

Лабораторная работа № 2

Моделирование сетей передачи данных

Доберштейн Алина Сергеевна

Содержание

1 Цель работы	4
2 Задание	5
3 Теоретическое введение	6
4 Выполнение лабораторной работы	7
4.1 Установка необходимого программного обеспечения	7
4.2 Интерактивные эксперименты	8
5 Выводы	19
Список литературы	20

Список иллюстраций

4.1	Подключение к mininet	7
4.2	Обновление репозиториев	8
4.3	Установка iperf3	8
4.4	Запуск простейшей топологии	8
4.5	Параметры топологии	8
4.6	Параметры топологии	9
4.7	Терминал хоста h1	9
4.8	Терминал хоста h2	9
4.9	Интерактивный эксперимент в интерфейсе iperf3	10
4.10	Остановка серверного процесса	11
4.11	Интерактивный эксперимент с изменением времени	12
4.12	Интерактивный эксперимент с изменением интервала отсчета	13
4.13	Интерактивный эксперимент с изменением объема данных	14
4.14	Интерактивный эксперимент с изменением протокола	15
4.15	Интерактивный эксперимент с изменением порта	16
4.16	Интерактивный эксперимент с изменением параметра	17
4.17	Экспорт результатов теста	17
4.18	Корректировка прав доступа	18
4.19	Результаты	18

1 Цель работы

Основной целью работы является знакомство с инструментом для измерения пропускной способности сети в режиме реального времени —iPerf3, а также получение навыков проведения интерактивного эксперимента по измерению пропускной способности моделируемой сети в среде Mininet.

2 Задание

1. Установить на виртуальную машину mininet iPerf3 и дополнительное программное обеспечение для визуализации и обработки данных.
2. Провести ряд интерактивных экспериментов по измерению пропускной способности с помощью iPerf3 с построением графиков.

3 Теоретическое введение

В контексте сеанса связи между двумя конечными устройствами на сетевом пути под пропускной способностью (throughput) понимается скорость в битах в секунду, с которой процессор отправитель может доставлять данные процессу получателю. В тоже время под полосой пропускания (Bandwidth) понимается физическое свойство среды передачи данных, зависящее, например, от конструкции и длины провода или волокна. Иногда термины «пропускная способность» (throughput) и «полоса пропускания» (bandwidth) используются взаимозаменяюще. iPerf3 представляет собой кроссплатформенное клиент-серверное приложение с открытым исходным кодом, которое можно использовать для измерения пропускной способности между двумя конечными устройствами.

4 Выполнение лабораторной работы

4.1 Установка необходимого программного обеспечения

Запустила виртуальную машину mininet, из основной ОС подключилась к mininet по ssh. Затем посмотрела IP-адреса машины. (рис. 4.1).

```
asdobershteyjn@fedora:~$ ssh -Y mininet@192.168.48.5
Welcome to Ubuntu 20.04.1 LTS (GNU/Linux 5.4.0-42-generic x86_64)

 * Documentation:  https://help.ubuntu.com
 * Management:    https://landscape.canonical.com
 * Support:       https://ubuntu.com/advantage

Failed to connect to https://changelogs.ubuntu.com/meta-release-lts. Check your I

Last login: Tue Sep  9 07:57:33 2025 from 192.168.48.1
mininet@mininet-vn:~$ ifconfig
eth0: flags=4163<UP,BROADCAST,RUNNING,MULTICAST>  mtu 1500
      inet 192.168.48.5  netmask 255.255.255.0  broadcast 192.168.48.255
        ether 08:00:27:eb:bd:44  txqueuelen 1000  (Ethernet)
          RX packets 14892  bytes 2811235 (2.8 MB)
          RX errors 0  dropped 0  overruns 0  frame 0
          TX packets 13846  bytes 3001249 (3.0 MB)
          TX errors 0  dropped 0  overruns 0  carrier 0  collisions 0

eth1: flags=4163<UP,BROADCAST,RUNNING,MULTICAST>  mtu 1500
      inet 10.0.2.15  netmask 255.255.255.0  broadcast 10.0.2.255
        ether 08:00:27:1a:a8:cb  txqueuelen 1000  (Ethernet)
          RX packets 2746  bytes 2183995 (2.1 MB)
          RX errors 0  dropped 0  overruns 0  frame 0
          TX packets 1989  bytes 158779 (158.7 KB)
          TX errors 0  dropped 0  overruns 0  carrier 0  collisions 0

lo: flags=73<UP,LOOPBACK,RUNNING>  mtu 65536
      inet 127.0.0.1  netmask 255.0.0.0
        loop  txqueuelen 1000  (Local Loopback)
          RX packets 34736  bytes 4807938 (4.8 MB)
          RX errors 0  dropped 0  overruns 0  frame 0
          TX packets 34736  bytes 4807938 (4.8 MB)
          TX errors 0  dropped 0  overruns 0  carrier 0  collisions 0
```

