

# گزارش آزمایش 2\_5

آرمین غلام پور - 97521414

محمد مصطفی رستم خانی - 97521306

سجاد رمضانی - 96471298

ب-1) تست اتصال بین کلاینت و سرورهای TCP و UDP

یک سرور UDP در h3 راه اندازی می کنیم که روی پورت 10000 گوش می کند.

سؤال 1: روی ماشین h1 یک کلاینت UDP اجرا کنید که داده ها را برای سرور h3 با نرخ 100kbps ارسال می کند. احتمال loss و goodput ای که در h3 مشاهده می شود، چقدر است؟

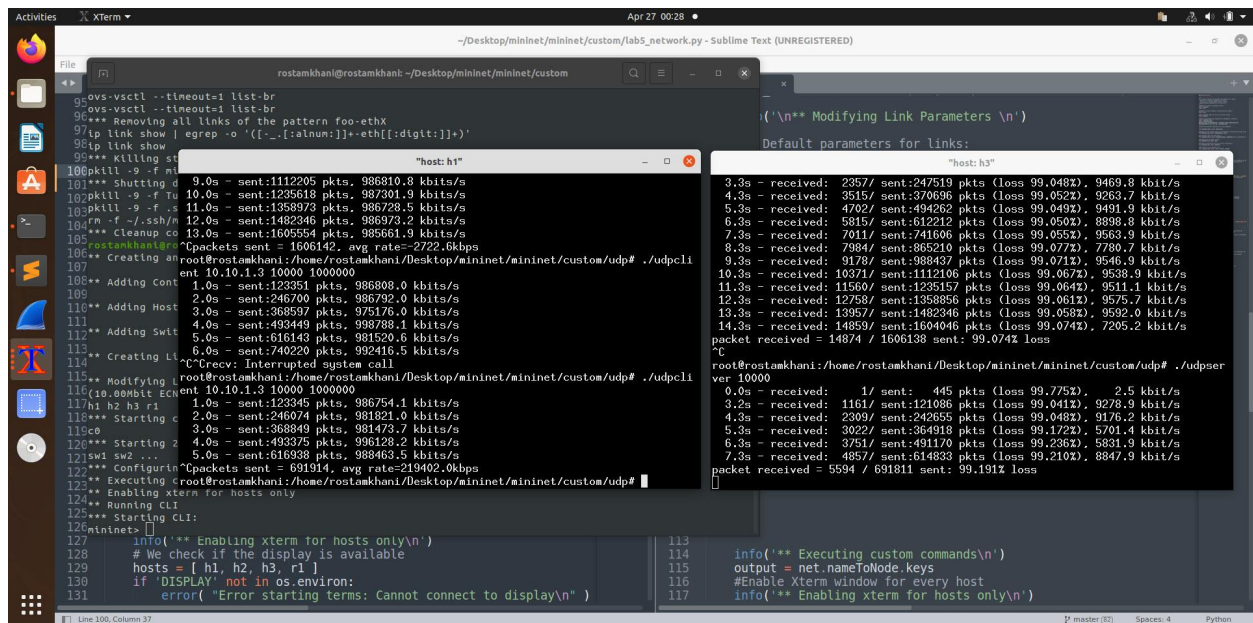
با توجه به داده های جمع آوری شده، احتمال loss برابر با 0 و goodput برابر است با 100kbps.

سؤال 2: آزمایش را با نرخ های 100Mbps، 10Mbps، 1Mbps و 1Gbps تکرار کنید. مقادیر goodput و احتمالهای loss چقدر است؟ به ازای چه نرخ، احتمال loss بالاتر از 1% است؟ آیا می توانید نتایج را با توجه به کد برنامه py.network\_lab5 توجیه نمایید؟

rate	loss (%)	goodput
100 kbps	0%	100.0
1 Mbps	0%	1013
10 Mbps	76.648%	4549
100 Mbps	93.855%	6269
1 Gbps	99.21%	8847







همانطور که مشاهده می شود به ازای  $\text{rate} \geq 10\text{Mbps}$  میزان loss بیشتر از 1% است. به دلیل وجود خط زیر که میزان ظرفیت لینک برابر با 10Mbps ست شده است.

