
**VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ**
**BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY**

**FAKULTA ELEKTROTECHNIKY A KOMUNIKAČNÍCH TECHNOLOGIÍ**
**FACULTY OF ELECTRICAL ENGINEERING AND COMMUNICATION**

**ÚSTAV TELEKOMUNIKACÍ**
**DEPARTMENT OF TELECOMMUNICATIONS**


# FILTROVANIE SIEŤOVEJ PREVÁDZKY

**NETWORK TRAFFIC FILTERING**

**SAMOSTATNÝ PROJEKT**
**INDIVIDUAL PROJECT**


**AUTORI PRÁCE** — **Bc. JOZEF URBANOVSKÝ**, **Bc. ADRIÁN TOMAŠOV**

**AUTHORS**


**BRNO 2019**

# Obsah

# Úvod

Táto práca je dokumentáciou k samostatnému projektu z predmetu *Aplikovaná kryptografie*. Samostatný projekt sa zaoberá filtrovaním sieťovej prevádzky v systéme GNU/Linux. Cieľom tohto projektu je programovo realizovať aplikáciu, ktorá má na starosť filtrovať zašifrovanú sieťovú prevádzku. Aplikácia má vytvárať štatistiky o type a množstve šifrovaných dát v sieti a ponúknuť možnosť si ich zobraziť v grafickej forme.

# Kapitola 1

# Analýza

V tejto kapitole je analyzovaná problematika a spôsob riešenia, ktorý je použitý pri tvorbe tejto programovej aplikácie. Dokumentácia predpokladá, že čitateľ pozná koncepty TCP/IP sieťového modelu a Linuxového jadra.

## 1.1 Firewall a filtrovanie

*Firewall* možno označiť ako ľubovoľné sieťové zariadenie, alebo sieťovú aplikáciu, ktorá slúži k riadeniu sieťovej prevádzky medzi logicky oddelenými sieťami. Podstata firewallu je v predefinovaných pravidlách pre jednotlivé pakety a toky na základe informácii z rôznych vrstiev ISO/OSI modelu. Firewally je možné rozdeliť do nasledujúcich kategórii na základe vývoja počítačových sietí.

- Paketový filter
- Aplikačný filter
- Stavový paketový filter
- Stavový paketový filter s kontrolou protokolov ľubovoľných vrstiev ISO/OSI modelu

[6]

## 1.2 Implementácia v Linuxovom jadre

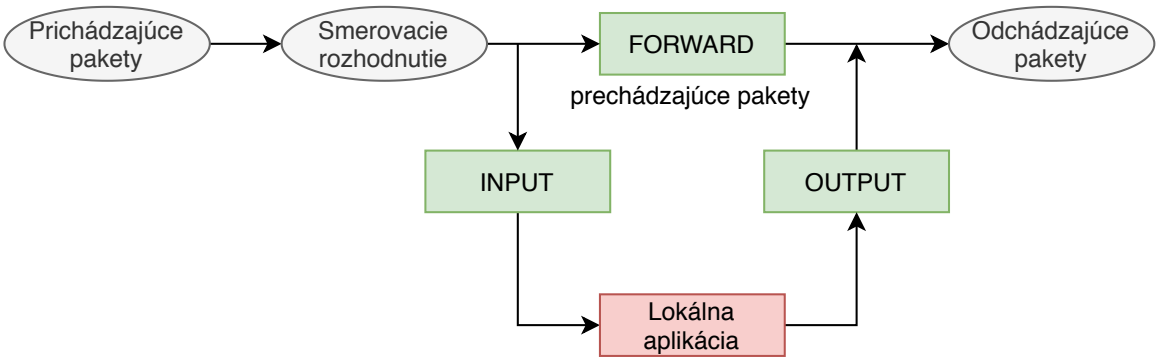
Moderné Linuxové jadro ponúka granulárnu kontrolu rôznych implementácii firewallu pre filtrovanie sieťových paketov. Práca rozoberá staršiu implementáciu filtrovania pomocou *iptables* a nástupcu vo forme *nftables* [1].