Рис. 4.1: Подключение к mininet

Обновила репозитории программного обеспечения на виртуальной машине (рис. 4.2).

```

mininet@mininet-vm:~$ sudo apt-get update
Get:1 http://security.ubuntu.com/ubuntu focal-security InRelease [128 kB]
Get:2 http://security.ubuntu.com/ubuntu focal-security/main i386 Packages [881 kB]
Hit:3 http://us.archive.ubuntu.com/ubuntu focal InRelease
Get:4 http://us.archive.ubuntu.com/ubuntu focal-updates InRelease [128 kB]
Get:5 http://security.ubuntu.com/ubuntu focal-security/main amd64 Packages [3,564 kB]
Get:6 http://us.archive.ubuntu.com/ubuntu focal-backports InRelease [128 kB]
Get:7 http://security.ubuntu.com/ubuntu focal-security/main Translation-en [518 kB]
Get:8 http://security.ubuntu.com/ubuntu focal-security/main amd64 c-n-f Metadata [14.4 kB]
Get:9 http://security.ubuntu.com/ubuntu focal-security/restricted i386 Packages [42.5 kB]
Get:10 http://security.ubuntu.com/ubuntu focal-security/restricted amd64 Packages [3,768 kB]
Get:11 http://us.archive.ubuntu.com/ubuntu focal-updates/main amd64 Packages [3,955 kB]
Get:12 http://security.ubuntu.com/ubuntu focal-security/restricted Translation-en [527 kB]

```

Рис. 4.2: Обновление репозиториев

Установила iperf3 (рис. 4.3).

```

mininet@mininet-vm:/tmp$ git clone https://github.com/ekfouri/iperf3_plotter.git
Cloning into 'iperf3_plotter'...
remote: Enumerating objects: 74, done.
remote: Total 74 (delta 0), reused 0 (delta 0), pack-reused 74 (from 1)
Unpacking objects: 100% (74/74), 100.09 KiB | 632.00 KiB/s, done.
mininet@mininet-vm:/tmp$ cd /iperf3_plotter
-bash: cd: /iperf3_plotter: No such file or directory
mininet@mininet-vm:/tmp$ cd /tmp/iperf3_plotter
mininet@mininet-vm:/tmp/iperf3_plotter$ sudo cp plot_* /usr/bin
mininet@mininet-vm:/tmp/iperf3_plotter$ sudo cp *.sh /usr/bin

```

Рис. 4.3: Установка iperf3

4.2 Интерактивные эксперименты

Запустила простейшую топологию с двумя хостами и коммутатором (рис. 4.4).

```

root@mininet-vm:~# xauth list $DISPLAY
mininet-vm:10 MIT-MAGIC-COOKIE-1 1fdfcc9f067189a8b51d46db6194252e
root@mininet-vm:~# logout
mininet@mininet-vm:/tmp/iperf3_plotter$ sudo mn --topo=single,2 -x
*** Creating network

```

Рис. 4.4: Запуск простейшей топологии

Посмотрела параметры запущенной в интерактивном режиме топологии (рис. 4.5-4.6).

```

mininet> net
h1 h1-eth0:s1-eth1
h2 h2-eth0:s1-eth2
s1 lo: s1-eth1:h1-eth0 s1-eth2:h2-eth0
c0

```

Рис. 4.5: Параметры топологии

```

mininet> link
invalid number of args: link end1 end2 [up down]
mininet> links
h1-eth0<->s1-eth1 (OK OK)
h2-eth0<->s1-eth2 (OK OK)

```

Рис. 4.6: Параметры топологии

В терминале h2 запустила сервер iperf3, после запуска в терминале хоста h1 запустила клиент iperf3. (рис. 4.7-4.8).

```

root@mininet-vm:~# iperf3 -c 10.0.0.2
Connecting to host 10.0.0.2, port 5201
[ 7] local 10.0.0.1 port 32978 connected to 10.0.0.2 port 5201
[ ID] Interval Transfer Bitrate Retr
[ 7] 0.00-1.00 sec 3.36 GBytes 28.8 Gbits/sec 0 8.10 MBytes
[ 7] 1.00-2.00 sec 3.33 GBytes 28.6 Gbits/sec 0 8.10 MBytes
[ 7] 2.00-3.00 sec 3.23 GBytes 27.7 Gbits/sec 0 8.10 MBytes
[ 7] 3.00-4.00 sec 3.27 GBytes 28.1 Gbits/sec 0 8.10 MBytes
[ 7] 4.00-5.00 sec 3.17 GBytes 27.2 Gbits/sec 0 8.10 MBytes
[ 7] 5.00-6.00 sec 3.19 GBytes 27.3 Gbits/sec 0 8.10 MBytes
[ 7] 6.00-7.00 sec 3.10 GBytes 26.7 Gbits/sec 0 8.10 MBytes
[ 7] 7.00-8.00 sec 3.23 GBytes 27.8 Gbits/sec 0 8.10 MBytes
[ 7] 8.00-9.00 sec 3.05 GBytes 26.2 Gbits/sec 0 8.10 MBytes
[ 7] 9.00-10.00 sec 3.22 GBytes 27.6 Gbits/sec 0 8.10 MBytes
[ ID] Interval Transfer Bitrate Retr
[ 7] 0.00-10.00 sec 32.1 GBytes 27.6 Gbits/sec 0 sender
[ 7] 0.00-10.01 sec 32.1 GBytes 27.6 Gbits/sec receiver
iperf Done.
root@mininet-vm:~#

