

# IMUNES: open-source emulator / simulator računalnih mreža

*Mirta Medanić*

*student*

*Zavod za telekomunikacije*

*Fakultet elektrotehnike i računarstva*

*Sveučilište u Zagrebu*

IMUNES (*Integrated Multiprotocol Network Emulator/Simulator*) je sustav za emulaciju/simulaciju mrežnih topologija na samo jednom fizičkom računalu razvijen na Fakultetu elektrotehnike i računarstva Sveučilišta u Zagrebu. Potreba za takvim alatom pojavila se kada je u sklopu jednog istraživanja trebalo povezati u mrežu nekoliko mrežnih usmjeritelja. To često nije izvedivo iz više razloga; s financijske strane: zbog nedostatka prostora i skupe sklopovske opreme, zbog velikog utroška vremena koje je potrebno za postavljanje mreže te zbog nepreglednosti takvog sustava, što ga čini teško upravljivim. Ta naizgled jednostavna akcija "*umrežavanja routera*" stvorila je probleme našim istraživačima. Što bi se dogodilo kada bismo htjeli postaviti i testirati mrežu od nekoliko stotina ili čak tisuća čvorova kakvu vrlo često možemo naći u stvarnom životu unutar neke organizacije?

Kao alternativa sklopovskom *testbed*<sup>1</sup> okruženju razvijen je 2003. godine u okviru projekta kojeg je financiralo Ministarstvo znanosti i tehnologije Republike Hrvatske (MZT I-projekta 2003-143) IMUNES, integrirani mrežni emulator/simulator koji oponaša svojstva stvarnih umreženih sustava. IMUNES radi na modificiranoj jezgri operacijskog sustava FreeBSD i zasniva se na konceptu klonirajućih mrežnih stogova (*clonable network stack*). Pri stvaranju čvora u jezgri OS-a stvori se replika mrežnog TCP/IP stoga. Takav čvor nazivamo virtualnim čvorom. Svaki virtualni čvor može podržati identični, odnosno cjeloviti skup funkcija kao i standardna jezgra operacijskog sustava i može se implementirati vrlo učinkovito kroz modifikacije postojećeg programskog koda jezgre OS-a. Predloženi model svakom virtualnom čvoru omogućuje upravljanje vlastitom nezavisnom instancom mrežnog stoga. Svaka instanca mrežnog stoga ima vlastite tablice IP usmjeravanja (*routing tables*), mrežna sučelja (*network interfaces*), mrežne *sockete*, repove za dolazni promet (*receive queues*), brojače prometa, instancu IP vatrozida (*IP firewall*), instancu *traffic shapera* (*dummynet*), grupu pripadajućih korisničkih procesa, ograničenja korištenja procesorskog vremena i drugo. Svojstva IMUNES-a su rad u stvarnom vremenu pri gigabitnim brzinama, dobra skalabilnost; moguće je simulirati više od tisuću čvorova na jednom standardnom PC-u, te jednostavno i učinkovito povezivanje simulirane mreže sa stvarnim mrežama (emulacija). Mrežne tehnologije koje su dosad podržane ovim pomagalom su point-to-point, Ethernet i Frame Relay, te svi dinamički protokoli usmjeravanja podržani na *open-source* implementacijama, kao što su *zebra/quagga* ili XORP. Arhitektura ovog sustava je fleksibilna i ostavlja prostor za laku nadogradnju u budućem razvoju.

Grafičko sučelje IMUNES-a napravljeno je u programskom jeziku Tcl/Tk. Ono omogućava specifikaciju i upravljanje simulacijama i predstavlja poveznicu između jezgre OS-a i korisnika koji pri uporabi ovog alata ne mora ulaziti duboko u arhitekturu sustava. Tako se

---

<sup>1</sup> testbed okruženje (*testbed environment*) – platforma za eksperimentiranje kod velikih razvojnih projekata; koristi se za testiranje znanstvenih teorija i kod testiranja softvera.

ovaj alat čini dostupnim i onim korisnicima koji nisu stručnjaci u području operacijskih sustava ili koji se tek upoznavaju s mrežama, mrežnim tehnologijama i protokolima.

Jedan od smjerova razvoja alata je unaprijeđenje generatora sintetičkih topologija. I ranije su postojali slični generatori unutar grafičkog sučelja koji su automatski stvarali sljedeće topologije u radnom prostoru alata (*canvasu*): zvjezdastu (*star*), cikličku (*cycle*) i sabirničku (*chain*) topologiju koje su poznate u mrežnoj terminologiji, te neke koje potječu iz teorije grafova: klika (*clique*) i bipartitna (*bipartite*) topologija. *Random* topologija nastaje tako da se odabere broj čvorova i veza (linkova) među njima koji će sačinjavati mrežu. Generator automatski stvori mrežu, pri čemu se najprije stvore čvorovi, a kasnije i veze na slučajan način. Pritom je ispunjen uvjet da je nastala mreža povezana, tj. da ne postoji više nepovezanih podmreža. Generatori mrežnih topologija vrlo su korisni kod kreiranja mreža, posebno LAN-ova, jer štede vrijeme pri njihovoj specifikaciji.

IMUNES se koristi prvenstveno kao pomagalo pri razvoju i testiranju novih mrežnih protokola. Njime se također koriste neka sveučilišta u Hrvatskoj i svijetu u istraživačke i edukacijske svrhe. Na Fakultetu elektrotehnike i računarstva u okviru laboratorijskih vježbi služi studentima za jednostavnije i učinkovitije učenje o mrežama, mrežnim tehnologijama i protokolima.

Prostor i interes za razvoj ovog alata postoji. Planira se čim više uključiti korisnike u daljnji razvoj. Putem anketa i kroz neformalne razgovore s kolegama, studentima i asistentima planira se prikupiti što više kritika i komentara kako bi se došlo do novih ideja. To se prvenstveno odnosi na grafičko sučelje, koje bi tako postalo funkcionalnije i ugodnije za korištenje.