### 1.2.1 netfilter

*netfilter* je možné reprezentovať ako framework Linuxového jadra, slúžiacia pre filtrovanie paketov, preklad sieťových adries alebo preklad sieťových portov. Jeho hlavnú úlohu v jadre plnia hooky, ktoré dovolujú meniť správanie jadra ostatným modulom. Každý paket prechádzajúci kernel prejde cez sadu hookov, ktoré môže zaregistrovať predurčený modul jadra cez callback a následne zareagovať spustením obslužnej procedúry. Netfilter hooking systém obsahuje moduly jadra ako napríklad `ip_tables`, `ip6_tables`, `arp_tables` a `ebtables`, ktoré možno reprezentovať ako tabuľky pre definíciu pravidiel firewallu [4, 1].

### 1.2.2 iptables

Modul jadra `ip_tables` spolu s userspace programom *iptables* slúži na manipuláciu s tabuľkami *Xtables*, ktoré umožnujú združovať sady pravidiel do reťazcov. Reťazce následne definujú jednotlivé pravidlá pre pakety a sú spracovávané sekvenčne. Pravidlá umožnujú ovyplvňovať priechod sieťovým zásobníkom, kde každý paket musí prejsť aspoň jednou tabuľkou. [2, 4, 1]




Obr. 1.1: Základné reťazce *iptables* obsiahnuté v *netfilteri* v tabuľke filter

*iptables* ponúka konfiguráciu *netfilteru* ako stavového paketového filtra možného filtrovať sieťovú prevádzku na základe typu protokolu, zdrojovej a cieľovej adresy, zdrojového a cieľového portu, znalostí protokolu a ich stavoch.

Hlavným problémom *iptables* a dôvodom zlej reputácie, je primárne vysoká duplicita kódu, nakoľko existuje samostatná tabuľka pre každý sieťový protokol, problémy so škálovaním, rýchlosť spracovávania a mnohé iné.

### 1.2.3 nftables

Náhrada *iptables* vo forme *nftables* je podsystém v Linuxovom jadre, ktorý mení a nahradzuje určité časti samotného *netfilteru*. Základným blokom tohto podsystému je pridanie virtuálneho stroja do Linuxového jadra, ktorý je schopný spúšťať binárny kód určený na prezeranie sieťových paketov a rozhodovanie podľa pravidiel [1, 4].

*nftables* neobsaujú žiaden špecifický kód naviazaný na protokol a umožnujú analyzovať aj neznáme pakety, ktorých spracovanie je definované užívateľom cez userspace program *nft*. V prípade nutnosti rozšírenia samotného firewallu je teda nutné len vytvoriť nový binárny kód, ktorý je následne vložený do virtuálneho stroja na vykonávanie a mimo toho nie je potreba meniť žiadnu časť jadra.

# Kapitola 2

# Návrh aplikácie

V tejto kapitole sú popísané jednotlivé prvky firewall aplikácie, hlavne teda grafické prostredie pre správu a analýzu, ale aj jadro samotného firewallu. Celý projekt je vyvinutý v jazyku `Python3.6`, ktorý ponúka univerzálnosť, jednoduchosť a veľa možností, ktoré uľahčujú a zrýchľujú vývoj projektov.

## 2.1 Virtuálne prostredie

Celá aplikácia je vyvíjaná vo virtuálnom prostredí `pipenv`, aby bol zaručená zhoda verzií jednotlivých externých modulov na rôznych systémoch, hlavne teda počas vývoja a nasadenia aplikácie na strane servera. Všetky potrebné balíky su definované aj s konkrétnymi verziami v súbore `Pipfile`.

## 2.2 Grafické rozhranie

Táto aplikácia je navrhnutá, aby bežala ako služba na servery, ktorý slúži ako firewall. Jedným z cieľov tohto projektu je, aby aplikácia poskytovala štatistiky vo forme grafov. Aby sme sa vyhli inštalácií grafického prostredia na firewalle, ktoré je závislé na množstve rôznych balíkov, rozhodli sme sa vytvoriť užívateľské rozhranie pomocou webového frameworku `Django` (popisaný v sekcií 2.2.1). Cez tento web bude možné upravovať konfiguráciu firewallu a sledovať aj dynamicky generované grafy pomocou `HighCharts` (popísaný v sekcií 2.2.2).