```

Рис. 4.7: Терминал хоста h1

```

Server listening on 5201
-----
Accepted connection from 10.0.0.1, port 32976
[ 7] local 10.0.0.2 port 5201 connected to 10.0.0.1
[ ID] Interval Transfer Bitrate
[ 7] 0.00-1.00 sec 3.36 GBytes 28.8 Gbits/sec
[ 7] 1.00-2.00 sec 3.32 GBytes 28.5 Gbits/sec
[ 7] 2.00-3.00 sec 3.23 GBytes 27.7 Gbits/sec
[ 7] 3.00-4.00 sec 3.27 GBytes 28.1 Gbits/sec
[ 7] 4.00-5.00 sec 3.16 GBytes 27.1 Gbits/sec
[ 7] 5.00-6.00 sec 3.19 GBytes 27.3 Gbits/sec
[ 7] 6.00-7.00 sec 3.11 GBytes 26.8 Gbits/sec
[ 7] 7.00-8.00 sec 3.23 GBytes 27.7 Gbits/sec
[ 7] 8.00-9.00 sec 3.06 GBytes 26.2 Gbits/sec
[ 7] 9.00-10.00 sec 3.21 GBytes 27.6 Gbits/sec
[ 7] 10.00-10.01 sec 12.0 MBytes 19.5 Gbits/sec

```

Рис. 4.8: Терминал хоста h2

В результате выполнения теста получили сводный отчёт, отобразившийся как на клиенте, так и на сервере iPerf3, содержащий следующие данные:

- ID: идентификационный номер соединения.
- интервал (Interval): временной интервал для периодических отчетов о пропускной способности (по умолчанию временной интервал равен 1 секунде);
- передача (Transfer): сколько данных было передано за каждый интервал времени;
- пропускная способность (Bitrate): измеренная пропускная способность в каждом временном интервале;
- Retr: количество повторно переданных TCP-сегментов за каждый временной интервал (это поле увеличивается, когда TCP-сегменты теряются в сети из-за перегрузки или повреждения);
- Cwnd: указывает размер окна перегрузки в каждом временном интервале (TCP использует эту переменную для ограничения объёма данных, которые TCP-клиент может отправить до получения подтверждения отправленных данных).

Суммарные данные на сервере аналогичны данным на стороне клиента iPerf3 и должны интерпретироваться таким же образом.

Провела аналогичный эксперимент в интерфейсе iperf3: запустила сервер на h2 и клиент на h1. После завершения остановила серверный процесс. (рис. 4.9-4.10).

```
*** Starting CLI:
mininet> h2 iperf3 -s &
mininet> h1 iperf3 -c h2
Connecting to host 10.0.0.2, port 5201
[ 5] local 10.0.0.1 port 32982 connected to 10.0.0.2 port 5201
[ ID] Interval      Transfer     Bitrate      Retr  Cwnd
[ 5]  0.00-1.00   sec  3.04 GBytes  26.1 Gbits/sec  14  3.76 MBytes
[ 5]  1.00-2.00   sec  3.35 GBytes  28.8 Gbits/sec  0  3.77 MBytes
[ 5]  2.00-3.00   sec  3.48 GBytes  29.9 Gbits/sec  0  3.77 MBytes
[ 5]  3.00-4.00   sec  3.38 GBytes  29.0 Gbits/sec  0  3.78 MBytes
[ 5]  4.00-5.00   sec  3.10 GBytes  26.7 Gbits/sec  0  3.78 MBytes
[ 5]  5.00-6.00   sec  3.22 GBytes  27.6 Gbits/sec  0  3.79 MBytes
[ 5]  6.00-7.00   sec  3.37 GBytes  28.9 Gbits/sec  0  3.79 MBytes
[ 5]  7.00-8.00   sec  3.31 GBytes  28.5 Gbits/sec  0  3.79 MBytes
[ 5]  8.00-9.00   sec  3.17 GBytes  27.2 Gbits/sec  0  3.80 MBytes
[ 5]  9.00-10.00  sec  3.35 GBytes  28.8 Gbits/sec  0  3.80 MBytes
-
[ ID] Interval      Transfer     Bitrate      Retr
[ 5]  0.00-10.00  sec  32.8 GBytes  28.2 Gbits/sec  14          sender
[ 5]  0.00-10.00  sec  32.8 GBytes  28.1 Gbits/sec          receiver

iperf Done.
mininet> h2 killall iperf3
```

