شبکه‌های کامپیوتری

تمرین دوم - سوال سوم
دانشکده مهندسی کامپیوتر

دانشگاه صنعتی شریف

نیم سال دوم ۰۰-۹۹

استاد:

جناب آقای دکتر جعفری

نام و نام خانوادگی:

امیرمهدی نامجو - ۹۷۱۰۷۲۱۲

سوال سوم

تمامی موارد با اتصال به کنترلر Floodlight اجرا شده‌اند.

۱. بعد از اجرای اسکریپت پایتون، دستورات زیر را اجرا می‌کنیم:

```
xterm h1 h3
```

با ifconfig متوجه می‌شویم که IP هاست اول 10.0.0.1 است.

دستور زیر را در هاست اول اجرا می‌کنیم:

```
iperf3 -s
```

و در هاست سوم دستور زیر را اجرا می‌کنیم:

```
iperf3 -c 10.0.0.1 -t 10
```

```
Connecting to host 10.0.0.1, port 5201
[  6] local 10.0.0.3 port 47408 connected to 10.0.0.1 port 5201
[ ID] Interval           Transfer     Bandwidth       Retr  Cwnd
[  6]   0.00-1.00   sec  2.42 MBytes  20.3 Mbits/sec    0   31.1 KBytes
[  6]   1.00-2.00   sec  2.24 MBytes  18.8 Mbits/sec    0   31.1 KBytes
[  6]   2.00-3.00   sec  2.24 MBytes  18.8 Mbits/sec    0   31.1 KBytes
[  6]   3.00-4.00   sec  2.24 MBytes  18.7 Mbits/sec    0   31.1 KBytes
[  6]   4.00-5.00   sec  2.24 MBytes  18.8 Mbits/sec    0   31.1 KBytes
[  6]   5.00-6.00   sec  2.17 MBytes  18.2 Mbits/sec    0   31.1 KBytes
[  6]   6.00-7.00   sec  2.30 MBytes  19.3 Mbits/sec    0   31.1 KBytes
[  6]   7.00-8.00   sec  2.11 MBytes  17.7 Mbits/sec    0   31.1 KBytes
[  6]   8.00-9.00   sec  2.30 MBytes  19.3 Mbits/sec    0   31.1 KBytes
[  6]   9.00-10.00  sec  2.17 MBytes  18.3 Mbits/sec    0   31.1 KBytes
- - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -
[ ID] Interval           Transfer     Bandwidth       Retr
[  6]   0.00-10.00  sec  22.4 MBytes  18.8 Mbits/sec    0             sender
[  6]   0.00-10.00  sec  22.3 MBytes  18.7 Mbits/sec                  receiver
```

همان طور که مشاهده می‌شود، گذردهی نهایی 18.8 Mbits/sec گزارش شده است. چیزی که انتظار داریم در اصل 20 است اما این عدد هم تفاوت چندانی ندارد. دلیل این تفاوت می‌تواند به این مربوط باشد که در این جا عملا یک سوییچ واقعی شبیه سازی شده است و یکسری پارامترهای درونی خود پروتکل OpenFlow1.3 و همچنین کنترلر Floodlight

تاثیرگذار بوده‌اند. مخصوصا در قسمت‌های بعدی شاهد تفاوت‌های جدی‌تری خواهیم بود که آن‌ها را بهتر می‌توان توجیه کرد.

ضمنا اعداد بالا تا حد خوبی برای هر دو طرف یکسان هستند و تفاوت معناداری بین آن‌ها مشاهده نمی‌شود.

۲. دستورات مشابهی را مانند بالا برای هاست اول و دوم اجرا می‌کنیم.

