Armillotta Michele
De Divitiis Edoardo
Raffaelli Andrea

DDoS mitigation and anti-scan filtering with eBPF and XDP

Introduzione

Crescenti Attacchi

Con il crescente numero di attacchi c’è la necessità di controllare il traffico proveniente dall’esterno

Obiettivo

Mitigazione degli attacchi (D)DoS e di pratiche enumerative come il port scanning

Nuova tecnologia

Utilizzo di una nuova tecnologia che permette più flessibilità ed efficienza ripetto i tradizionali tool del kernel Linux

Motivazioni

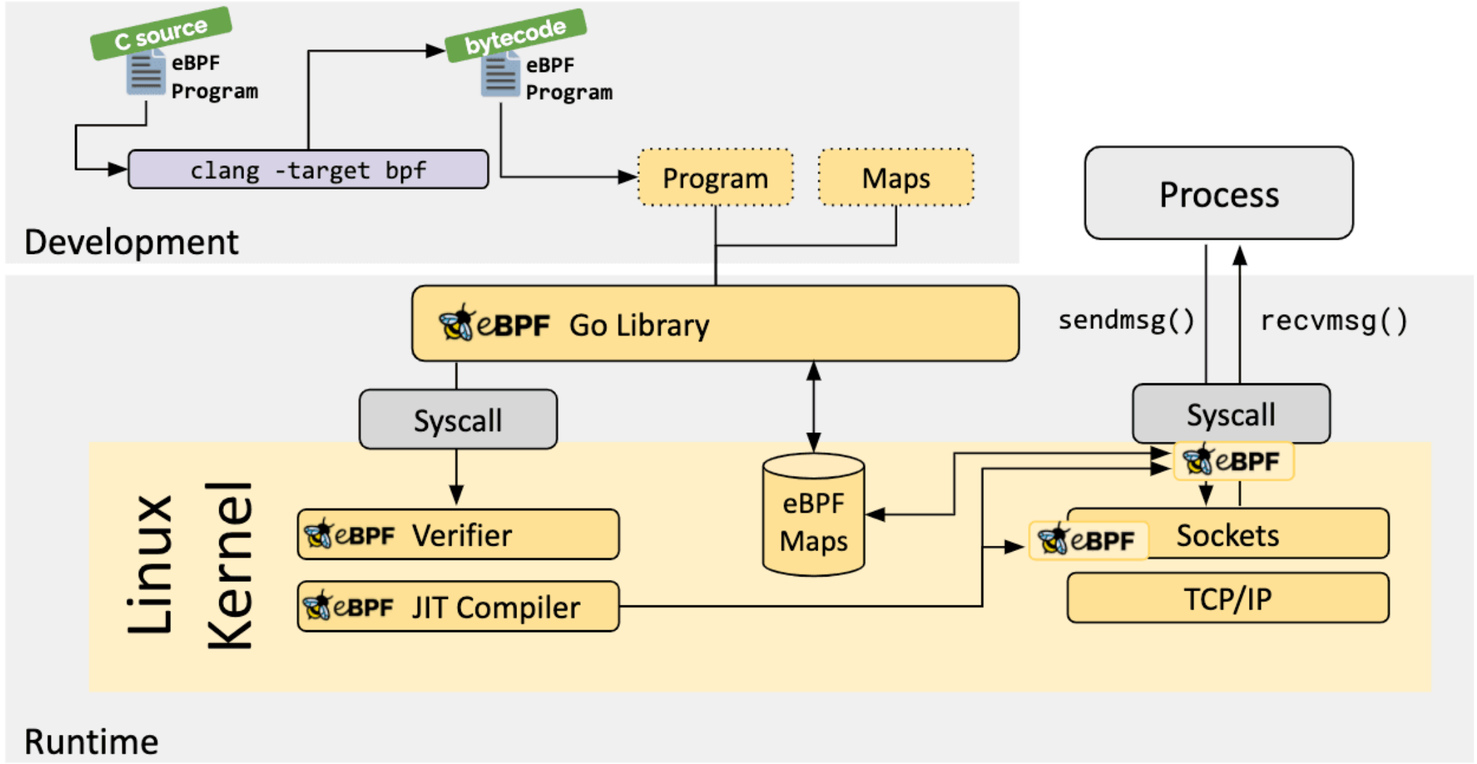
Riduzione dell'overhead

XDP filtra i pacchetti prima che raggiungano lo stack di rete del kernel.

