

FAKULTA INFORMAČNÍCH TECHNOLOGIÍ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

IPK – Počítačové komunikace a sítě
Projekt č.2 - Bandwidth Measurement

Obsah

1	Zadanie	2
2	Základné informácie	2
2.1	Prenosová rýchlosť	2
2.2	Smerodajná odchýlka (<i>STDEV</i>)	2
2.3	Obojsmerné oneskorenie (<i>RTT</i>)	2
3	Popis riešenia	2
3.1	Merák	2
3.2	Reflektor	3
4	Zaujímavosti	3
5	Sada experimentov	4
6	Zdroje	10

1 Zadanie

Naštudovať problematiku merania prenosovej rýchlosti a naprogramovať aplikáciu realizujúcu meranie prenosovej rýchlosti medzi dvoma bodmi v sieti. Následne vykonať sadu experimentov pre rôzne prostredia.

2 Základné informácie

2.1 Prenosová rýchlosť

Šírka pásma by sa dala definovať ako maximálna veľkosť dát, ktoré môžu byť po sieti prenášané za určitý čas bez toho aby dochádzalo k stratám paketov. Pri *UDP* komunikácii je tolerovaná stratovosť paketov 1%. Existuje viacero známych prístupov merania šírky pásma. Pri svojom riešení som zvolil prístup podobný *TCP* komunikácii. V prvej fáze prebieha odhad šírky pásma. Merák sa snaží poslať dáta čo najväčšou rýchlosťou. Ak prichádza k stratám väčším ako 1%, rýchlosť odosielania sa postupne znižuje. Po odhade prebieha meranie, pričom rýchlosť sa reguluje. Ak sa pakety nestrácajú, rýchlosť sa zvyšuje a ak sa strácajú, rýchlosť sa znižuje.

2.2 Smerodajná odchýlka (*STDEV*)

Smerodajná odchýlka udáva informácie o tom, ako široko sa rozkladajú hodnoty v množine hodnôt, t.j. k akým odchýlkam prichádza pri meraní vzhľadom k akejsi strednej hodnote - priemeru. Smerodajná odchýlka sa počíta

pomocou vzorca $\sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2}$, kde N je počet hodnôt, x_i sú jednotlivé hodnoty a \bar{x} je priemer hodnôt.

2.3 Obojsmerné oneskorenie (*RTT*)

Obojsmerné oneskorenie je doba, ktorá uplynie od odoslania paketu zadanej veľkosti z jedného bodu v sieti na druhý, po príchod potvrdzujúceho paketu. Potvrdzovací paket nemá veľkosť pôvodného paketu. Je to len informácia o tom, že paket prišiel.

3 Popis riešenia

Po spustení aplikácie sa porovná prvý parameter s hodnotami *METER* a *REFLECT*. Na základe toho sa vykonáva buď funkcia *METER* alebo *REFLECT*. Na začiatku každej z nich sa najprv skontrolujú parametre pomocou funkcie *GETOPT* a v prípade správnej kombinácie parametrov nasleduje vytvorenie *socketu* pre *UDP* komunikáciu podľa postupu z prednášky.

3.1 Merák

Po vytvorení *socketu* a preklade adresy prebehne kontrola, či je *port* číslo v rozsahu 0 - 65535 a veľkosť *sondy* v rozsahu 64 - 64000. Ak je rozsah platný, vygeneruje sa sonda pomocou *FOR* cyklu. Do sondy sa vkladajú malé písmená abecedy, čo zabezpečuje delenie *modulo*. Následne sa skontroluje, či je čas merania aspoň 3 sekundy a určí sa *timeout* *socketu* a dĺžka jedného merania na základe veľkosti sondy. Štruktúra *CONN* obsahuje informácie o *sockete*, sondu, dĺžku jedného merania, *timestamp* pre dĺžku merania a *RTT* a príznak aktivity. Štruktúra je naplnená potrebnými hodnotami a tým pádom je všetko pripravené pre odhad rýchlosti.

