



Monga

Sicurezza dei sistemi e delle reti¹

Mattia Monga

Dip. di Informatica
Università degli Studi di Milano, Italia
mattia.monga@unimi.it

a.a. 2015/16

¹  2011–15 M. Monga. Creative Commons Attribuzione — Condividi allo stesso modo 4.0 Internazionale. <http://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/deed.it>. Derivato con permesso da © 2010 M. Cremonini.



Sicurezza delle
reti

Monga

Complessità
del filtering
SMTP

FTP

RPC

Proxy

NAT/Masquerade

Rilevamento
delle intrusioni

Classificazioni
IDS

Misuse
detection

Anomaly
detection

Lezione VIII: Complessità del filtering

Principio del Least Privilege (LPP):

“ogni attore dispone del minimo dei privilegi necessari per raggiungere gli obiettivi assegnatigli dalle specifiche del sistema”

È molto difficile da applicare: c'è una costante tensione fra flessibilità e sicurezza.



Sicurezza delle
reti

Monga

Complessità
del filtering
SMTP

FTP

RPC

Proxy

NAT/Masquerade

Rilevamento
delle intrusioni
Classificazioni
IDS

Misuse
detection

Anomaly
detection

Protocolli come Telnet, SSH, rlogin, etc. sono semplici da gestire:

- per loro natura implicano ruoli ben definiti del client e server
- il pattern di scambio di messaggi è un semplice request/reply

In generale invece esistono protocolli molto più elaborati che richiedono politiche assai più sofisticate per applicare il LPP.



Sicurezza delle
reti

Monga

Complessità
del filtering
SMTP

FTP

RPC

Proxy

NAT/Masquerade

Rilevamento
delle intrusioni
Classificazioni
IDS

Misuse
detection

Anomaly
detection

Politica: Nella rete aziendale un solo server SMTP è autorizzato a gestire la posta elettronica con l'esterno.

- SMTP: protocollo firewall-friendly
- Client interni alla rete non passano per il firewall



Primo tentativo: In analogia con quanto fatto per SSH

smtpSrv := 159.149.70.23

External := not(159.149.70.0/24)

verso	IP src	IP dst	prot.	port src	port dst	flag	azione
IN	External	smtpSrv	TCP	> 1023	25	1/0	Permit
OUT	smtpSrv	External	TCP	25	> 1023	1	Permit
Any	Any	Any	Any	Any	Any	*	Deny

È corretto?

Primo tentativo: In analogia con quanto fatto per SSH

smtpSrv := 159.149.70.23

External := not(159.149.70.0/24)

verso	IP src	IP dst	prot.	port src	port dst	flag	azione
IN	External	smtpSrv	TCP	> 1023	25	1/0	Permit
OUT	smtpSrv	External	TCP	25	> 1023	1	Permit
Any	Any	Any	Any	Any	Any	*	Deny

È corretto? No: le connessioni SYN vengono bloccate



Sicurezza delle
reti

Monga

Complessità
del filtering
SMTP

FTP

RPC

Proxy

NAT/Masquerade

Rilevamento
delle intrusioni
Classificazioni
IDS

Misuse
detection

Anomaly
detection

Le regole devono essere necessariamente piú sofisticate perché vogliamo:

- Scambiare posta: un Mail Server (MS) riceve e invia posta “da” e “verso” altri MS.
- Ricevere posta: MS si connettono al MS aziendale agendo da client.
- Inviare posta: il MS aziendale si connette ad altri MS agendo da client.

Il tipo di connessioni da gestire non è uno solo!



Sicurezza delle
reti

Monga

Complessità
del filtering
SMTP

FTP

RPC

Proxy

NAT/Masquerade

Rilevamento
delle intrusioni
Classificazioni
IDS

Misuse
detection

Anomaly
detection

Secondo tentativo:

verso	IP src	IP dst	prot.	port src	port dst	flag	azione
IN	External	smtpSrv	TCP	Any	Any	1/0	Permit
OUT	smtpSrv	External	TCP	Any	Any	1/0	Permit
Any	Any	Any	Any	Any	Any	*	Deny