Flessibilità

Rispetto a strumenti come DPDK, XDP offre un buon equilibrio tra prestazioni e supporto nativo nel kernel Linux.

eBPF



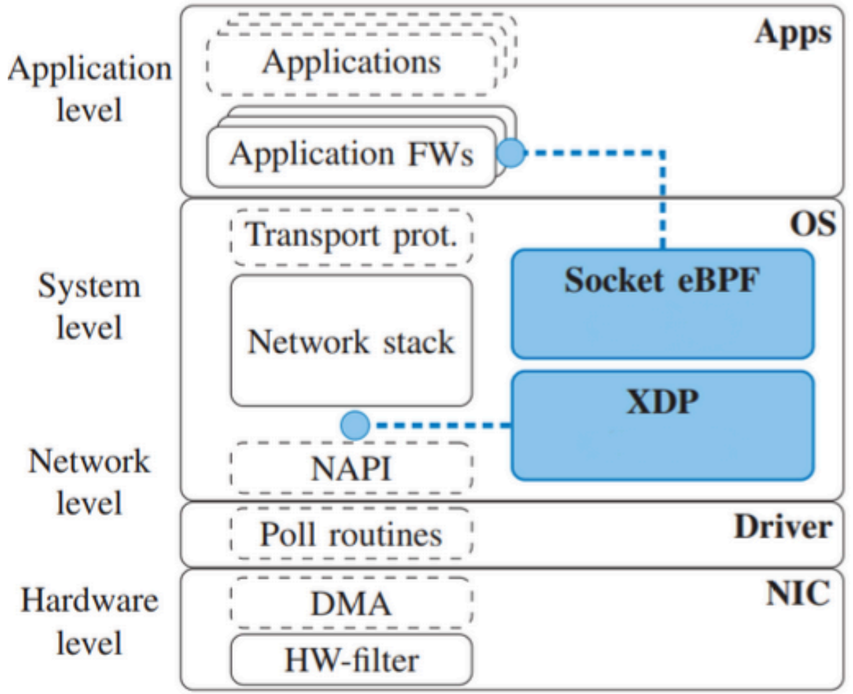
Extended Berkeley Packet Filter:

- Esegue codice personalizzato nel kernel in modo sicuro ed efficiente
- I programmi sono event driven e vengono attaccaccati a degli hook point
- Usato in una grande varietà di modi: dal networking ad alte prestazioni al load-balancing nei data centers

