

Poglavje 1

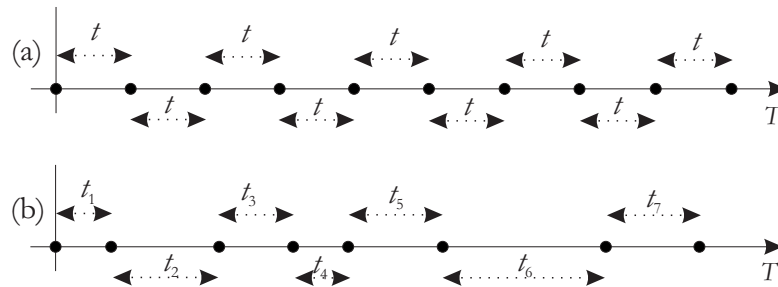
Modeli generiranja prometa v računalniških omrežjih

Kakršenkoli model računalniškega omrežja, po katerem se pretakajo paketi, mora vsebovati tudi takšne sestavne dele, ki so sposobni pakete generirati. Imenujemo jih za *modele generatorjev prometa* v računalniških omrežjih ali *modele izvornih točk* omrežja, ki delujejo po nekem vnaprej definiranem *modelu generiranja prometa*.

Že v poglavju o teoriji strežbe smo govorili o karakterističnih porazdelitvah medprihodnih časov med zahtevami, ki nam zadovoljivo opišejo čase prihajanja zahtev na vhode strežnih enot. Če na tem mestu izenačimo pojem *zahteve* s *paketom*, posamezen dogodek na vhodu strežne enote pa s *porajanjem* ali *generiranjem nove zahteve*, govorimo o modelih generiranja prometa v računalniških omrežjih.

Modele generiranja prometa delimo v dve skupini glede na naravo medprihodnega časa med dvema zaporednima zahtevama (angl. *interarrival time*), ali časa med rojstvom dveh sosednjih zahtev. V prvo skupino sodijo sistemi, v katerih so časi med porajaji ali rojstvi sosednjih zahtev skozi čas *enaki*, v drugo skupino pa sistemi, v katerih so časi med porajaji ali rojstvi sosednjih zahtev skozi čas *spremenljivi*. Spremenljivost ali variabilnost teh časov običajno zapišemo z ustrežno porazdelitvijo, slednjo pa poimenujemo za *model generiranja prometa* ali *model porajanja prometa*. Glavna razloga spremenljivosti medprihodnih ali medrojstnih časov izhajata iz nedeterminizma interakcije uporabnikov (npr. uporabljanja spletnih storitev) ter variabilnosti časa procesiranja na sistemih itd. Na sliki 1 so ponazorjeni enaki medprihodni ali medrojstni časi t v delu slike (a), različni medprihodni ali medrojstni časi t_1, t_2, \dots, t_7 pa v delu slike (b).

V pričujočem poglavju predstavimo nekaj tipičnih primerov modelov generiranja prometa (angl. *traffic generation model*), specifičnih za računalniška omrežja ali natančneje nekaj tipičnih *modelov generiranja paketov* (angl. *packet generation model*). V nadaljevanju bomo govorili le o *medrojstnih časih*, saj so



Slika 1.1: Grafična ponazoritev nespremenljivih (a) in spremenljivih (b) medrojstnih ali medprihodnih časov med sosednjimi paketi. Časi prihodov ali rojstev paketov so na časovni osi označeni s črnimi pikami.

ti neposredno povezani z modeli generatorjev prometa.

1.1 Ključni parametri modelov generatorjev prometa v računalniških omrežjih

Ključni parametri modelov generatorjev prometa so sledeči:

- *intenzivnost porajanja zahtev* λ : izrazimo jo s številom porajanj paketov v opazovanem časovnem intervalu; predpostavili bomo, da je λ skozi čas konstantna in se skozi čas torej ne spreminja;
- *model porazdelitev medrojstnih časov paketov*: modele porazdelitev lahko glede na naravo medrojstnih časov razdelimo na deterministične (D) in naključno pogojene (npr. z eksponentno porazdelitvijo M);
- *tipi paketov*: s tipi paketov imamo v mislih različne vrste paketov in s tem posredno njihove dolžine, od katere je lahko npr. odvisen čas generiranja ali kasnejše obdelave paketa; v pričujočem poglavju bomo predpostavljali, da so tipi paketov enaki;

1.2 Vzorčni primeri modelov porazdelitev medrojstnih časov paketov

V nadaljevanju predstavimo nekaj vzorčnih primerov modelov generiranja paketov v računalniških omrežjih, povzetih po viru [1].