Sicurezza delle
reti

Monga

Complessità
del filtering
SMTP

FTP

RPC

Proxy

NAT/Masquerade

Rilevamento
delle intrusioni
Classificazioni
IDS

Misuse
detection

Anomaly
detection

verso	IP src	IP dst	prot.	port src	port dst	flag	azione
IN	External	smtpSrv	TCP	> 1023	25	1/0	Permit
OUT	smtpSrv	External	TCP	25	> 1023	1	Permit
OUT	smtpSrv	External	TCP	> 1023	25	1/0	Permit
IN	External	smtpSrv	TCP	25	> 1023	1	Permit
Any	Any	Any	Any	Any	Any	*	Deny



Sicurezza delle
reti

Monga

Complessità
del filtering
SMTP

FTP

RPC

Proxy

NAT/Masquerade

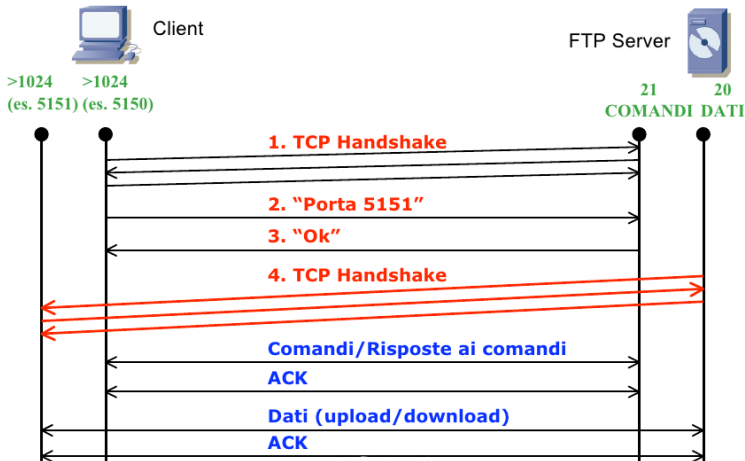
Rilevamento
delle intrusioni
Classificazioni
IDS

Misuse
detection

Anomaly
detection

- Un principio che dovrebbe ispirare la scrittura delle policy è il Least Privilege
- Non è banale l'applicazione in situazioni realistiche

FTP non è un protocollo “firewall-friendly”...



Sicurezza delle reti

Monga

Complessità del filtering SMTP

FTP

RPC

Proxy

NAT/Masquerade

Rilevamento delle intrusioni
Classificazioni IDS

Misuse detection

Anomaly detection



Sicurezza delle
reti

Monga

Complessità
del filtering
SMTP

FTP

RPC

Proxy

NAT/Masquerade

Rilevamento
delle intrusioni
Classificazioni
IDS

Misuse
detection

Anomaly
detection

verso	IP src	IP dst	prot.	port src	port dst	flag	azione
OUT	Internal	External	TCP	> 1023	21	1/0	Permit
IN	External	Internal	TCP	21	> 1023	1	Permit
IN	External	Internal	TCP	20	> 1023	1/0	Permit
OUT	Internal	External	TCP	> 1023	20	1	Permit
Any	Any	Any	Any	Any	Any	*	Deny



Sicurezza delle
reti

Monga

Complessità
del filtering
SMTP

FTP

RPC

Proxy

NAT/Masquerade

Rilevamento
delle intrusioni
Classificazioni
IDS

Misuse
detection

Anomaly
detection

Il canale dati, dal server verso il client:

ftpserver:20 → ftpclient:XXXX

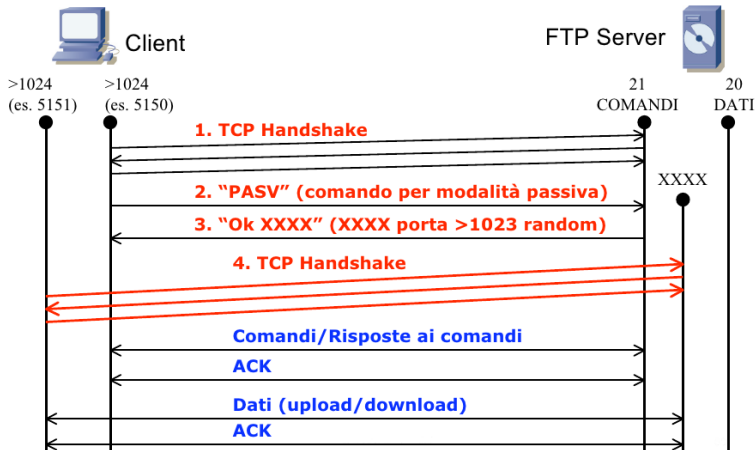
La politica di gestione “solo connessioni da interno a esterno”
non è applicabile al caso in oggetto:

- connessione da esterno a interno
- porta di destinazione della connessione non determinata a priori

FTP in “passive mode”



Una nuova versione del protocollo firewall-friendly. . .



