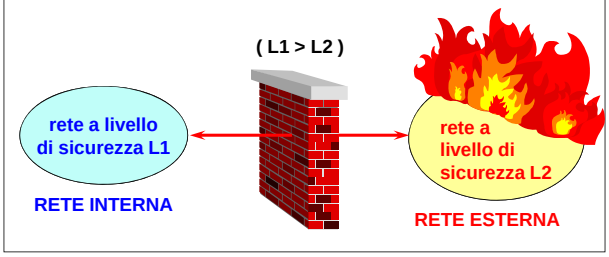
Firewall e IDS/IPS

Antonio Lioy
< lioy @ polito.it >

Politecnico di Torino
Dip. Automatica e Informatica

Che cos'è un firewall?

- **firewall = muro tagliafuoco**
- **collegamento controllato tra reti a diverso livello di sicurezza = sicurezza del perimetro**



Ingress vs. Egress firewall

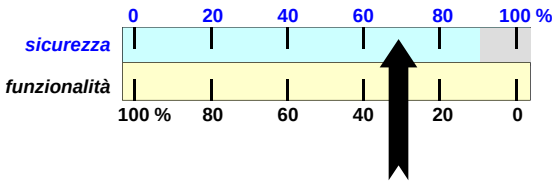
- **ingress firewall**
  - collegamenti incoming
  - tipicamente verso servizi offerti all'esterno
  - talvolta come parte di una comunicazione attivata dall'interno
- **egress firewall**
  - collegamenti outgoing
  - controllo dell'attività del personale
- **distinzione facile per servizi orientati al canale (es. applicazioni TCP), difficile per servizi basati su datagrammi (es. ICMP, applicazioni UDP)**

Progettazione di un firewall

Un firewall non si "compra", si progetta (si comprano i suoi componenti)

- **si tratta di trovare il compromesso ottimale ...**
- **... tra sicurezza e funzionalità**
- **... col minimo costo**

L'indice della sicurezza



I TRE PRINCIPI INDEROGABILI DEI FIREWALL

I. **il FW deve essere l'unico punto di contatto della rete interna con quella esterna**

II. **solo il traffico "autorizzato" può attraversare il FW**

III. **il FW deve essere un sistema altamente sicuro esso stesso**

D.Cheswick
S.Bellovin

Politiche di autorizzazione

"Tutto ciò che non è espressamente permesso, è vietato"
- maggior sicurezza
- più difficile da gestire

"Tutto ciò che non è espressamente vietato, è permesso"
- minor sicurezza (porte aperte)
- più facile da gestire

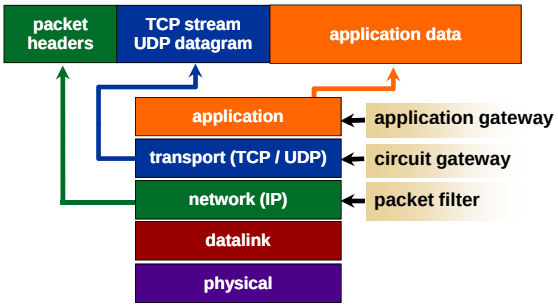
Considerazioni generali

- gli oggetti grossi sono più difficili da verificare
- se un processo non è stato attivato, i suoi bachi non ci riguardano
- "grande NON è bello" = configurazione minima
- un FW non è una macchina general-purpose (minimo del sw, no utenti)
- ognuno è colpevole finché non si dimostra innocente

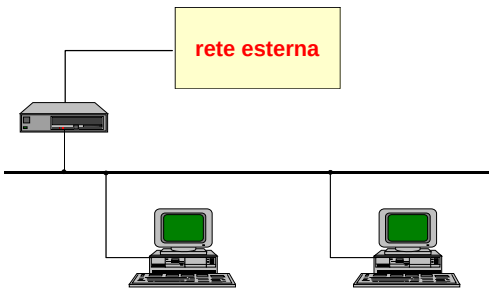
FW: elementi di base

- screening router (choke)
  router che filtra il traffico a livello IP
- bastion host
  sistema sicuro, con auditing
- application gateway (proxy)
  servizio che svolge il lavoro per conto di un applicativo, con controllo di accesso
- dual-homed gateway
  sistema con due connessioni di rete e routing disabilitato

A quale livello si fanno i controlli?



