Лабораторная работы №2

Измерение и тестирование пропускной способности сети. Интерактивный эксперимент

Кузнецова С. В.

26 сентября 2025

Российский университет дружбы народов, Москва, Россия

Информация

Докладчик

- Кузнецова София Вадимовна
- Российский университет дружбы народов

Теоретическое введение

Теоретическое введение

Mininet - это эмулятор компьютерной сети. Под компьютерной сетью подразумеваются простые компьютеры — хосты, коммутаторы, а так же OpenFlow-контроллеры. С помощью простейшего синтаксиса в примитивном интерпретаторе команд можно разворачивать сети из произвольного количества хостов, коммутаторов в различных топологиях и все это в рамках одной виртуальной машины(ВМ). На всех хостах можно изменять сетевую конфигурацию, пользоваться стандартными утилитами(ifconfig, ping) и даже получать доступ к терминалу. На коммутаторы можно добавлять различные правила и маршрутизировать трафик.

Ход работы

Установка необходимого программного обеспечения

Установка необходимого программного обеспечения

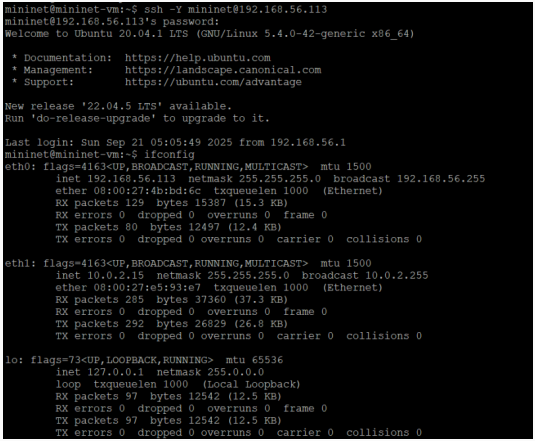

Рис. 1: Подключение к mininet по ssh

Установка ПО

```
mininet@mininet-vm:~$ sudo apt-get install iperf3
Reading package lists... Done
Building dependency tree
Reading state information... Done
The following additional packages will be installed:
  libiperf0 libsctp1
Suggested packages:
  lksctp-tools
The following NEW packages will be installed:
  iperf3 libiperf0 libsctp1
0 upgraded, 3 newly installed, 0 to remove and 395 not upgraded.
Need to get 94.1 kB of archives.
After this operation, 331 kB of additional disk space will be used.
Do you want to continue? [Y/n] y
Get:1 http://us.archive.ubuntu.com/ubuntu focal/main amd64 libsctp1 amd64 1.0.18+dfsg-1 [7,876 B]
Get:2 http://us.archive.ubuntu.com/ubuntu focal/universe amd64 libiperf0 amd64 3.7-3 [72.0 kB]
Get:3 http://us.archive.ubuntu.com/ubuntu focal/universe amd64 iperf3 amd64 3.7-3 [14.2 kB]
Fetched 94.1 kB in 1s (104 kB/s)
```

Рис. 2: Установка ПО

```
mininet@mininet-vm:~$ cd /tmp
mininet@mininet-vm:/tmp$ git clone https://github.com/ekfoury/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 | 1014.00 KiB/s, done.
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
mininet@mininet-vm:/tmp/iperf3_plotter$
```

Рис. 3: Развертывание iperf3_plotter

Интерактивные эксперименты

Простейшая топология

```
mininet@mininet-vm:~$ sudo mn --topo=single,2 -x
*** Creating network
*** Adding controller
*** Adding hosts:
h1 h2
*** Adding switches:
s1
*** Adding links:
(h1, s1) (h2, s1)
*** Configuring hosts
h1 h2
*** Running terms on localhost:11.0
*** Starting controller
c0
*** Starting 1 switches
s1 ...
```

Рис. 4: Задание простейшей топологии

Рис. 5: Задание простейшей топологии

```
mininet> net
h1 h1-eth0:s1-eth1
h2 h2-eth0:s1-eth2
s1 lo:  s1-eth1:h1-eth0 s1-eth2:h2-eth0
c0
mininet> links
h1-eth0<->s1-eth1 (OK OK)
h2-eth0<->s1-eth2 (OK OK)
```

Рис. 6: Параметры запущенной в интерактивном режиме топологии

```
mininet> dump
<Host h1: h1-eth0:10.0.0.1 pid=30201>
<Host h2: h2-eth0:10.0.0.2 pid=30203>
<OVSSwitch s1: lo:127.0.0.1,s1-eth1:None,s1-eth2:None pid=30208>
<Controller c0: 127.0.0.1:6653 pid=30194>
```

