

Fakultet elektrotehnike i računarstva

Predmet: Informacijske mreže (34457)

Akadska godina: 2018./2019.

Laboratorijska vježba
Simulator NS2

Zadaci

željko ilić
Mirko Sužnjević

Cilj laboratorijske vježbe:

Cilj laboratorijske vježbe je detaljnije upoznavanje s protokolima TCP (engl. *Transmission Control Protocol*) i UDP (engl. *User Datagram Protocol*) te simulatorom ns2.

Priprema za izradu laboratorijske vježbe:

Za provedbu vježbe potrebno je osigurati:

- Razvojnu okolinu, tj. simulator ns2 (<http://www.isi.edu/nsnam/ns/>).

NS2 simulator je dizajniran za GNU/Linux okruženje. Za potrebe ovog laboratorija izrađene su upute za konfiguraciju simulatora NS2 za rad na sustavu Ubuntu 14.04 u virtualiziranom okruženju. Upute možete preuzeti sa stranica predmeta. U slučaju da imate problema s konfiguriranjem alata po priloženim uputama možete se najaviti elektroničkom poštom asistentu Mirku Sužnjeviću (mirko.suznjevic@fer.hr) koji će vam ustupiti sliku sustava Ubuntu 14.04 s instaliranim simulatorom NS2. Slika sustava je veličine 5GB te je potrebno donijeti dovoljno veliki USB disk u sobu C07-16.

Vježba se radi u grupi od četiri studenata. Grupa izrađuje jedno izvješće kojeg jedan od članova grupe šalje elektroničkom poštom asistentu Mirku Sužnjeviću.

Izvještaj:

Studenti su obvezni napisati uredan izvještaj o obavljenoj laboratorijskoj vježbi. Izvještaj mora sadržavati:

- Izvorni kôd programa (rješenje zadanog zadatka) s detaljnim objašnjenjem (komentarima). Na početku izvornog koda unutar komentara mora biti navedeno ime, prezime i JMBAG studenata koji su rješavali zadatak. *Također, prije pisanja programskog koda poželjno je pročitati dokument koji se odnosi na upute za rad sa simulatorom NS2.*
- Odgovore na pitanja. Postoje dvije grupe pitanja:
 - Zajednička (odgovaraju svi studenti)
 - Po pojedinom zadatku (odgovara se samo na pitanja dodijeljenog zadatka)

Zajednička pitanja:

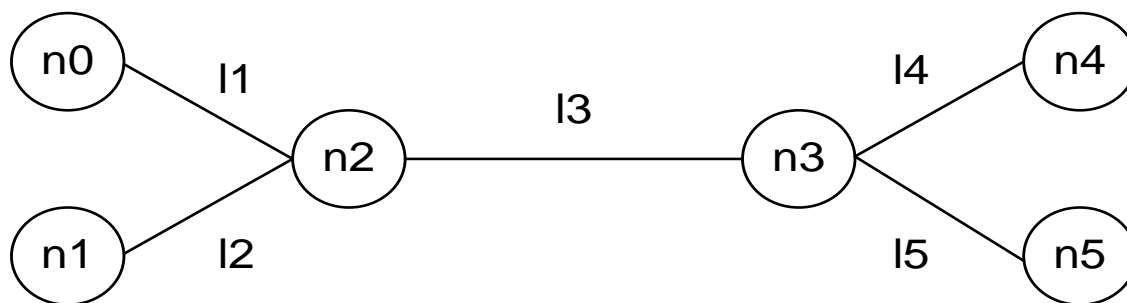
- 1) Iscrtajte protok podataka kroz vrijeme simulacije za sve tokove u zadatku koristeći xgraph komandu te datoteke kreirane u simulaciji.
Primjer korištenja:
`exec xgraph out0.tr out1.tr -geometry 800x400 &`
- 2) Identificirajte vremenske točke promjene propusnosti s grafa te objasnite zašto dolazi do promjena.
- 3) Napravite screenshot iz programa NAM i naznačite koji su čvorovi izvorišta, a koji čvorovi završne točke pojedinog toka. Također naznačite kojom bojom je označen koji tok.

