



LATVIJAS UNIVERSITĀTE

Džiter-buferu vadības algoritma optimizācija laikkritiskai datplūsmai

Maģistra darbs

Darba autors:
Kirils Solovjovs,
stud. apl. ks05020

Darba vadītājs:
Mihails Broitmans, Dr. dat.

Rīgā 2011. gada 1. jūnijā

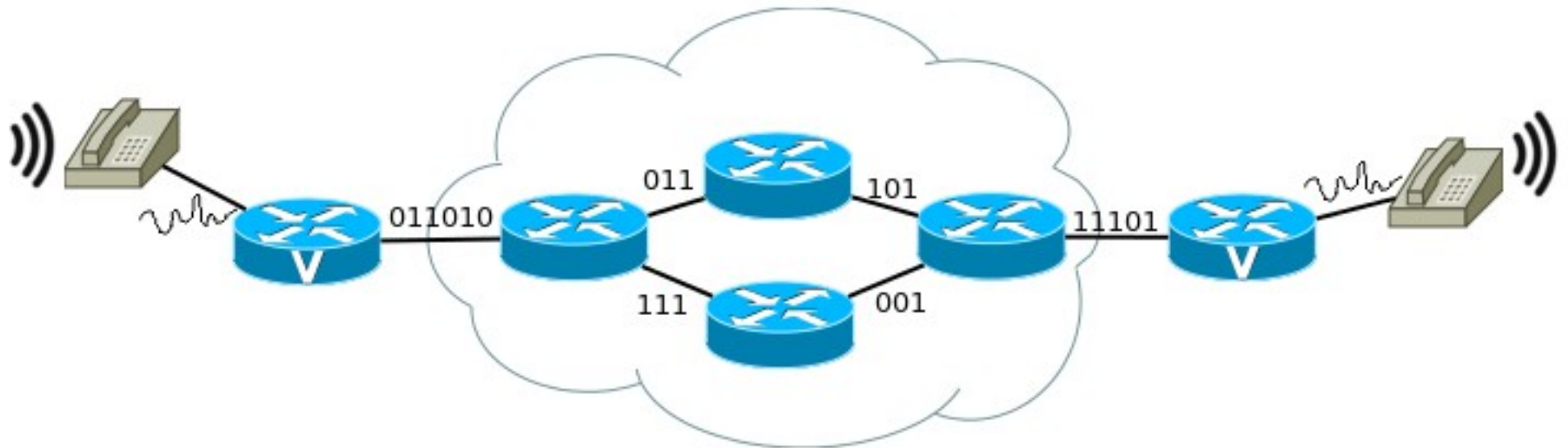
Prezentācijas struktūra

- Darba joma
- Darba mērķi
- Literatūras apskata metodoloģija
- Esošie algoritmi
- Autora piedāvātie algoritmi
- Algoritmu novērtēšana
- Iegūtie rezultāti



Darba joma

IP balss pārraide



Džiter-buferis?

- Cīnās ar džiteri
 - ◆ jeb pakešu aizkaves variāciju
- Nodrošina vienmērīgu un secīgu plūsmu uz DSP



Darba mērķi un hipotēzes

Darba mērķi


- Izstrādāt džiter-buferu vadības algoritmu
- Novērtēt un salīdzināt dažādus algoritmus
 - ♦ Izstrādāt tīkla simulācijas modeli

Nulles hipotēze

Visi autora piedāvātie algoritmi pie jebkādas tīkla noslodzes pēc to darbības kvalitātes būtiski neatšķiras no jau izstrādātiem.

Alternatīvā hipotēze

Vismaz viens no autora izstrādātajiem algoritmiem pie kādas no tīkla noslodzēm pēc darbības kvalitātes pārspēj labāko no jau esošajiem darbā apskatītajiem algoritmiem.



Literatūras izpēte

Literatūras apskata metodoloģija

- Izpētes jautājumi
- Katram jautājumam – atslēgas vārdi
- Meklēšana zinātniskajās datubāzēs
- Atsauču metode, ja nepieciešams

Izpētes jautājumi

- Kurš ir populārs IP balss pārraides kodeks un kā tas funkcionē?
- Kāda ir tīkla pakešu aizkaves variācijas (džitera) ietekme un rašanās iemesli?
- Kādi fiksēti džiter-bufera vadības algoritmi jau eksistē?
- Kā novērtēt balss pārraides kvalitāti?
- Kā pareizi modelēt tīklu un pakešu aizkaves variāciju?