نتایج برای هر کدام از طرفین متفاوت است. برای فرستنده:

```
[  6] local 10.0.0.2 port 43558 connected to 10.0.0.1 port 5201
[ ID] Interval           Transfer     Bandwidth       Retr  Cwnd
[  6]   0.00-1.00   sec   362 KBytes  2.96 Mbits/sec    0    110 KBytes
[  6]   1.00-2.00   sec  7.36 MBytes  61.7 Mbits/sec    0   1.38 MBytes
[  6]   2.00-3.00   sec  3.75 MBytes  31.5 Mbits/sec    0   1.91 MBytes
[  6]   3.00-4.00   sec  2.50 MBytes  21.0 Mbits/sec    0   2.02 MBytes
[  6]   4.00-5.00   sec  2.50 MBytes  21.0 Mbits/sec    0   2.14 MBytes
[  6]   5.00-6.00   sec  2.50 MBytes  21.0 Mbits/sec    0   2.25 MBytes
[  6]   6.00-7.00   sec  2.50 MBytes  21.0 Mbits/sec    0   2.36 MBytes
[  6]   7.00-8.00   sec  2.50 MBytes  21.0 Mbits/sec    0   2.48 MBytes
[  6]   8.00-9.00   sec  2.50 MBytes  21.0 Mbits/sec    0   2.58 MBytes
[  6]   9.00-10.00  sec  2.50 MBytes  21.0 Mbits/sec    0   2.69 MBytes
- - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -
[ ID] Interval           Transfer     Bandwidth       Retr
[  6]   0.00-10.00  sec  29.0 MBytes  24.3 Mbits/sec    0             sender
[  6]   0.00-10.00  sec  21.9 MBytes  18.4 Mbits/sec                  receiver
```

اما در سمت گیرنده شاهد چنین اعداد هستیم:

```
[  7] local 10.0.0.1 port 5201 connected to 10.0.0.2 port 43558
[ ID] Interval           Transfer     Bandwidth
[  7]   0.00-1.00   sec  82.0 KBytes   672 Kbits/sec
[  7]   1.00-2.00   sec  1.27 MBytes  10.7 Mbits/sec
[  7]   2.00-3.00   sec  2.27 MBytes  19.0 Mbits/sec
[  7]   3.00-4.00   sec  2.27 MBytes  19.0 Mbits/sec
[  7]   4.00-5.00   sec  2.27 MBytes  19.0 Mbits/sec
[  7]   5.00-6.00   sec  2.27 MBytes  19.0 Mbits/sec
[  7]   6.00-7.00   sec  2.27 MBytes  19.1 Mbits/sec
[  7]   7.00-8.00   sec  2.27 MBytes  19.0 Mbits/sec
[  7]   8.00-9.00   sec  1.97 MBytes  16.5 Mbits/sec
```

```
[  7]   9.00-10.00  sec  2.27 MBytes  19.0 Mbits/sec
[  7]  10.00-11.03  sec   662 KBytes  5.27 Mbits/sec
[  7]  11.03-12.37  sec  38.2 KBytes   233 Kbits/sec
[  7]  12.37-13.37  sec  80.6 KBytes   658 Kbits/sec
[  7]  13.37-14.37  sec   628 KBytes  5.18 Mbits/sec
[  7]  14.37-15.37  sec  17.0 KBytes   139 Kbits/sec
[  7]  15.37-16.37  sec  17.0 KBytes   138 Kbits/sec
[  7]  16.37-17.04  sec   105 KBytes  1.28 Mbits/sec
[  7]  17.04-18.03  sec   116 KBytes   963 Kbits/sec
[  7]  18.03-19.36  sec  46.7 KBytes   287 Kbits/sec
[  7]  19.36-20.36  sec  11.3 KBytes  92.7 Kbits/sec
[  7]  20.36-21.22  sec  91.9 KBytes   882 Kbits/sec
[  7]  21.22-22.36  sec  74.9 KBytes   537 Kbits/sec
[  7]  22.36-23.36  sec  18.4 KBytes   151 Kbits/sec
[  7]  23.36-24.36  sec   109 KBytes   891 Kbits/sec
[  7]  24.36-25.36  sec  15.6 KBytes   128 Kbits/sec
[  7]  25.36-26.36  sec  60.8 KBytes   499 Kbits/sec
[  7]  26.36-26.82  sec   679 KBytes  12.0 Mbits/sec
- - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -
[ ID] Interval         Transfer     Bandwidth       Retr
[  7]   0.00-26.82  sec  29.0 MBytes  9.06 Mbits/sec    0          sender
[  7]   0.00-26.82  sec  21.9 MBytes  6.85 Mbits/sec               receiver
```