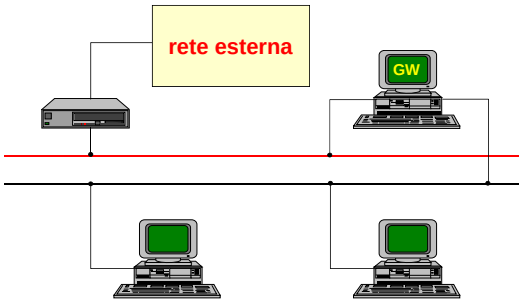
Architettura "screening router"



Architettura "screening router"

- usa il router per filtrare il traffico sia a livello IP che superiore
- non richiede hardware dedicato
- non necessita di proxy e quindi di modifiche agli applicativi
- facile, economico e ... insicuro!

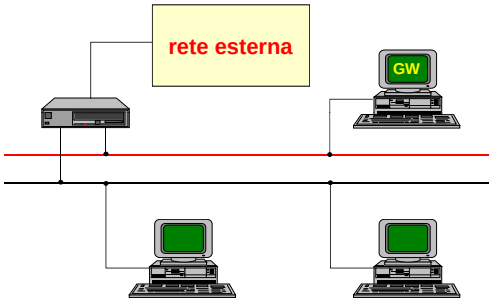
Architettura "dual-homed gateway"



Architettura "dual-homed gateway"

- **facile da realizzare**
- **richiede poco hardware**
- **possibile mascherare la rete interna**
- **scarsamente flessibile**
- **grosso sovraccarico di lavoro**

Architettura "screened host gateway"



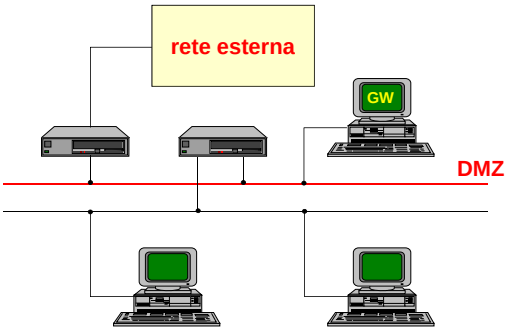
Architettura "screened host gateway"

- **router:**
  - blocca i pacchetti da INT a EXT a meno che arrivino dal bastion host
  - blocca i pacchetti da EXT a INT a meno che siano destinati al bastion host
  - eccezione: protocolli abilitati direttamente
- **bastion host:**
  - circuit/application level gateway per abilitare selettivamente dei servizi

Architettura "screened host gateway"

- **più caro da realizzare**
- **più flessibilità**
- **complicato da gestire: due sistemi invece di uno**
- **si può selettivamente allentare il controllo su certi servizi / host**
- **si possono mascherare solo gli host/protocolli che passano dal bastion (a meno che il router abbia funzionalità NAT)**

Architettura "screened subnet"

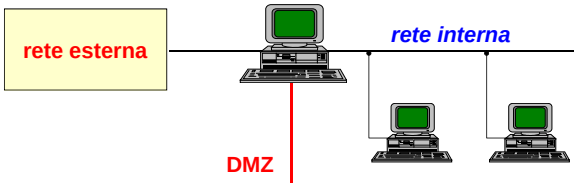


Architettura "screened subnet"

- **DMZ (De-Militarized Zone)**
- **sulla DMZ - oltre al gateway - ci possono essere più host (tipicamente i server pubblici):**
  - Web
  - accesso remoto
  - . . .
- **si può configurare il routing in modo che la rete interna sia sconosciuta**
- **soluzione costosa**

Architettura "screened subnet" (versione 2)