Esošie algoritmi

- Fiksētie
- Adaptīvie
 - ◆ Maina džiter-bufera izmēru
 - ◆ Laika skalas nobīde
 - (nepieciešama sadarbība ar un atbalsts no DSP)

Tādu adaptīvo algoritmu, kas **neveic** laika skalas nobīdi, apraksti netika atrasti

Algoritms B

- Klasisks *Cisco* algoritms

<i>Laiks (ms)</i>	<i>Tikls</i> →	→ <i>Buferis</i> →	→ <i>Kodeks</i>
	5 4 3 9	☒ ☒ 2	1
80	5 4 3 9	☒ ☒ ☒	2 1
	5 4 3	9 ☒ ☒	2 1
100	5 4	☒ 9 ☒	☒ 2 1
	5 4	☒ 9 ☒	☒ 2 1
	5	☒ 9 ☒	☒ 2 1
120	5	☒ ☒ 9	☒ ☒ 2 1
140	5	☒ ☒ ☒	9 ☒ ☒ 2 1
		5 ☒ ☒	9 ☒ ☒ 2 1
160		☒ 5 ☒	☒ 9 ☒ ☒ 2 1
180		☒ ☒ 5	☒ ☒ 9 ☒ ☒ 2 1
200		☒ ☒ ☒	5 ☒ ☒ 9 ☒ ☒ 2 1

Algoritms CF

- Izstrādājis M.Broitmans 2008. gadā

<i>Laiks (ms)</i>	<i>Tīkls</i> →	→ <i>Buferis</i> →	→ <i>Kodeks</i>
80	5 4 3 9	⊗ ⊗ ⊗	2 1
	5 4 3	9 ⊗ ⊗	2 1
100	5 4	⊗ 9 ⊗	⊗ 2 1
	5 4	⊗ 9 ⊗	⊗ 2 1
	5	⊗ 9 ⊗	⊗ 2 1
120	5	⊗ ⊗ 9	⊗ ⊗ 2 1
140	5	⊗ ⊗ ⊗	9 ⊗ 2 1
		⊗ ⊗ ⊗	9 ⊗ 2 1
160		⊗ ⊗ ⊗	⊗ 9 ⊗ 2 1



Autora izstrādātie algoritmi

Algoritms E


- Ar laika izsekošanu

<i>Laiks (ms)</i>	<i>Tīkls →</i>	<i>→ Buferis →</i>	<i>→ Kodeks</i>
	5 4 3 9	☒ ☒ 2	1
80	5 4 3 9	☒ ☒ ☒	2 1
	5 4 3	☒ ☒ ☒	2 1
100	5 4 3	☒ ☒ ☒	☒ 2 1
	5 4	☒ ☒ ☒	☒ 2 1
	5	☒ ☒ 4	☒ 2 1
120	5	☒ ☒ ☒	4 ☒ 2 1
140	5	☒ ☒ ☒	☒ 4 ☒ 2 1
		☒ ☒ ☒	☒ 4 ☒ 2 1
160		☒ ☒ ☒	☒ ☒ 4 ☒ 2 1

Algoritmi AD2 un AD3

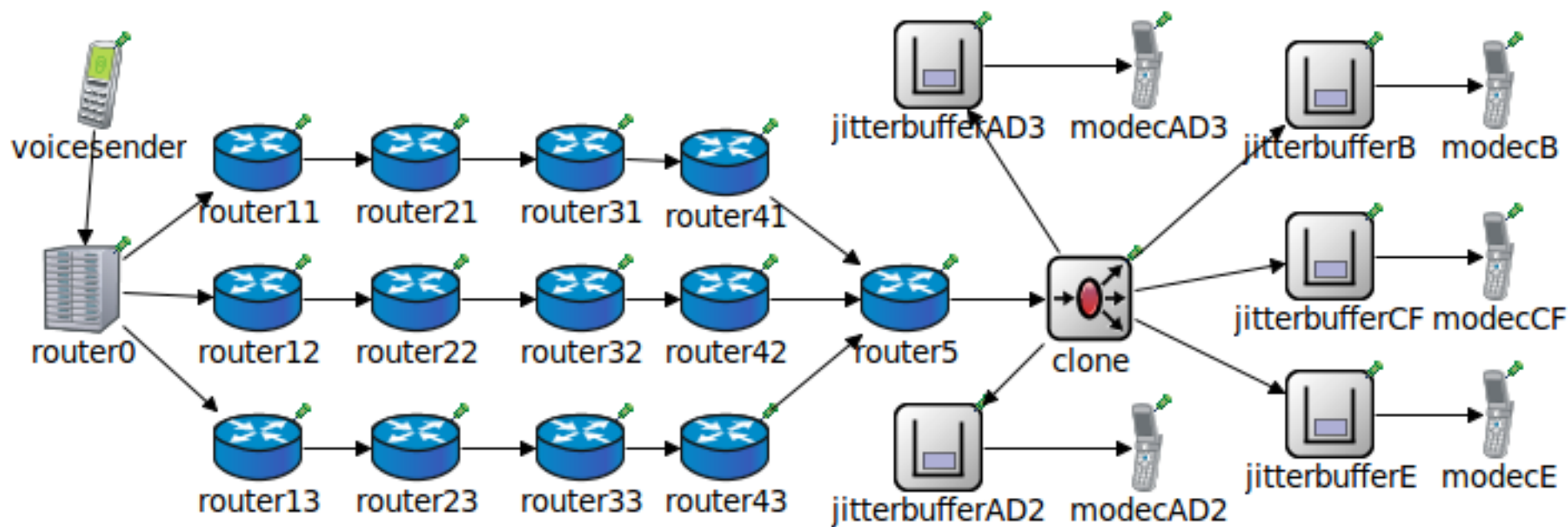
- Adaptīvi algoritmi (mainīgs bufera izmērs)