Izvještaj, tj. predložak za predaju zadatka lab. vježbe potrebno je poslati kao PDF dokument. Uz izvještaj potrebno je predati i .tcl datoteku s implementacijom zadatka. **Krajnji rok za predaju vježbe je 11. siječanj 2019.** Predložak izvještaja preuzima se sa službene *web* stranice predmeta. Također, svaka grupa uz prezentaciju rada programa bit će i usmeno ispitana nakon predaje laboratorijske vježbe.

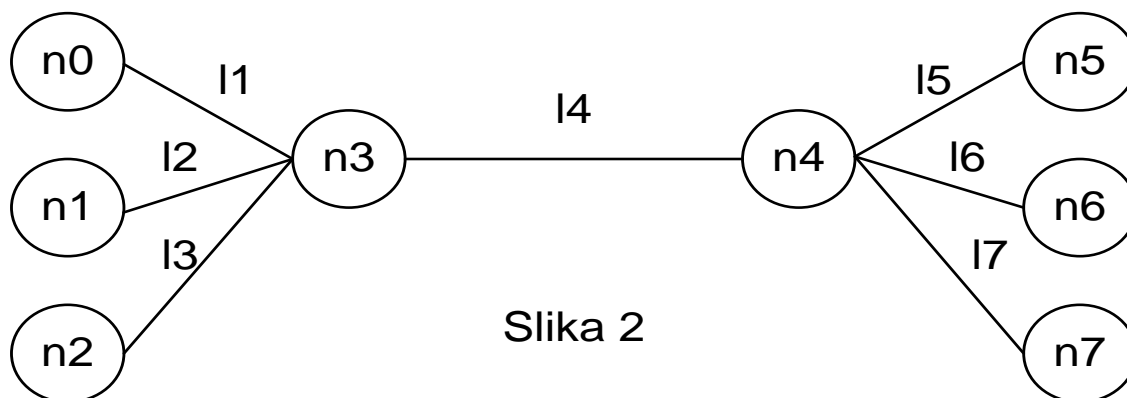
Raspored zadataka po grupama:

Grupa	Zadatak
grupa 1	Zadatak–1
grupa 2	Zadatak–3
grupa 3	Zadatak–5
grupa 4	Zadatak–7
grupa 5	Zadatak–9
grupa 6	Zadatak–2
grupa 7	Zadatak–4
grupa 8	Zadatak–6

Mrežne topologije:



Slika 1



Slika 2

Zadatak–1:

Za topologiju mreže sa slike (slika 1) postavi:

FTP prometni tok preko TCP konekcije između čvorova n0–n4.

TCP:

- maksimalna veličina prozora zagušenja: 10 paketa;
- veličina paketa: 1000 okteta;

Kontrola zagušenja:

- Agent pošiljatelj: Tahoe;
- Agent primatelj: TCP s jednom potvrdom po paketu (*TCP Sink with one ACK per packet*) ;

FTP aplikacija:

- početak–kraj: 2–4,5 s;

CBR prometni tok preko UDP konekcije između čvorova n1–n5.

CBR prometni model:

- veličina paketa: 1000 okteta;
- brzina slanja: 512 kb/s;
- početak–kraj: 1–3,5 s;

Linkovi:

l1 (smjer, *bandwidth*, *delay*, *queue-type*): dvosmjerni, 1 Mb, 10 ms, Drop Tail;

l2 (smjer, *bandwidth*, *delay*, *queue-type*): dvosmjerni, 1 Mb, 5 ms, Drop Tail;

l3 (smjer, *bandwidth*, *delay*, *queue-type*): dvosmjerni, 0,7 Mb, 10 ms, Drop Tail;

l4 (smjer, *bandwidth*, *delay*, *queue-type*): dvosmjerni, 1,5 Mb, 10 ms, Drop Tail;

l5 (smjer, *bandwidth*, *delay*, *queue-type*): dvosmjerni, 0,5 Mb, 10 ms, Drop Tail;

Trajanje simulacije: 5 s.