Sicurezza delle reti

Monga

Complessità del filtering SMTP

FTP

RPC

Proxy

NAT/Masquerading

Rilevamento delle intrusioni

Classificazioni IDS

Misuse detection

Anomaly detection



FTP in “passive mode”

Una nuova versione del protocollo firewall-friendly. . .
La seconda connessione, relativa al canale dati, viene aperta dal client verso il server:
ftpclient:YYYY → ftpserver:XXXX
La politica di gestione “solo connessioni solo da interno a esterno” torna ad essere applicabile.

Sicurezza delle
reti

Monga

Complessità
del filtering
SMTP

FTP

RPC

Proxy

NAT/Masquerade

Rilevamento
delle intrusioni
Classificazioni
IDS

Misuse
detection

Anomaly
detection

FTP in modo passivo



Sicurezza delle
reti

Monga

Complessità
del filtering
SMTP

FTP

RPC

Proxy

NAT/Masquerade

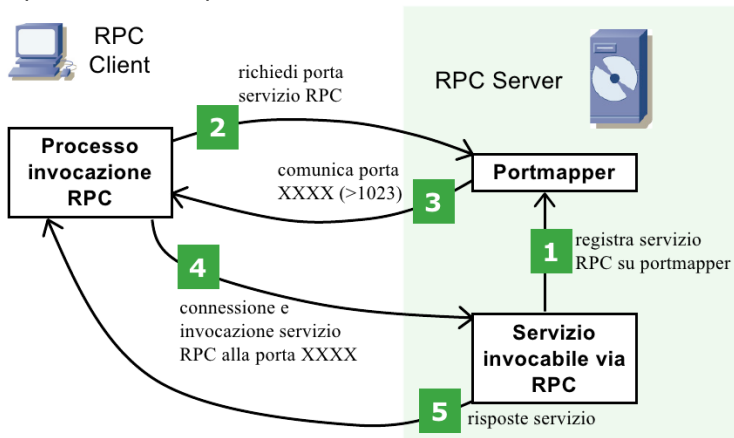
Rilevamento
delle intrusioni
Classificazioni
IDS

Misuse
detection

Anomaly
detection

verso	IP src	IP dst	prot.	port src	port dst	flag	azione
OUT	Internal	External	TCP	> 1023	21	1/0	Permit
IN	External	Internal	TCP	21	> 1023	1	Permit
OUT	Internal	External	TCP	> 1023	> 1023	1/0	Permit
IN	External	Internal	TCP	> 1023	> 1023	1	Permit
Any	Any	Any	Any	Any	Any	*	Deny

Un protocollo complesso



Sicurezza delle reti

Monga

Complessità del filtering
SMTP

FTP

RPC

Proxy

NAT/Masquerading

Rilevamento delle intrusioni
Classificazioni IDS

Misuse detection

Anomaly detection



Il server RPC (attraverso il servizio Portmapper, nel caso UNIX), determina dinamicamente la porta (> 1023) da assegnare al servizio RPC e quindi non si conosce a priori la porta che il server RPC assegnerà al servizio.

(Versione TCP, Unix)

verso	IP src	IP dst	prot.	port src	port dst	flag	azione
IN	External	rpcSrv	TCP	> 1023	111	1/0	Permit
OUT	rpcSrv	External	TCP	111	> 1023	1	Permit
IN	External	rpcSrv	TCP	> 1023	Any	1/0	Permit
OUT	rpcSrv	External	TCP	Any	> 1023	1	Permit
Any	Any	Any	Any	Any	Any	*	Deny