Рис. 4.9: Интерактивный эксперимент в интерфейсе iperf3

```
mininet> h2 killall iperf3
warning: this system does not seem to support IPv6 - trying IPv4
-----
Server listening on 5201
-----
Accepted connection from 10.0.0.1, port 32980
[ 5] local 10.0.0.2 port 5201 connected to 10.0.0.1 port 32982
[ ID] Interval Transfer Bitrate
[ 5] 0.00-1.00 sec 3.03 GBytes 26.1 Gbits/sec
[ 5] 1.00-2.00 sec 3.35 GBytes 28.8 Gbits/sec
[ 5] 2.00-3.00 sec 3.48 GBytes 29.9 Gbits/sec
[ 5] 3.00-4.00 sec 3.38 GBytes 29.0 Gbits/sec
[ 5] 4.00-5.00 sec 3.11 GBytes 26.7 Gbits/sec
[ 5] 5.00-6.00 sec 3.21 GBytes 27.6 Gbits/sec
[ 5] 6.00-7.00 sec 3.37 GBytes 28.9 Gbits/sec
[ 5] 7.00-8.00 sec 3.31 GBytes 28.5 Gbits/sec
[ 5] 8.00-9.00 sec 3.17 GBytes 27.2 Gbits/sec
[ 5] 9.00-10.00 sec 3.36 GBytes 28.8 Gbits/sec
[ 5] 10.00-10.00 sec 11.7 MBytes 55.0 Gbits/sec
-----
[ ID] Interval Transfer Bitrate
[ 5] 0.00-10.00 sec 32.8 GBytes 28.1 Gbits/sec
----- receiver
-----
Server listening on 5201
-----
iperf3: interrupt - the server has terminated
mininet>
```

Рис. 4.10: Остановка серверного процесса

В первом случае был больше объем передаваемых данных (Cwnd), во втором случае на один временной интервал меньше.

Далее провела интерактивный эксперимент с измененным временем передачи (по умолчанию - 10 секунд, параметр -t)(рис. 4.11).

Рис. 4.11: Интерактивный эксперимент с изменением времени

Далее провела интерактивный эксперимент с 2-секундным интервалом времени отсчёта как на клиенте, так и на сервере.(рис. 4.12).

```

root@mininet-vm:~# iperf3 -c 10.0.0.2 -i 2
Connecting to host 10.0.0.2, port 5201
[ 7] local 10.0.0.1 port 33006 connected to 10.0.0.2 port 5201
[ ID] Interval      Transfer     Bitrate      Retr  Cwnd
[ 7]  0.00-2.00    sec  5.92 GBytes  25.4 Gbits/sec  25  3.64 MBytes
[ 7]  2.00-4.00    sec  6.76 GBytes  29.1 Gbits/sec   0  3.65 MBytes
[ 7]  4.00-6.00    sec  6.83 GBytes  29.4 Gbits/sec   0  3.66 MBytes
[ 7]  6.00-8.00    sec  7.12 GBytes  30.6 Gbits/sec   0  3.67 MBytes
[ 7]  8.00-10.00   sec  7.43 GBytes  32.0 Gbits/sec   0  3.68 MBytes
[ 7]  8.00-10.00   sec  34.1 GBytes  29.3 Gbits/sec  25
[ 7]  8.00-10.00   sec  34.1 GBytes  29.3 Gbits/sec          sender
                                         receiver
iperf Done.

root@mininet-vm:~# █
ipted connection from 10.0.0.1, port 32980
[ 7] local 10.0.0.2 port 5201 connected to 10.0.0.1 port 32982
[ ID] Interval      Transfer     Bitrate
[ 7]  0.00-1.00    sec  3.03 GBytes  26.1 Gbits/sec
[ 7]  1.00-2.00    sec  3.35 GBytes  28.8 Gbits/sec
[ 7]  2.00-3.00    sec  3.48 GBytes  29.9 Gbits/sec
[ 7]  3.00-4.00    sec  3.38 GBytes  29.0 Gbits/sec
[ 7]  4.00-5.00    sec  3.11 GBytes  26.7 Gbits/sec
[ 7]  5.00-6.00    sec  3.21 GBytes  27.6 Gbits/sec
[ 7]  6.00-7.00    sec  3.37 GBytes  28.9 Gbits/sec
[ 7]  7.00-8.00    sec  3.31 GBytes  28.5 Gbits/sec
[ 7]  8.00-9.00    sec  3.17 GBytes  27.2 Gbits/sec
[ 7]  9.00-10.00   sec  3.26 GBytes  28.8 Gbits/sec
[ 7]  10.00-10.00  sec  3.26 GBytes  28.8 Gbits/sec
                                         "host: h2"
[ 7]  10.00-10.00  sec  3.26 GBytes  28.8 Gbits/sec
-----[ 7] Interval      Transfer     Bitrate
-----[ 7]  0.00-10.00   sec  3.26 GBytes  28.8 Gbits/sec
-----^Ciperf3: interrupt - the server has terminated
ver listroot@mininet-vm:~# iperf3 -s -i 2
warning: this system does not seem to support IPv6 - trying IPv4
iperf3: int
inet> Server listening on 5201
Stoppin
-----Accepted connection from 10.0.0.1, port 33004
Stoppin[ 7] local 10.0.0.2 port 5201 connected to 10.0.0.1 port 33006
Stoppin[ ID] Interval      Transfer     Bitrate
[ 7]  0.00-2.00    sec  5.91 GBytes  25.4 Gbits/sec
Stoppin[ 7]  2.00-4.00    sec  6.77 GBytes  29.1 Gbits/sec
[ 7]  4.00-6.00    sec  6.83 GBytes  29.3 Gbits/sec
Stoppin[ 7]  6.00-8.00    sec  7.12 GBytes  30.6 Gbits/sec
h2[ 7]  8.00-10.00   sec  7.43 GBytes  31.9 Gbits/sec
Done[ 7]  10.00-10.00  sec  1.06 MBytes  5.29 Gbits/sec
pleted i
@minine
Creating[ ID] Interval      Transfer     Bitrate
Adding[ 7]  0.00-10.00   sec  34.1 GBytes  29.3 Gbits/sec
Adding
h2[ 7] Server listening on 5201
Adding
-----
```