Pitanja:

- 1) Što se događa s propusnošću FTP prometnog toka tijekom i nakon kraja CBR toka? Objasnite zašto!
- 2) Na koju vrijednost propusnosti se stabilizira FTP prometni tok tijekom aktivnosti CBR toka? Objasnite na koji način dolazi do te vrijednosti propusnosti?
- 3) Iscrtajte veličinu prozora zagušenja za TCP tok koristeći xgraph komandu te datoteke kreirane u simulaciji. Komentirajte graf!
- 4) Promijenite tip TCP agenta pošiljatelja na TCP Vegas te ponovno iscrtajte grafove propusnosti. Komentirajte razlike u odnosu na TCP Tahoe.

Zadatak–2:

Za topologiju mreže sa slike (slika 1) postavi:

FTP prometni tok preko TCP konekcije između čvorova n0–n4.

TCP:

- maksimalna veličina prozora zagušenja: 10 paketa;
- veličina paketa: 1000 okteta;

Kontrola zagušenja:

- Agent pošiljatelj: Tahoe;
- Agent primatelj: TCP s jednom potvrdom po paketu (*TCP Sink with one ACK per packet*) ;

FTP aplikacija:

- početak–kraj: 2–4,5 s;

FTP prometni tok preko TCP konekcije između čvorova n5–n1.

TCP:

Kontrola zagušenja:

- Agent pošiljatelj: Tahoe;
- Agent primatelj: TCP s jednom potvrdom po paketu (*TCP Sink with one ACK per packet*) ;

FTP aplikacija:

- početak–kraj: 1,5–4 s;

Linkovi:

l1 (smjer, *bandwidth*, *delay*, *queue-type*): dvosmjerni, 1 Mb, 10 ms, Drop Tail;

l2 (smjer, *bandwidth*, *delay*, *queue-type*): dvosmjerni, 1 Mb, 5 ms, Drop Tail;

l3 (smjer, *bandwidth*, *delay*, *queue-type*): dvosmjerni, 0,5 Mb, 10 ms, Drop Tail;

l4 (smjer, *bandwidth*, *delay*, *queue-type*): dvosmjerni, 1,5 Mb, 10 ms, Drop Tail;

l5 (smjer, *bandwidth*, *delay*, *queue-type*): dvosmjerni, 0,5 Mb, 10 ms, Drop Tail;

Trajanje simulacije: 5 s.

Pitanja:

- 1) Što se događa s propusnošću FTP prometnog toka 2 i nakon početka FTP prometnog toka 1?
- 2) Iscrtajte veličinu prozora zagušenja za oba TCP toka koristeći xgraph komandu te datoteke kreirane u simulaciji. Komentirajte graf!
- 3) Povećajte kašnjenje na l3 na 100ms te ponovno iscrtajte grafove propusnosti. Komentirajte razlike u odnosu na prvi slučaj.
- 4) Vratite l3 kašnjenje na 10ms, u FTP prometnom toku 1 promijenite tip TCP agenta pošiljatelja na TCP Vegas te ponovno iscrtajte grafove propusnosti. Postoje li razlike u odnosu na prvi slučaj? Ako postoje objasnite ih.

Zadatak–3:

Za topologiju mreže sa slike (slika 1) postavi:

FTP prometni tok preko TCP konekcije između čvorova n0–n5.

TCP:

- maksimalna veličina prozora zagušenja: 15 paketa;
- veličina paketa: 1000 okteta;

Kontrola zagušenja:

- Agent pošiljatelj: Reno;
- Agent primatelj: TCP s jednom potvrdom po paketu (*TCP Sink with one ACK per packet*) ;

FTP aplikacija:

- početak–kraj: 0–4 s;

>> CBR prometni tok preko UDP konekcije između čvorova n1–n4.