1.2.1 Poissonov model porajanja prometa

Poissonov model porajanja prometa se uveljavi pred dobrim stoletjem zaradi potreb modeliranja porajanja prometa v klasični telefoniji, zato ga imenujemo

tudi za tradicionalen model porajanja prometa. Uporaben je za modeliranje večjega števila med seboj neodvisnih virov porajanja zahtev (npr. telefonskih klicev ali večih izvorov omrežnih paketov) [2].

Kot smo navedli že v poglavju o teoriji strežbe v Poissonovem modelu porajanja prometa verjetnost določenega števila porojenih paketov na časovni interval dobimo po Poissonovi verjetnostni porazdelitvi podani z izrazom

$$P(X(t) = k) = \frac{(\lambda t)^k}{k!} e^{-\lambda t}, \quad (1.1)$$

kjer λ predstavlja intenzivnost porajanja zahtev v časovnem intervalu $(0, t)$, k pa število porojenih zahtev. Omenjena funkcija je predstavljena na sliki ??.

Zaporedje medrojstnih časov po Poissonovem modelu je med seboj neodvisno in naključno porazdeljeno po eksponentni porazdelitvi.

1.2.2 Model požrešnega izvora prometa

Model požrešnega izvora prometa (angl. *greedy source traffic generation model*) je model generatorja prometa, ki pakete ves čas oddaja z maksimalno možno intenzivnostjo. V tem primeru se porajanje novega paketa začne takrat, ko je oddaja predhodnega paketa zaključena [3]. Ker je bil predhodni paket že uspešno oddan v modelu požrešnega izvora prometa na strani generatorja ne prihaja do podaljševanja čakalnih vrst in so njegovi resursi z vidika oddaje ves čas enako obremenjeni.

V primeru tovrstnega modela porajanja prometa lahko smatramo, da je intenzivnost porajanja paketov konstantna (ponazorimo jo z oznako λ_{max}), konstantni pa so tudi časi med porajanjem paketov. Za takšen model lahko uporabimo notacijo strežne enote D/x/x, ki definira deterministično porazdelitev medprihodnega časa (časa med rojstvom dveh zaporednih paketov). Osnovni matematični izraz za navedeni model predstavlja

$$t_{interim} = \frac{1}{\lambda_{max}}, \quad (1.2)$$

pri čemer $t_{interim}$ predstavlja čas med rojstvom dveh zaporednih paketov, ki velja za vse pare sosednjih paketov.

Model požrešnega izvora prometa uporabljamo za določitev največje propustnosti omrežja in je ena od osnovnih možnih izbir načina generiranja prometa v vseh programskih simulatorjih generatorjev omrežnega prometa. Še enkrat poudarimo, da je narava modela *deterministična* in *nestohastična*.

1.3 Preostali modeli porajanja prometa

Ostali modeli porajanja prometa so po [4] sledeči:

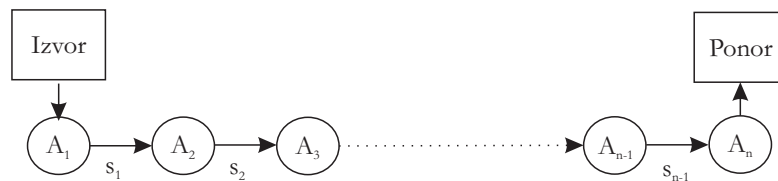
- Long-tail traffic model:
- Payload data model:

- Standardized Internet traffic models:
 - 802.16 model:
 - 3GPP2 model:

1.4 Programski simulatorji generatorjev prometa

V pričujočem razdelku opravimo pregled nekaterih najpogostejše uporabljenih programskih simulatorjev generatorjev omrežnega prometa. Le ti so sledeči:

- `iperf`: zna pošiljati pakete z določljivimi medrojstnimi časi
- `bwping`:
- `Mausezahn`:
- `Harpoon`: traffic generation tool



Slika 1.2: Grafični prikaz komunikacijske poti med ponorom in izvorom.

1.5 Šrot

Ključne besede: web traffic model,

Tradicionalno - telefonija

Vsi navedeni modeli so *stohastične* narave.

Besedi medprihodni in medrojstni čas nista vključeni v SSKJ.

Literatura

- [1] J. Zhang, J. Tang, X. Zhang, W. Ouyang, and D. Wang, “A survey of network traffic generation,” in *Third International Conference on Cyberspace Technology*, 2015.
- [2] “J.Virtamo: Poisson process.” https://www.netlab.tkk.fi/opetus/s383143/kalvot/E_poisson.pdf, 2018.
- [3] A. Banerjea and S. Keshav, “Queueing Delays in Rate Controlled ATM Networks,” in *Proceedings of IEEE INFOCOM '93 The Conference on Computer Communications*, 1993.
- [4] “Traffic generation model.” https://en.wikipedia.org/wiki/Traffic_generation_model, 2018.