Рис. 4.12: Интерактивный эксперимент с изменением интервала отсчета

Далее провела интерактивный эксперимент с изменением объема отправляемых данных(Transfer, 16 Гбайт).(рис. 4.13).

Рис. 4.13: Интерактивный эксперимент с изменением объема данных

Далее провела интерактивный эксперимент с изменением протокола передачи данных с TCP на UDP.(рис. 4.14).

```

"host: h1"
root@mininet-vm:~# iperf3 -c 10.0.0.2 -u
Connecting to host 10.0.0.2, port 5201
[ 7] local 10.0.0.1 port 47434 connected to 10.0.0.2 port 5201
[ ID] Interval      Transfer     Bitrate   Total Datagrams
[ 7]  0.00-1.00  sec  129 KBytes  1.05 Mbits/sec  91
[ 7]  1.00-2.00  sec  127 KBytes  1.04 Mbits/sec  90
[ 7]  2.00-3.00  sec  129 KBytes  1.05 Mbits/sec  91
[ 7]  3.00-4.00  sec  127 KBytes  1.04 Mbits/sec  90
[ 7]  4.00-5.00  sec  129 KBytes  1.05 Mbits/sec  91
[ 7]  5.00-6.00  sec  129 KBytes  1.05 Mbits/sec  91
[ 7]  6.00-7.00  sec  127 KBytes  1.04 Mbits/sec  90
[ 7]  7.00-8.00  sec  129 KBytes  1.05 Mbits/sec  91
[ 7]  8.00-9.00  sec  127 KBytes  1.04 Mbits/sec  90
[ 7]  9.00-10.00 sec  129 KBytes  1.05 Mbits/sec  91
-----
[ ID] Interval      Transfer     Bitrate   Jitter    Lost/Total Da
rams
[ 7]  0.00-10.00 sec  1.25 MBytes  1.05 Mbits/sec  0.000 ms  0/906 (0%) s
er
[ 7]  0.00-10.00 sec  1.25 MBytes  1.05 Mbits/sec  0.039 ms  0/906 (0%) r
iver

iperf Done.
root@mininet-vm:~# █
epted connection from 10.0.0.1, port 32980
[ 5] local 10.0.0.2 port 5201 connected to 10.0.0.1 port 32982
[ D] Interval      Transfer     Bitrate
[ 5]  0.00-1.00  sec  3.03 GBytes  26.1 Gbits/sec
[ 5]  1.00-2.00  sec  3.35 GBytes  28.8 Gbits/sec
[ 5]  2.00-3.00  sec  3.48 GBytes  29.9 Gbits/sec
[ 5]  3.00-4.00  sec  3.38 GBytes  29.0 Gbits/sec
[ 5]  4.00-5.00  sec  3.11 GBytes  26.7 Gbits/sec
[ 5]  5.00-6.00  sec  3.21 GBytes  27.6 Gbits/sec
[ 5]  6.00-7.00  sec  3.37 GBytes  28.9 Gbits/sec
[ 5]  7.00-8.00  sec  3.31 GBytes  28.5 Gbits/sec
[ 5]  8.00-9.00  sec  3.17 GBytes  27.2 Gbits/sec
[ 5]  9.00-10.00 sec  3.25 GBytes  28.5 Gbits/sec
[ 5]  10.00-10.00 sec  3.25 GBytes  28.5 Gbits/sec
----- "host: h2"
Accepted connection from 10.0.0.1, port 33012
[ D] Interval      Transfer     Bitrate
[ 5]  0.00-1.00  sec  129 KBytes  1.05 Mbits/sec  0.043 ms  0/91 (0%
rf3: int
[ 7]  1.00-2.00  sec  127 KBytes  1.04 Mbits/sec  0.032 ms  0/90 (0%
inet> [ 7]  2.00-3.00  sec  129 KBytes  1.05 Mbits/sec  0.017 ms  0/91 (0%
Stoppin[ 7]  3.00-4.00  sec  127 KBytes  1.04 Mbits/sec  0.036 ms  0/90 (0%
[ 7]  4.00-5.00  sec  129 KBytes  1.05 Mbits/sec  0.091 ms  0/91 (0%
Stoppin[ 7]  5.00-6.00  sec  127 KBytes  1.04 Mbits/sec  0.016 ms  0/90 (0%
Stoppin[ 7]  6.00-7.00  sec  129 KBytes  1.05 Mbits/sec  0.015 ms  0/91 (0%
[ 7]  7.00-8.00  sec  127 KBytes  1.04 Mbits/sec  0.022 ms  0/90 (0%
Stoppin[ 7]  8.00-9.00  sec  129 KBytes  1.05 Mbits/sec  0.014 ms  0/91 (0%
[ 7]  9.00-10.00  sec  127 KBytes  1.04 Mbits/sec  0.040 ms  0/90 (0%
Stoppin[ 7]  10.00-10.00 sec  1.41 KBytes  3.50 Mbits/sec  0.039 ms  0/1 (0%
h2
Done
[ D] Interval      Transfer     Bitrate   Jitter    Lost/To
pleted i
rums
[ 5]  0.00-10.00 sec  1.25 MBytes  1.05 Mbits/sec  0.039 ms  0/906 (
Creating
[ 5]  0.00-10.00 sec  1.25 MBytes  1.05 Mbits/sec  0.039 ms  0/906 (
Adding
[ 5]  0.00-10.00 sec  1.25 MBytes  1.05 Mbits/sec  0.039 ms  0/906 (
Adding
[ 5]  0.00-10.00 sec  1.25 MBytes  1.05 Mbits/sec  0.039 ms  0/906 (
Adding
[ 5]  0.00-10.00 sec  1.25 MBytes  1.05 Mbits/sec  0.039 ms  0/906 (
----- "host: h2"
Server listening on 5201
Adding
----- "host: h2"