CBR prometni model:

- veličina paketa: 1000 okteta;
- brzina slanja: 512 kb/s;
- početak–kraj: 1–2,5 s;

Linkovi:

l1 (smjer, *bandwidth*, *delay*, *queue-type*): dvosmjerni, 1 Mb, 10 ms, Drop Tail;

l2 (smjer, *bandwidth*, *delay*, *queue-type*): dvosmjerni, 1 Mb, 5 ms, Drop Tail;

l3 (smjer, *bandwidth*, *delay*, *queue-type*): dvosmjerni, 0,7 Mb, 10 ms, Drop Tail;

l4 (smjer, *bandwidth*, *delay*, *queue-type*): dvosmjerni, 1,5 Mb, 10 ms, Drop Tail;

l5 (smjer, *bandwidth*, *delay*, *queue-type*): dvosmjerni, 0,5 Mb, 10 ms, Drop Tail;

Na linku (n2–n3) postavi spremnik veličine 10 paketa.

Trajanje simulacije: 5 s.

Pitanja:

- 1) Što se događa s propusnošću FTP prometnog toka prije i nakon početka CBR toka? Objasnite zašto.
- 2) Na koji način utječe dodatak ograničenog spremnika na linku n2-n3. Ponovite eksperiment bez uključenog spremnika. Postoje li razlike u odnosu na prvi slučaj? Ako postoje objasnite ih.
- 3) Iscrtajte veličinu prozora zagušenja za TCP tok koristeći xgraph komandu te datoteke kreirane u simulaciji. Komentirajte graf.
- 4) Promijenite tip TCP agenta pošiljatelja na TCP Vegas te ponovno iscrtajte grafove propusnosti. Postoje li razlike u odnosu na prvi slučaj? Ako postoje objasnite ih.

Zadatak–4:

Za topologiju mreže sa slike (slika 1) postavi:

FTP prometni tok preko TCP konekcije između čvorova n0–n5.

TCP:

- maksimalna veličina prozora zagušenja: 10 paketa;
- veličina paketa: 1200 okteta;

Kontrola zagušenja:

- Agent pošiljatelj: New Reno;
- Agent primatelj: TCP s jednom potvrdom po paketu (*TCP Sink with one ACK per packet*) ;

FTP aplikacija:

- početak–kraj: 2–4,5 s;

Telnet prometni tok preko TCP konekcije između čvorova n1–n4.

TCP:

Kontrola zagušenja:

- Agent pošiljatelj: Tahoe;
- Agent primatelj: TCP s jednom potvrdom po paketu (*TCP Sink with one ACK per packet*) ;

Telnet aplikacija:

- početak–kraj: 1,5–4 s;
- veličina paketa 500B
- vremenski interval između slanja paketa 0.05s

Linkovi:

l1 (smjer, *bandwidth*, *delay*, *queue-type*): dvosmjerni, 2 Mb, 10 ms, Drop Tail;

l2 (smjer, *bandwidth*, *delay*, *queue-type*): dvosmjerni, 1 Mb, 5 ms, Drop Tail;

l3 (smjer, *bandwidth*, *delay*, *queue-type*): dvosmjerni, 0,5 Mb, 10 ms, Drop Tail;

l4 (smjer, *bandwidth*, *delay*, *queue-type*): dvosmjerni, 1,5 Mb, 10 ms, Drop Tail;

l5 (smjer, *bandwidth*, *delay*, *queue-type*): dvosmjerni, 0,5 Mb, 10 ms, Drop Tail;

Na linku (n2–n3) postavi modul gubitaka koji odbacuje pakete s vjerojatnošću 2%.

Trajanje simulacije: 5 s.

Pitanja:

- 1) Što se događa s propusnošću FTP prometnog toka i nakon početka Telnet prometnog toka?
- 2) Iscrtajte veličinu prozora zagušenja za oba TCP toka koristeći xgraph komandu te datoteke kreirane u simulaciji. Komentirajte graf!
- 3) Isključite modul za gubitke te ponovno iscrtajte veličinu prozora zagušenja za oba TCP toka koristeći xgraph komandu te datoteke kreirane u simulaciji. Postoje li razlike u odnosu na prvi slučaj? Ako postoje objasnite ih.