### 2.2.1 Django

Webový framework `Django` je napísaný v jazyku `Python` a slúži na rýchly vývoj a návrh aplikácií. Hlavnou myšlienkou je nevyvíjať už existujúce veci a riešenia, ale zamerať sa hlavne na novú aplikáciu. V základe každého `Django` projektu nájdeme autentifikáciu užívateľov a abstrakciu nad rôznymi databázovými systémami. Tento framework používa poupravený `Jinja2` šablónovací systém pre generovanie html stránok [3].

### 2.2.2 HighCharts

Tento JavaScriptový modul slúži na generovanie veľkého množstva rôznych interaktívnych webových grafov ako napríklad čiarové, koláčové či pruhový graf. Práca s týmto modulom

je veľmi jednoduchá a spočíva vo vytvorení reťazca dát vo formáte `JSON`, ktorý obsahuje všetky potrebné informácie. O zvyšok sa uz modul postará sám [5].

## 2.3 Firewall

Tento firewall používa `nftables` na filtrovanie sieťovej trafiky. Konfigurácia môže byť zadaná priamo pomocou programu `nft` alebo pomocou webového grafického rozhrania, kde je textové pole s aktuálnou konfiguráciou, ktorú možno upravovať.

## 2.4 Štatistika

Ako zdroj dát pre generovanie grafov firewall používa čítače, ktoré sú pridané priamo v `nftables` konfigurácií. Používa aj niektoré systémové nástroje, ktoré túto štatistiku zbierajú. Tieto dáta sa načítajú a spracujú pre každú požiadavku na webový server, ktorý vygeneruje príslušné `HighCharts` grafy.

# Kapitola 3

# Implementácia aplikácie

# Záver

Návrh aplikácie pre konfiguráciu firewallu a jej implementácia v systéme Linux je vyriešená a vďaka virtuálnemu prostrediu je schopná fungovať na rôznych Linuxových distribúciach.

Aplikácia bola naimplementovaná za pomoci userspace programov Linuxového systému za použitia webové rozhrania na ovládanie. Grafické webové rozhranie spĺňa zadanie pre konfiguráciu firewallu a filtráciu zašifrovanej prevádzky. Umožnuje užívateľovi ľubovoľne konfigurovať Linuxový firewall vo forme frameworku novšej časti *Netfilteru* - *nftables*. Aplikácia v reálnom čase sleduje prevádzku na sieti a dynamicky zobrazuje tieto údaje do grafu.

## 3.1 Rozdelenie práce

- Bc. Jozef Urbanovský <xurban66>
  - Frontend - Bootstrap, HTML
  - Backend - firewall, iptables, nftables
  - Automatizácia - Shell skripty
  - Dokumentácia
- Bc. Adrián Tomašov <xtomas32>
  - Frontend - Django, HighCharts, Bootstrap, HTML
  - Backend - systémové programy, nftables
  - Automatizácia - Vagrant, Shell skripty
  - Dokumentácia

# Literatúra


[1] Linux manual pages. [Online; navštívené 11.3.2020].
URL https://www.die.net/

[2] Dočekal, M.: Správa linuxového serveru: Linuxový firewall, základy iptables. [Online; navštívené 11.3.2020].
URL https://www.linuxexpres.cz/praxe/sprava-linuxoveho-serveru-linuxovy-firewall-zaklady-iptables

[3] Foundation, T. D. S.: Django project. [Online; navštívené 11.3.2020].
URL https://www.djangoproject.com/

[4] Harald Welte, P. N. A.: The netfilter.org project. [Online; navštívené 11.3.2020].
URL https://netfilter.org

[5] Highsoft: HighCharts. [Online; navštívené 11.3.2020].
URL https://www.highcharts.com/

[6] Oppliger, R.: Internet security: firewalls and beyond. *Communications of the ACM*, ročník 40, č. 5, Květen 1997: s. 92–102, doi:10.1145/253769.253802.
URL https://doi.org/10.1145/253769.253802