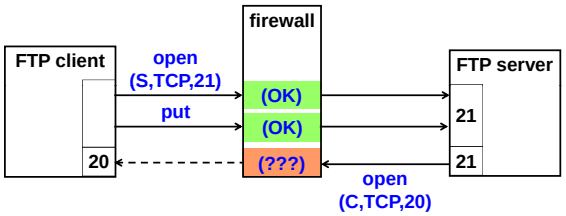
- **per motivi di costo e di semplicità di gestione spesso si omettono i router (e le loro funzioni sono incorporate nel gateway)**
- **anche noto come "firewall a tre gambe"**



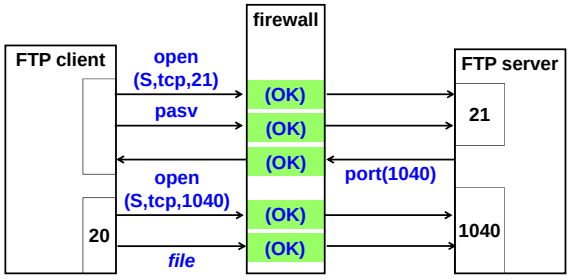
Filtri a livello rete (I)

- **controllo degli indirizzi (ingress / egress filtering)**
- **disabilitare i servizi che si originano all'esterno**
  - esempio: solo TELNET verso INET
  - esempio: solo HTTP verso web server su DMZ
  - problema: in FTP il trasferimento dati è iniziato dal server
- **ICMP**
  - è utile (ping, traceroute) quindi non disabilitarlo ma fare rate-limit
  - usato per denial-of-service
  - occhio a REDIRECT

Litigio tra FTP e firewall



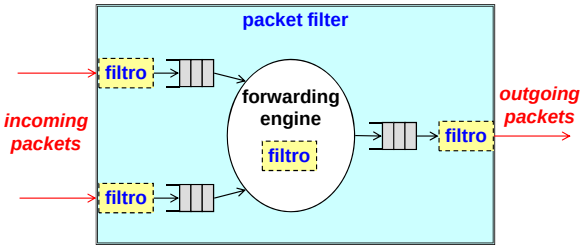
Passive FTP



Filtri a livello rete (II)

- **UDP**
  - sono datagrammi, non circuito virtuale (quindi maggior carico per controllarli)
  - RPC usa porte a caso
  - meglio disabilitarlo tutto (tranne DNS)
- **distinguere tra interfacce interne ed esterne**
- **attenzione al numero di regole ed al loro ordine: possono cambiare drasticamente le prestazioni**

Punti di filtraggio



Filtri sui router: un esempio

- **ipotesi: tutta la posta della rete 130.193 trattata solo da 130.193.2.1**
- **sintassi dei router CISCO:**
  - access-list 100 permit tcp 0.0.0.0 255.255.255.255 130.193.2.1 0.0.0.0 eq 25
  - access-list 101 deny tcp 0.0.0.0 255.255.255.255 130.193.0.0 0.0.255.255 eq 25

Bastion host - configurazione

- **ci devono girare solo i processi indispensabili**
- **deve fare il log di tutte le attività**
- **log in rete su un sistema sicuro all'interno**
- **disabilitare *source routing***
- **disabilitare *IP forwarding***
- **trappole per gli intrusi (es. non usare mai `ls`)**

Tecnologia dei firewall

- **tecnologie diverse per controlli a vari livelli di rete:**
  - (static) packet filter
  - stateful (dynamic) packet filter
  - cutoff proxy
  - circuit-level gateway / proxy
  - application-level gateway / proxy
  - stateful inspection
- **differenze in termini di:**
  - prestazioni
  - protezione del S.O. del firewall
  - mantenimento o rottura del modello client-server

Packet filter

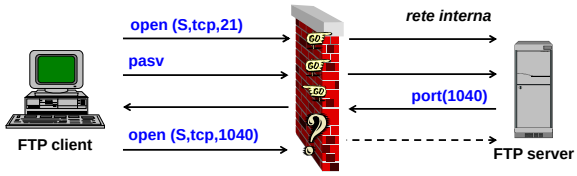
- **storicamente disponibile sui router**
- **effettua controlli sui singoli pacchetti IP**
  - IP header
  - transport header