مشاهده می‌کنیم که در سمت دریافت کننده اعداد Throughput بسیار کمتر هستند. دلیل این موضوع به دلیل Latency موجود در شبکه است. این موضوع باعث شده که بسته ها دیرتر به مقصد برسند و به علاوه شاهد تغییرات جدی در Congestion Window سمت فرستنده هم هستیم.

اثر اصلی Latency در این است که باعث می‌شود که Ack ها به موقع دریافت نشوند.

در حالت قبلی RTT کمتر از $1ms$ بود و تنها موضوعی که گلوگاه بود، سرعت خود لینک بود ولی در این جا RTT حدود $200ms$ است و این موضوع گلوگاه ایجاد کرده است.

۳. با اجرای دستورات مشابه، نتیجه زیر را داریم:

```
[  6] local 10.0.0.5 port 47704 connected to 10.0.0.4 port 5201
[ ID] Interval         Transfer     Bandwidth       Retr  Cwnd
[  6]   0.00-1.00  sec  2.16 MBytes  18.0 Mbits/sec   22   11.3 KBytes
[  6]   1.00-2.00  sec  1.12 MBytes  9.36 Mbits/sec   12   9.90 KBytes
[  6]   2.00-3.00  sec  1018 KBytes  8.38 Mbits/sec    4   11.3 KBytes
[  6]   3.00-4.00  sec   891 KBytes  7.30 Mbits/sec    4   9.90 KBytes
[  6]   4.00-5.00  sec  1018 KBytes  8.34 Mbits/sec    2   12.7 KBytes
```

```
[  6]   5.00-6.00   sec    891 KBytes   7.29 Mbits/sec    12    9.90 KBytes
[  6]   6.00-7.00   sec    764 KBytes   6.26 Mbits/sec     3    11.3 KBytes
[  6]   7.00-8.00   sec   1018 KBytes   8.33 Mbits/sec     5    9.90 KBytes
[  6]   8.00-9.00   sec   1.99 MBytes   16.7 Mbits/sec    18    14.1 KBytes
[  6]   9.00-10.00  sec   2.24 MBytes   18.8 Mbits/sec    13    17.0 KBytes
- - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -
[ ID] Interval           Transfer     Bandwidth       Retr
[  6]   0.00-10.00  sec   13.0 MBytes   10.9 Mbits/sec   95             sender
[  6]   0.00-10.00  sec   12.8 MBytes   10.7 Mbits/sec                  receiver
```

برای سمت دیگر هم به همین شکل است. مشاهده می‌کنیم که گذردهی و Bandwidth
حدودا نصف شده است. در اصل Loss به دو شکل تاثیر گذار است. از یک سو نیاز به ارسال
مجدد بسته‌های از دست رفته داریم. از سوی دیگر Cwnd نمی‌تواند به حالت بهینه ثابتی
دست یابد. به علاوه تاثیر مستقیم آن‌هم این است که دیتایی که از دست رفته باشد را
عملا نمی‌توان در Throughput به حساب آورد و همین موضوع هم موجب کاهش گذردهی
می‌شود.

۴. سه رقم آخر 212 است.