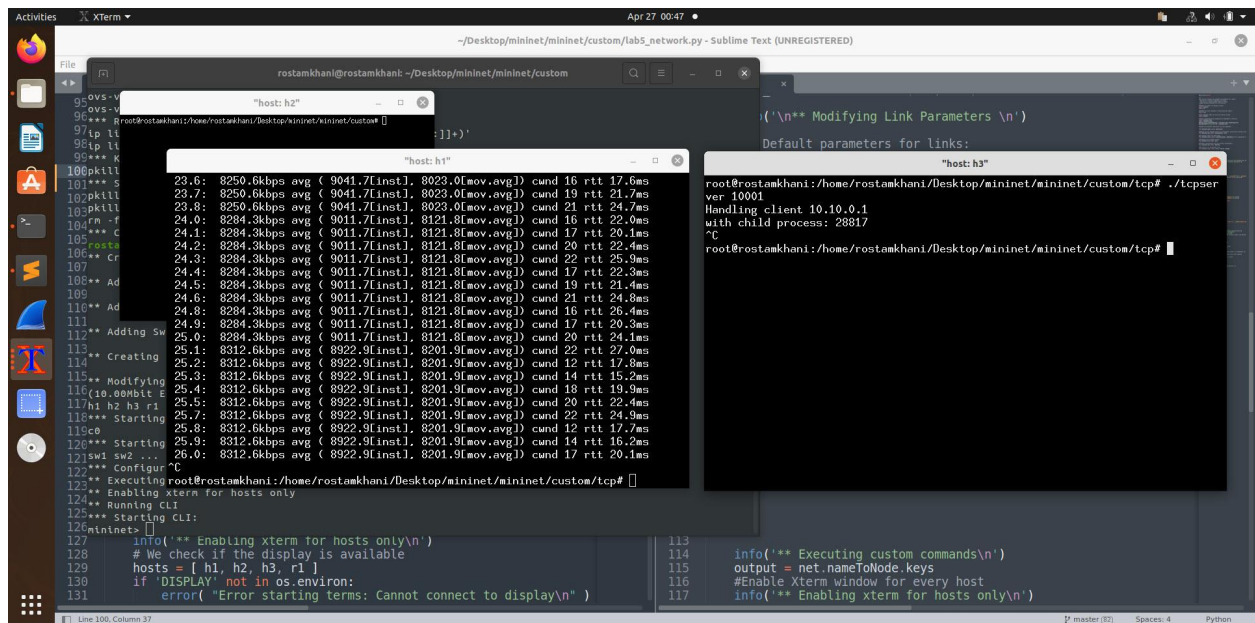
```
link_r1sw2.intf1.config( bw=10, enable_red=True , enable_ecn=True)
```

یک سرور TCP روی ماشین h3 راه اندازی می کنیم که روی پورت 10001 گوش می دهد.

سؤال 3: بیک کلاینت TCP روی ماشین h1 اجرا نمایید که برای سرور h3 داده ارسال می کند. Goodput ارتباط چقدر است؟

همانطور که مشاهده شد این مقدار برابر است با 8312kbps.





ب-2) محدودسازی پهنای باند روتر

پهنای باند اینترفیس eth1 از روتر را به 3 Mbps محدود می سازیم.

ب-1-2) تست UDP

**سؤال ۴:** به لحاظ تئوری، انتظار داریم اندازه (بر حسب بایت) فریم های Ethernet ی که برای ارسال داده - های کلاینت استفاده می شوند، به صورت زیر باشد:

هیدر (سرآیند) UDP به میزان ۸ بایت، هیدر IP به مقدار ۲۰ بایت، هیدر Ethernet به میزان ۱۴ بایت و اندازه داده های Application هم که ۱۰۰۰ بایت؛ پس، مجموعاً: ۱۰۴۲ بایت.

با استفاده از wireshark این موضوع را مشاهده کردیم.