<i>Laiks (ms)</i>	<i>Tīkls →</i>	<i>→ Buferis →</i>	<i>→ Kodeks</i>
60	5 4 3 9 6	⊗ ⊗ 2	1
	5 4 3 9	6 ⊗ ⊗ ⊗ 2	1
80	5 4 3 9	⊗ 6 ⊗ ⊗ ⊗	2 1
	5 4 3	⊗ 6 ⊗ ⊗ ⊗	2 1
100	5 4 3	⊗ ⊗ 6 ⊗ ⊗	⊗ 2 1
	5 4	⊗ ⊗ 6 ⊗ ⊗	⊗ 2 1
	5	⊗ ⊗ 6 ⊗ 4	⊗ 2 1
120	5	⊗ ⊗ ⊗ 6 ⊗	4 ⊗ 2 1
140	5	⊗ ⊗ ⊗ ⊗ 6	⊗ 4 ⊗ 2 1
		⊗ ⊗ ⊗ ⊗ 6	⊗ 4 ⊗ 2 1
160		⊗ ⊗ ⊗ ⊗ ⊗	6 ⊗ 4 ⊗ 2 1
180		⊗ ⊗ ⊗ ⊗ ⊗	⊗ 6 ⊗ 4 ⊗ 2 1

AD2 / AD3 → 

Algoritmu novērtēšanas eksperiments

Simulācijas modelis



Novērtēšanas metodoloģija

- MOS – *Mean opinion score*
 - ♦ *runas kvalitātes skala no 1 (slikta) līdz 5 (lieliska)*

$$R = R_o - I_s - I_d - I_{e\text{-eff}} + A = 93.2 - \frac{I_e + (95 - I_e) P_{pl}}{P_{pl} + 19} - I_{dd},$$

$$\text{kur } I_{dd} = \begin{cases} 0, & \text{ja } Ta \leq 100 \\ 25 \left((1 + \log_2^6(Ta/100)) \right)^{\frac{1}{6}} - 3 \left(1 + \left(\frac{\log_2(Ta/100)}{3} \right)^6 \right)^{\frac{1}{6}} + 2, & \text{ja } Ta > 100 \end{cases}$$

$$\begin{cases} \text{Ja } R < 0, & \text{tad } MOS = 1 \\ \text{Ja } 0 < R < 100, & \text{tad } MOS = 1 + 0.035R + R*(R-60)*(100-R)*7*10^{-6} \\ \text{Ja } R > 100, & \text{tad } MOS = 4.5 \end{cases}$$



legūtie rezultāti

Izpētītās sakarības

- VAD/DTX ietekme
- Atkarība no tīkla kvalitātes
- Pirmās saņemtās paketes nozīmīgums

VAD/DTX ietekme (pakešu zudums)

ideāls tīkls

Bufera izmērs	ar VAD/DTX			bez VAD/DTX		
	B	CF	E	B	CF	E
1	4.83%	4.08%	3.14%	5.16%	4.28%	3.29%
2	4.45%	4.42%	1.48%	4.64%	4.62%	1.55%
3	0.76%	0.76%	0.57%	0.65%	0.65%	0.56%
4	0.35%	0.35%	0.19%	0.16%	0.16%	0.16%
5	0.22%	0.22%	0.05%	0.04%	0.04%	0.04%
6	0.20%	0.20%	0.02%	0.01%	0.01%	0.01%
7	0.23%	0.23%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
8	0.25%	0.25%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
9	0.26%	0.26%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
10	0.28%	0.28%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%

VAD/DTX ietekme (MOS)