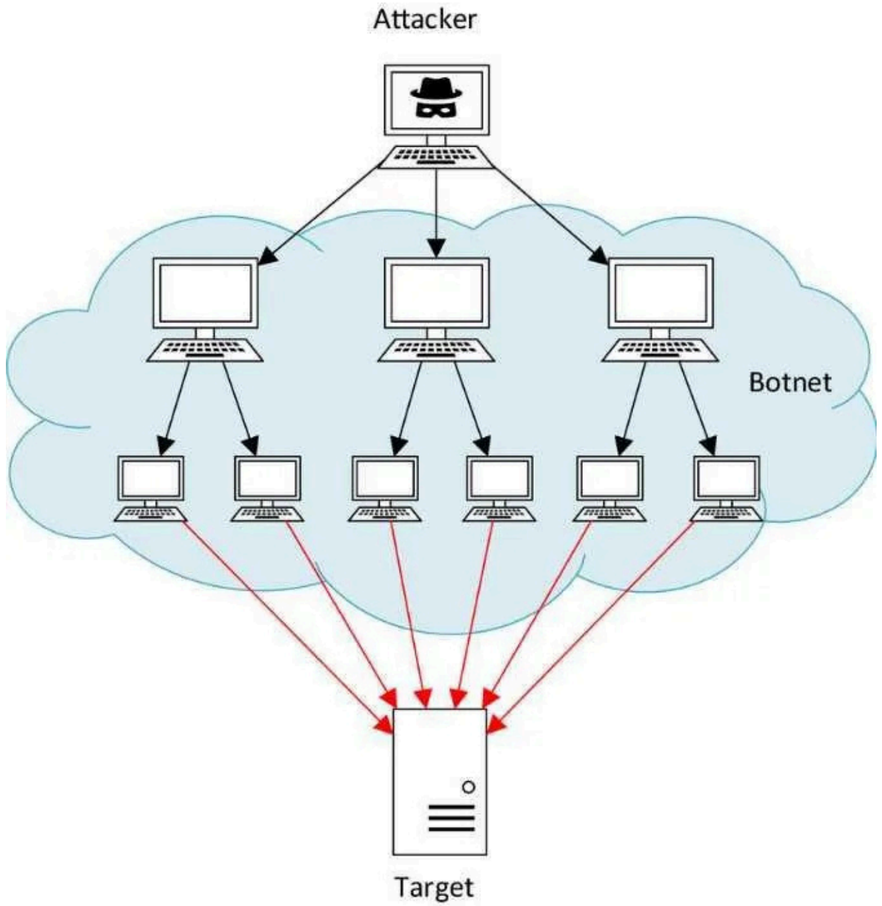
XDP

eXpress Data Path:

- Processa i pacchetti con alte prestazioni direttamente nel driver di rete.
- Benefici principali: Bassa latenza, riduzione del carico CPU, filtraggio tempestivo dei pacchetti.



(D)DoS e Port Scanning



Distributed Denial of Service:

Tipo di attacco informatico che mira a rendere un servizio, un sito web o una risorsa di rete inaccessibile agli utenti legittimi, sovraccaricando il sistema target
Le conseguenze di un attacco DDoS possono includere:

- Perdite finanziarie per aziende e organizzazioni
- Danni alla reputazione
- Costi legati alle attività di recupero e mitigazione

Port scanning

Tecnica utilizzata per identificare le porte aperte su un sistema di rete: rappresentano punti di accesso per la comunicazione tra dispositivi e applicazioni

Architettura del sistema - Setup

Ambiente di sviluppo e test

VM con Debian 11 e driver di rete e1000.
Provisioning avanzato con Vagrant.

Modalità XDP-generic

Esecuzione emulata di programmi XDP

Building framework

libbpf-bootstrap per facilitare l'utilizzo di eBPF.