Рис. 7: Параметры запущенной в интерактивном режиме топологии

Тестовое соединение между хостами

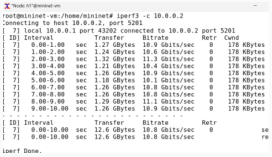

Рис. 8: Тестовое соединение между хостами

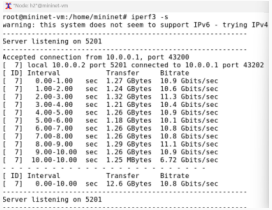

Рис. 9: Тестовое соединение между хостами

Эксперимент в интерфейсе mininet

```
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 43210 connected to 10.0.0.2 port 5201
[ ID] Interval           Transfer     Bitrate         Retr  Cwnd
[  5]   0.00-1.00   sec  1.20 GBytes  10.3 Gbits/sec    0    191 KBytes
[  5]   1.00-2.00   sec  1.24 GBytes  10.7 Gbits/sec    0    191 KBytes
[  5]   2.00-3.00   sec  1.13 GBytes  9.73 Gbits/sec    0    191 KBytes
[  5]   3.00-4.00   sec  1.22 GBytes  10.5 Gbits/sec    0    191 KBytes
[  5]   4.00-5.00   sec  1.24 GBytes  10.6 Gbits/sec    0    191 KBytes
[  5]   5.00-6.00   sec  1.15 GBytes  9.92 Gbits/sec    0    191 KBytes
[  5]   6.00-7.00   sec  1.15 GBytes  9.86 Gbits/sec    0    191 KBytes
[  5]   7.00-8.00   sec  1.22 GBytes  10.5 Gbits/sec    0    191 KBytes
[  5]   8.00-9.00   sec  1.32 GBytes  11.3 Gbits/sec    0    191 KBytes
[  5]   9.00-10.00  sec  1.30 GBytes  11.2 Gbits/sec    0    191 KBytes
- - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -
[ ID] Interval           Transfer     Bitrate         Retr
[  5]   0.00-10.00  sec  12.2 GBytes  10.5 Gbits/sec    0             sender
[  5]   0.00-10.00  sec  12.2 GBytes  10.5 Gbits/sec                  receiver

iperf Done.
```

Рис. 10: Эксперимент в интерфейсе mininet

Процесс на сервере

```
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 43208
[  5] local 10.0.0.2 port 5201 connected to 10.0.0.1 port 43210
[ ID] Interval           Transfer     Bitrate
[  5]   0.00-1.00   sec  1.20 GBytes  10.3 Gbits/sec
[  5]   1.00-2.00   sec  1.24 GBytes  10.7 Gbits/sec
[  5]   2.00-3.00   sec  1.13 GBytes  9.74 Gbits/sec
[  5]   3.00-4.00   sec  1.22 GBytes  10.5 Gbits/sec
[  5]   4.00-5.00   sec  1.24 GBytes  10.6 Gbits/sec
[  5]   5.00-6.00   sec  1.15 GBytes  9.92 Gbits/sec
[  5]   6.00-7.00   sec  1.15 GBytes  9.86 Gbits/sec
[  5]   7.00-8.00   sec  1.22 GBytes  10.5 Gbits/sec
[  5]   8.00-9.00   sec  1.32 GBytes  11.3 Gbits/sec
[  5]   9.00-10.00  sec  1.31 GBytes  11.2 Gbits/sec
[  5]  10.00-10.00  sec  1.06 MBytes  9.39 Gbits/sec
- - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -
[ ID] Interval           Transfer     Bitrate
[  5]   0.00-10.00  sec  12.2 GBytes  10.5 Gbits/sec                  receiver
-----------------------------------------------------------
Server listening on 5201
-----------------------------------------------------------
iperf3: interrupt - the server has terminated
```