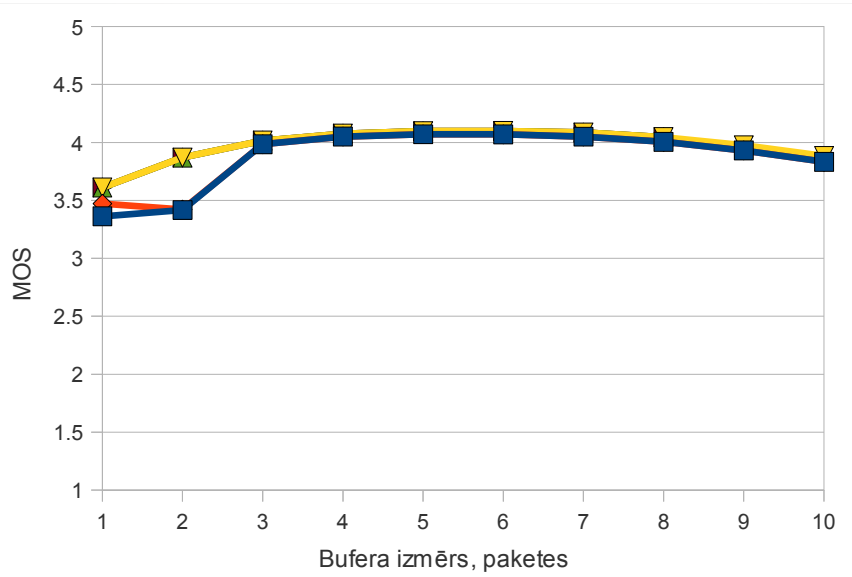
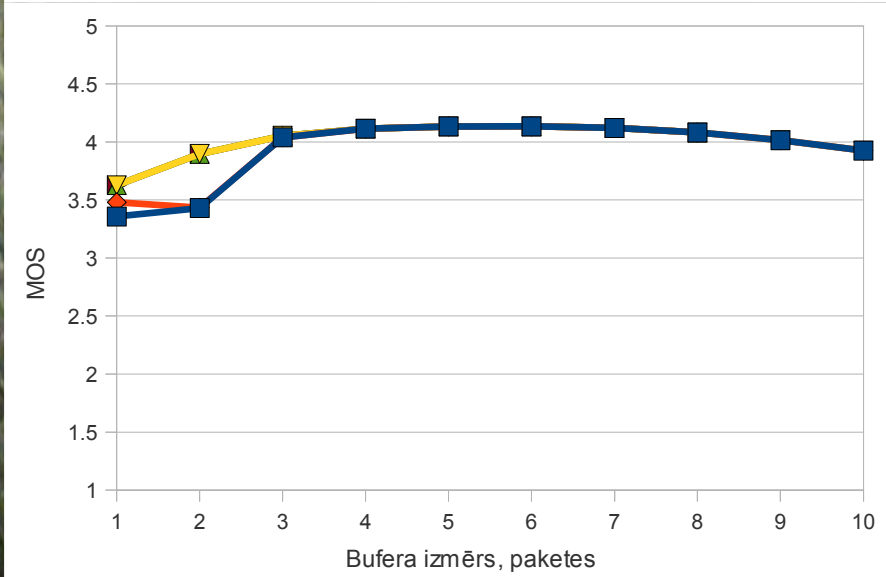
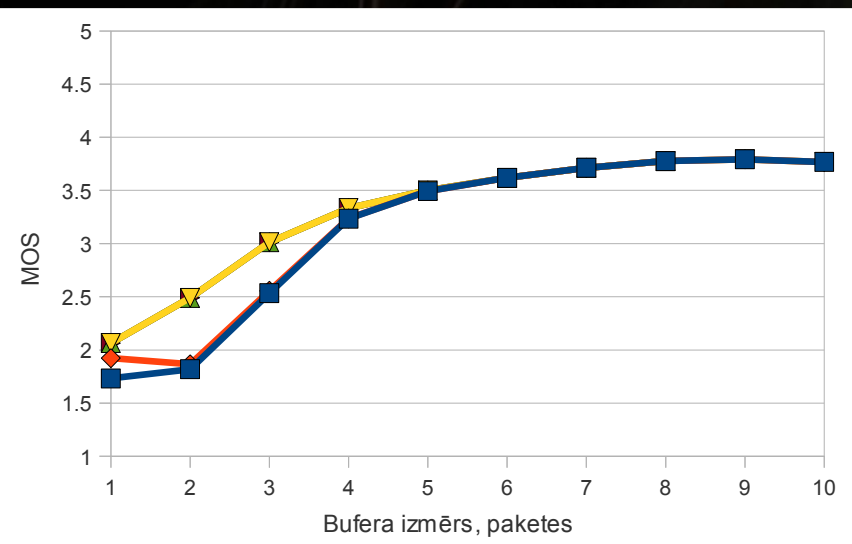
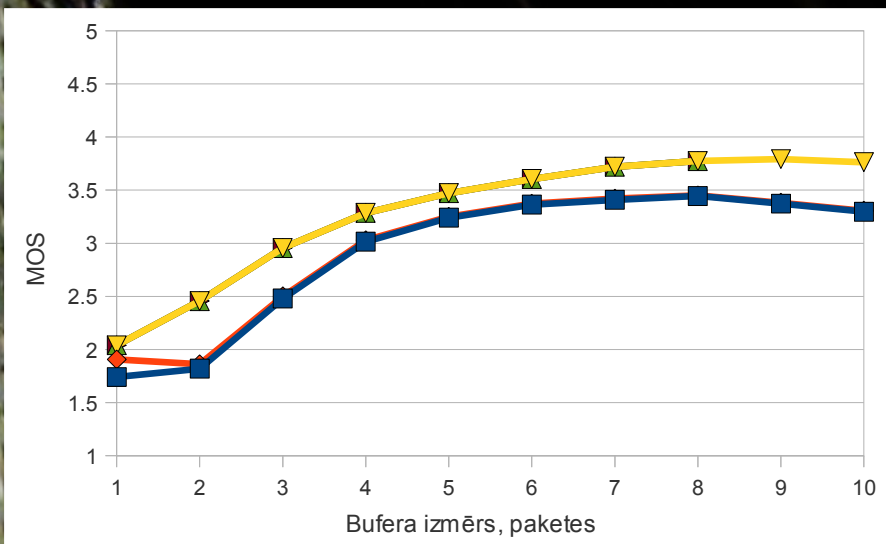
- B
- ◆ CF
- ▼ E
- ▲ AD2
- ▶ AD3