- 4) Uključite modul za gubitke, podesite maksimalnu veličinu prozora zagušenja na 5 paketa te ponovno izradite graf propusnosti. Postoje li razlike u odnosu na prvi slučaj? Ako postoje objasnite ih.

Zadatak–5:

Za topologiju mreže sa slike (slika 1) postavi:

FTP prometni tok preko TCP konekcije između čvorova n0–n4.

TCP:

- maksimalna veličina prozora zagušenja: 10 paketa;
- veličina paketa: 1000 okteta;

Kontrola zagušenja:

- Agent pošiljatelj: TCP Vegas;
- Agent primatelj: TCP s jednom potvrdom po paketu (*TCP Sink with one ACK per packet*) ;

FTP aplikacija:

- početak–kraj: 2–4,5 s;

CBR prometni tok preko UDP konekcije između čvorova n1–n5.

CBR prometni model:

- veličina paketa: 1000 okteta;
- brzina slanja: 1000 kb/s;
- početak–kraj: 1–4 s;

Linkovi:

l1 (smjer, *bandwidth*, *delay*, *queue-type*): dvosmjerni, 1,5 Mb, 10 ms, Drop Tail;

l2 (smjer, *bandwidth*, *delay*, *queue-type*): dvosmjerni, 1 Mb, 5 ms, Drop Tail;

l3 (smjer, *bandwidth*, *delay*, *queue-type*): dvosmjerni, 0,5 Mb, 15 ms, Drop Tail;

l4 (smjer, *bandwidth*, *delay*, *queue-type*): dvosmjerni, 1,5 Mb, 10 ms, Drop Tail;

l5 (smjer, *bandwidth*, *delay*, *queue-type*): dvosmjerni, 0,5 Mb, 10 ms, Drop Tail;

Trajanje simulacije: 5 s.

Pitanja:

- 1) Što se događa s propusnošću FTP prometnog toka tijekom i nakon kraja CBR toka? Objasnite zašto.
- 2) Is crtajte veličinu prozora zagušenja za TCP tok koristeći xgraph komandu te datoteke kreirane u simulaciji. Komentirajte graf.
- 3) Promijenite tip TCP agenta pošiljatelja na TCP Tahoe te ponovno is crtajte grafove propusnosti. Postoje li razlike u odnosu na prvi slučaj? Ako postoje objasnite ih.
- 4) Vratite agenta na TCP Vegas, povećajte propusnost l3 na 1,5 Mb te is crtajte graf propusnosti. Postoje li razlike u odnosu na prvi slučaj? Ako postoje objasnite ih.

Zadatak–6:

Za topologiju mreže sa slike (slika 1) postavi:

FTP prometni tok preko TCP konekcije između čvorova n0–n4.

TCP:

- maksimalna veličina prozora zagušenja: 10 paketa;
- veličina paketa: 1000 okteta;

Kontrola zagušenja:

- Agent pošiljatelj: TCP Vegas;
- Agent primatelj: TCP s jednom potvrdom po paketu (*TCP Sink with one ACK per packet*) ;

FTP aplikacija:

- početak–kraj: 0–4,5 s;

On/Off prometni tok (koji se ravna po Pareto razdiobi) preko UDP konekcije između čvorova n1–n5.

