

Лабораторная работа №5.

Эмуляция и измерение потерь пакетов в глобальных сетях

Тазаева А. А.

Российский университет дружбы народов, Москва, Россия

Цель работы

Освоить моделирование следующих параметров сети: потеря пакетов, дублирование пакетов, изменение порядка и повреждение пакетов.

Задания

1. Задайте простейшую топологию, состоящую из двух хостов и коммутатора с назначенной по умолчанию mininet сетью 10.0.0.0/8.
2. Проведите интерактивные эксперименты по исследованию параметров сети, связанных с потерей, дублированием, изменением порядка и повреждением пакетов при передаче данных.
3. Реализуйте воспроизводимый эксперимент по добавлению правила отбрасывания пакетов в эмулируемой глобальной сети. На экран выведите сводную информацию о потерянных пакетах.
4. Самостоятельно реализуйте воспроизводимые эксперименты по исследованию параметров сети, связанных с потерей, изменением порядка и повреждением пакетов при передаче данных. На экран выведите сводную информацию о потерянных пакетах.

```
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:10.0
*** Starting controller
c0
*** Starting 1 switches
s1 ...
*** Starting CLI:
```

Рис. 1: Создание топологии

```
root@mininet-vm:/home/mininet# sudo tc qdisc add dev h1-eth0 root netem loss 10
```

Рис. 2: Потери пакетов для хоста h1

Добавление потери пакетов на интерфейс, подключённый к эмулируемой глобальной сети

```
root@mininet-vm:/home/mininet# ping 10.0.0.2 -c 100
PING 10.0.0.2 (10.0.0.2) 56(84) bytes of data.
64 bytes from 10.0.0.2: icmp_seq=1 ttl=64 time=0.625 ms
64 bytes from 10.0.0.2: icmp_seq=2 ttl=64 time=0.308 ms
64 bytes from 10.0.0.2: icmp_seq=3 ttl=64 time=0.143 ms
64 bytes from 10.0.0.2: icmp_seq=4 ttl=64 time=0.053 ms
64 bytes from 10.0.0.2: icmp_seq=5 ttl=64 time=0.053 ms
64 bytes from 10.0.0.2: icmp_seq=6 ttl=64 time=0.045 ms
64 bytes from 10.0.0.2: icmp_seq=7 ttl=64 time=0.061 ms
64 bytes from 10.0.0.2: icmp_seq=8 ttl=64 time=0.046 ms
64 bytes from 10.0.0.2: icmp_seq=9 ttl=64 time=0.046 ms
64 bytes from 10.0.0.2: icmp_seq=10 ttl=64 time=0.047 ms
64 bytes from 10.0.0.2: icmp_seq=11 ttl=64 time=0.044 ms
64 bytes from 10.0.0.2: icmp_seq=12 ttl=64 time=0.050 ms
64 bytes from 10.0.0.2: icmp_seq=13 ttl=64 time=0.048 ms
64 bytes from 10.0.0.2: icmp_seq=14 ttl=64 time=0.050 ms
64 bytes from 10.0.0.2: icmp_seq=15 ttl=64 time=0.046 ms
64 bytes from 10.0.0.2: icmp_seq=16 ttl=64 time=0.054 ms
64 bytes from 10.0.0.2: icmp_seq=18 ttl=64 time=0.045 ms
64 bytes from 10.0.0.2: icmp_seq=20 ttl=64 time=0.052 ms
64 bytes from 10.0.0.2: icmp_seq=21 ttl=64 time=0.055 ms
```

Рис. 3: Потери пакетов для хоста h1. Проверка


```
--- 10.0.0.2 ping statistics ---  
100 packets transmitted, 88 received, 12% packet loss, time 101379ms  
rtt min/avg/max/mdev = 0.042/0.059/0.625/0.067 ms
```

Рис. 4: Потери пакетов для хоста h1. Проверка. Результат

```
root@mininet-vm:/home/mininet# sudo tc qdisc add dev h1-eth0 root netem loss 50  
% 50%  
root@mininet-vm:/home/mininet# ping 10.0.0.2 -c 50
```

Рис. 5: Значение корреляции для потери пакетов для хоста h1

```
--- 10.0.0.2 ping statistics ---  
50 packets transmitted, 38 received, 24% packet loss, time 50155ms  
rtt min/avg/max/mdev = 0.034/0.080/0.491/0.082 ms
```

Рис. 6: Значение корреляции для потери пакетов для хоста h1. Проверка

```
root@mininet-vm:/home/mininet# sudo tc qdisc add dev h1-eth0 root netem corrupt  
-0.01%
```