bez VAD/DTX

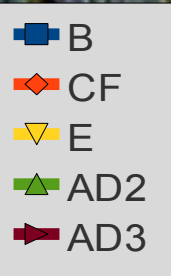
ar VAD/DTX

ar traucējumiem

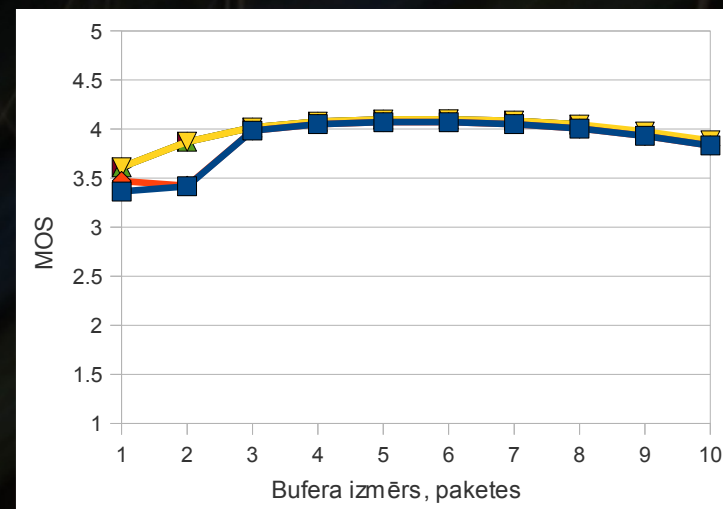
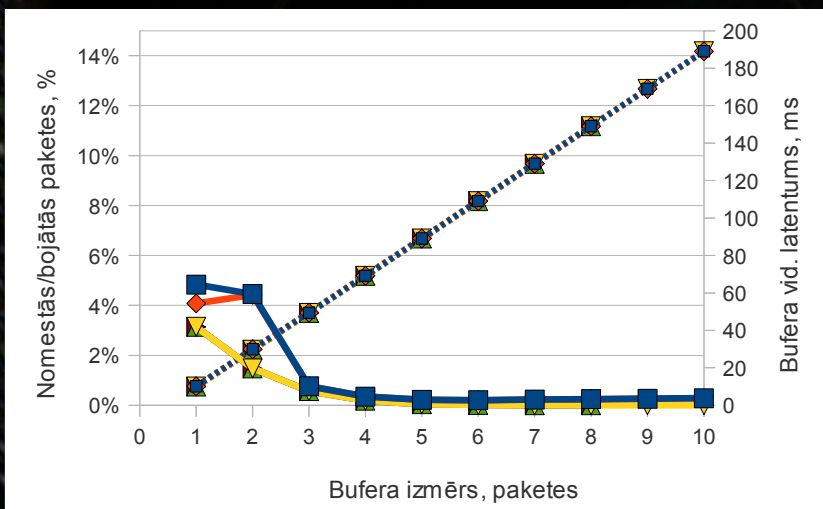
ideāls tīkls