Packet filter: pro e contro

- **indipendente dalle applicazioni**
  - ottima scalabilità
  - controlli poco precisi: più facile da "fregare" (es. IP spoofing, pacchetti frammentati)
- **ottime prestazioni**
- **basso costo (disponibile su router e molti SO)**
- **arduo supportare servizi con porte allocate dinamicamente (es. FTP)**
- **configurazione complessa**

Packet filter & FTP

- **due scelte possibili:**
  - lasciare aperte tutte le porte dinamiche (>1024)
  - chiudere tutte tutte le porte dinamiche
- **difficile trade-off tra sicurezza e supporto a FTP!!**



Stateful (dynamic) packet filter

- **simile al packet filter ma "state-aware"**
  - informazioni di stato dal livello trasporto e/o da quello applicativo (es. comando PORT di FTP)
  - distingue le nuove connessioni da quelle già aperte
    - tabelle di stato per le connessioni aperte
    - pacchetti che corrispondono ad una riga della tabella sono accettati senza ulteriori controlli
- **prestazioni migliori rispetto a packet filter**
  - supporto per SMP
- **molte delle limitazioni proprie del packet filter**

Application-level gateway

- **composto da una serie di proxy che esaminano il contenuto dei pacchetti a livello applicativo**
- **spesso richiede modifica dell'applicativo client**
- **può opzionalmente effettuare il mascheramento / rinumerazione degli indirizzi IP interni**
- **nell'ambito dei firewall, normalmente ha anche funzioni di autenticazione**
- **massima sicurezza!! (es. contro buffer overflow dell'applicazione target)**

Application-level gateway (1)

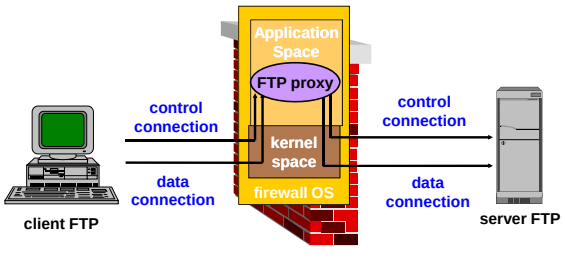
- **regole più granulari e semplici rispetto a packet filter**
- **ogni applicazione richiede uno specifico proxy**
  - ritardo nel supporto per nuove applicazioni
  - consumo risorse (molti processi)
  - basse prestazioni (processi user-mode)
- **supporto SMP può migliorare prestazioni**
- **rompe completamente il modello client/server**
  - server più protetti
  - può autenticare i client
  - mancanza di trasparenza per i client

Application-level gateway (2)

- **può esporre il SO del firewall ad attacchi**
- **che fare in presenza di metodi di sicurezza a livello applicativo (es. SSL)?**
- **varianti:**
  - transparent proxy
    - meno intrusivo per i client
  - strong application proxy
    - solo comandi/dati permessi sono trasmessi
    - è l'unica configurazione giusta per un serio proxy applicativo

Application-level gateway & FTP

- **totale controllo della sessione applicativa**



Circuit-level gateway

- **è un proxy non "application-aware"**
  - crea un circuito tra client e server a livello trasporto
  - … ma non ha nessuna comprensione dei dati in transito

Circuit-level gateway

- **rompe il modello client/server per la durata della connessione**
  - server più protetti
    - isola da tutti gli attacchi che riguardano l'handshake TCP
    - isola da tutti gli attacchi che riguardano la frammentazione dei pacchetti IP
  - può autenticare i client
    - ma allora richiede modifiche alle applicazioni
- **molte limitazioni proprie del packet filter rimangono**

