

IMUNES radionica

Dr. sc. Denis Salopek

Dr. sc. Valter Vasić

<https://imunes.net/>

Sadržaj



- Uvod
- Teorija
- Praksa
- Još prakse

Povijest



- 2013. – diplomirao na FER-u
- Zaposlio se na ZTEL-u (FER)
 - Projekt u suradnji s Ericsson N.T.
 - Miljenko Mikuc, Marko Zec i Valter Vasić
- IMUNES – razvoj novih featura, popravljjanje bugova, podrška
 - Za Ericsson N.T.
 - Za kolegije na fakultetu
- Rujan 2023. – zaposlio se u 5x9 Networks
- Interes za IMUNES-om
 - Od drugih kolega
 - Kao pomoć u poslu

Hrvatski jezični portal

imjunsati

imjunsati *nesvrš.* (prez. imjunsam, pril. sad. -jući, gl. im. imjunsanje)

Izvedeni oblici

Definicija

1. ostati poslije posla s kolegom/ama i raditi na IMUNES-u (popravljanje bugova, ubacivati nove feature, voditi diskusije...)
2. ostati poslije posla s kolegom/ama i raditi nešto

Sintagma

Frazeologija

danas imjunsamo ostajemo poslije posla raditi na IMUNES-u;

Onomastika

Etimologija

❖ vidi **IMUNES**, legendarni alat

[izravna poveznica za pristup natuknici](#) | [f](#) | [t](#) |

IMUNES



- Što je IMUNES uopće?
 - Integrated MULTiprotocol Network Emulator/Simulator
 - Alat za *simuliranje* mreža
 - Alat za *emuliranje* mreža
- GUI + backend
 - Tcl/Tk
 - FreeBSD/Linux/Windows?
 - *jails, netgraph*
 - Docker containers, ~~Open vSwitch~~, Linux bridge

IMUNES



- Čemu IMUNES uopće služi?
 - Vizualizacija
 - Edukacija
 - Laboratorijsko testiranje
 - Priprema za produkciju
 - Produkcija?

Ključni pojmovi



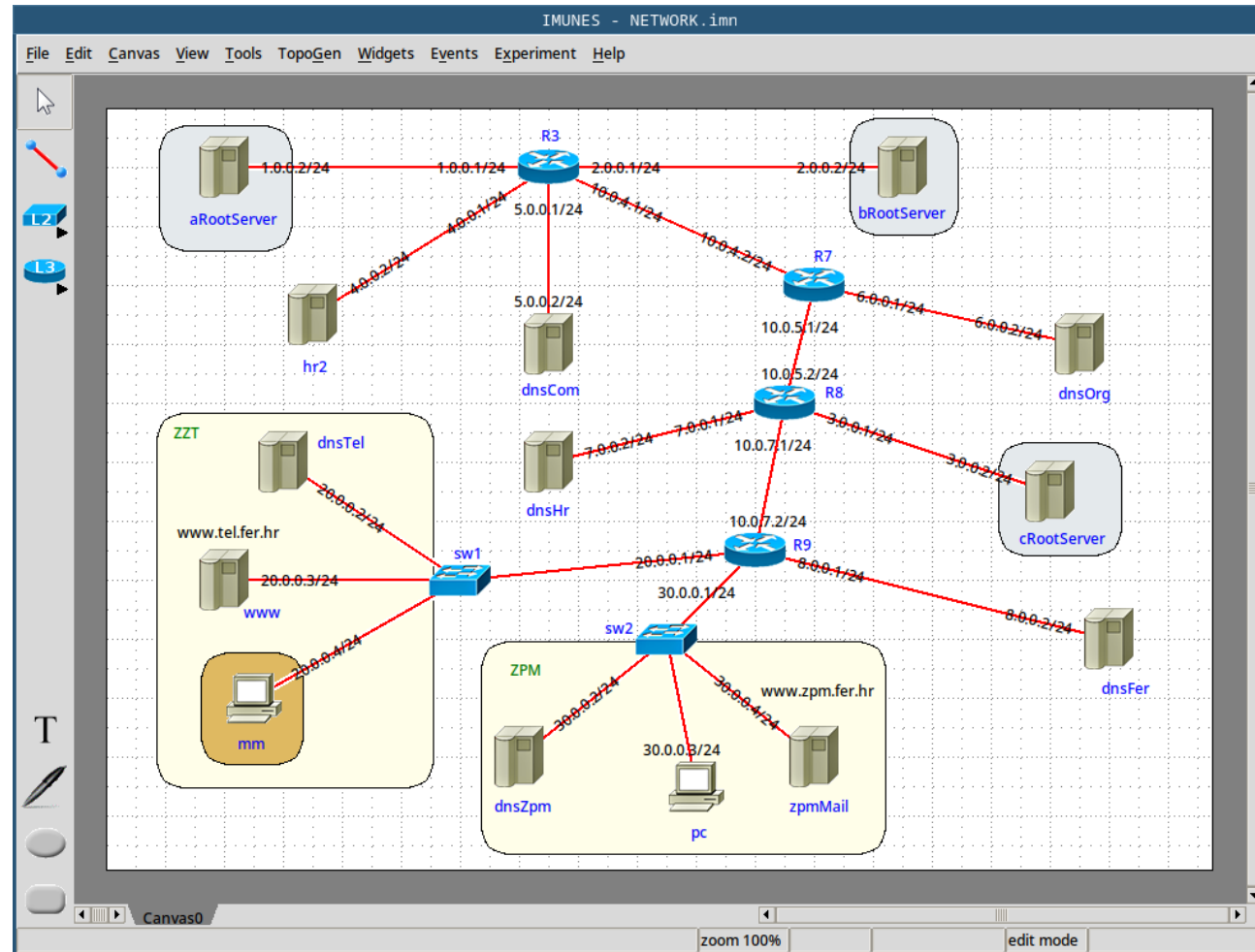
- Topologija
- Čvorovi
 - L2/L3
- *Vroot*
- Linkovi
- Sučelja
- Eksperiment
 - Pokreni – *Execute*
 - Isključi – *Terminate*