Labs tīkls: 97/3/0



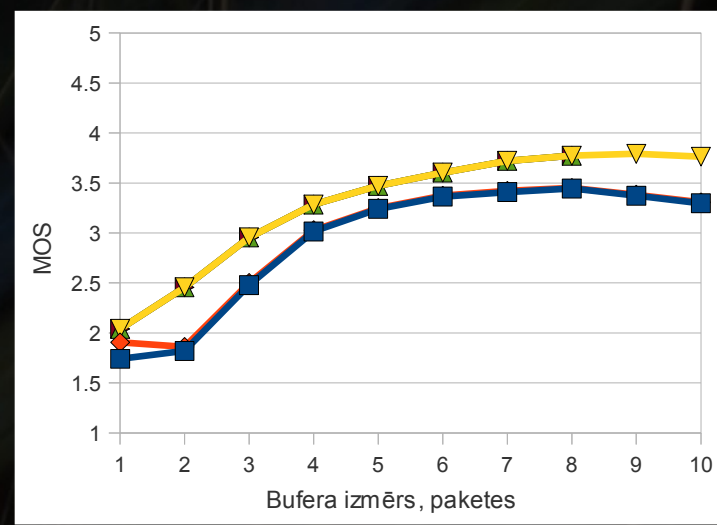
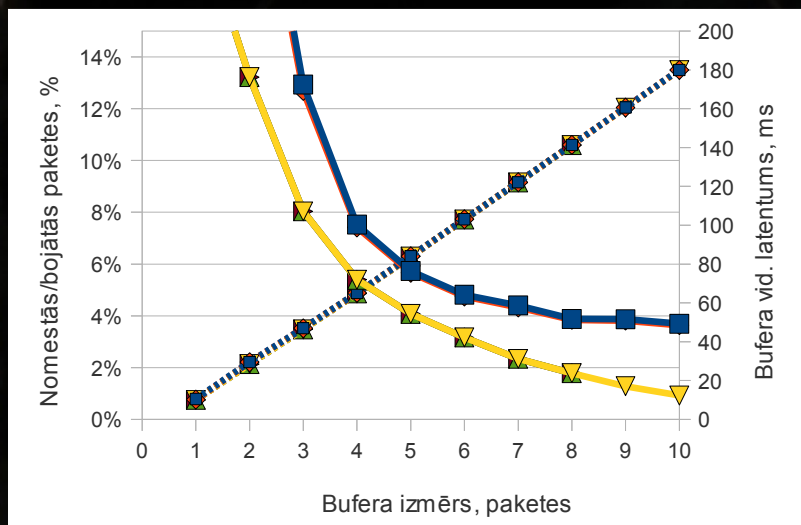
Bufera izmērs	Pakešu zudums					Latentums (ms)				
	B	CF	E	AD2	AD3	B	CF	E	AD2	AD3
1	4.83%	4.08%	3.14%	3.14%	3.14%	10.16	10.11	10.05	10.05	10.05
2	4.45%	4.42%	1.48%	1.48%	1.48%	29.96	29.96	29.74	29.74	29.74
3	0.76%	0.76%	0.57%	0.57%	0.57%	49.43	49.43	49.39	49.39	49.39
4	0.35%	0.35%	0.19%	0.19%	0.19%	69.19	69.19	69.17	69.17	69.17
5	0.22%	0.22%	0.05%	0.05%	0.05%	89.08	89.08	89.06	89.06	89.06
6	0.20%	0.20%	0.02%	0.02%	0.02%	109.04	109.04	109.04	109.04	109.04
7	0.23%	0.23%	0.00%	0.00%	0.00%	129.03	129.03	129.02	129.02	129.02
8	0.25%	0.25%	0.00%	0.00%	0.00%	149.02	149.02	149.01	149.01	149.01
9	0.26%	0.26%	0.00%			169.02	169.02	169.01		
10	0.28%	0.28%	0.00%			189.02	189.02	189.01		