SOCKS

- **è un proxy a livello trasporto (L4), ossia realizza un circuit-level gateway**
- **inventato dalla MIPS, v4 da NEC, v5 da IETF**
- **aka AFT (Authenticated Firewall Traversal)**
- **i client devono essere modificati:**
  - standard: telnet, ftp, finger, whois
  - libreria per sviluppare propri client
- **supporto anche commerciale:**
  - nei browser (es. FX e IE)
  - nei firewall (es. IBM)

SOCKS RFCs

- **RFC-1928 "SOCKS protocol V5"**
- **RFC-1929 "Username/password authentication for SOCKS V5"**
- **RFC-1961 "GSS-API authentication method for SOCKS V5"**
- **RFC-3089 "A SOCKS-based IPv6/IPv4 gateway mechanism"**

SOCKS: funzionamento

- **la libreria rimpiazza le funzioni standard per maneggiare i socket `connect()`, `bind()`, `accept()`, ...**
- **... con funzioni che:**
  - aprono un canale col SOCKS server
  - inviano version, IP:port, user
- **il server SOCKS:**
  - controlla la ACL
  - apre il canale richiesto (col proprio IP) e lo "congiunge" con quello interno

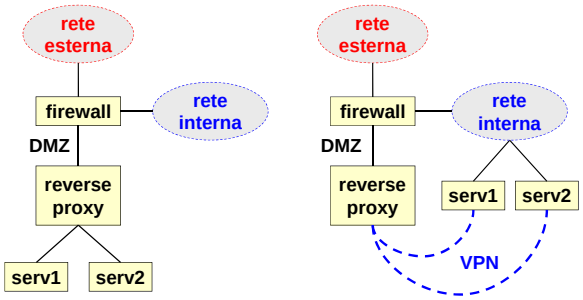
SOCKS: critiche iniziali

- **SOCKS v4:**
  - non distingue la rete interna da quella esterna
  - l'autenticazione degli utenti è molto debole (si basa su `identd` o configurazione locale del client)
  - supporta solo TCP
- **soluzione = SOCKS v5:**
  - supporta anche UDP
  - migliore autenticazione (user+pwd o GSS-API)
  - crittografia (tra client e server SOCKS)

Reverse proxy

- **un server HTTP che fa solo da front-end e poi passa le richieste al vero server**
- **benefici:**
  - obfuscation (non dichiara il vero tipo di server)
  - load balancer
  - acceleratore SSL (con back-end non protetto …)
  - web accelerator (=cache di contenuti statici)
  - compressione
  - spoon feeding (riceve dal server tutta una pagina creata dinamicamente e la serve poco per volta al client, scaricando così il server applicativo)

Configurazioni di reverse proxy



Architetture di firewall: quale scegliere? (1)

- **in teoria, più alto il livello a cui il firewall opera:**
  - più alto sarà il consumo di cicli macchina
  - più alto sarà il livello di protezione che offre
- **la realtà:**

> Firewall customers once had a vote, and voted in favor of transparency, performance and convenience instead of security; nobody should be surprised by the results.
>
> (Marcus J. Ranum, the "grandfather of firewalls", firewall wizard mailing list, oct 2000)

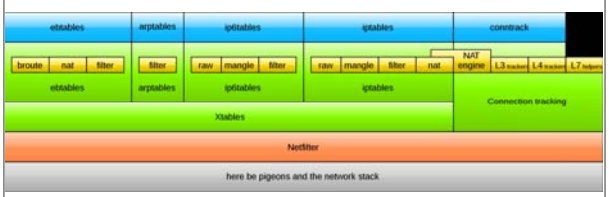
Architetture di firewall: quale scegliere? (2)

- **la scelta migliore:**
  - non un singolo prodotto, ma un'architettura di firewall robusta che supplisca alle carenze e eventuali vulnerabilità dei singoli dispositivi!!!
  - per il singolo elemento richiedere se possibile il supporto ad architetture multiple: meglio poter scegliere che lasciar scegliere ad un vendor!!
  - attenzione alle soluzioni che promettono di risolvere ogni vostro problema: forse si tratta di pubblicità …