```

Рис. 4.14: Интерактивный эксперимент с изменением протокола

После завершения теста отобразились следующие сводные данные: – ID, интервал, передача, битрейт: то же, что и у TCP. – Jitter: разница в задержке пакетов. – Lost/Total: указывает количество потерянных дейтаграмм по сравнению с общим количеством отправленных на сервер (и процентное соотношение).

Далее провела интерактивный эксперимент с изменением порта для отправки и получения

пакетов или датаграмм.(рис. 4.15).

```
root@mininet-vm:~# iperf3 -c 10.0.0.2 -p 3250
Connecting to host 10.0.0.2, port 3250
[ 7] local 10.0.0.1 port 35980 connected to 10.0.0.2 port 3250
[ ID] Interval      Transfer     Bitrate   Retr Cw Закрыть
[ 7]  0.00-1.00    sec  3.25 GBytes  27.9 Gbits/sec  0  8.37 MBytes
[ 7]  1.00-2.00    sec  3.23 GBytes  27.7 Gbits/sec  0  8.37 MBytes
[ 7]  2.00-3.00    sec  3.31 GBytes  28.5 Gbits/sec  1  8.37 MBytes
[ 7]  3.00-4.00    sec  3.23 GBytes  27.7 Gbits/sec  0  8.37 MBytes
[ 7]  4.00-5.00    sec  3.18 GBytes  27.4 Gbits/sec  0  8.37 MBytes
[ 7]  5.00-6.00    sec  3.29 GBytes  28.3 Gbits/sec  0  8.37 MBytes
[ 7]  6.00-7.00    sec  3.24 GBytes  27.8 Gbits/sec  0  8.37 MBytes
[ 7]  7.00-8.00    sec  3.29 GBytes  28.3 Gbits/sec  0  8.37 MBytes
[ 7]  8.00-9.00    sec  3.47 GBytes  29.8 Gbits/sec  0  8.37 MBytes
[ 7]  9.00-10.00   sec  3.08 GBytes  26.4 Gbits/sec  0  8.37 MBytes
-----
[ ID] Interval      Transfer     Bitrate   Retr
[ 7]  0.00-10.00   sec  32.6 GBytes  28.0 Gbits/sec  1
[ 7]  0.00-10.00   sec  32.6 GBytes  28.0 Gbits/sec
                                         sender
                                         receive
iperf Done.
root@mininet-vm:~# []
epted connection from 10.0.0.1, port 32980
5] local 10.0.0.2 port 5201 connected to 10.0.0.1 port 32982
0] Interval      Transfer     Bitrate
5]  0.00-1.00    sec  3.03 GBytes  26.1 Gbits/sec
5]  1.00-2.00    sec  3.35 GBytes  28.8 Gbits/sec
5]  2.00-3.00    sec  3.48 GBytes  29.9 Gbits/sec
5]  3.00-4.00    sec  3.38 GBytes  29.8 Gbits/sec
5]  4.00-5.00    sec  3.11 GBytes  26.7 Gbits/sec
5]  5.00-6.00    sec  3.21 GBytes  27.6 Gbits/sec
5]  6.00-7.00    sec  3.37 GBytes  28.9 Gbits/sec
5]  7.00-8.00    sec  3.31 GBytes  28.5 Gbits/sec
5]  8.00-9.00    sec  3.17 GBytes  27.2 Gbits/sec
5]  9.00-10.00   sec  3.26 GBytes  28.8 Gbits/sec
5]  10.00-10.00  sec  3.26 GBytes  28.8 Gbits/sec
                                         "host: h2"
-----
0] Interval      Transfer     Bitrate
5]  0.00-10.00   sec  32.6 GBytes  28.0 Gbits/sec
Accepted connection from 10.0.0.1, port 35978
ver list
[ 7] local 10.0.0.2 port 3250 connected to 10.0.0.1 port 35980
[ ID] Interval      Transfer     Bitrate
rf3: int[ 7]  0.00-1.01    sec  3.25 GBytes  27.8 Gbits/sec
inet> [ 7]  1.01-2.00    sec  3.22 GBytes  27.8 Gbits/sec
Stoppi[ 7]  2.00-3.00    sec  3.32 GBytes  28.6 Gbits/sec
[ 7]  3.00-4.00    sec  3.23 GBytes  27.7 Gbits/sec
Stoppi[ 7]  4.00-5.00    sec  3.18 GBytes  27.4 Gbits/sec
Stoppi[ 7]  5.00-6.00    sec  3.29 GBytes  28.3 Gbits/sec
[ 7]  6.00-7.00    sec  3.24 GBytes  27.8 Gbits/sec
Stoppi[ 7]  7.00-8.00    sec  3.29 GBytes  28.3 Gbits/sec
[ 7]  8.00-9.00    sec  3.48 GBytes  29.9 Gbits/sec
Stoppi[ 7]  9.00-10.00   sec  3.07 GBytes  26.3 Gbits/sec
h2     [ 7]  10.00-10.00   sec  11.6 MBytes  38.7 Gbits/sec
Done
pleted i[ ID] Interval      Transfer     Bitrate
tominet[ 7]  0.00-10.00   sec  32.6 GBytes  28.0 Gbits/sec
Creatin
Adding
Adding
Server listening on 3250
h2
Adding
^Ciperf3: interrupt - the server has terminated
root@mininet-vm:~#
```

