Sicurezza delle reti[1]

Mattia Monga

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

a.a. 2010/11

Lezione XI: Rilevamento delle intrusioni

Intrusion detection system (IDS)

IDS

È un sistema di monitoraggio (generalmente del tutto passivo) che genera allarmi

Saranno necessarie tre fasi:

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

Agli allarmi deve poi seguire una risposta dell'amministratore del sistema: come vedremo non è facile automatizzare questa ultima fase.

Perché usare un IDS?

In generale i sistemi di monitoraggio sono utili perché:

- le tecnologie di prevenzione degli eventi indesiderati o pericolosi possono fallire
- è utile avere un 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

HIDS e NIDS

Gli IDS possono essere classificati 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.

Rilevazione di eventi critici

L'analisi dei dati raccolti per rilevare una situazione d'allarme può essere fatta secondo due approcci fondamentali

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

Misuse detection

Occorre elencare le situazioni che riteniamo pericolose:

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 che si è affermata e diffusa nella maggior parte dei sistemi in produzione

Problemi

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 cosí rigido che basta cambiare un bit per evadere la rilevazione)
- Piú le regole sono flessibili e piú aumenta la complessità di gestione/configurazione
- l'elenco di firme deve essere adattato alle specificità della rete monitorata

Anomaly detection

Le anomalie possono essere 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

Vantaggi

+ 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

Modelli di uso normale

Il sistema viene monitorato durante gli usi normali per raccogliere i parametri che caratterizzano i profili d'uso non anomali.

- Lípotesi di assenza di compromissione e normalità non è facile da verificare: gli usi in fase di test rischiano di essere anomali rispetto all'uso realistico sul campo
- Impiego di tecniche come data mining, sistemi esperti, data fusion, analisi bayesiana, ecc...
- È molto complesso tenere il passo con l'evoluzione del sistema
- il monitoraggio è introduce in generale inefficienze maggiori rispetto ai misuse

Usi consolidati dell'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 viene controllata calcolando gli hash (MD5, SHA1, ...) dei file di sistema presi da una distribuzione originale e li si confronta periodicamente con gli hash del sistema da monitorare. (es. Tripwire)
- Protocol Anomaly Detection (NIDS): viene analizzato il traffico di rete rispetto alle specifiche del protocollo applicativo (vedi lezione sui proxy applicativi: monitoraggio anziché filtraggio)

Falsi allarmi

In generale in tutti gli IDS (misuse e anomaly) occorre bilanciare

falsi negativi attacchi non rilevati

falsi positivi attacchi rilevati corrispondenti a situazioni normali

- Quanto piú la rilevazione è specifica (ad esempio firme molto dettagliate) tanto piú aumenta il carico computazionale e la rilevazione diventa sensibile a variazioni o mutazioni dell'evento analizzato
- Quanto piú la rilevazione si fa lasca (ad esempio firme generiche) tanto piú il carico computazionale cala, la rilevazione dell'evento analizzato risulta poco influenzata da varianti e mutazioni ma tanto piú eventi simili ma non analoghi all'evento analizzato possono essere erroneamente rilevati

Relazione fra FP e FN

Le due grandezze FP e FN risultano correlate inversamente: agendo per diminuire l'una, tipicamente l'altra aumenta.
Il problema si ripropone in moltissime discipline (information retrieval, farmacologia, ...): ogni volta che si ha una decisione binaria (test) basata su considerazioni statistiche.

	positivo	negativo
attacco	TP	TN
non attacco	FP	FN

$TP + TN + FP + FN = totale$

FP Type I error, falso allarme

FN Type II error, miss

sensibilità del test, recall, hit rate $\frac{TP}{TP+FN}$

specificità del test $\frac{TN}{TN+FP}$

accuratezza del test $\frac{TP+TN}{totale}$

precisione del test $\frac{TP}{TP+FP}$

Esempio

Quali regole di IDS hanno lavorato meglio?