Firewall: prodotti commerciali

- **tutti i maggiori produttori offrono un firewall**
- **tipicamente su UNIX, talvolta su Windows (ma in questo caso gli cambiano lo stack di rete!)**
- **esiste il Firewall Toolkit (FWTK)**
  - gratis da TIS (www.tis.com)
  - mattoncini base di tipo application-gateway
- **oppure IPchains / IPfilter / IPtables sotto Linux**
  - packet-filter

Linux: componenti di netfilter

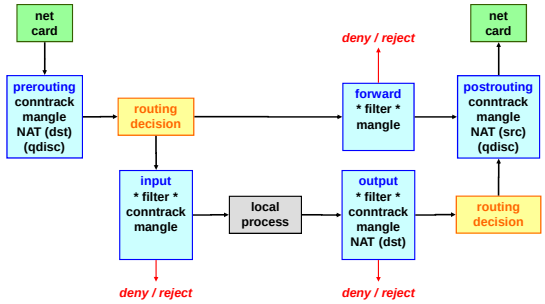


(immagine tratta da wikipedia)

Catene di default di netfilter

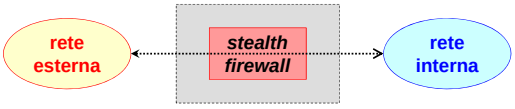
- **PREROUTING**
  - usata prima di una decisione di routing
- **INPUT**
  - pacchetti destinati al nodo stesso (la "local-delivery" routing table: "ip route show table local")
- **FORWARD**
  - per i pacchetti che hanno subito routing
- **OUTPUT**
  - pacchetti inviati da processi del nodo
- **POSTROUTING**
  - pacchetti pronti per l'invio in rete

Netfilter / iptables: packet flow



Stealth firewall

- **firewall privo di un indirizzo di rete, così da non essere attaccabile direttamente**
- **intercetta i pacchetti fisicamente, mettendo la propria interfaccia di rete in modo promiscuo**

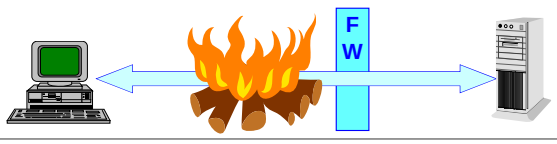


Local / personal firewall

- **firewall installato direttamente sul nodo da difendere**
- **tipicamente un packet filter**
- **rispetto ad un normale firewall in rete può controllare i programmi a cui è permesso:**
  - aprire collegamenti in rete verso altri nodi (ossia agire come client)
  - ricevere richieste di collegamento / servizio (ossia agire da server)
- **importante per limitare la diffusione di malware o trojan, o semplici errori di installazione**
- **gestione firewall distinta da gestione sistemistica**

Protezione offerta da un firewall

- **i firewall sono efficaci al 100% solo relativamente agli attacchi sui canali che sono bloccati**
- **per gli altri canali occorrono altre difese:**
  - VPN
  - firewall "semantici" / IDS
  - sicurezza applicativa



Intrusion Detection System (IDS)

- **definizione:**
  - sistema per identificare individui che usano un computer o una rete senza autorizzazione
  - esteso anche all'identificazione di utenti autorizzati, ma che violano i loro privilegi
- **ipotesi:**
  - il "pattern" di comportamento degli utenti non autorizzati si differenzia da quello degli utenti autorizzati

IDS: caratteristiche funzionali

- **IDS passivi:**
  - uso di checksum crittografiche (es. tripwire)
  - riconoscimento di pattern (“attack signature”)
- **IDS attivi:**
  - “learning” = analisi statistica del funzionamento del sistema
  - “monitoring” = analisi attiva di traffico dati, sequenze, azioni
  - “reaction” = confronto con parametri statistici (reazione scatta al superamento di una soglia)

IDS: caratteristiche topologiche

- **HIDS (host-based IDS)**
  - analisi dei log (del S.O. o delle applicazioni)
  - attivazione di strumenti di monitoraggio interni al S.O.
- **NIDS (network-based IDS)**
  - attivazione di strumenti di monitoraggio del traffico di rete