Рис. 4.15: Интерактивный эксперимент с изменением порта

Далее провела интерактивный эксперимент с изменением параметра обработки данных (только от одного клиента с остановкой сервера по завершении теста).(рис. 4.16).

```

root@mininet-vm:~# iperf3 -c 10.0.0.2
Connecting to host 10.0.0.2, port 5201
[ 7] local 10.0.0.1 port 33020 connected to 10.0.0.2 port 5201
[ ID] Interval      Transfer     Bitrate   Retr Cw
[ 7]  0.00-1.00  sec  3.09 GBytes  26.5 Gbits/sec  0  8.10 MBytes
[ 7]  1.00-2.00  sec  2.88 GBytes  24.7 Gbits/sec  0  8.10 MBytes
[ 7]  2.00-3.00  sec  3.06 GBytes  26.3 Gbits/sec  0  8.10 MBytes
[ 7]  3.00-4.00  sec  2.90 GBytes  24.9 Gbits/sec  0  8.10 MBytes
[ 7]  4.00-5.00  sec  3.20 GBytes  27.4 Gbits/sec  0  8.10 MBytes
[ 7]  5.00-6.00  sec  3.18 GBytes  27.3 Gbits/sec  0  8.10 MBytes
[ 7]  6.00-7.00  sec  3.34 GBytes  28.8 Gbits/sec  0  8.10 MBytes
[ 7]  7.00-8.00  sec  3.15 GBytes  27.0 Gbits/sec  0  8.10 MBytes
[ 7]  8.00-9.00  sec  3.29 GBytes  28.3 Gbits/sec  0  8.10 MBytes
[ 7]  9.00-10.00 sec  3.37 GBytes  28.9 Gbits/sec  0  8.10 MBytes
-----
[ ID] Interval      Transfer     Bitrate   Retr
[ 7]  0.00-10.00 sec  31.5 GBytes  27.0 Gbits/sec  0
[ 7]  0.00-10.01 sec  31.5 GBytes  27.0 Gbits/sec  0
                                         sender
                                         receive

iperf Done.
root@mininet-vm:~# []
eped connection from 10.0.0.1, port 32980
[5] local 10.0.0.2 port 5201 connected to 10.0.0.1 port 32982
[0] Interval      Transfer     Bitrate
[5]  0.00-1.00  sec  3.03 GBytes  26.1 Gbits/sec
[5]  1.00-2.00  sec  3.35 GBytes  28.8 Gbits/sec
[5]  2.00-3.00  sec  3.48 GBytes  29.9 Gbits/sec
[5]  3.00-4.00  sec  3.38 GBytes  29.0 Gbits/sec
[5]  4.00-5.00  sec  3.11 GBytes  26.7 Gbits/sec
[5]  5.00-6.00  sec  3.21 GBytes  27.6 Gbits/sec
[5]  6.00-7.00  sec  3.37 GBytes  28.9 Gbits/sec
[5]  7.00-8.00  sec  3.31 GBytes  28.5 Gbits/sec
[5]  8.00-9.00  sec  3.17 GBytes  27.2 Gbits/sec
[5]  9.00-10.00 sec  3.36 GBytes  28.8 Gbits/sec
[5]  10.00-10.01 sec  3.36 GBytes  28.8 Gbits/sec
                                         "host: h2"
-----
[D] Interval      Transfer     Bitrate
[5]  0.00-10.00 sec  31.5 GBytes  27.0 Gbits/sec
^Ciperf3: interrupt - the server has terminated
root@mininet-vm:~# iperf3 -s -l
warning: this system does not seem to support IPv6 - trying IPv4
-----
rf3: intServer listening on 5201
inet> -----
Stopping connection from 10.0.0.1, port 33018
[ 7] local 10.0.0.2 port 5201 connected to 10.0.0.1 port 33020