DoS detector - Architettura

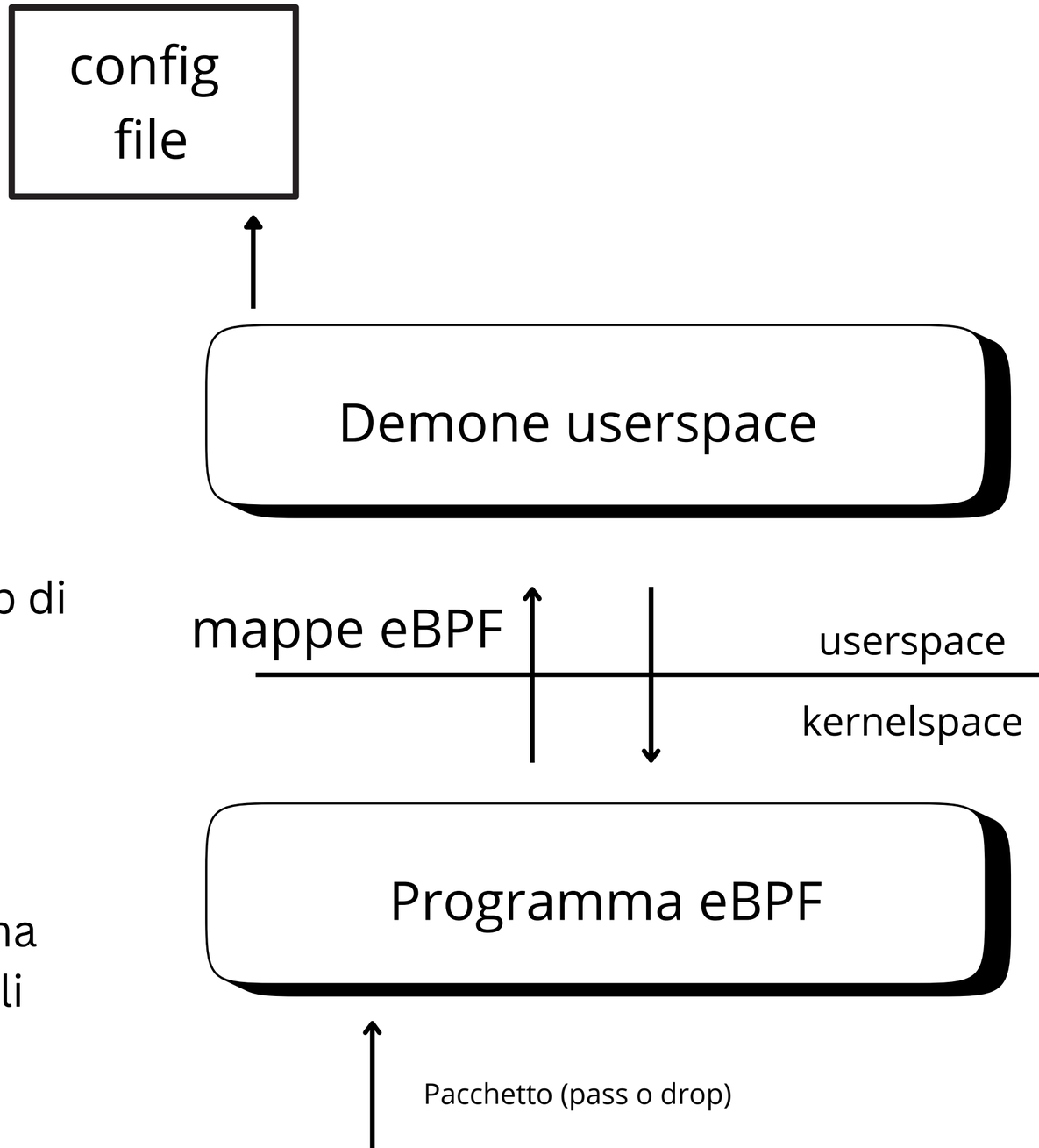
L’architettura è cosituita da due componenti:

Demone userspace

Legge la configurazione dell’utente, carica il programma eBPF nel kernel e gestisce il loop di aggiornamento dell’orologio logico

Programma eBPF

Viene attivato per ogni pacchetto che arriva all’hook XDP e controlla se uno specifico ip ha superato la treshold di pacchetti trasmissibili per secondo, nel caso lo scarta.



Test e Risultati – (D)DoS Detector

Interval	Transfer	Bitrate
3.00-4.00 sec	11.9 MBytes	100 Mbits/sec
4.00-5.00 sec	11.9 MBytes	100 Mbits/sec
5.00-6.00 sec	3.35 MBytes	28.0 Mbits/sec
6.00-7.00 sec	1.10 MBytes	9.21 Mbits/sec

Nel momento in cui l'attacco viene effettuato vediamo la banda che cala drasticamente

Test funzionali:

1 server UDP attaccato da hping
1 server iperf3 per monitorare la qualità del servizio e lo stress della macchina

Risultati:

Successo nel blocco IP
Limiti di performance: Modalità XDP-generic riduce le prestazioni.
Performance: ~250,000 pps (molto inferiore al potenziale massimo).

Anti scan - Architettura

L’architettura è cosituita da due componenti:

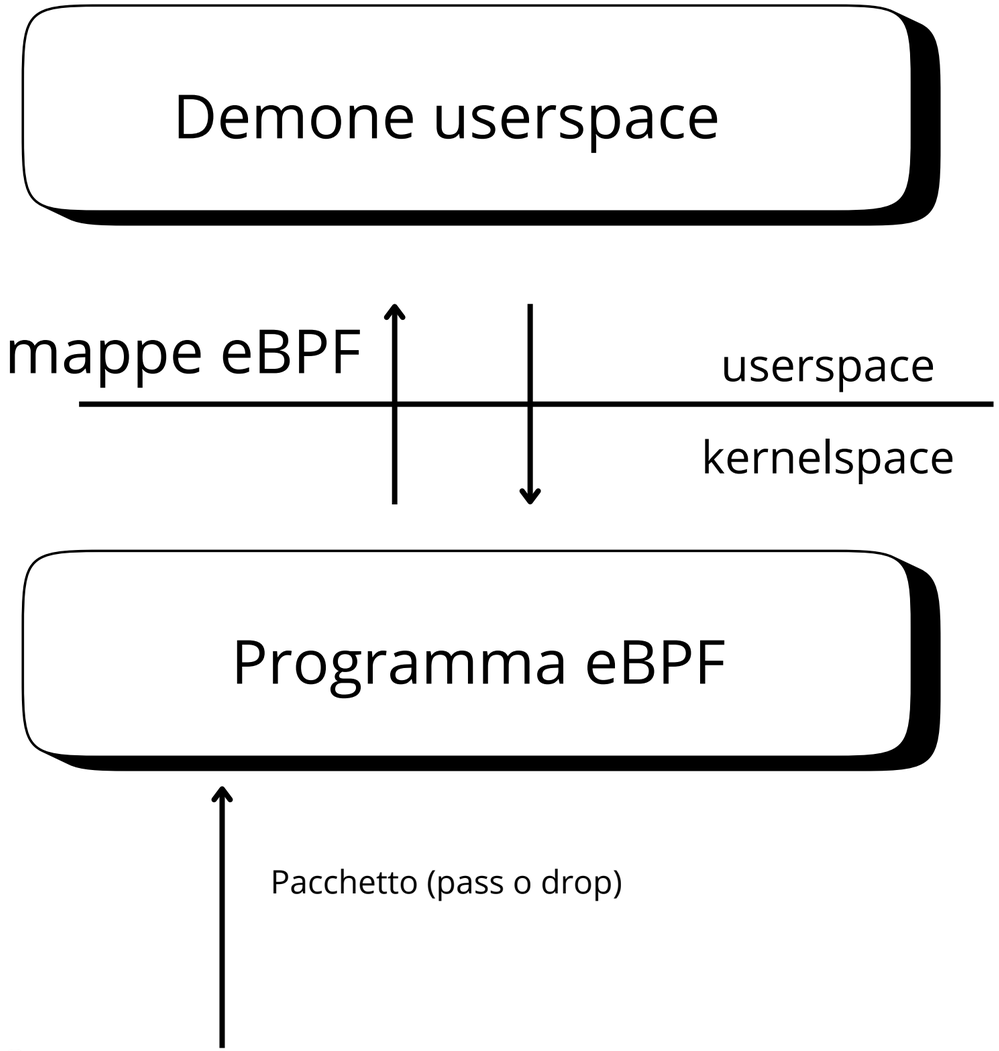
Demone userspace

Carica il programma eBPF nel kernel, gestisce la comunicazione e aggiorna la blacklist

Programma eBPF

Implementato con XDP, analizza i pacchetti in arrivo, verifica la leggitimità di una connessione e blocca i tentativi di scansione

La sincronizzazione avviene tramite eBPF maps e un orologio logico.



Test e Risultati – Anti scan

Name	Interval	Transfer	Bitrate
Host (sender)	0.00-10.00 sec	4.14 GBytes	3.55 Gbits/sec
VM without BPF (receiver)	0.00-10.00 sec	4.14 GBytes	3.55 Gbits/sec

Banda con programma eBPF disattivato

Name	Interval	Transfer	Bitrate
Host (sender)	0.00-10.00 sec	1.20 GBytes	1.03 Gbits/sec
VM with BPF (receiver)	0.00-10.00 sec	1.19 GBytes	1.02 Gbits/sec

Banda con programma eBPF attivo

Test funzionali:

Viene effettuata l'enumerazione delle porte con nmap. le performance vengono misurate con iperf3

Risultati:

Vediamo un' ottima protezione dal tool di enumerazione, ma l'overhead introdotto dalla soluzione è significativo. XDP-generic riduce le prestazioni

Conclusioni e sviluppi futuri

DDoS detector

- effettuare dei test bare metal
- aggiungere una treshold globale
- whitelist e blacklist
- gestione dinamica del numero degli IP controllabili

Anti scan

- effettuare dei test bare metal
- modi più intelligenti per rilevare uno scan
- ottimizzazione per grandi reti

Armillotta Michele
De Divitiis Edoardo
Raffaelli Andrea

Grazie per l’attezione !