Sicurezza delle
reti

Monga

Complessità
del filtering
SMTP

FTP

RPC

Proxy

NAT/Masquerade

Rilevamento
delle intrusioni
Classificazioni
IDS

Misuse
detection

Anomaly
detection

Alcuni protocolli risultano più difficili da gestire

- FTP “attivo”
- RPC



Sicurezza delle
reti

Monga

Complessità
del filtering
SMTP

FTP

RPC

Proxy

NAT/Masquerade

Rilevamento
delle intrusioni
Classificazioni
IDS

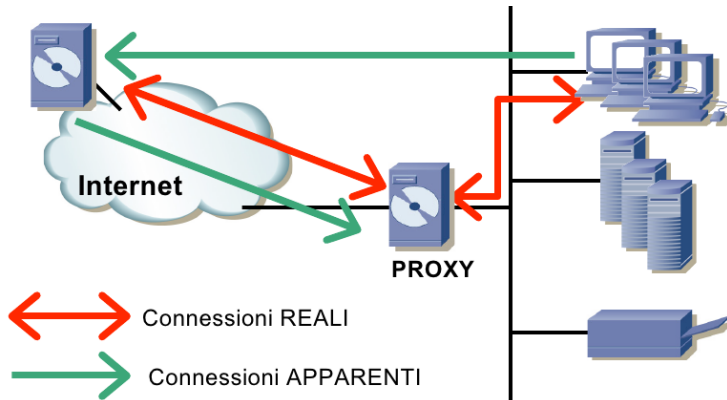
Misuse
detection

Anomaly
detection

Un **proxy** è un componente che media le comunicazioni tra altri due componenti che rimangono inconsapevoli della sua presenza.

- Un proxy disaccoppia la comunicazione tra due componenti rendendola indiretta
- Un proxy agisce sia da client (rispetto al server originale) che da server (rispetto al client originale)

Proxy



Sicurezza delle reti

Monga

Complessità
del filtering
SMTP

FTP

RPC

Proxy

NAT/Masquerade

Rilevamento
delle intrusioni
Classificazioni
IDS

Misuse
detection

Anomaly
detection



Sicurezza delle
reti

Monga

Complessità
del filtering
SMTP

FTP

RPC

Proxy

NAT/Masquerade

Rilevamento
delle intrusioni
Classificazioni
IDS

Misuse
detection

Anomaly
detection

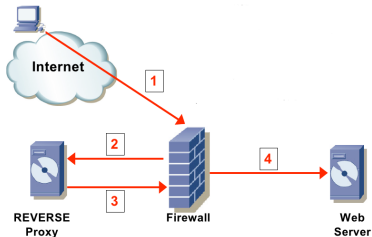
Web Proxy Cache di pagine web.

Anonymizing Proxy Anonimizzazione di connessioni web.

Reverse Proxy Gestiscono l'accesso da utenti esterni a risorse interne.

Proxy Firewall

Reverse proxy



- 1 Connessione da utente esterno verso il Web Server
- 2 Redirezione della connessione verso il Reverse Proxy
- 3 Autenticazione, verifica, filtraggio, ecc...
- 4 Inoltro verso il Web Server

Sicurezza delle
reti

Monga

Complessità
del filtering
SMTP

FTP

RPC

Proxy

NAT/Masquerade

Rilevamento
delle intrusioni
Classificazioni
IDS

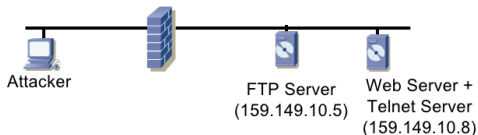
Misuse
detection

Anomaly
detection



- Può essere usato per analizzare i dati delle applicazioni perché opera a livello applicativo
- Performance potenzialmente molto critiche
- Analogo ad un firewall stateful, ma lavora a livello del protocollo applicativo
- A volte plug-in dei firewall: *protocol decoding*

Firewall proxy per prevenire FTP bounce



- Il comando PORT di FTP: $\text{PORT } h1, h2, h3, h4, p1, p2$
 - $(h1, h2, h3, h4)$ gli ottetti dell'IP del server
 - $(256 \cdot p1 + p2)$ la porta per la connessione dal server
- PORT 159, 149, 10, 8, 0, 23 (159.149.10.8, porta 23/tcp)
- RETR: apertura di una connessione proveniente dall'FTP server