Stopping connection from 10.0.0.1, port 33018
[ ID] Interval      Transfer     Bitrate
[ 7]  0.00-1.00  sec  3.09 GBytes  26.5 Gbits/sec
[ 7]  1.00-2.00  sec  2.88 GBytes  24.7 Gbits/sec
[ 7]  2.00-3.00  sec  3.06 GBytes  26.3 Gbits/sec
[ 7]  3.00-4.00  sec  2.90 GBytes  24.9 Gbits/sec
[ 7]  4.00-5.00  sec  3.19 GBytes  27.4 Gbits/sec
[ 7]  5.00-6.00  sec  3.18 GBytes  27.3 Gbits/sec
[ 7]  6.00-7.00  sec  3.36 GBytes  28.9 Gbits/sec
[ 7]  7.00-8.00  sec  3.15 GBytes  27.1 Gbits/sec
[ 7]  8.00-9.00  sec  3.29 GBytes  28.2 Gbits/sec
[ 7]  9.00-10.00 sec  3.37 GBytes  29.0 Gbits/sec
-----
Adding links:
[ 7] [ ID] Interval      Transfer     Bitrate
[ 7]  0.00-10.01 sec  31.5 GBytes  27.0 Gbits/sec
root@mininet-vm:~# []
Adding links:
[ 7] [ 7]

```

Рис. 4.16: Интерактивный эксперимент с изменением параметра

Экспортировала вывод результатов теста в формате JSON в файл, перенаправив стандартный вывод в файл (рис. 4.17).

```

root@mininet-vm:~# iperf3 -c 10.0.0.2 -J > /home/mininet/work/lab_iperf3/iperf_
results.json
root@mininet-vm:~# cd /home/mininet/

```

Рис. 4.17: Экспорт результатов теста

Перешла в каталог для работы над проектом и скорректировала права доступа к файлу JSON

(рис. 4.18).

```
mininet@mininet-vm:~$ mkdir -p ~/work/lab_iperf3
mininet@mininet-vm:~$ cd ~/work/lab_iperf3
mininet@mininet-vm:~/work/lab_iperf3$ ls -l
total 8
-rw-r--r-- 1 root root 7775 Sep  9 10:28 iperf_results.json
mininet@mininet-vm:~/work/lab_iperf3$ sudo chown -R mininet:mininet ~/work
mininet@mininet-vm:~/work/lab_iperf3$ ls -l
total 8
-rw-r--r-- 1 mininet mininet 7775 Sep  9 10:28 iperf_results.json
mininet@mininet-vm:~/work/lab_iperf3$ _
```

Рис. 4.18: Корректировка прав доступа

Сгенерировала выходные данные для файла JSON, выполнив команду plot_iperf.sh iperf3_results.json. Убедилась, что файлы с данными и графиками сформировались. (рис. 4.19).

.n	Name	Size	Modify time
/..		UP--CTR	Sep 9 10:33
1.dat		472	Sep 9 10:33
HTU.pdf		9036	Sep 9 10:33
RTT.pdf		9036	Sep 9 10:33
RTT_Var.pdf		9132	Sep 9 10:33
bytes.pdf		9785	Sep 9 10:33
cwnd.pdf		9619	Sep 9 10:33
retransmits.pdf		8978	Sep 9 10:33
throughput.pdf		9525	Sep 9 10:33

Рис. 4.19: Результаты

5 Выводы

В ходе выполнения лабораторной работы я познакомилась с инструментом для измерения пропускной способности сети в режиме реального времени —iPerf3, а также получила навыки проведения интерактивного эксперимента по измерению пропускной способности моделируемой сети в среде Mininet.

Список литературы