Komunikácia prebieha pomocou dvoch *vlákien* ktoré bežia súčasne - funkcia *SENDING* poslať dáta *reflektoru* a funkcia *RECEIVING* dáta prijíma. Pred odhadom rýchlosti sa vytvorí *timestamp*, ktorý zabezpečí, že odhad nepotrvá viac ako 30 sekúnd. Ak tento čas vyprší, aplikácia skončí s chybovou hláškou. Následne sa opakovane v cykle posielajú pakety. Dĺžka jedného merania je odmeraná pomocou *timestampu*, ktorý sa vytvorí pred každým meraním. Kontrola, či nebola dosiahnutá dĺžka merania, prebieha vo funkcii *RECEIVING*. Tam sa pred každým prijatím paketu porovná aktuálny čas s *timestampom* pred meraním pomocou funkcie *TIMEINTERVAL*, a v prípade, že bola prekročená doba merania sa nastaví príznak aktivity, ktorý zabezpečí, že funkcia *SENDING* prestane odosielať dáta.

Rýchlosť prenosu je riadená funkciou USLEEP, ktorá je volaná v cykle funkcie SENDING. Odhad začína s hodnotou usleep 0. Ak sa v jednom meraní stratilo viac ako 1% paketov, je táto hodnota zvýšená o 50 (hodnoty sú v mikrosekundách). Ak sa usleep dostal na hodnotu, kedy sa straty dostanú pod 1%, odhad rýchlosti sa ukončí.

Po odhade rýchlosti sa nastaví nový čas jedného merania a timeoutu socketu na základe parametru TIME. Meranie rýchlosti je započaté s hodnotou usleep z odhadu. Prvý odoslaný paket v každom meraní má špeciálnu hodnotu prvého bajtu a je nastavený timestamp pre RTT. Ak sa prvý prijatý paket zhoduje s touto hodnotou, je zaznamenaný uplynutý čas od timestampu pre RTT a takto sa určí hodnota RTT. Po uplynutí času merania sa vykoná výpočet rýchlosti a rýchlosť je uložená do poľa. Rýchlosť je vypočítaná ako počet prijatých paketov za dobu merania. Po vykonaní všetkých meraní sa na základe doby merania určenej užívateľom vypočíta minimálna, maximálna a priemerná hodnota zo všetkých meraní pomocou funkcií MIN_ELEMENT, MAX_ELEMENT a ACCUMULATE. Smerodajná odchýlka je vypočítaná funkciou STDEV, ktorá je implementovaná na základe vzorca pre smerodajnú odchýlku. RTT je vypočítaný ako priemer všetkých úspešných meraní RTT. Po vypísaní týchto informácií aplikácia končí.

3.2 Reflektor

Po validácii PORTU bude reflektor čakať na request. Ak prijme dáta, odošle *ACK paket*, ktorý obsahuje len prvý bajt prijatého paketu. Aplikácia sa ukončí až po vyvolaní signálu pre ukončenie. Napríklad môže ísť o *SIGINT* a to vstupom ctrl+c z klávesnice.

4 Zaujímavosti

Pri nízkej prenosovej rýchlosti a zadaní nadmernej veľkosti sondy môže trvať odhad rýchlosti dlhší čas. Ak tento čas prekročí 30s, aplikácia sa ukončí s chybovou hláškou.

Ak sa pri meraní rýchlosti nepodarí namerať RTT, na výstup sa vypíše táto informácia miesto času.

Smerodajná odchýlka sa počíta podľa varianty vzorca s $N - 1$, ktorá je presnejšia a keďže je zaistený minimálny počet meraní, je bezpečné použiť túto variantu.

Ak je čas merania menší ako 5 sekúnd, jednotlivé merania majú dĺžku 0,5 sekundy, ak je čas menší ako 10 sekúnd, merania majú dĺžku 1 sekunda a ak je čas vyšší, merania majú dĺžku 2 sekundy.

Ak jednotlivé merania majú dĺžku 2 sekundy a zároveň čas merania nieje deliteľný 2, posledné meranie trvá 1 sekundu aby bol naplnený čas merania.