Sicurezza delle
reti

Monga

Complessità
del filtering
SMTP

FTP

RPC

Proxy

NAT/Masquerade

Rilevamento
delle intrusioni
Classificazioni
IDS

Misuse
detection

Anomaly
detection



Sicurezza delle
reti

Monga

Complessità
del filtering
SMTP

FTP

RPC

Proxy

NAT/Masquerade

Rilevamento
delle intrusioni
Classificazioni
IDS

Misuse
detection

Anomaly
detection

Nel caso piú semplice può servire per fare una scansione:

- PORT 159, 149, 10, 8, 0, 23 (159.149.10.8, porta 23/tcp)
- L'attaccante riesce a capire se la porta 23 di 159.149.10.8 accetta connessioni

FTP bounce evoluto



Sicurezza delle reti

Monga

Complessità
del filtering
SMTP

FTP

RPC

Proxy

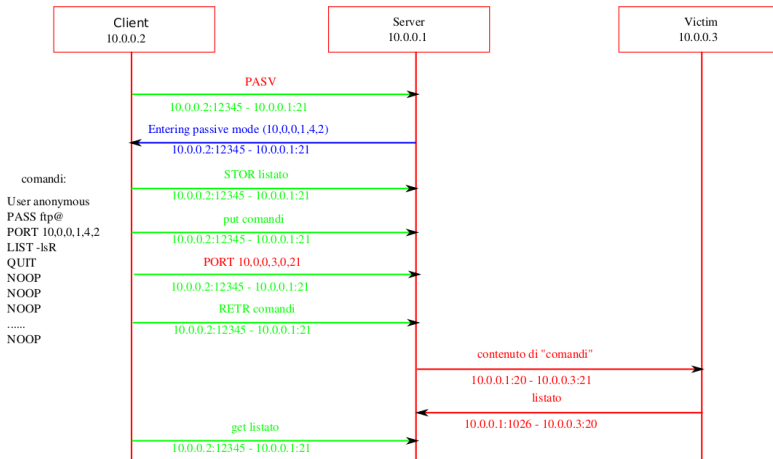
NAT/Masquerade

Rilevamento
delle intrusioni

Classificazioni
IDS

Misuse
detection

Anomaly
detection





Sicurezza delle
reti

Monga

Complessità
del filtering
SMTP

FTP

RPC

Proxy

NAT/Masquerade

Rilevamento
delle intrusioni
Classificazioni
IDS

Misuse
detection

Anomaly
detection

Un proxy

- firewall stateful che lavorano a livello applicativo
- potenzialmente molto onerosi, ma possono risultare utili quando è possibile prevedere quali applicazioni useranno gli utenti della rete

Network Address Translation (NAT) e IP Masquerading



Sicurezza delle
reti

Monga

Complessità
del filtering
SMTP

FTP

RPC

Proxy

NAT/Masquerading

Rilevamento
delle intrusioni
Classificazioni
IDS

Misuse
detection

Anomaly
detection

- Consente di manipolare gli indirizzi IP nel passaggio tra le due interfacce di un firewall/router
- Tipicamente viene usato sfruttando le classi di indirizzi IP riservate e non istradabili (10., 172.16-31, e 192.168)
- Maschera gli indirizzi effettivamente utilizzati all'interno della rete



Sicurezza delle
reti

Monga

Complessità
del filtering
SMTP

FTP

RPC

Proxy

NAT/Masquerade

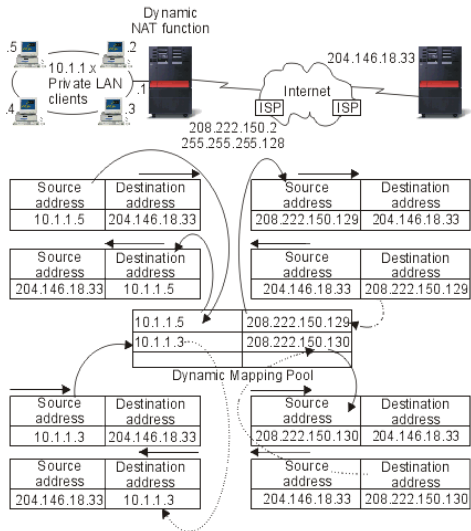
Rilevamento
delle intrusioni
Classificazioni
IDS