هاست چهارم را سرور می‌کنیم.

```
iperf3 -s
```

و از هاست اول به آن داده ارسال می‌کنیم.

$$212MB = 222298112Byte$$

```
iperf3 -c 10.0.0.4 -J>result.json -n 222298112
```

خروجی نهایی برای سمت گیرنده بدین شکل است:

```
[  7] local 10.0.0.4 port 5201 connected to 10.0.0.1 port 39646
[ ID] Interval           Transfer     Bitrate
[  7]   0.00-1.00   sec   2.10 MBytes   17.6 Mbits/sec
[  7]   1.00-2.00   sec   2.25 MBytes   18.9 Mbits/sec
[  7]   2.00-3.00   sec   2.24 MBytes   18.8 Mbits/sec
[  7]   3.00-4.00   sec   2.25 MBytes   18.9 Mbits/sec
[  7]   4.00-5.00   sec   2.26 MBytes   18.9 Mbits/sec
[  7]   5.00-6.00   sec   2.26 MBytes   18.9 Mbits/sec
[  7]   6.00-7.00   sec   2.25 MBytes   18.9 Mbits/sec
```

```
[  7]    7.00-8.00    sec   2.25 MBytes   18.8 Mbits/sec
[  7]    8.00-9.00    sec   2.25 MBytes   18.8 Mbits/sec
[  7]    9.00-10.00   sec   2.24 MBytes   18.8 Mbits/sec
[  7]   10.00-11.00   sec   2.25 MBytes   18.8 Mbits/sec
[  7]   11.00-12.00   sec   2.25 MBytes   18.9 Mbits/sec
[  7]   12.00-13.00   sec   2.24 MBytes   18.8 Mbits/sec
[  7]   13.00-14.00   sec   2.23 MBytes   18.7 Mbits/sec
[  7]   14.00-15.00   sec   2.24 MBytes   18.8 Mbits/sec
[  7]   15.00-16.00   sec   2.25 MBytes   18.9 Mbits/sec
[  7]   16.00-17.00   sec   2.23 MBytes   18.7 Mbits/sec
[  7]   17.00-18.00   sec   2.25 MBytes   18.9 Mbits/sec
[  7]   18.00-19.00   sec   2.25 MBytes   18.9 Mbits/sec
[  7]   19.00-20.00   sec   93.3 KBytes   764 Kbits/sec
[  7]   20.00-21.00   sec   67.9 KBytes   556 Kbits/sec
[  7]   21.00-22.00   sec   5.41 MBytes   45.4 Mbits/sec
[  7]   22.00-23.00   sec    946 KBytes   7.74 Mbits/sec
[  7]   23.00-24.00   sec   1.35 MBytes   11.3 Mbits/sec
[  7]   24.00-25.00   sec   2.26 MBytes   18.9 Mbits/sec
[  7]   25.00-26.00   sec   2.26 MBytes   18.9 Mbits/sec
[  7]   26.00-27.00   sec   2.26 MBytes   18.9 Mbits/sec
[  7]   27.00-28.00   sec   2.26 MBytes   18.9 Mbits/sec
[  7]   28.00-29.00   sec   2.25 MBytes   18.9 Mbits/sec
[  7]   29.00-30.01   sec    949 KBytes   7.73 Mbits/sec
[  7]   30.01-31.00   sec    567 KBytes   4.67 Mbits/sec
[  7]   31.00-32.00   sec   1.48 MBytes   12.4 Mbits/sec
[  7]   32.00-33.00   sec   1.33 MBytes   11.2 Mbits/sec
[  7]   33.00-34.00   sec   1.46 MBytes   12.2 Mbits/sec
[  7]   34.00-35.00   sec   2.24 MBytes   18.8 Mbits/sec
[  7]   35.00-36.00   sec   1.69 MBytes   14.2 Mbits/sec
[  7]   36.00-37.00   sec   1.93 MBytes   16.2 Mbits/sec