On/Off prometni model:

- veličina paketa: 1000 okteta;
- period "On": 200ms;
- period "Off": 10ms
- brzina slanja paketa u periodu "On": 500 kb/s;
- početak–kraj: 1–4,5 s;
- parametar za Pareto razdiobu: 1,5;

Linkovi:

l1 (smjer, *bandwidth*, *delay*, *queue-type*): dvosmjerni, 1,5 Mb, 10 ms, Drop Tail;

l2 (smjer, *bandwidth*, *delay*, *queue-type*): dvosmjerni, 1 Mb, 5 ms, Drop Tail;

l3 (smjer, *bandwidth*, *delay*, *queue-type*): dvosmjerni, 0,5 Mb, 15 ms, Drop Tail;

l4 (smjer, *bandwidth*, *delay*, *queue-type*): dvosmjerni, 1,5 Mb, 10 ms, Drop Tail;

l5 (smjer, *bandwidth*, *delay*, *queue-type*): dvosmjerni, 0,5 Mb, 10 ms, Drop Tail;

Trajanje simulacije: 5 s.

Pitanja:

- 1) Što se događa s propusnošću FTP prometnog toka prije i nakon početka On/Off toka? Objasnite zašto!
- 2) Iscrtajte veličinu prozora zagušenja za TCP tok koristeći xgraph komandu te datoteke kreirane u simulaciji. Komentirajte graf!
- 3) Varirajte TCP agente po svim dostupnim opcijama te prikažite grafove propusnosti. Koja TCP verzija imam maksimalnu iskoristivost dostupne propusnosti? Objasnite zašto.

Popis podržanih TCP agenata koje možete isprobati:

- Agent/TCP - tahoe TCP pošiljatelj
- Agent/TCP/Reno - Reno TCP pošiljatelj
- Agent/TCP/Newreno - New Reno pošiljatelj
- Agent/TCP/Sack1 - TCP with selective repeat (RFC2018)
- Agent/TCP/Vegas - TCP Vegas
- Agent/TCP/Fack - Reno TCP sa “forward acknowledgment” opcijom

Zadatak–7:

Za topologiju mreže sa slike (slika 2) postavi:

CBR prometni tok preko UDP konekcije između čvorova n0–n6.

CBR prometni model:

- veličina paketa: 1500 okteta;
- brzina slanja: 512 kb/s;
- početak–kraj: 1–4 s;

On/Off prometni tok (koji se ravna po Pareto razdiobi) preko UDP konekcije između čvorova n1–n5.

On/Off prometni model:

- veličina paketa: 1000 okteta;
- period "On": 500ms;
- period "Off": 500ms
- brzina slanja paketa u periodu "On": 500 kb/s;
- početak–kraj: 2–4,5 s;
- parametar za Pareto razdiobu: 1;

FTP prometni tok preko TCP konekcije između čvorova n2–n7.

TCP:

- maksimalna veličina prozora zagušenja: 5 paketa;
- veličina paketa: 1500 okteta;

Kontrola zagušenja:

- Agent pošiljatelj: Vegas;
- Agent primatelj: TCP s jednom potvrdom po paketu (*TCP Sink with one ACK per packet*) ;

FTP aplikacija:

- početak–kraj: 0–4,5 s;

Linkovi:

l1 (smjer, *bandwidth*, *delay*, *queue-type*): dvosmjerni, 1,5 Mb, 10 ms, Drop Tail;

l2 (smjer, *bandwidth*, *delay*, *queue-type*): dvosmjerni, 1 Mb, 5 ms, Drop Tail;

l3 (smjer, *bandwidth*, *delay*, *queue-type*): dvosmjerni, 1 Mb, 10 ms, Drop Tail;

l4 (smjer, *bandwidth*, *delay*, *queue-type*): dvosmjerni, 1,5 Mb, 10 ms, Drop Tail;

l5 (smjer, *bandwidth*, *delay*, *queue-type*): dvosmjerni, 0,5 Mb, 10 ms, Drop Tail;

l6 (smjer, *bandwidth*, *delay*, *queue-type*): dvosmjerni, 1 Mb, 10 ms, Drop Tail;

l7 (smjer, *bandwidth*, *delay*, *queue-type*): dvosmjerni, 1 Mb, 5 ms, Drop Tail;

Na linku (n3–n4) postavi modul gubitaka koji odbacuje pakete s vjerojatnošću 1%.

