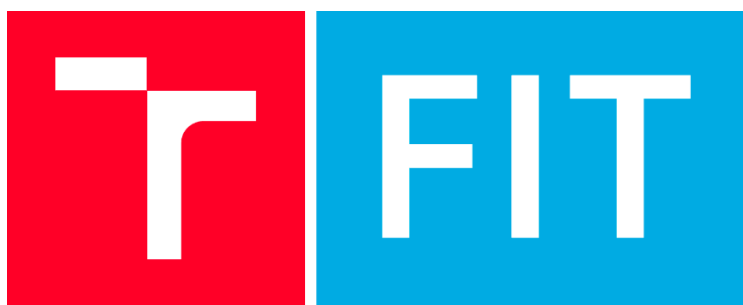


Vysoké učení technické v Brně

Fakulta informačních technologií



Počítačové komunikace a sítě – 2.projekt
Bandwidth measurement

Obsah

1	Zadanie.....	2
2	Teória	2
2.1	Všeobecný prehľad	2
2.2	Konkrétne riešenie v projekte	3
3	Implementácia	4
3.1	Reflektor	4
3.2	Meracie zariadenie.....	4
4	Demonštrácia činnosti aplikácie	5
5	Referencie	6

1 Zadanie

Naštudovať problematiku merania prenosovej rýchlosti a relevantné informácie uviesť v projektovej dokumentácii. Naprogramovať aplikáciu realizujúcu meranie prenosovej rýchlosti medzi dvomi bodmi v sieti. Vykonať sadu experimentov pre rôzne prostredia a toto uviesť ako súčasť dokumentácie.

2 Teória

2.1 Všeobecný prehľad

Aplikácia pre meranie prenosovej rýchlosti je postavená na komunikácii klient/server, kde klient je meracie zariadenie a reflektor je server. Aplikácia využíva UDP komunikačný protokol a TCP komunikačný protokol.

Meranie prenosovej rýchlosti medzi dvomi koncovými zariadeniami v sieti sa realizuje pomocou merania tzv. jednosmerného oneskorenia prenosu dát (one-way delay) z jedného zariadenia na druhé.

Tieto dáta tvoria pakety rovnakej veľkosti, ktoré sú posielané v určitom intervale z meracieho zariadenia na reflektor UDP komunikáciou. Jednosmerné oneskorenie je čas, za ktorý prejde určitý, predom definovaný počet paketov rovnakej veľkosti z meracieho zariadenia na reflektor. Následne meracie zariadenie TCP spojením informuje reflektor o skončení posielania toku paketov a ten spätným potvrdením odošle počet paketov z celkového počtu, ktoré dorazili na reflektor. Toto TCP potvrdenie toku paketov je tzv. obojsmerné oneskorenie (round-trip time).

Meracie zariadenie je v tejto chvíli schopné vyhodnotiť, či tok paketov je možné zaradiť do výpočtu prenosovej rýchlosti alebo ho zahodiť v dôsledku veľkej straty paketov. Počet takýchto tokov paketov závisí od dĺžky merania určenej užívateľom.

Prenosová rýchlosť akou bol prenesený jeden paket sa určí vydelením veľkosti paketu intervalom, ktorým sú pakety odosielané na reflektor

$$R = \frac{S}{T}$$

Kde S je veľkosť jedného paketu v bajtoch a T je interval, ktorým sú posielané pakety na reflektor v sekundách.

2.2 Konkrétne riešenie v projekte

V aplikácii je meraná prenosová rýchlosť z meracieho zariadenia na reflektor, čiže rýchlosť odchádzajúcich dát – upload.

Pred začiatkom merania prenosovej rýchlosti sa urobí približný odhad prenosovej rýchlosti poslaním jedného toku paketov a vyhodnotí sa rýchlosť akou boli pakety odosielané na reflektor. Tento tok obsahuje vždy 100 paketov, ktoré sú odoslané na reflektor v intervale 10 μ s.

Po skončení odhadu približnej prenosovej rýchlosti sa spúšťa hlavné meranie, ktoré trvá po dobu definovanú užívateľom. Táto doba v aplikácii sa ráta ako celkový čas prenosu UDP paketov na reflektor.

Prvý tok paketov je posielaný rovnakým počiatočným intervalom aký bol pri odhadovaní prenosovej rýchlosti. Po skončení prenosu a následného potvrdenia prenosu jedného toku paketov sa vyhodnotí, či je tok paketov použiteľný pre meranie alebo nie. Tok paketov sa zahadzuje ak sa z celkového počtu paketov (100) stratí 5 a viac paketov.