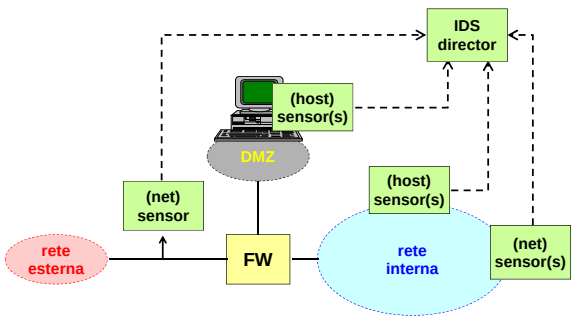
SIV e LFM

- **System Integrity Verifier**
  - controlla i file / filesystem di un nodo per rilevarne cambiamenti
  - es. rileva modifiche ai registri di Windows o alla configurazione di cron, cambio privilegi di un utente
  - es. tripwire
- **Log File Monitor**
  - controlla i file di log (S.O. e applicazioni)
  - rileva pattern conosciuti derivanti da attacchi o da tentativi di attacco
  - es. swatch

Componenti di un NIDS

- **sensor**
  - controlla traffico e log individuando pattern sospetti
  - attiva i security event rilevanti
  - interagisce con il sistema (ACLs, TCP reset, ...)
- **director**
  - coordina i sensor
  - gestisce il security database
- **IDS message system**
  - consente la comunicazione sicura ed affidabile tra i componenti dell’IDS

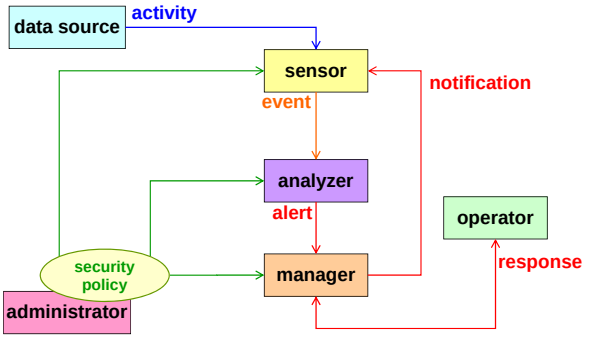
Architettura di un NIDS



Interoperabilità di IDS/NIDS

- **necessaria perché attacchi coinvolgono differenti organizzazioni e/o sono rilevate da diversi strumenti**
- **formato di signature:**
  - nessuno standard, ma molto diffuso il formato di Snort
- **formato degli allarmi e protocollo per la loro trasmissione:**
  - IDMEF + IDXP + IODEF (IETF)
  - SDEE (Cisco, ISS, SourceFire)

Flusso dati in un NIDS



IDMEF + IDXP

- **sviluppati da IETF**
- **Intrusion Detection Message Exchange Format**
  - indipendente dal protocollo (IPv4, IPv6)
  - supporta internationalizzazione e localizzazione
  - supporta aggregazione e filtraggio dei dati (sul manager)
- **Intrusion Detection eXchange Protocol**
  - basato su BEEP (RFC-3080)
  - scambia profili (di sicurezza end-to-end, di ID)
  - profilo di sicurezza base è TLS

SDEE

- **Secure Device Event Exchange**
- **basato sul paradigma webservice:**
  - messaggi in formato XML
  - scambio messaggi in HTTP o HTTPS
- **standard (?) chiuso, gestito da ICSAlabs**

IODEF

- **Incident Object Description and Exchange Format**
- **è un soprainsieme di IDMEF**
- **serve per scambiare informazioni tra enti diversi, tenere statistiche, valutare rischi, ...**

IPS

- **Intrusion Prevention System**
- **per velocizzare ed automatizzare la risposta alle intrusioni = IDS + firewall dinamico distribuito**
- **non un prodotto ma una tecnologia, con grosso impatto su tanti elementi del sistema di protezione**
- **pericolo di prendere la decisione sbagliata o di bloccare traffico innocuo**

Honey pot