Рис. 7: Повреждение пакетов для хоста h1

Добавление повреждения пакетов в эмулируемой глобальной сети

```
root@mininet-vm:/home/mininet# iperf3 -c 10.0.0.2
Connecting to host 10.0.0.2, port 5201
[ 7] local 10.0.0.1 port 53038 connected to 10.0.0.2 port 5201
[ ID] Interval            Transfer        Bitrate        Retr  Cwnd
[ 7]  0.00-1.00      sec  4.19 GBytes    35.9 Gbits/sec    26   1.96 MBytes
[ 7]  1.00-2.00      sec  4.20 GBytes    36.2 Gbits/sec    11   1.48 MBytes
[ 7]  2.00-3.00      sec  4.27 GBytes    36.7 Gbits/sec    11   1.34 MBytes
[ 7]  3.00-4.00      sec  4.28 GBytes    36.8 Gbits/sec     9   1.63 MBytes
[ 7]  4.00-5.00      sec  4.17 GBytes    35.8 Gbits/sec    15   1.12 MBytes
[ 7]  5.00-6.00      sec  4.29 GBytes    36.9 Gbits/sec     8   1.73 MBytes
[ 7]  6.00-7.00      sec  4.24 GBytes    36.4 Gbits/sec     9   1.52 MBytes
[ 7]  7.00-8.00      sec  4.11 GBytes    35.3 Gbits/sec     6   1.72 MBytes
[ 7]  8.00-9.00      sec  4.17 GBytes    35.8 Gbits/sec     7   1.48 MBytes
[ 7]  9.00-10.00     sec  4.26 GBytes    36.6 Gbits/sec     7   1.49 MBytes
- - - - -
[ ID] Interval            Transfer        Bitrate        Retr
[ 7]  0.00-10.00     sec  42.2 GBytes    36.2 Gbits/sec   109
[ 7]  0.00-10.00     sec  42.2 GBytes    36.2 Gbits/sec
                                     sender
                                     receiver

iperf Done.
```

Рис. 8: Повреждение пакетов для хоста h1. Проверка. Запуск клиента

Добавление переупорядочивания пакетов в интерфейс подключения к эмулируемой глобальной сети

```
root@mininet-vm:/home/mininet# sudo tc qdisc add dev h1-eth0 root netem delay 1  
0ms reorder 25% 50%
```

Рис. 9: Переупорядочивание пакетов для хоста h1

Добавление переупорядочивания пакетов в интерфейс подключения к эмулируемой глобальной сети

```
root@mininet-vm:/home/mininet# ping 10.0.0.2 -c 20
PING 10.0.0.2 (10.0.0.2) 56(84) bytes of data.
64 bytes from 10.0.0.2: icmp_seq=1 ttl=64 time=10.2 ms
64 bytes from 10.0.0.2: icmp_seq=2 ttl=64 time=10.8 ms
64 bytes from 10.0.0.2: icmp_seq=3 ttl=64 time=10.7 ms
64 bytes from 10.0.0.2: icmp_seq=4 ttl=64 time=10.8 ms
64 bytes from 10.0.0.2: icmp_seq=5 ttl=64 time=10.8 ms
64 bytes from 10.0.0.2: icmp_seq=6 ttl=64 time=10.7 ms
64 bytes from 10.0.0.2: icmp_seq=7 ttl=64 time=10.6 ms
64 bytes from 10.0.0.2: icmp_seq=8 ttl=64 time=10.7 ms
64 bytes from 10.0.0.2: icmp_seq=9 ttl=64 time=10.6 ms
64 bytes from 10.0.0.2: icmp_seq=10 ttl=64 time=10.8 ms
64 bytes from 10.0.0.2: icmp_seq=11 ttl=64 time=10.7 ms
64 bytes from 10.0.0.2: icmp_seq=12 ttl=64 time=10.9 ms
64 bytes from 10.0.0.2: icmp_seq=13 ttl=64 time=0.046 ms
64 bytes from 10.0.0.2: icmp_seq=14 ttl=64 time=10.8 ms
64 bytes from 10.0.0.2: icmp_seq=15 ttl=64 time=10.7 ms
64 bytes from 10.0.0.2: icmp_seq=16 ttl=64 time=10.7 ms
64 bytes from 10.0.0.2: icmp_seq=17 ttl=64 time=10.9 ms
64 bytes from 10.0.0.2: icmp_seq=18 ttl=64 time=0.045 ms
64 bytes from 10.0.0.2: icmp_seq=19 ttl=64 time=10.7 ms
64 bytes from 10.0.0.2: icmp_seq=20 ttl=64 time=10.8 ms

--- 10.0.0.2 ping statistics ---
20 packets transmitted, 20 received, 0% packet loss, time 19071ms
rtt min/avg/max/mdev = 0.045/9.642/10.910/3.201 ms
```

Добавление дублирования пакетов в интерфейс подключения к эмулируемой глобальной сети

```
root@mininet-vm:/home/mininet# sudo tc qdisc add dev h1-eth0 root netem duplica  
te 50%
```