Ak užívateľ zadá čas merania 10 sekúnd, neznamena to, že časť programu kde sa merá rýchlosť pobeží 10 sekúnd. V tomto konkrétnom prípade prebehne 5 meraní dĺžky 2 sekundy. Po uplynutí času 2 sekundy sa ukončí odosielanie, ale funkcia RECEIVING ešte prijíma pakety, ktoré boli odoslané pred uplynutím časového limitu a skončí až keď vyprší timeout pre socket, tým sa doba behu programu predlžuje, ale reálne meranie rýchlosti trvá práve 10 sekúnd.

Hodnoty jednotlivých meraní môžu kolísať na základe zmeny hodnoty usleep.

Zmena hodnoty usleep je pri odhade vyššia ako pri meraní, aby odhad netrval príliš dlho.

5 Sada experimentov

manjaro - merlin ethernet sond=512, time=4:

```
[xnerec00@xnerec00-pc proj2]$ ./ipk-mtrip meter -h merlin.fit.vutbr.cz -p 30100
-s 512 -t 4

Getting ready.
Starting - time interval for one run: 0.5s
Run 1 packets: (7697/7697) speed: 60.1328 Mbit/s
Run 2 packets: (7872/7872) speed: 61.5 Mbit/s
Run 3 packets: (7799/7799) speed: 60.9297 Mbit/s
Run 4 packets: (7754/7754) speed: 60.5781 Mbit/s
Run 5 packets: (7780/7780) speed: 60.7812 Mbit/s
Run 6 packets: (7820/7820) speed: 61.0938 Mbit/s
Run 7 packets: (7798/7798) speed: 60.9219 Mbit/s
Run 8 packets: (7905/7905) speed: 61.7578 Mbit/s

Minimal speed: 60.1328 Mbit/s
Maximal speed: 61.7578 Mbit/s
Average speed: 60.9619 Mbit/s
STDEV: 0.508549 Mbit/s
RTT: 0.3745 ms
```

manjaro - merlin ethernet sond=512, time=8:

```
[xnerec00@xnerec00-pc proj2]$ ./ipk-mtrip meter -h merlin.fit.vutbr.cz -p 30100
-s 512 -t 8

Getting ready.
Starting - time interval for one run: 1s
Run 1 packets: (15376/15376) speed: 60.0625 Mbit/s
Run 2 packets: (15466/15466) speed: 60.4141 Mbit/s
Run 3 packets: (16036/16036) speed: 62.6406 Mbit/s
Run 4 packets: (15451/15451) speed: 60.3555 Mbit/s
Run 5 packets: (15407/15407) speed: 60.1836 Mbit/s
Run 6 packets: (15575/15575) speed: 60.8398 Mbit/s
Run 7 packets: (15507/15507) speed: 60.5742 Mbit/s
Run 8 packets: (15531/15531) speed: 60.668 Mbit/s

Minimal speed: 60.0625 Mbit/s
Maximal speed: 62.6406 Mbit/s
Average speed: 60.7173 Mbit/s
STDEV: 0.817101 Mbit/s
RTT: 0.339625 ms
```

manjaro - merlin ethernet sond=1024, time=6:

```
[xnerec00@xnerec00-pc proj2]$ ./ipk-mtrip meter -h merlin.fit.vutbr.cz -p 30100
-s 1024 -t 6

Getting ready.
Starting - time interval for one run: 1s
Run 1 packets: (15303/15303) speed: 119.555 Mbit/s
Run 2 packets: (15575/15575) speed: 121.68 Mbit/s
Run 3 packets: (15496/15496) speed: 121.062 Mbit/s
Run 4 packets: (15395/15395) speed: 120.273 Mbit/s
Run 5 packets: (15522/15522) speed: 121.266 Mbit/s
Run 6 packets: (15369/15369) speed: 120.07 Mbit/s

Minimal speed: 119.555 Mbit/s
Maximal speed: 121.68 Mbit/s
Average speed: 120.651 Mbit/s
STDEV: 0.810795 Mbit/s
RTT: 0.388167 ms
```