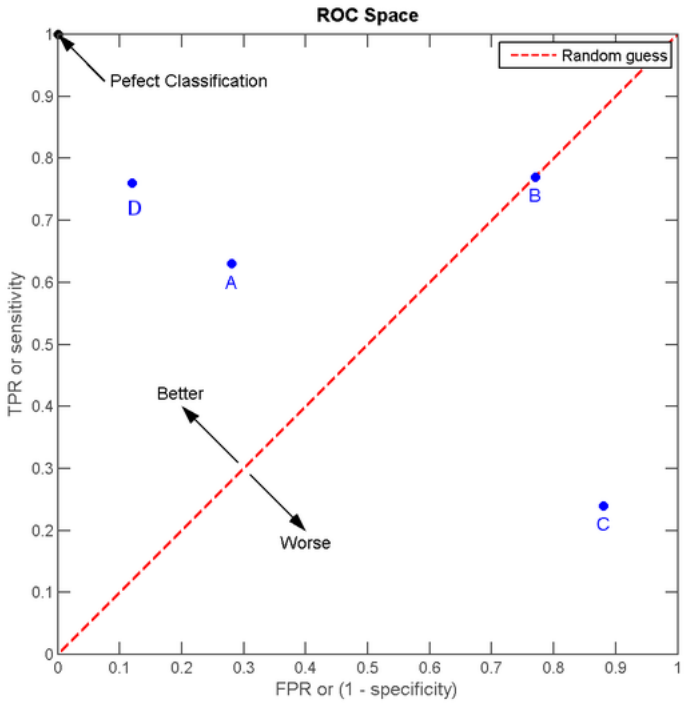
A	allarme	¬allarme
attacco	TP=63	FN=37
¬attacco	FP=28	TN=72
B	allarme	¬allarme
attacco	TP=77	FN=23
¬attacco	FP=77	TN=23
C	allarme	¬allarme
attacco	TP=24	FN=76
¬attacco	FP=88	TN=12
D	allarme	¬allarme
attacco	TP=76	FN=24
¬attacco	FP=12	TN=88

Esempio

Quali regole di IDS hanno lavorato meglio?

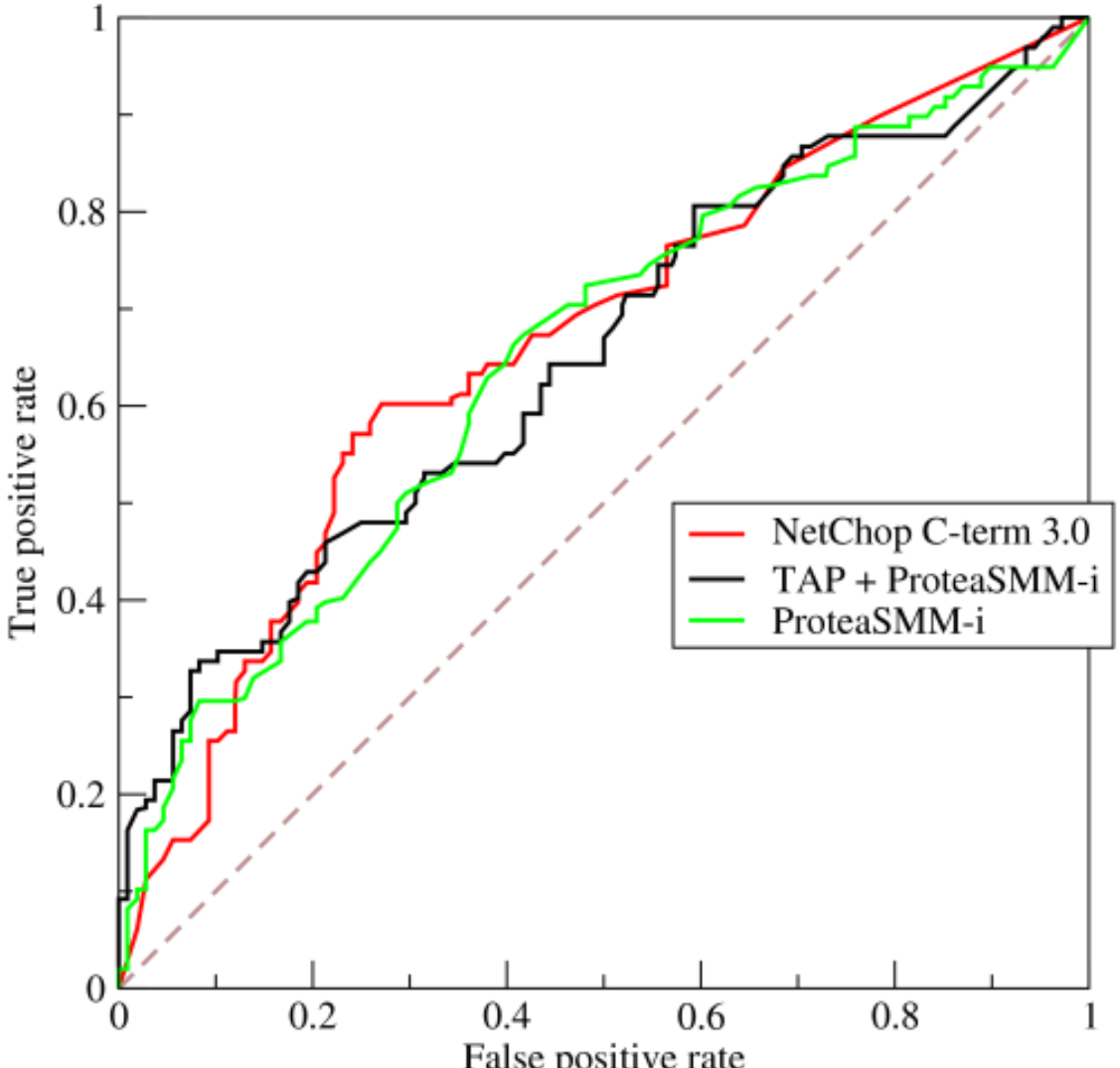
A (0.28,0.63)	allarme	¬allarme
attacco	TP=63	FN=37
¬attacco	FP=28	TN=72
B (0.77,0.77)	allarme	¬allarme
attacco	TP=77	FN=23
¬attacco	FP=77	TN=23
C (0.88,0.24)	allarme	¬allarme
attacco	TP=24	FN=76
¬attacco	FP=88	TN=12
D (0.12,0.76)	allarme	¬allarme
attacco	TP=76	FN=24
¬attacco	FP=12	TN=88