Topologija



- Skup čvorova, linkova i ostalih ne-mrežnih elemenata
- Povezuje ih:
 - Jedna konfiguracijska datoteka (.imn)
 - Identifikator eksperimenta (*eid*)

Topologija



Čvorovi (*nodes*)



- L3 čvorovi
 - PC, Host, Router...
 - FreeBSD – *jails*
 - Linux – Docker containers, *netns*
- L2 čvorovi
 - Lanswitch, Hub, External interface...
 - FreeBSD – *netgraph* čvorovi
 - Linux – Linux *bridge*
 - Nekad Open vSwitch bridge

L3 image (virtual root – *vroot*)



- Template za stvaranje L3 čvorova
 - FreeBSD – Direktorij za stvaranje *jailova*
 - */var/imes/vroot*
 - Linux – Docker image
- Tipovi čvorova
 - Drukčija konfiguracija i pokretanje

Linkovi



- Čvor između dva sučelja
 - moguća kontrola parametara: bandwidth, delay, BER, duplication
- FreeBSD
 - *Netgraph* čvor *ng_pipe*
 - Par *netgraph* sučelja povezan preko svojih *hookova*
- Linux
 - Linux bridge
 - *veth* par sučelja
 - *tc* za kontrolu parametara
- Direct linkovi – direktna veza između čvorova
 - bez nepotrebnog overheada – performanse

Sučelja (*interfaces*)



- FreeBSD
 - *Netgraph* čvor *ng_iface*
- Linux
 - *veth* par sučelja

Eksploeriment



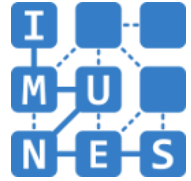
- Isključen ekploeriment
 - *Experiment -> Terminate*
 - Čvorovi nisu pokrenuti, linkovi neaktivni
 - Moguće samo mijenjati topologiju
- Pokrenut ekploeriment
 - *Experiment -> Execute*
 - Čvorovi pokrenuti, linkovi aktivni
 - Upravljanje i izmjena na čvorovima moguća
 - Komunikacija među čvorovima moguća
 - Nije moguće mijenjati topologiju
 - Ekploerimenti odvojeni
 - Postoje mehanizmi za povezivanje ekploerimenata