manjaro - merlin ethernet sond=10240, time=6:

```
[xnerec00@xnerec00-pc proj2]$ ./ipk-mtrip meter -h merlin.fit.vutbr.cz -p 30100 -s 10240 -t 6

Getting ready.

Starting - time interval for one run: 1s
  Run 1  packets: (11709/11566)      speed: 903.594 Mbit/s
  Run 2  packets: (11160/11160)      speed: 871.875 Mbit/s
  Run 3  packets: (11722/11576)      speed: 904.375 Mbit/s
  Run 4  packets: (10980/10980)      speed: 857.812 Mbit/s
  Run 5  packets: (11456/11456)      speed: 895 Mbit/s
  Run 6  packets: (11570/11527)      speed: 900.547 Mbit/s

Minimal speed: 857.812 Mbit/s
Maximal speed: 904.375 Mbit/s
Average speed: 888.867 Mbit/s
STDEV:      19.414 Mbit/s
RTT:        0.4605 ms
```

manjaro - eva wi-fi sond=512, time=4:

```
[xnerec00@xnerec00-pc proj2]$ ./ipk-mtrip meter -h eva.fit.vutbr.cz -p 30100 -s 512 -t 4

Getting ready...
Starting - time interval for one run: 0.5s
  Run 1  packets: (2705/2705)      speed: 21.1328 Mbit/s
  Run 2  packets: (2896/2886)      speed: 22.5469 Mbit/s
  Run 3  packets: (3061/3061)      speed: 23.9141 Mbit/s
  Run 4  packets: (3423/3423)      speed: 26.7422 Mbit/s
  Run 5  packets: (3743/3526)      speed: 27.5469 Mbit/s
  Run 6  packets: (3475/3475)      speed: 27.1484 Mbit/s
  Run 7  packets: (3949/3263)      speed: 25.4922 Mbit/s
  Run 8  packets: (3559/3559)      speed: 27.8047 Mbit/s

Minimal speed: 21.1328 Mbit/s
Maximal speed: 27.8047 Mbit/s
Average speed: 25.291 Mbit/s
STDEV:      2.49917 Mbit/s
RTT:        3.72657 ms
```

manjaro - eva wi-fi sond=1024, time=4:

```
[xnerec00@xnerec00-pc proj2]$ ./ipk-mtrip meter -h eva.fit.vutbr.cz -p 30100 -s 1024 -t 4

Getting ready...
Starting - time interval for one run: 0.5s
  Run 1  packets: (2854/2854)      speed: 44.5938 Mbit/s
  Run 2  packets: (2934/2934)      speed: 45.8438 Mbit/s
  Run 3  packets: (3235/3235)      speed: 50.5469 Mbit/s
  Run 4  packets: (3450/3450)      speed: 53.9062 Mbit/s
  Run 5  packets: (3790/3773)      speed: 58.9531 Mbit/s
  Run 6  packets: (3978/3978)      speed: 62.1562 Mbit/s
  Run 7  packets: (4259/4252)      speed: 66.4375 Mbit/s
  Run 8  packets: (4056/3724)      speed: 58.1875 Mbit/s

Minimal speed: 44.5938 Mbit/s
Maximal speed: 66.4375 Mbit/s
Average speed: 55.0781 Mbit/s
STDEV:      7.75445 Mbit/s
RTT:        4.33025 ms
```

manjaro - eva wi-fi sond=10240, time=4:

```
[xnerec00@xnerec00-pc proj2]$ ./ipk-mtrip meter -h eva.fit.vutbr.cz -p 30100 -s 10240 -t 4

Getting ready.
Starting - time interval for one run: 0.5s
Run 1 packets: (657/657) speed: 102.656 Mbit/s
Run 2 packets: (649/649) speed: 101.406 Mbit/s
Run 3 packets: (670/670) speed: 104.688 Mbit/s
Run 4 packets: (665/665) speed: 103.906 Mbit/s
Run 5 packets: (532/532) speed: 83.125 Mbit/s
Run 6 packets: (677/677) speed: 105.781 Mbit/s
Run 7 packets: (660/660) speed: 103.125 Mbit/s
Run 8 packets: (657/657) speed: 102.656 Mbit/s

Minimal speed: 83.125 Mbit/s
Maximal speed: 105.781 Mbit/s
Average speed: 100.918 Mbit/s
STDEV: 7.31469 Mbit/s
RTT: 12.3685 ms
```