receiver operating characteristic (ROC): sensibilità vs. tasso dei falsi positivi



E un insieme di regole?

E come valutare l'efficacia di un insieme di regole per tutti i parametri possibili? A volte si usa l'Area under curve.



Lezione XIII: Rilevamento delle intrusioni

Intrusion detection system (IDS)

IDS

È un sistema di monitoraggio (generalmente del tutto passivo) che genera allarmi

Saranno necessarie tre fasi:

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

Agli allarmi deve poi seguire una risposta dell'amministratore del sistema: come vedremo non è facile automatizzare questa ultima fase.

Perché usare un IDS?

In generale i sistemi di monitoraggio sono utili perché:

- le tecnologie di prevenzione degli eventi indesiderati o pericolosi possono fallire
- è utile avere un 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

HIDS e NIDS

Gli IDS possono essere classificati 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.

Rilevazione di eventi critici

L'analisi dei dati raccolti per rilevare una situazione d'allarme può essere fatta secondo due approcci fondamentali

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

Misuse detection

Occorre elencare le situazioni che riteniamo pericolose:

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 che si è affermata e diffusa nella maggior parte dei sistemi in produzione

Problemi

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 cosí rigido che basta cambiare un bit per evadere la rilevazione)
- Piú le regole sono flessibili e piú aumenta la complessità di gestione/configurazione
- l'elenco di firme deve essere adattato alle specificità della rete monitorata

Anomaly detection

Le anomalie possono essere 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

Vantaggi

+ 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

Modelli di uso normale

Il sistema viene monitorato durante gli usi normali per raccogliere i parametri che caratterizzano i profili d'uso non anomali.

- Lípotesi di assenza di compromissione e normalità non è facile da verificare: gli usi in fase di test rischiano di essere anomali rispetto all'uso realistico sul campo
- Impiego di tecniche come data mining, sistemi esperti, data fusion, analisi bayesiana, ecc...
- È molto complesso tenere il passo con l'evoluzione del sistema
- il monitoraggio è introduce in generale inefficienze maggiori rispetto ai misuse

Usi consolidati dell'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 viene controllata calcolando gli hash (MD5, SHA1, ...) dei file di sistema presi da una distribuzione originale e li si confronta periodicamente con gli hash del sistema da monitorare. (es. Tripwire)
- Protocol Anomaly Detection (NIDS): viene analizzato il traffico di rete rispetto alle specifiche del protocollo applicativo (vedi lezione sui proxy applicativi: monitoraggio anziché filtraggio)