[  7]   37.00-38.00   sec   2.25 MBytes   18.8 Mbits/sec
[  7]   38.00-39.00   sec   2.26 MBytes   19.0 Mbits/sec
[  7]   39.00-40.00   sec   1.65 MBytes   13.8 Mbits/sec
[  7]   40.00-41.00   sec   2.25 MBytes   18.9 Mbits/sec
[  7]   41.00-42.00   sec    711 KBytes   5.83 Mbits/sec
[  7]   42.00-43.00   sec   1.93 MBytes   16.2 Mbits/sec
[  7]   43.00-44.00   sec   1.82 MBytes   15.2 Mbits/sec
[  7]   44.00-45.00   sec   0.00 Bytes    0.00 bits/sec
[  7]   45.00-46.00   sec    624 KBytes   5.11 Mbits/sec
[  7]   46.00-47.00   sec    805 KBytes   6.59 Mbits/sec
[  7]   47.00-48.00   sec   7.79 MBytes   65.3 Mbits/sec
[  7]   48.00-49.00   sec   2.24 MBytes   18.8 Mbits/sec
```

```
[  7]  49.00-50.00   sec   1.87 MBytes   15.7 Mbits/sec
[  7]  50.00-51.00   sec   1.80 MBytes   15.1 Mbits/sec
[  7]  51.00-52.00   sec   2.26 MBytes   18.9 Mbits/sec
[  7]  52.00-53.00   sec   2.10 MBytes   17.6 Mbits/sec
[  7]  53.00-54.00   sec   2.26 MBytes   19.0 Mbits/sec
[  7]  54.00-55.00   sec   1.01 MBytes   8.44 Mbits/sec
[  7]  55.00-56.00   sec   1.53 MBytes   12.9 Mbits/sec
[  7]  56.00-57.01   sec   1.78 MBytes   14.8 Mbits/sec
[  7]  57.01-58.00   sec   1.38 MBytes   11.7 Mbits/sec
[  7]  58.00-59.00   sec   2.19 MBytes   18.3 Mbits/sec
[  7]  59.00-60.00   sec   2.13 MBytes   17.9 Mbits/sec
[  7]  60.00-61.00   sec   1.74 MBytes   14.6 Mbits/sec
[  7]  61.00-62.01   sec   1.32 MBytes   11.0 Mbits/sec
[  7]  62.01-63.00   sec   2.13 MBytes   18.0 Mbits/sec
[  7]  63.00-64.00   sec   1.87 MBytes   15.7 Mbits/sec
[  7]  64.00-65.00   sec   1.93 MBytes   16.2 Mbits/sec
[  7]  65.00-66.00   sec   1.92 MBytes   16.1 Mbits/sec
[  7]  66.00-67.00   sec   2.19 MBytes   18.4 Mbits/sec
[  7]  67.00-68.00   sec   1.70 MBytes   14.2 Mbits/sec
[  7]  68.00-69.00   sec   2.26 MBytes   18.9 Mbits/sec
[  7]  69.00-70.00   sec   1.73 MBytes   14.6 Mbits/sec
[  7]  70.00-71.00   sec   0.00 Bytes    0.00 bits/sec
[  7]  71.00-72.00   sec   115 KBytes    938 Kbits/sec
[  7]  72.00-73.00   sec   2.92 MBytes   24.5 Mbits/sec
[  7]  73.00-74.00   sec   6.10 MBytes   51.2 Mbits/sec
[  7]  74.00-75.00   sec   2.26 MBytes   18.9 Mbits/sec
[  7]  75.00-76.00   sec   1.69 MBytes   14.2 Mbits/sec
[  7]  76.00-77.00   sec   1.93 MBytes   16.2 Mbits/sec
[  7]  77.00-78.00   sec   2.26 MBytes   19.0 Mbits/sec
[  7]  78.00-79.01   sec   983 KBytes    7.94 Mbits/sec
[  7]  79.01-80.01   sec   1.38 MBytes   11.7 Mbits/sec