merlin - eva sond=1024, time=4:

```
xnerec00@merlin: ~/SKOLA/ipk/proj2$ ./ipk-mtrip meter -h eva -p 30100 -s 1024 -t 4

Getting ready.
Starting - time interval for one run: 0.5s
Run 1 packets: (7674/7674) speed: 119.906 Mbit/s
Run 2 packets: (7326/7326) speed: 114.469 Mbit/s
Run 3 packets: (7240/7240) speed: 113.125 Mbit/s
Run 4 packets: (8171/8171) speed: 127.672 Mbit/s
Run 5 packets: (7518/7518) speed: 117.469 Mbit/s
Run 6 packets: (7181/7181) speed: 112.203 Mbit/s
Run 7 packets: (7151/7151) speed: 111.734 Mbit/s
Run 8 packets: (8461/8461) speed: 132.203 Mbit/s

Minimal speed: 111.734 Mbit/s
Maximal speed: 132.203 Mbit/s
Average speed: 118.598 Mbit/s
STDEV: 7.61042 Mbit/s
RTT: 0.355625 ms
```

merlin - eva sond=10240, time=4:

```
xnerec00@merlin: ~/SKOLA/ipk/proj2$ ./ipk-mtrip meter -h eva -p 30100 -s 10240 -t 4

Getting ready.
Starting - time interval for one run: 0.5s
Run 1 packets: (5379/5379) speed: 840.469 Mbit/s
Run 2 packets: (5562/5561) speed: 868.906 Mbit/s
Run 3 packets: (6351/6351) speed: 992.344 Mbit/s
Run 4 packets: (5913/5913) speed: 923.906 Mbit/s
Run 5 packets: (5811/5811) speed: 907.969 Mbit/s
Run 6 packets: (5579/5579) speed: 871.719 Mbit/s
Run 7 packets: (5951/5951) speed: 929.844 Mbit/s
Run 8 packets: (5708/5708) speed: 891.875 Mbit/s

Minimal speed: 840.469 Mbit/s
Maximal speed: 992.344 Mbit/s
Average speed: 903.379 Mbit/s
STDEV: 46.8101 Mbit/s
RTT: 0.381375 ms
```

eva - merlin sond=512, time=4:

```
eva ~/SK0LA/ipk/proj2eva> ./ipk-mtrip meter -h merlin -p 30100 -s 512 -t 4
```

```
Getting ready..  
Starting - time interval for one run: 0.5s  
Run 1 packets: (7121/7121) speed: 55.6328 Mbit/s  
Run 2 packets: (8150/8150) speed: 63.6719 Mbit/s  
Run 3 packets: (9541/9541) speed: 74.5391 Mbit/s  
Run 4 packets: (12664/12664) speed: 98.9375 Mbit/s  
Run 5 packets: (20678/20678) speed: 161.547 Mbit/s  
Run 6 packets: (81218/65140) speed: 508.906 Mbit/s  
Run 7 packets: (20904/20904) speed: 163.312 Mbit/s  
Run 8 packets: (93425/58493) speed: 456.977 Mbit/s
```

```
Minimal speed: 55.6328 Mbit/s  
Maximal speed: 508.906 Mbit/s  
Average speed: 197.94 Mbit/s  
STDEV: 181.12 Mbit/s  
RTT: 0.6085 ms
```