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
26734	8.439234927	10.10.0.1	10.10.1.3	UDP	1042	49693 - 10000 Len=1000
26735	8.43983419	10.10.0.1	10.10.1.3	UDP	1042	49693 - 10000 Len=1000
26736	8.44073451	10.10.0.1	10.10.1.3	UDP	1042	49693 - 10000 Len=1000
26737	8.44138654	10.10.0.1	10.10.1.3	UDP	1042	49693 - 10000 Len=1000
26738	8.44242636	10.10.0.1	10.10.1.3	UDP	1042	49693 - 10000 Len=1000
26739	8.44429281	10.10.0.1	10.10.1.3	UDP	1042	49693 - 10000 Len=1000
26740	8.444244725	10.10.0.1	10.10.1.3	UDP	1042	49693 - 10000 Len=1000
26741	8.44507284	10.10.0.1	10.10.1.3	UDP	1042	49693 - 10000 Len=1000
26742	8.448476389	10.10.0.1	10.10.1.3	UDP	1042	49693 - 10000 Len=1000
26743	8.451292132	10.10.0.1	10.10.1.3	UDP	1042	49693 - 10000 Len=1000
26744	8.454298611	10.10.0.1	10.10.1.3	UDP	1042	49693 - 10000 Len=1000
26745	8.459075284	10.10.0.1	10.10.1.3	UDP	1042	49693 - 10000 Len=1000
26746	8.459812726	10.10.0.1	10.10.1.3	UDP	1042	49693 - 10000 Len=1000
26747	8.464477279	10.10.0.1	10.10.1.3	UDP	1042	49693 - 10000 Len=1000
26748	8.466079752	10.10.0.1	10.10.1.3	UDP	1042	49693 - 10000 Len=1000
26749	8.468844319	10.10.0.1	10.10.1.3	UDP	1042	49693 - 10000 Len=1000
26750	8.471229625	10.10.0.1	10.10.1.3	UDP	1042	49693 - 10000 Len=1000
26751	8.473565291	10.10.0.1	10.10.1.3	UDP	1042	49693 - 10000 Len=1000
26752	8.477201587	10.10.0.1	10.10.1.3	UDP	1042	49693 - 10000 Len=1000
26753	8.479846819	10.10.0.1	10.10.1.3	UDP	1042	49693 - 10000 Len=1000
26754	8.481954355	10.10.0.1	10.10.1.3	UDP	1042	49693 - 10000 Len=1000
26755	8.483774460	10.10.0.1	10.10.1.3	UDP	1042	49693 - 10000 Len=1000
26756	8.487876199	10.10.0.1	10.10.1.3	UDP	1042	49693 - 10000 Len=1000
26757	8.489929556	10.10.0.1	10.10.1.3	UDP	1042	49693 - 10000 Len=1000
26758	8.494491159	10.10.0.1	10.10.1.3	UDP	1042	49693 - 10000 Len=1000
26759	8.496348951	10.10.0.1	10.10.1.3	UDP	1042	49693 - 10000 Len=1000
26760	8.49844397	10.10.0.1	10.10.1.3	UDP	1042	49693 - 10000 Len=1000
26761	8.701338125	10.10.0.1	10.10.1.3	UDP	1042	49693 - 10000 Len=1000
26762	8.707195866	10.10.0.1	10.10.1.3	UDP	1042	49693 - 10000 Len=1000
26763	8.707201266	10.10.0.1	10.10.1.3	UDP	1042	49693 - 10000 Len=1000
26764	8.730529662	10.10.0.1	10.10.1.3	UDP	1042	49693 - 10000 Len=1000
26765	8.730519157	10.10.0.1	10.10.1.3	UDP	1042	49693 - 10000 Len=1000
26766	8.737961192	10.10.0.1	10.10.1.3	UDP	1042	49693 - 10000 Len=1000

Frame 1: 1042 bytes on wire (8336 bits), 1042 bytes captured (8336 bits) on interface eno1, id 0  
 Ethernet II, Src: 06:dd:35:a2:4a:99, Dst: 2a:1a:74:a1:34:39 (2a:1a:74:a1:34:39)  
 Internet Protocol Version 4, Src: 10.10.0.1, Dst: 10.10.1.3  
 User Datagram Protocol, Src Port: 49693, Dst Port: 10000  
 Data (1000 bytes)

0000 2a 1a 74 a1 34 39 06 dd 35 a2 4a 99 06 dd 35 a2 4a 99 \*t 49693 10000 E  
 0010 04 04 73 16 40 00 00 11 00 00 00 00 00 00 00 00 00  
 0020 01 03 c2 1d 27 19 83 f0 10 10 33 30 38 39 36 32 ..... 300962  
 0030 0a 00 01 02 01 01 01 01 01 01 01 01 01 01 01 01  
 0040 01 01 01 01 01 01 01 01 01 01 01 01 01 01 01 01  
 0050 01 01 01 01 01 01 01 01 01 01 01 01 01 01 01 01  
 0060 01 01 01 01 01 01 01 01 01 01 01 01 01 01 01 01  
 0070 01 01 01 01 01 01 01 01 01 01 01 01 01 01 01 01  
 0080 01 01 01 01 01 01 01 01 01 01 01 01 01 01 01 01  
 0090 01 01 01 01 01 01 01 01 01 01 01 01 01 01 01 01  
 00a0 01 01 01 01 01 01 01 01 01 01 01 01 01 01 01 01  
 00b0 01 01 01 01 01 01 01 01 01 01 01 01 01 01 01 01  
 00c0 01 01 01 01 01 01 01 01 01 01 01 01 01 01 01 01  
 00d0 01 01 01 01 01 01 01 01 01 01 01 01 01 01 01 01  
 00e0 01 01 01 01 01 01 01 01 01 01 01 01 01 01 01 01  
 00f0 01 01 01 01 01 01 01 01 01 01 01 01 01 01 01 01  
 0100 01 01 01 01 01 01 01 01 01 01 01 01 01 01 01 01