Misuse
detection

Anomaly
detection

- Il router modifica gli indirizzi dei pacchetti prima instradarli
- **Statico:** IP interni mappati staticamente in IP pubblici.
- **Dinamico:** L'associazione tra IP interno e IP pubblico avviene a run-time

Dynamic NAT



Sicurezza delle reti

Monga

Complessità del filtering
SMTP

FTP

RPC

Proxy

NAT/Masquerade

Rilevamento delle intrusioni
Classificazioni IDS

Misuse detection

Anomaly detection



Sicurezza delle
reti

Monga

Complessità
del filtering
SMTP

FTP

RPC

Proxy

NAT/Masquerading

Rilevamento
delle intrusioni
Classificazioni
IDS

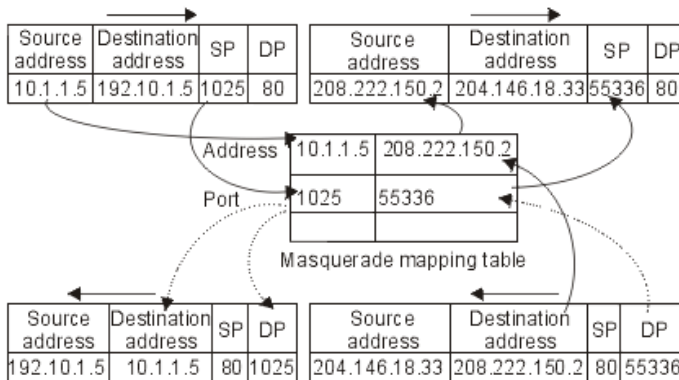
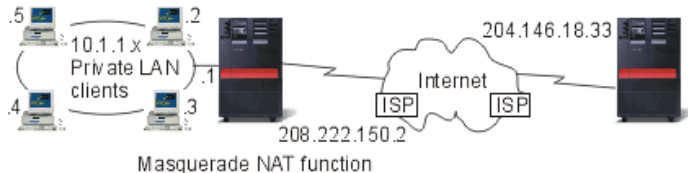
Misuse
detection

Anomaly
detection

È una forma di NAT capace di lavorare anche ai livelli applicativi.

- Si usa la Port Address Translation: l'associazione avviene modificando la porta sorgente (p.es. ≥ 32536)
- Il masquerading proxy conosce alcuni protocolli e adatta la conversazione alle nuove condizioni (p.es. FTP)

Esempio Masquerading



Sicurezza delle reti

Monga

Complessità del filtering
SMTP

FTP

RPC

Proxy

NAT/Masquerading

Rilevamento delle intrusioni
Classificazioni IDS

Misuse detection

Anomaly detection



Sicurezza delle
reti

Monga

Complessità
del filtering
SMTP

FTP

RPC

Proxy

NAT/Masquerading

Rilevamento
delle intrusioni
Classificazioni
IDS

Misuse
detection

Anomaly
detection

NAT e masquerading

- nate più come tecniche di gestione della rete, che misure di sicurezza
- nascondo la rete interna, garantendo l'irraggiungibilità diretta



IDS

Un sistema di monitoraggio (generalmente del tutto passivo)
che genera **allarmi**

Tre fasi:

- 1 Raccolta dati
- 2 Analisi dei dati
- 3 Generazione degli allarmi

Perché usare un IDS?

Monga

Rilevamento delle intrusioni

In generale i sistemi di monitoraggio sono utili perché:

- le tecnologie di prevenzione degli eventi indesiderati o pericolosi possono fallire
- è utile avere un meccanismo di segnalazione che permetta di attivare procedure di correzione o di emergenza
- l'uso di strumenti che permettano di monitorare lo stato corrente di un sistema, sia esso un componente che una rete, per accumulare conoscenza statistica sulle modalità d'uso



Sicurezza delle
reti

Monga

Complessità
del filtering
SMTP

FTP

RPC

Proxy

NAT/Masquerade

Rilevamento
delle intrusioni

Classificazioni
IDS

Misuse
detection

Anomaly
detection

In base al punto in cui avviene la **raccolta dati**

HIDS (Host-based Intrusion Detection System) sistemi che analizzano informazioni relative all'attività locale di un singolo host (log di sistema, accesso a file critici, ...)