Рис. 11: Дублирование пакетов для хоста h1

Добавление дублирования пакетов в интерфейс подключения к эмулируемой глобальной сети

```
-- --
root@mininet-vm:/home/mininet# ping 10.0.0.2 -c 20
PING 10.0.0.2 (10.0.0.2) 56(84) bytes of data.
64 bytes from 10.0.0.2: icmp_seq=1 ttl=64 time=0.656 ms
64 bytes from 10.0.0.2: icmp_seq=2 ttl=64 time=0.351 ms
64 bytes from 10.0.0.2: icmp_seq=3 ttl=64 time=0.135 ms
64 bytes from 10.0.0.2: icmp_seq=3 ttl=64 time=0.407 ms (DUP!)
64 bytes from 10.0.0.2: icmp_seq=4 ttl=64 time=0.046 ms
64 bytes from 10.0.0.2: icmp_seq=5 ttl=64 time=0.045 ms
64 bytes from 10.0.0.2: icmp_seq=6 ttl=64 time=0.051 ms
64 bytes from 10.0.0.2: icmp_seq=7 ttl=64 time=0.055 ms
64 bytes from 10.0.0.2: icmp_seq=8 ttl=64 time=0.053 ms
64 bytes from 10.0.0.2: icmp_seq=8 ttl=64 time=0.054 ms (DUP!)
64 bytes from 10.0.0.2: icmp_seq=9 ttl=64 time=0.051 ms
64 bytes from 10.0.0.2: icmp_seq=10 ttl=64 time=0.045 ms
64 bytes from 10.0.0.2: icmp_seq=11 ttl=64 time=0.046 ms
64 bytes from 10.0.0.2: icmp_seq=12 ttl=64 time=0.044 ms
64 bytes from 10.0.0.2: icmp_seq=13 ttl=64 time=0.054 ms
64 bytes from 10.0.0.2: icmp_seq=13 ttl=64 time=0.054 ms (DUP!)
64 bytes from 10.0.0.2: icmp_seq=14 ttl=64 time=0.049 ms
64 bytes from 10.0.0.2: icmp_seq=15 ttl=64 time=0.050 ms
64 bytes from 10.0.0.2: icmp_seq=16 ttl=64 time=0.055 ms
64 bytes from 10.0.0.2: icmp_seq=17 ttl=64 time=0.053 ms
64 bytes from 10.0.0.2: icmp_seq=17 ttl=64 time=0.054 ms (DUP!)
64 bytes from 10.0.0.2: icmp_seq=18 ttl=64 time=0.046 ms
64 bytes from 10.0.0.2: icmp_seq=19 ttl=64 time=0.044 ms
64 bytes from 10.0.0.2: icmp_seq=20 ttl=64 time=0.051 ms

--- 10.0.0.2 ping statistics ---
20 packets transmitted, 20 received, +4 duplicates, 0% packet loss, time 19445ms
rtt min/avg/max/mdev = 0.044/0.106/0.656/0.146 ms
```

Воспроизведение экспериментов

```
def emptyNet():

    "create an empty network and add nodes to it."

    net = Mininet( controller=Controller, waitConnected=True )

    info('*** adding controller\n' )
    net.addController( 'c0' )

    info('*** adding hosts\n' )
    h1 = net.addHost( 'h1', ip='10.0.0.1' )
    h2 = net.addHost( 'h2', ip='10.0.0.2' )

    info('*** adding switch\n' )
    s1 = net.addSwitch( 's1' )

    info('***creating links\n' )
    net.addLink( h1, s1 )
    net.addLink( h2, s1 )

    info('***starting network' )
    net.start()

    info('***set loss\n' )
    h1.cmdPrint( 'tc qdisc add dev h1-eth0 root netem loss 10%' )
    h2.cmdPrint( 'tc qdisc add dev h2-eth0 root netem loss 10%' )

    time.sleep(10)

    info('***ping\n' )
    h1.cmdPrint( 'ping -c 100', h2.IP(), '| grep "packet loss" | awk \'{print $6, $7, $8}\'} > ping.dat' )

    info('***stopping network' )
    net.stop()

if __name__ == '__main__':
    setLogLevel( 'info' )
    emptyNet()
```

```
all: ping.dat

ping.dat:
    sudo python lab_netem_ii.py
    sudo chown mininet:mininet ping.dat

clean:
    -rm -f *.dat
```

Рис. 14: Makefile

```
mininet@mininet-vm:~/work/lab_netem_ii/simple-drop$ cat ping.dat  
17% packet loss,
```

Рис. 15: Результат скрипта

Выводы по проделанной работе

В ходе лабораторной работы мною было освоено моделирование следующих параметров сети: потеря пакетов, дублирование пакетов, изменение порядка и повреждение пакетов.