Trajanje simulacije: 5 s.

Pitanja:

- 1) Što se događa s propusnošću FTP prometnog toka prije i nakon početka CBR toka, a što nakon početka On/Off toka. Objasnite zašto!
- 2) Iscrtajte veličinu prozora zagušenja za TCP tok koristeći xgraph komandu te datoteke kreirane u simulaciji (samo prozor zagušenja, ne i propusnost). Komentirajte graf!
- 3) Varirajte TCP agente po svim dostupnim opcijama te prikažite grafove propusnosti. Koja TCP verzija imam maksimalnu iskoristivost dostupne propusnosti? Objasnite zašto.

Popis podržanih TCP agenata koje treba isprobati:

- Agent/TCP - tahoe' TCP pošiljatelj
- Agent/TCP/Reno - Reno' TCP pošiljatelj
- Agent/TCP/Newreno - New Reno pošiljatelj
- Agent/TCP/Sack1 - TCP with selective repeat (RFC2018)
- Agent/TCP/Vegas - TCP Vegas
- Agent/TCP/Fack - Reno TCP sa "forward acknowledgment" opcijom

Zadatak–8:

Za topologiju mreže sa slike (slika 2) postavi:

FTP prometni tok preko TCP konekcije između čvorova n0–n5.

TCP:

- maksimalna veličina prozora zagušenja: 10 paketa;
- veličina paketa: 1500 okteta;

Kontrola zagušenja:

- Agent pošiljatelj: New Reno;
- Agent primatelj: TCP s jednom potvrdom po paketu (*TCP Sink with one ACK per packet*) ;

FTP aplikacija:

- početak–kraj: 2–4,5 s;

FTP prometni tok preko TCP konekcije između čvorova n1–n6.

TCP:

- maksimalna veličina prozora zagušenja: 5 paketa;
- veličina paketa: 1500 okteta;

Kontrola zagušenja:

- Agent pošiljatelj: Vegas;
- Agent primatelj: TCP s jednom potvrdom po paketu (*TCP Sink with one ACK per packet*) ;

FTP aplikacija:

- početak–kraj: 2–4,5 s;

CBR prometni tok preko UDP konekcije između čvorova n2–n7.

CBR prometni model:

- veličina paketa: 1000 okteta;
- brzina slanja: 512 kb/s;
- početak–kraj: 1–3,5 s;

Linkovi:

l1 (smjer, *bandwidth*, *delay*, *queue-type*): dvosmjerni, 1 Mb, 10 ms, Drop Tail;

l2 (smjer, *bandwidth*, *delay*, *queue-type*): dvosmjerni, 1 Mb, 5 ms, Drop Tail;

l3 (smjer, *bandwidth*, *delay*, *queue-type*): dvosmjerni, 0,5 Mb, 10 ms, Drop Tail;

l4 (smjer, *bandwidth*, *delay*, *queue-type*): dvosmjerni, 1,5 Mb, 10 ms, Drop Tail;

l5 (smjer, *bandwidth*, *delay*, *queue-type*): dvosmjerni, 0,5 Mb, 10 ms, Drop Tail;

l6 (smjer, *bandwidth*, *delay*, *queue-type*): dvosmjerni, 1 Mb, 10 ms, Drop Tail;

l7 (smjer, *bandwidth*, *delay*, *queue-type*): dvosmjerni, 1 Mb, 5 ms, Drop Tail;

Trajanje simulacije: 5 s.

Pitanja:

- 1) Što se događa s propusnošću FTP prometnog tokova tijekom i nakon završetka CBR toka. Objasnite zašto!
- 2) Postoje li razlike u propusnosti FTP tokova? Ako da, objasnite zašto se te razlike pojavljuju.
- 3) Iscrtajte veličinu prozora zagušenja za TCP tok koristeći xgraph komandu te datoteke kreirane u simulaciji. Komentirajte graf!
- 4) Proizvoljno odaberite još dvije kombinacije TCP agenta (primjerice New Reno, Tahoe), iscrtajte prometne tokove, te objasnite razlike između ponašanja TCP agenata (ako postoje).