NIDS (Network Intrusion Detection System) sistemi che utilizzano le informazioni raccolte da analizzatori di traffico di rete.



Sicurezza delle
reti

Monga

Complessità
del filtering
SMTP

FTP

RPC

Proxy

NAT/Masquerade

Rilevamento
delle intrusioni
Classificazioni
IDS

Misuse
detection

Anomaly
detection

L'analisi dei dati raccolti per **rilevare** una situazione d'allarme:

Misuse detection Si caratterizza l'**abuso**: si rilevano le situazioni che ricadono nella descrizione di un attacco (sono detti anche **signature based**)

Anomaly detection Si caratterizza l'**uso normale**: si rilevano le situazioni che si scostano dal "normale" funzionamento in modo da poter rilevare anche attacchi ancora sconosciuti



Elencare le situazioni illecite

Signature Detection

L'amministratore definisce pattern (**signature**) predefiniti di usi non conformi e il sistema analizza gli eventi monitorati (di rete, di sistema, nei log) rispetto all'elenco di pattern

È la tecnica più affermata e diffusa



Sicurezza delle
reti

Monga

Complessità
del filtering
SMTP

FTP

RPC

Proxy

NAT/Masquerade

Rilevamento
delle intrusioni
Classificazioni
IDS

Misuse
detection

Anomaly
detection

I misuse detection rilevano solo attacchi che corrispondono a schemi noti

- Regole rigide non rilevano attacchi non noti e varianti (a volte l'IDS è così rigido che basta cambiare un bit per evadere la rilevazione)
- Più le regole sono flessibili e più aumenta la complessità di gestione/configurazione
- l'elenco di firme deve essere adattato alle specificità della rete monitorata



Sicurezza delle
reti

Monga

Complessità
del filtering
SMTP

FTP

RPC

Proxy

NAT/Masquerade

Rilevamento
delle intrusioni
Classificazioni
IDS

Misuse
detection

Anomaly
detection

Anomalie rispetto

- ad eventi singoli: esempio azioni “anomale” di un utente rispetto un profilo d'uso predefinito
es: `http://example.com/###<>623??%`
- a dati aggregati: tipicamente, deviazioni rispetto a parametri statistici
es: il traffico con sorgente 123.45.67.88 è di 5GB al minuto



Sicurezza delle
reti

Monga

Complessità
del filtering
SMTP

FTP

RPC

Proxy

NAT/Masquerade

Rilevamento
delle intrusioni
Classificazioni
IDS

Misuse
detection

Anomaly
detection

- + Non dipende dalla conoscenza puntuale di tutte le modalità di intrusione
- Molto complesso da realizzare (come fare il modello dell'uso “normale”?) e oneroso da gestire
- Non forniscono informazioni su quale vulnerabilità l'attaccante intende colpire



Sicurezza delle
reti

Monga

Complessità
del filtering
SMTP

FTP

RPC

Proxy

NAT/Masquerade

Rilevamento
delle intrusioni
Classificazioni
IDS

Misuse
detection

Anomaly
detection

Il sistema monitorato inizialmente durante gli usi normali.

- L'ipotesi di assenza di compromissione e normalità non è facile da verificare: in fase di test si rischia l'anomalia
- Impiego di tecniche come data mining, analisi bayesiana, ecc. . .
- È molto complesso tenere il passo con l'evoluzione del sistema
- il monitoraggio introduce inefficienze maggiori rispetto ai misuse



Sicurezza delle
reti

Monga

Complessità
del filtering
SMTP

FTP

RPC

Proxy

NAT/Masquerade

Rilevamento
delle intrusioni
Classificazioni
IDS

Misuse
detection

Anomaly
detection

Ci sono casi in cui l'anomaly detection funziona bene e il loro uso è ormai standard

- hashing dei file (HIDS): l'integrità dei file del sistema controllata con hash da una distribuzione originale (es. Tripwire)
- Protocol Anomaly Detection (NIDS): analizzato il traffico di rete rispetto alle specifiche del protocollo applicativo



Sicurezza delle
reti

Monga

Complessità
del filtering
SMTP

FTP

RPC

Proxy

NAT/Masquerade

Rilevamento
delle intrusioni

Classificazioni
IDS

Misuse
detection

Anomaly
detection

- HIDS e NIDS
- Misuse e anomaly detection