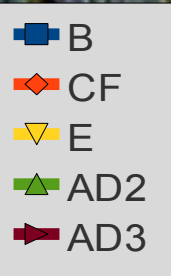
Tīkls ar traucējumiem: 80/15/5

- B
- ◆ CF
- ▼ E
- ▲ AD2
- ▶ AD3

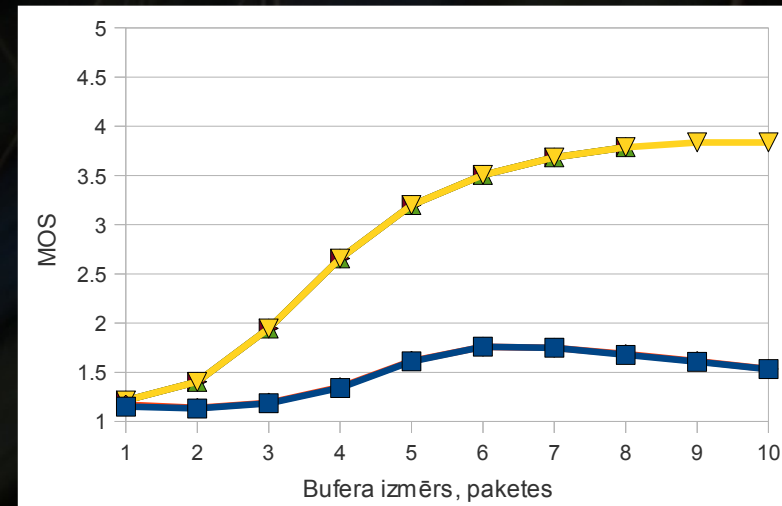
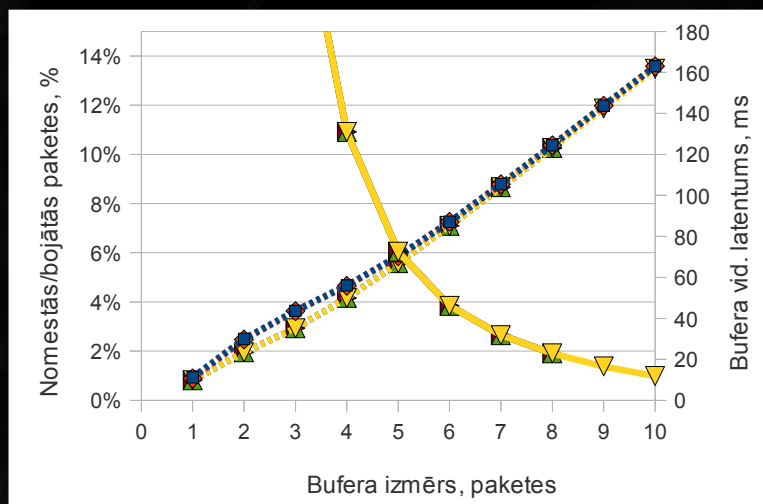
Bufera izmērs	Pakešu zudums					Latentums (ms)				
	B	CF	E	AD2	AD3	B	CF	E	AD2	AD3
1	26.74%	22.42%	19.63%	19.63%	19.63%	10.50	10.19	10.02	10.02	10.02
2	24.54%	23.51%	13.22%	13.22%	13.22%	29.56	29.48	28.50	28.50	28.50
3	12.93%	12.68%	8.04%	8.04%	8.04%	46.98	46.94	46.40	46.40	46.40
4	7.53%	7.42%	5.40%	5.40%	5.40%	65.16	65.14	64.86	64.86	64.86
5	5.73%	5.66%	4.08%	4.08%	4.08%	84.03	84.00	83.85	83.85	83.85
6	4.81%	4.75%	3.17%	3.17%	3.17%	103.10	103.09	102.96	102.96	102.96
7	4.40%	4.32%	2.34%	2.34%	2.34%	122.16	122.14	122.01	122.01	122.01
8	3.88%	3.84%	1.78%	1.78%	1.78%	141.39	141.38	141.27	141.27	141.27
9	3.87%	3.81%	1.28%			160.65	160.64	160.49		
10	3.70%	3.64%	0.92%			179.97	179.97	179.89		



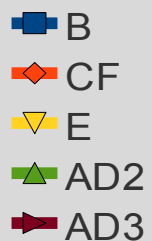
Nekvalitatīvs tīkls: 40/55/5



Bufera izmērs	Pakešu zudums					Latentums (ms)				
	B	CF	E	AD2	AD3	B	CF	E	AD2	AD3
1	69.62%	65.74%	59.13%	59.13%	59.13%	11.20	10.66	9.82	9.82	9.82
2	73.99%	72.48%	41.35%	41.35%	41.35%	29.94	29.69	23.40	23.40	23.40
3	63.34%	62.57%	21.56%	21.56%	21.56%	43.71	43.52	35.17	35.17	35.17
4	45.80%	45.21%	10.92%	10.92%	10.92%	56.02	55.88	49.93	49.93	49.93
5	31.11%	30.89%	6.04%	6.04%	6.04%	70.40	70.34	66.90	66.90	66.90
6	26.17%	26.17%	3.84%	3.84%	3.84%	87.11	87.07	85.17	85.17	85.17
7	26.44%	26.43%	2.65%	2.65%	2.65%	105.46	105.43	104.00	104.00	104.00
8	28.25%	27.98%	1.91%	1.91%	1.91%	124.47	124.43	123.15	123.15	123.15
9	29.36%	29.11%	1.38%			143.77	143.75	142.44		
10	29.75%	29.69%	0.99%			163.06	163.05	161.83		