Popis podržanih TCP agenata koje možete isprobati:

- Agent/TCP - tahoe TCP pošiljatelj
- Agent/TCP/Reno - Reno TCP pošiljatelj
- Agent/TCP/Newreno - New Reno pošiljatelj
- Agent/TCP/Sack1 - TCP with selective repeat (follows RFC2018)
- Agent/TCP/Vegas - TCP Vegas
- Agent/TCP/Fack - Reno TCP sa “forward acknowledgment” opcijom

Zadatak–9:

Za topologiju mreže sa slike (slika 2) postavi:

CBR prometni tok preko UDP konekcije između čvorova n0–n5.

CBR prometni model:

- veličina paketa: 1500 okteta;
- brzina slanja: 512 kb/s;
- početak–kraj: 1–3,5 s;

On/Off prometni tok (koji se ravna po Pareto razdiobi) preko UDP konekcije između čvorova n1–n6.

On/Off prometni model:

- veličina paketa: 1000 okteta;
- period "On": 500ms;
- period "Off": 50ms
- brzina slanja paketa u periodu "On": 500 kb/s;
- početak–kraj: 2–4,5 s;
- parametar za Pareto razdiobu: 1;

FTP prometni tok preko TCP konekcije između čvorova n2–n7.

TCP:

- maksimalna veličina prozora zagušenja: 5 paketa;
- veličina paketa: 1500 okteta;

Kontrola zagušenja:

- Agent pošiljalatelj: Vegas;
- Agent primatelj: TCP s jednom potvrdom po paketu (*TCP Sink with one ACK per packet*) ;

FTP aplikacija:

- početak–kraj: 2–4,5 s;

Linkovi:

l1 (smjer, *bandwidth*, *delay*, *queue-type*): dvosmjerni, 1 Mb, 10 ms, Drop Tail;

l2 (smjer, *bandwidth*, *delay*, *queue-type*): dvosmjerni, 1 Mb, 5 ms, Drop Tail;

l3 (smjer, *bandwidth*, *delay*, *queue-type*): dvosmjerni, 0,5 Mb, 10 ms, Drop Tail;

l4 (smjer, *bandwidth*, *delay*, *queue-type*): dvosmjerni, 1,5 Mb, 10 ms, Drop Tail;

l5 (smjer, *bandwidth*, *delay*, *queue-type*): dvosmjerni, 0,5 Mb, 10 ms, Drop Tail;

l6 (smjer, *bandwidth*, *delay*, *queue-type*): dvosmjerni, 1 Mb, 10 ms, Drop Tail;

l7 (smjer, *bandwidth*, *delay*, *queue-type*): dvosmjerni, 1 Mb, 5 ms, Drop Tail;

Na linku (n3–n4) postavi modul gubitaka koji odbacuje pakete s vjerojatnošću 1%.

Trajanje simulacije: 5 s.

Pitanja:

- 1) Što se događa s propusnošću FTP prometnog toka tijekom i nakon završetka CBR toka. Objasnite zašto!
- 2) Iscrtajte veličinu prozora zagušenja za TCP tok koristeći xgraph komandu te datoteke kreirane u simulaciji. Komentirajte graf!
- 4) Varirajte TCP agente po svim dostupnim opcijama te prikažite grafove propusnosti. Koja TCP verzija imam maksimalnu iskoristivost dostupne propusnosti? Objasnite zašto.

Popis podržanih TCP agenata koje treba isprobati:

- Agent/TCP - tahoe TCP pošiljatelj
- Agent/TCP/Reno - Reno TCP pošiljatelj
- Agent/TCP/Newreno - New Reno pošiljatelj
- Agent/TCP/Sack1 - TCP with selective repeat (follows RFC2018)
- Agent/TCP/Vegas - TCP Vegas
- Agent/TCP/Fack - Reno TCP sa “forward acknowledgment” opcijom