Ak je tok paketov zahodený, tak sa upraví interval posielania paketov na reflektor. Veľká strata indikuje, že prenosová rýchlosť je menšia ako je nastavené a tak sa interval zväčší o 0,15 μ s, čím klesne prenosová rýchlosť posielania paketov na reflektor a môže sa zopakovať proces merania odoslaním ďalšieho toku paketov na reflektor.

Ak je tok paketov použiteľný, tak sa vyráta rýchlosť akou bol posielaný na reflektor a skontroluje sa, či rýchlosť nie je najväčšia alebo najmenšia. V tomto prípade sa interval odosielania paketov znižuje o 0,1 μ s aby sa rýchlosť jedného toku zväčšila a aby sa meranie postupne približovalo k reálnej prenosovej rýchlosti.

Po každom 50-om toku aplikácia vyráta priemernú prenosovú rýchlosť a vypíše výsledok užívateľovi na štandardný výstup. Na konci merania sa opäť vyráta celková priemerná prenosová rýchlosť, ale tento krát aj priemerné obojsmerné oneskorenie (RTT) a štandardná odchýlka prenosovej rýchlosti a zobrazí sa užívateľovi na štandardný výstup ako konečný výsledok merania.

3 Implementácia

Aplikácia bola implementovaná v jazyku C++ norma C++11.

3.1 Reflektor

Jedinou zložitejšou úlohou na strane reflektoru bolo rozpoznať, cez ktorý socket prijímať komunikáciu z meracieho zariadenia. Tento problém je riešený funkciou *select()*, ktorá umožňuje programu monitorovať viac čísel socketov a čaká pokiaľ nejaký nie je pripravený na komunikáciu. A pomocou makra *FD_SET* sa pridávajú čísla socketov a makrom *FD_ISSET* je možné na základe návratovej hodnoty funkcie rozhodnúť, či je dané číslo socketu nastavené alebo nie.

3.2 Meracie zariadenie

Na strane meracieho zariadenia bola zaujímavá práca s časom pre odmeranie prenosu toku paketov alebo na meranie obojsmerného oneskorenia (RTT). Na tieto účely bola v projekte použitá knižnica *chrono*, ktorá sa používala veľmi jednoducho.

4 Demonštrácia činnosti aplikácie

Správnosť merania ovplyvňuje niekoľko faktorov ako napríklad vhodne zvolená veľkosť paketu ako aj doba merania prenosovej rýchlosti. V ukážkach činnosti budú na základe viacerých meraní uvedené približné parametre merania vhodné pre konkrétne prostredie.

- Meracie zariadenie na PC v sieti KolejNet(VUT) a reflektor na servery merlin.fit.vutbr.cz

- o Vstupné parametre meracieho zariadenia

./ipk-mtrip meter -h merlin.fit.vutbr.cz -p 5655 -s 1750 -t 10

Výstup:

```
=====
=====
                        Final result of measurement
=====
Maximum transmission rate = 54.0968 Mbit/s
Minimum transmission rate = 16.9053 Mbit/s
Average transmission rate = 42.6854 Mbit/s
Average RTT =                1.00534 ms
Std dev of trans rate =      8.40144 Mbit/s
=====
Sent streams =                311
Useable streams =             311
```

- Meracie zariadenie na PC v sieti KolejNet(VUT) a reflektor na PC v sieti KolejNet(VUT)

- o Vstupné parametre meracieho zariadenia

./ipk-mtrip meter -h 147.229.217.106 -p 5556 -s 1500 -t 10

Výstup:

```
=====
=====
                        Final result of measurement
=====
Maximum transmission rate = 43.0571 Mbit/s
Minimum transmission rate = 15.4359 Mbit/s
Average transmission rate = 38.943 Mbit/s
Average RTT =                1.1802 ms
Std dev of trans rate =      4.0889 Mbit/s
=====
Sent streams =                335
Useable streams =             335
```

5 Referencie

Jain M., D. C. (2002). *End-to-end av-bandwidth measurement Methodology*. Dostupné na Internet: <http://pages.cs.wisc.edu/~suman/courses/740/papers/jain02sigcomm.pdf>

Jain M., D. C. (2002). *Pathload: Measurement tool for end-to-end av-bandwidth*. Dostupné na Internet: <https://pdfs.semanticscholar.org/5ebe/2fa79b9c5f5a131258addd7ff7b3084f7f05.pdf>