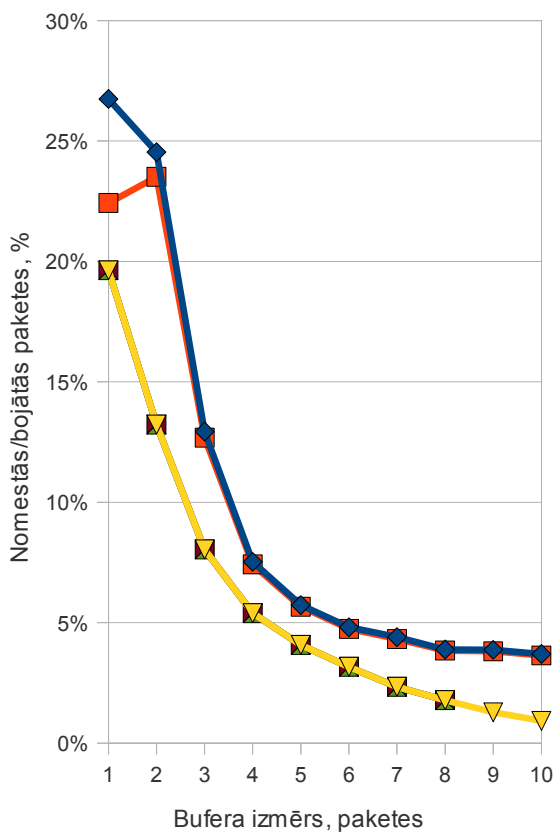


Pirmās paketes ietekme (pakešu zudums)

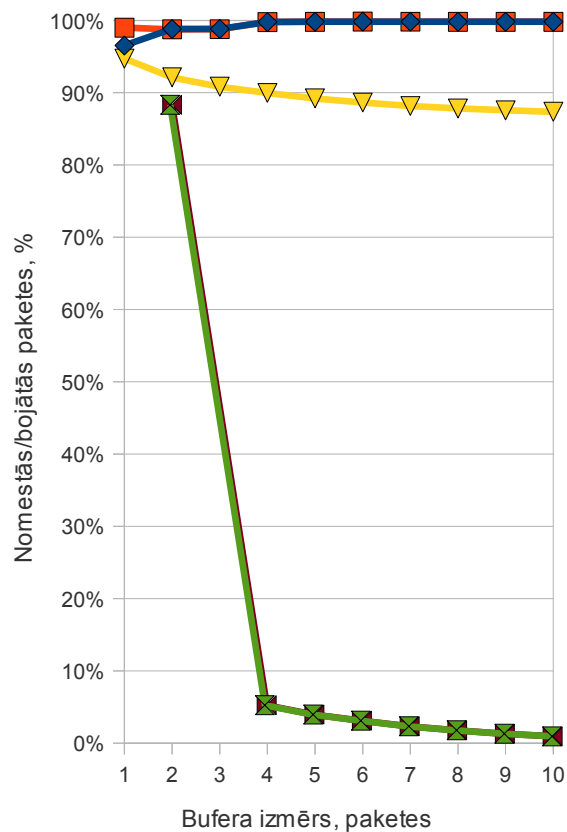


tīkls ar traucējumiem

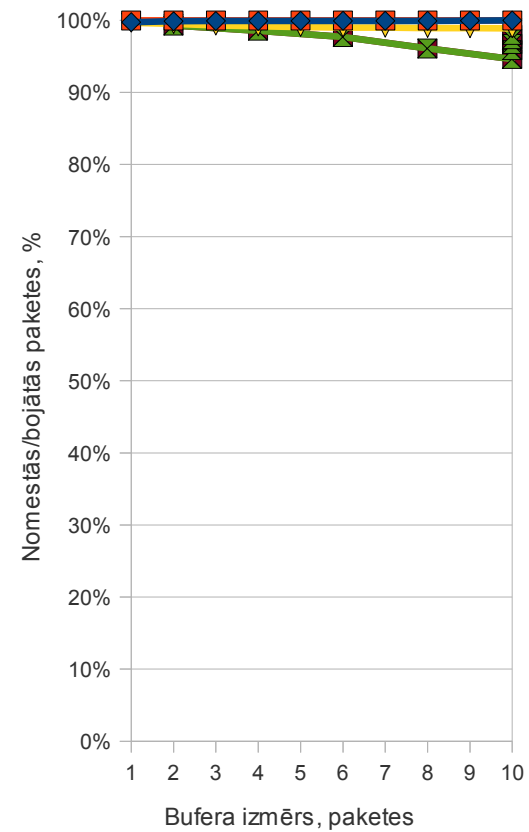
pa ātro ceļu



pa vidējo ceļu



pa lēno ceļu



Secinājumi

- \forall gadījumos MOS: $AD2 \geq AD3 \geq E > CF \geq B$
- \exists gadījumi, kad MOS: $CF > B$
- \exists gadījumi, kad MOS: $AD2 > AD3 > E$
- VAD/DTX traucē algoritmu B un CF darbam
- **Eksperimentāli apstiprināta alternatīvā hipotēze**

Turpmākie darbi

- Par algoritmu E ir sagatavota publikācija
- Tiks iesniegta EDI žurnālam “*Автоматика и вычислительная техника*”
 - ♦ angļu versija pieejama *SpringerLink* datubāzē
- Jāraksta publikācijas
 - ♦ par algoritmu AD2
 - ♦ par VAD/DTX ietekmi uz MOS



Paldies!

Jautājumi?