[  7]  80.01-81.01   sec   641 KBytes    5.26 Mbits/sec
[  7]  81.01-82.00   sec   1.23 MBytes   10.4 Mbits/sec
[  7]  82.00-83.00   sec   1.56 MBytes   13.1 Mbits/sec
[  7]  83.00-84.00   sec   2.05 MBytes   17.2 Mbits/sec
[  7]  84.00-85.00   sec   1.47 MBytes   12.4 Mbits/sec
[  7]  85.00-86.01   sec   1.96 MBytes   16.3 Mbits/sec
[  7]  86.01-87.00   sec   1.71 MBytes   14.5 Mbits/sec
[  7]  87.00-88.00   sec   1.93 MBytes   16.2 Mbits/sec
[  7]  88.00-89.00   sec   1.97 MBytes   16.5 Mbits/sec
[  7]  89.00-90.00   sec   1.19 MBytes   10.0 Mbits/sec
[  7]  90.00-91.00   sec   2.04 MBytes   17.1 Mbits/sec
```

```
[  7]  91.00-92.00   sec  1.97 MBytes  16.5 Mbits/sec
[  7]  92.00-93.00   sec  2.26 MBytes  19.0 Mbits/sec
[  7]  93.00-94.00   sec  2.25 MBytes  18.9 Mbits/sec
[  7]  94.00-95.01   sec  1.23 MBytes  10.2 Mbits/sec
[  7]  95.01-96.00   sec  2.03 MBytes  17.2 Mbits/sec
[  7]  96.00-97.00   sec   708 KBytes  5.80 Mbits/sec
[  7]  97.00-98.00   sec   264 KBytes  2.17 Mbits/sec
[  7]  98.00-99.00   sec  1.07 MBytes  8.96 Mbits/sec
[  7]  99.00-100.00  sec  6.93 MBytes  58.1 Mbits/sec
[  7] 100.00-101.00  sec  2.24 MBytes  18.8 Mbits/sec
[  7] 101.00-102.00  sec  2.24 MBytes  18.8 Mbits/sec
[  7] 102.00-103.00  sec  2.25 MBytes  18.8 Mbits/sec
[  7] 103.00-104.00  sec  1.88 MBytes  15.7 Mbits/sec
[  7] 104.00-105.32  sec   238 KBytes  1.48 Mbits/sec
[  7] 105.32-106.33  sec   100 KBytes   818 Kbits/sec
[  7] 106.33-107.32  sec   246 KBytes  2.02 Mbits/sec
[  7] 107.32-108.33  sec  29.7 KBytes   242 Kbits/sec
[  7] 108.33-109.32  sec  25.5 KBytes   210 Kbits/sec
[  7] 109.32-110.32  sec   290 KBytes  2.38 Mbits/sec
[  7] 110.32-111.32  sec  14.1 KBytes   116 Kbits/sec
[  7] 111.32-112.34  sec  52.3 KBytes   423 Kbits/sec
[  7] 112.34-113.32  sec   233 KBytes  1.94 Mbits/sec
[  7] 113.32-114.32  sec  12.7 KBytes   104 Kbits/sec
[  7] 114.32-115.32  sec  28.3 KBytes   232 Kbits/sec
[  7] 115.32-116.32  sec  14.1 KBytes   116 Kbits/sec
[  7] 116.32-117.32  sec   151 KBytes  1.24 Mbits/sec
[  7] 117.32-118.32  sec  19.8 KBytes   162 Kbits/sec
[  7] 118.32-119.31  sec  43.8 KBytes   360 Kbits/sec
[  7] 119.31-120.31  sec   228 KBytes  1.87 Mbits/sec
[  7] 120.31-120.33  sec  8.48 KBytes  4.39 Mbits/sec
- - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -
[ ID] Interval           Transfer     Bitrate
[  7]   0.00-120.33  sec   203 MBytes  14.2 Mbits/sec                  receiver
```