eva - merlin sond=1024, time=4:

```
eva ~/SK0LA/ipk/proj2eva> ./ipk-mtrip meter -h merlin -p 30100 -s 1024 -t 4
```

```
Getting ready..  
Starting - time interval for one run: 0.5s  
Run 1 packets: (7034/7034) speed: 109.906 Mbit/s  
Run 2 packets: (8235/8235) speed: 128.672 Mbit/s  
Run 3 packets: (9427/9427) speed: 147.297 Mbit/s  
Run 4 packets: (11877/11877) speed: 185.578 Mbit/s  
Run 5 packets: (21340/21340) speed: 333.438 Mbit/s  
Run 6 packets: (85069/68960) speed: 1077.5 Mbit/s  
Run 7 packets: (21970/21970) speed: 343.281 Mbit/s  
Run 8 packets: (80095/66320) speed: 1036.25 Mbit/s
```

```
Minimal speed: 109.906 Mbit/s  
Maximal speed: 1077.5 Mbit/s  
Average speed: 420.24 Mbit/s  
STDEV: 402.811 Mbit/s  
RTT: 0.53175 ms
```

eva - merlin sond=8000, time=4:

```
eva ~/SK0LA/ipk/proj2eva> ./ipk-mtrip meter -h merlin -p 30100 -s 8000 -t 4
```

```
Getting ready..  
Starting - time interval for one run: 0.5s  
Run 1 packets: (5268/5268) speed: 643.066 Mbit/s  
Run 2 packets: (5764/5764) speed: 703.613 Mbit/s  
Run 3 packets: (6731/6731) speed: 821.655 Mbit/s  
Run 4 packets: (8367/8367) speed: 1021.36 Mbit/s  
Run 5 packets: (13857/13685) speed: 1670.53 Mbit/s  
Run 6 packets: (8153/8153) speed: 995.239 Mbit/s  
Run 7 packets: (14026/13625) speed: 1663.21 Mbit/s  
Run 8 packets: (8220/8220) speed: 1003.42 Mbit/s
```

```
Minimal speed: 643.066 Mbit/s  
Maximal speed: 1670.53 Mbit/s  
Average speed: 1065.26 Mbit/s  
STDEV: 396.94 Mbit/s  
RTT: 0.6065 ms
```



```
cent os - merlin      ethernet      sond=512, time=6:
[xobuch00@localhost ipk2]$ ./ipk-mtrip meter -h merlin.fit.vutbr.cz -p 30100 -s 512 -t 6

Getting ready.

Starting - time interval for one run: 1s
Run 1  packets: (5621/5621)      speed: 21.957 Mbit/s
Run 2  packets: (4756/4756)      speed: 18.5781 Mbit/s
Run 3  packets: (1599/1599)      speed: 6.24609 Mbit/s
Run 4  packets: (4095/4095)      speed: 15.9961 Mbit/s
Run 5  packets: (5543/5543)      speed: 21.6523 Mbit/s
Run 6  packets: (5641/5641)      speed: 22.0352 Mbit/s

Minimal speed: 6.24609 Mbit/s
Maximal speed: 22.0352 Mbit/s
Average speed: 17.7441 Mbit/s
STDEV:      6.12195 Mbit/s
RTT:        4.096 ms
```

```
cent os - merlin      ethernet      sond=1024, time=6:
[xobuch00@localhost ipk2]$ ./ipk-mtrip meter -h merlin.fit.vutbr.cz -p 30100 -s 1024 -t 6

Getting ready.

Starting - time interval for one run: 1s
Run 1  packets: (5271/5271)      speed: 41.1797 Mbit/s
Run 2  packets: (5092/5092)      speed: 39.7812 Mbit/s
Run 3  packets: (5186/5186)      speed: 40.5156 Mbit/s
Run 4  packets: (4939/4939)      speed: 38.5859 Mbit/s
Run 5  packets: (5566/5566)      speed: 43.4844 Mbit/s
Run 6  packets: (5245/5245)      speed: 40.9766 Mbit/s

Minimal speed: 38.5859 Mbit/s
Maximal speed: 43.4844 Mbit/s
Average speed: 40.7539 Mbit/s
STDEV:      1.63641 Mbit/s
RTT:        2.395 ms
```

```
cent os - merlin      ethernet      sond=10240, time=6:
[xobuch00@localhost ipk2]$ ./ipk-mtrip meter -h merlin.fit.vutbr.cz -p 30100 -s 10240 -t 6

Getting ready.

Starting - time interval for one run: 1s
Run 1  packets: (1785/1784)      speed: 139.375 Mbit/s
Run 2  packets: (1544/1544)      speed: 120.625 Mbit/s
Run 3  packets: (1786/1785)      speed: 139.453 Mbit/s
Run 4  packets: (1786/1786)      speed: 139.531 Mbit/s
Run 5  packets: (1609/1608)      speed: 125.625 Mbit/s
Run 6  packets: (1782/1781)      speed: 139.141 Mbit/s

Minimal speed: 120.625 Mbit/s
Maximal speed: 139.531 Mbit/s
Average speed: 133.958 Mbit/s
STDEV:      8.54013 Mbit/s
RTT:        2.0845 ms
```