Falsi allarmi

In generale in tutti gli IDS (misuse e anomaly) occorre bilanciare

falsi negativi attacchi non rilevati

falsi positivi attacchi rilevati corrispondenti a situazioni normali

- Quanto piú la rilevazione è specifica (ad esempio firme molto dettagliate) tanto piú aumenta il carico computazionale e la rilevazione diventa sensibile a variazioni o mutazioni dell'evento analizzato
- Quanto piú la rilevazione si fa lasca (ad esempio firme generiche) tanto piú il carico computazionale cala, la rilevazione dell'evento analizzato risulta poco influenzata da varianti e mutazioni ma tanto piú eventi simili ma non analoghi all'evento analizzato possono essere erroneamente rilevati

Relazione fra FP e FN

Le due grandezze FP e FN risultano correlate inversamente: agendo per diminuire l'una, tipicamente l'altra aumenta.
Il problema si ripropone in moltissime discipline (information retrieval, farmacologia, ...): ogni volta che si ha una decisione binaria (test) basata su considerazioni statistiche.

	positivo	negativo
attacco	TP	TN
non attacco	FP	FN

$TP + TN + FP + FN = totale$

FP Type I error, falso allarme

FN Type II error, miss

sensibilità del test, recall, hit rate $\frac{TP}{TP+FN}$

specificità del test $\frac{TN}{TN+FP}$

accuratezza del test $\frac{TP+TN}{totale}$

precisione del test $\frac{TP}{TP+FP}$

Esempio

Quali regole di IDS hanno lavorato meglio?

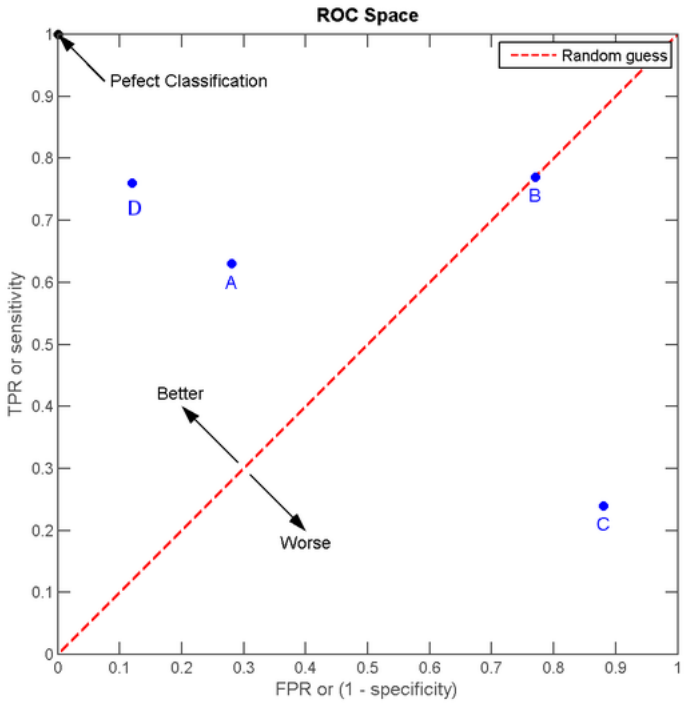
A	positivo	negativo
attacco	TP=63	TN=72
non attacco	FP=28	FN=37
B	positivo	negativo
attacco	TP=77	TN=23
non attacco	FP=77	FN=23
C	positivo	negativo
attacco	TP=24	TN=12
non attacco	FP=88	FN=76
D	positivo	negativo
attacco	TP=76	TN=88
non attacco	FP=12	FN=24

Esempio

Quali regole di IDS hanno lavorato meglio?

A (0.28,0.63)	positivo	negativo
attacco	TP=63	TN=72
non attacco	FP=28	FN=37
B (0.77,0.77)	positivo	negativo
attacco	TP=77	TN=23
non attacco	FP=77	FN=23
C (0.88,0.24)	positivo	negativo
attacco	TP=24	TN=12
non attacco	FP=88	FN=76
D (0.12,0.76)	positivo	negativo
attacco	TP=76	TN=88
non attacco	FP=12	FN=24

receiver operating characteristic (ROC): sensibilità vs. tasso dei falsi positivi



E un insieme di regole?

E come valutare l'efficacia di un insieme di regole per tutti i parametri possibili? A volte si usa l'Area under curve.