سؤال 5: پس از اعمال محدودیت 3 Mbps در پهنای باند، روتر در توپولوژی شکل 1 تبدیل به گلوگاه (bottleneck) شبکه می شود. به لحاظ تئوری، حداکثر مقدار قابل دستیابی برای گزردهی داده های کاربردی (همان goodput) چقدر خواهد بود؟ محاسبه کنید.

$$bw \times 1000 / 1042 = 3000 \times 1000 / 1042 = 2879.08$$

یک سِرور UDP روی ماشین h3 راه اندازی کنید که روی پورت 10000 گوش می کند.

سؤال 6: بیک کلاینت UDP روی ماشین h1 راه اندازی نمایید که داده ها را با نرخ 100 kbps ارسال می کند. مقدار احتمال loss و همچنین goodput مشاهده شده در h3 چقدر است؟

مقدار goodput برابر است با 100.0kbps و مقدار loss برابر است با 0%.

سؤال 7: عملیات مورد نظر در سؤال 6 را برای نرخ های 3Mbps و 10Mbps انجام دهید. مقادیر goodput و احتمالات loss چقدر میشود؟ مقادیر حاصل برای goodput در همه این موارد را با مقداری که انتظار دارید (و در سؤال 5 محاسبه کردید )، مقایسه نمایید.

rate	loss	goodput
100 kbps	0.000%	100.0kbps
3 Mbps	29.423%	2994.3kbps*(100-29)/100
10 Mbps	77.181%	9982.8kbps*(100-77)/100

ب-2-2) تست TCP:

سؤال 8 :انتظار داریم اندازه (برحسب بایت) فریم های اترنتی که برای ارسال داده ها توسط ارتباط TCP استفاده می شوند برابر با 1514 بایت باشد چراکه: با توجه به MTU ،داده های برنامه کاربردی 1448 بایت، هدر IP 20 بایت، هدر اترنت 14 بایت و هدر TCP برابر با 32 بایت است. این فرضیه را از طریق گوش دادن به بسته ها در سمت سرور بررسی کنید.

```

"host: h1"
root@mininet-vm:/home/mininet/Downloads/Lab8# ./tcp/tcpclient 10.10.1.3 10001
0.0: 0.0kbps avg ( 0.0[inst], 0.0[mov.avg]) cwnd 10 rtt 1.4ms
0.1: 0.0kbps avg ( 0.0[inst], 0.0[mov.avg]) cwnd 12 rtt 35.7ms
0.1: 0.0kbps avg ( 0.0[inst], 0.0[mov.avg]) cwnd 14 rtt 44.6ms
0.3: 0.0kbps avg ( 0.0[inst], 0.0[mov.avg]) cwnd 15 rtt 55.0ms
0.4: 0.0kbps avg ( 0.0[inst], 0.0[mov.avg]) cwnd 17 rtt 63.1ms
0.5: 0.0kbps avg ( 0.0[inst], 0.0[mov.avg]) cwnd 20 rtt 74.4ms
0.8: 0.0kbps avg ( 0.0[inst], 0.0[mov.avg]) cwnd 22 rtt 84.4ms
1.0: 2822.0kbps avg ( 2822.0[inst], 2822.0[mov.avg]) cwnd 12 rtt 81.6ms
1.3: 2822.0kbps avg ( 2822.0[inst], 2822.0[mov.avg]) cwnd 17 rtt 62.1ms
1.5: 2822.0kbps avg ( 2822.0[inst], 2822.0[mov.avg]) cwnd 20 rtt 73.4ms
1.9: 2822.0kbps avg ( 2822.0[inst], 2822.0[mov.avg]) cwnd 11 rtt 64.7ms
2.2: 2810.9kbps avg ( 2801.6[inst], 2801.6[mov.avg]) cwnd 17 rtt 60.9ms
2.6: 2810.9kbps avg ( 2801.6[inst], 2801.6[mov.avg]) cwnd 21 rtt 80.6ms
2.9: 2810.9kbps avg ( 2801.6[inst], 2801.6[mov.avg]) cwnd 13 rtt 58.8ms