mac os - merlin wifi sond=512, time=6:

~/Desktop/xnerec00_ipk: ./ipk-mtrip meter -h merlin.fit.vutbr.cz -p 30100 -t 6 -s 512

Getting ready....

Starting - time interval for one run: 1s

Run 1	packets: (4764/4764)	speed: 18.6094 Mbit/s
Run 2	packets: (4949/4913)	speed: 19.1914 Mbit/s
Run 3	packets: (5428/5363)	speed: 20.9492 Mbit/s
Run 4	packets: (5063/4833)	speed: 18.8789 Mbit/s
Run 5	packets: (4679/4591)	speed: 17.9336 Mbit/s
Run 6	packets: (4493/4493)	speed: 17.5508 Mbit/s

Minimal speed: 17.5508 Mbit/s

Maximal speed: 20.9492 Mbit/s

Average speed: 18.8522 Mbit/s

STDEV: 1.19246 Mbit/s

RTT: 2.63183 ms

mac os - merlin wifi sond=1024, time=6:

~/Desktop/xnerec00_ipk: ./ipk-mtrip meter -h merlin.fit.vutbr.cz -p 30100 -t 6 -s 1024

Getting ready...

Starting - time interval for one run: 1s

Run 1	packets: (6909/6909)	speed: 53.9766 Mbit/s
Run 2	packets: (7633/7633)	speed: 59.6328 Mbit/s
Run 3	packets: (8520/7359)	speed: 57.4922 Mbit/s
Run 4	packets: (7649/7350)	speed: 57.4219 Mbit/s
Run 5	packets: (6930/6930)	speed: 54.1406 Mbit/s
Run 6	packets: (7547/4553)	speed: 35.5703 Mbit/s

Minimal speed: 35.5703 Mbit/s

Maximal speed: 59.6328 Mbit/s

Average speed: 53.0391 Mbit/s

STDEV: 8.82912 Mbit/s

RTT: 3.1955 ms

mac os - merlin wifi sond=8000, time=6:

~/Desktop/xnerec00_ipk: ./ipk-mtrip meter -h merlin.fit.vutbr.cz -p 30100 -t 6 -s 8000

Getting ready.....

Unable to estimate! Too poor bandwidth for this packet size.

6 Zdroje

Pri návrhu UDP komunikácie som využil úryvky kódu z prednášky 2. Pri zisťovaní informácií o metódach merania prenosovej rýchlosti som čerpal z literatúry uvedenej v zadaní projektu, diskusných fór a wikipedie. Ďalej som čerpal z rôznych manuálových stránok.

<https://www.wikipedia.org/>

<https://www.lifewire.com/what-is-bandwidth-2625809>

[https://learningnetwork.cisco.com/blogs/vip-perspectives/2015/10/16/
bandwidth-vs-speed](https://learningnetwork.cisco.com/blogs/vip-perspectives/2015/10/16/bandwidth-vs-speed)

<https://stackoverflow.com/questions/3051009/c-run-two-functions-at-the-same-time>

<http://man7.org/linux/>

<https://linux.die.net/man/>

<http://www.cplusplus.com/reference/>