Рис. 11: Завершение процесса на сервере

iPerf3 период времени для передачи

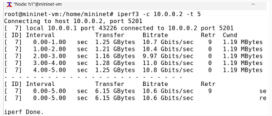

Рис. 12: Период времени передачи

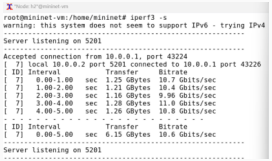

Рис. 13: Период времени передачи

Тест пропускной способности с 2-секундным интервалом

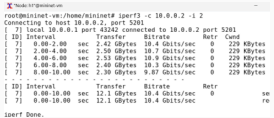

Рис. 14: Тест пропускной способности с 2-секундным интервалом

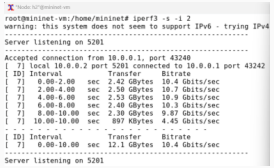

Рис. 15: Тест пропускной способности с 2-секундным интервалом

Тест определённого объёма данных

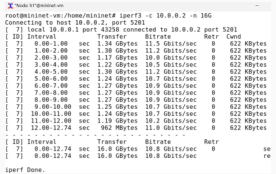

Рис. 16: Задание в тесте определённого объёма данных

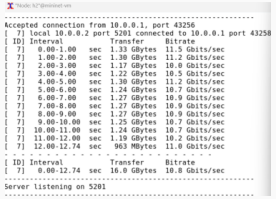

Рис. 17: Задание в тесте определённого объёма данных

Протокол транспортного уровня на стороне сервера

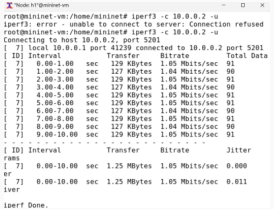

Рис. 18: Протокол передачи данных

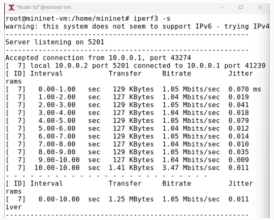

Рис. 19: Протокол передачи данных

Тест измерения пропускной способности iPerf3

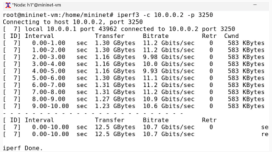

Рис. 20: Номер порта для отправки/получения пакетов

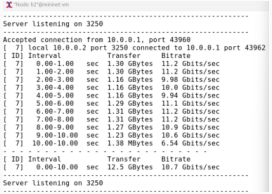

Рис. 21: Номер порта для отправки/получения пакетов

Параметр обработки данных только от одного клиента с остановкой сервера по завершении теста

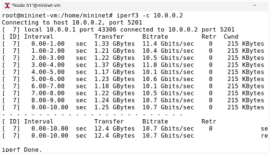

Рис. 22: Параметр обработки данных только от одного клиента с остановкой сервера по завершении теста

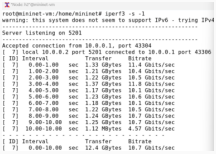

Рис. 23: Параметр обработки данных только от одного клиента с остановкой сервера по завершении теста

Результаты теста измерения пропускной способности iPerf3 в файл JSON.

Рис. 24: Экспорт результатов теста измерения пропускной способности iPerf3 в файл JSON

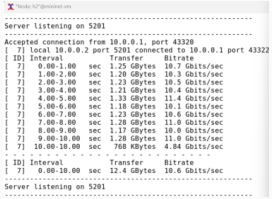

Рис. 25: Экспорт результатов теста измерения пропускной способности iPerf3 в файл JSON

Файл iperf_results.json создан

```
root@mininet-vm:/home/mininet# iperf3 -c 10.0.0.2 -J >  /home/mininet/work/lab_
iperf3/iperf_results.json
root@mininet-vm:/home/mininet# cd /home/mininet/work/lab_iperf3
root@mininet-vm:/home/mininet/work/lab_iperf3# ls -l
total 8
-rw-r--r-- 1 root root 7792 Sep 21 08:19 iperf_results.json
```

Рис. 26: Проверка создания файла iperf_results.json

Исправление прав запуска X-соединения

```
mininet@mininet-vm:~$ xauth list $DISPLAY
mininet-vm/unix:11  MIT-MAGIC-COOKIE-1  6ea604d21b9b822852c1d9eb6bd8da5b
mininet@mininet-vm:~$ sudo -i
root@mininet-vm:~# xauth list $DISPLAY
root@mininet-vm:~# xauth add mininet-vm/unix:11 MIT-MAGIC-COOKIE-1 6ea604d21b9b8
22852c1d9eb6bd8da5b
root@mininet-vm:~# xauth list $DISPLAY
mininet-vm/unix:11  MIT-MAGIC-COOKIE-1  6ea604d21b9b822852c1d9eb6bd8da5b
root@mininet-vm:~# logout
```

Рис. 27: Исправление прав запуска X-соединения

Визуализируем результаты эксперимента

```
mininet@mininet-vm:~/work/lab_iperf3$ plot_iperf.sh iperf_results.json
mininet@mininet-vm:~/work/lab_iperf3$ ls -l
total 16
-rw-rw-r-- 1 mininet mininet  946 Sep 21 08:28 iperf.csv
-rw-r--r-- 1 mininet mininet 7792 Sep 21 08:19 iperf_results.json
drwxrwxr-x 2 mininet mininet 4096 Sep 21 08:28 results
mininet@mininet-vm:~/work/lab_iperf3$ cd ~/work/lab_iperf3/results
mininet@mininet-vm:~/work/lab_iperf3/results$ ls -l
total 88
-rw-rw-r-- 1 mininet mininet  482 Sep 21 08:28 1.dat
-rw-rw-r-- 1 mininet mininet 9791 Sep 21 08:28 bytes.pdf
-rw-rw-r-- 1 mininet mininet 9654 Sep 21 08:28 cwnd.pdf
-rw-rw-r-- 1 mininet mininet 9036 Sep 21 08:28 MTU.pdf
-rw-rw-r-- 1 mininet mininet 8978 Sep 21 08:28 retransmits.pdf
-rw-rw-r-- 1 mininet mininet 8920 Sep 21 08:28 RTT.pdf
-rw-rw-r-- 1 mininet mininet 9104 Sep 21 08:28 RTT_Var.pdf
-rw-rw-r-- 1 mininet mininet 9532 Sep 21 08:28 throughput.pdf
```

Рис. 28: Визуализация результатов эксперимента

Выводы

Выводы

В результате выполнения данной 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.

Спасибо за внимание!