```

Capturing from h3-eth0

Source	Destination	Protocol	Info
10.10.0.1	10.10.1.3	TCP	45554 → 10001 [PSH, ACK] Seq=1272345 Ack=1 Win=42496 Len=1448
10.10.0.1	10.10.1.3	TCP	45554 → 10001 [ACK] Seq=1273793 Ack=1 Win=42496 Len=1448 TSval=
10.10.1.3	10.10.0.1	TCP	10001 → 45554 [ACK] Seq=1275241 Ack=1 Win=319488 Len=0 TSval=
10.10.0.1	10.10.1.3	TCP	45554 → 10001 [PSH, ACK] Seq=1275241 Ack=1 Win=42496 Len=1448
10.10.0.1	10.10.1.3	TCP	45554 → 10001 [ACK] Seq=1276689 Ack=1 Win=42496 Len=1448 TSval=
10.10.0.1	10.10.1.3	TCP	45554 → 10001 [PSH, ACK] Seq=1278137 Ack=1 Win=42496 Len=1448
10.10.1.3	10.10.0.1	TCP	10001 → 45554 [ACK] Seq=1279585 Ack=1 Win=317440 Len=0 TSval=
10.10.0.1	10.10.1.3	TCP	45554 → 10001 [ACK] Seq=1279585 Ack=1 Win=42496 Len=1448 TSval=
10.10.0.1	10.10.1.3	TCP	45554 → 10001 [PSH, ACK] Seq=1281033 Ack=1 Win=42496 Len=1448
10.10.1.3	10.10.0.1	TCP	10001 → 45554 [ACK] Seq=1282481 Ack=1 Win=317440 Len=0 TSval=
10.10.0.1	10.10.1.3	TCP	45554 → 10001 [ACK] Seq=1282481 Ack=1 Win=42496 Len=1448 TSval=
10.10.0.1	10.10.1.3	TCP	45554 → 10001 [PSH, ACK] Seq=1283929 Ack=1 Win=42496 Len=1448
10.10.1.3	10.10.0.1	TCP	10001 → 45554 [ACK] Seq=1285377 Ack=1 Win=317440 Len=0 TSval=
10.10.0.1	10.10.1.3	TCP	45554 → 10001 [PSH, ACK] Seq=1286825 Ack=1 Win=42496 Len=1448

سؤال 9 :به لحاظ تئوری، حداکثر مقدار مورد انتظار برای goodput داده های کاربردی چقدر است؟ نحوه محاسبه خود را تشریح کنید.

$$bw \times 1448 / 1514 = 3000 \times 1448 / 1514 = 2869.22$$

سؤال 10 :یک کلاينت TCP روی ماشین h1 راه اندازی کنید که داده هایی را برای سرور واقع در h3 می فرستد. Goodput ارتباط چقدر است؟ آن را با مقدار تئوری مورد سؤال 9 مقایسه نمایید.

"host: h1"

```
root@mininet-vm:/home/mininet/Downloads/Lab8# ./tcp/tcpclient 10.10.1.3 1000
0.0: 0.0kbps avg ( 0.0[inst], 0.0[mov.avg]) cwnd 10 rtt 1.4ms
0.1: 0.0kbps avg ( 0.0[inst], 0.0[mov.avg]) cwnd 12 rtt 35.7ms
0.1: 0.0kbps avg ( 0.0[inst], 0.0[mov.avg]) cwnd 14 rtt 44.6ms
0.3: 0.0kbps avg ( 0.0[inst], 0.0[mov.avg]) cwnd 15 rtt 55.0ms
0.4: 0.0kbps avg ( 0.0[inst], 0.0[mov.avg]) cwnd 17 rtt 63.1ms
0.5: 0.0kbps avg ( 0.0[inst], 0.0[mov.avg]) cwnd 20 rtt 74.4ms
0.8: 0.0kbps avg ( 0.0[inst], 0.0[mov.avg]) cwnd 22 rtt 84.4ms
1.0: 2822.0kbps avg ( 2822.0[inst], 2822.0[mov.avg]) cwnd 12 rtt 81.6ms
1.3: 2822.0kbps avg ( 2822.0[inst], 2822.0[mov.avg]) cwnd 17 rtt 62.1ms
1.5: 2822.0kbps avg ( 2822.0[inst], 2822.0[mov.avg]) cwnd 20 rtt 73.4ms
1.9: 2822.0kbps avg ( 2822.0[inst], 2822.0[mov.avg]) cwnd 11 rtt 64.7ms
2.2: 2810.9kbps avg ( 2801.6[inst], 2801.6[mov.avg]) cwnd 17 rtt 60.9ms
2.6: 2810.9kbps avg ( 2801.6[inst], 2801.6[mov.avg]) cwnd 21 rtt 80.6ms
2.9: 2810.9kbps avg ( 2801.6[inst], 2801.6[mov.avg]) cwnd 13 rtt 58.8ms
^C
root@mininet-vm:/home/mininet/Downloads/Lab8#
```