Eksperiment



- Uređivanje topologije
 - *edit* mode
 - Pomoću GUI-ja
 - U tekstualnom editoru
- Rad s „pokrenutom” topologijom
 - *exec* mode
 - U GUI-ju
 - Iz konzole
 - Dodatni alati za rad s čvorovima/linkovima

Eksperiment



The screenshot displays the IMUNES NETWORK.imn interface. The main window shows a network diagram with various components: routers (R7, R8, R9), servers (bRootServer, dnsOrg, cRootServer, dnsFer), switches (sw1, sw2), and hosts (www.tel.fer.hr, www, mm, dnsZpm, pc, zpmMail, www.zpm.fer.hr). The diagram is overlaid with a terminal window showing the output of the command 'n9# netstat -4 -rn', which displays the Kernel IP routing table for node n9. The routing table includes destinations, gateways, genmasks, flags, MSS, window, irtt, and interface information.

Destination	Gateway	Genmask	Flags	MSS	Window	irtt	Iface
1.0.0.0	10.0.7.1	255.255.255.0	UG	0	0	0	eth4
2.0.0.0	10.0.7.1	255.255.255.0	UG	0	0	0	eth4
3.0.0.0	10.0.7.1	255.255.255.0	UG	0	0	0	eth4
4.0.0.0	10.0.7.1	255.255.255.0	UG	0	0	0	eth4
5.0.0.0	10.0.7.1	255.255.255.0	UG	0	0	0	eth4
6.0.0.0	10.0.7.1	255.255.255.0	UG	0	0	0	eth4
7.0.0.0	10.0.7.1	255.255.255.0	UG	0	0	0	eth4
8.0.0.0	0.0.0.0	255.255.255.0	U	0	0	0	eth0
10.0.4.0	10.0.7.1	255.255.255.0	UG	0	0	0	eth4
10.0.5.0	10.0.7.1	255.255.255.0	UG	0	0	0	eth4
10.0.7.0	0.0.0.0	255.255.255.0	U	0	0	0	eth4
20.0.0.0	0.0.0.0	255.255.255.0	U	0	0	0	eth1
30.0.0.0	0.0.0.0	255.255.255.0	U	0	0	0	eth2

The console window shows the following output:

```
IMUNES: pc (console) bash
root@pc:/# ping www.tel.fer.hr
PING www.tel.fer.hr (20.0.0.3) 56(84) bytes of data:
64 bytes from www.tel.fer.hr (20.0.0.3): icmp_seq=1 ttl=63 time=0.095 ms
64 bytes from www.tel.fer.hr (20.0.0.3): icmp_seq=2 ttl=63 time=0.128 ms
^C
--- www.tel.fer.hr ping statistics ---
2 packets transmitted, 2 received, 0% packet loss, time 1006ms
rtt min/avg/max/mdev = 0.095/0.111/0.128/0.019 ms
root@pc:/#
```


Demo



Budućnost



- Izmjenjivi *exec* mode
- *IMUNES daemon* + remote access
- Novi čvorovi
- FreeBSD 14
- ZFS
- Novi GUI



Backup slides



Scenariji



- Github repozitorij
 - [imunes/imunes-examples](#)
 - Osnovni primjeri
 - Napredni primjeri
 - [imunes/imunes-security](#)
 - Čeka update
- Ericsson N.T. članak
 - https://imunes.net/dl/papers/softcom_2014.pdf
 - IPSec, NAT64

Eksperiment



- Na *host* računalu stvara se glavni *jail/netns (eid)*
- Stvaranje ostalih elemenata
 - FreeBSD
 - L3 čvorovi – jailovi unutar glavnog jaila
 - *Netgraph* sučelja u pojedinim jailovima
 - L2 čvorovi – *netgraph* čvorovi unutar glavnog jaila
 - Linkovi – između svakog čvora
 - *Netgraph* čvorovi (*ng_pipe*) ili direktno povezana *netgraph* sučelja
 - *Netgraph* hookovi
 - Linux
 - L3 čvorovi – Docker containeri
 - *Veth* parovi u pojedinim containerima i unutar glavnog *netns*
 - L2 čvorovi – unutar pojedinih *netns*
 - Linux *bridge* unutar vlastitih *netns*
 - Linkovi – između svakog čvora
 - Linux *bridge* unutar glavnog *netns* ili *veth* parovi unutar vlastitih *netns*

Eksperiment