حال باید به کمک داده‌های فایل Json که در سمت فرستنده ایجاد شده نمودارها را ایجاد کنیم.
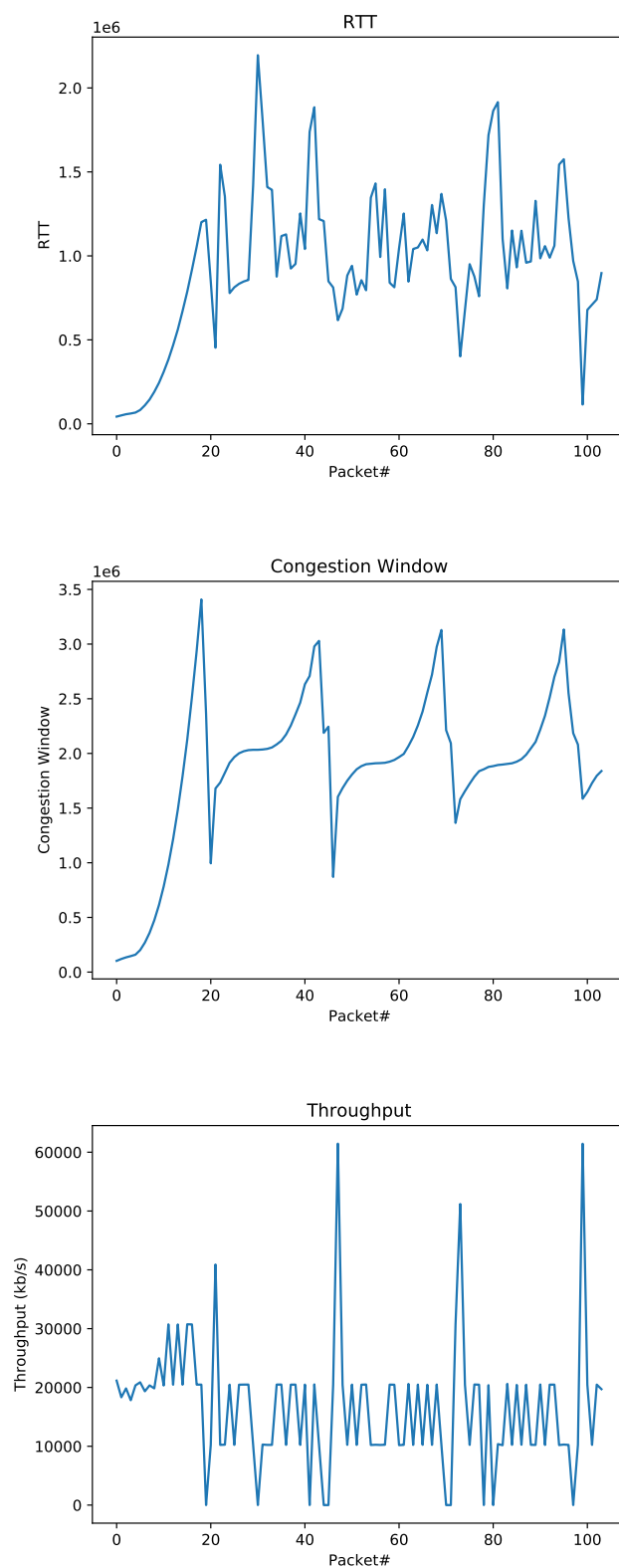
در مورد تحلیل این نمودارها، با بالارفتن پنجره Congestion شاهد افت‌های ناگهانی آن براساس الگوریتم‌های کنترل Congestion هستیم. در لحظاتی که با Congestion خیلی بالا رو به رو هستیم، مشاهده می‌کنیم که RTT هم بالا رفته است که به معنی کند شدن شبکه است و بلافاصله بعد از کاهش پنجره Congestion شاهد افت شدید RTT هم هستیم که نشان‌دهنده بالا رفتن سرعت شبکه است. از طرف دیگر گذردهی هم در همان لحظاتی که RTT به شدت زیاد شده، با کاهش چشمگیری رو به رو شده است و همچنین در لحظاتی که RTT کاهش چشمگیری داشته و پنجره Congestion کاهش شدید پیدا کرده است و دوباره تنظیم شده، شاهد افزایش شدید گذردهی در لحظه بعدی هستیم زیرا مواردی که در اثر ازدحام دچار مشکل شده بودند، با خلوت شدن شبکه به راحتی منتقل شده اند. در باقی موارد شاهد رفتار نوسانی نسبتا معقولی در شبکه هستیم و اتفاق شاخصی رخ نمی‌دهد.