Лабораторная работа № 4

Эмуляция и измерение задержек в глобальных сетях

Оразгелдиев Язгелди

2025-10-25

Содержание

# 1. Цель работы

Основной целью работы является знакомство с NETEM — инструментом для тестирования производительности приложений в виртуальной сети, а также получение навыков проведения интерактивного и воспроизводимого экспериментов по измерению задержки и её дрожания (jitter) в моделируемой сети в среде Mininet.

# 2. Задание

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 добавлению/изменению задержки, джиттера, значения корреляции для джиттера и задержки, распределения времени задержки в эмулируемой глобальной сети.
3. Реализуйте воспроизводимый эксперимент по заданию значения задержки в эмулируемой глобальной сети. Постройте график.
4. Самостоятельно реализуйте воспроизводимые эксперименты по изменению задержки, джиттера, значения корреляции для джиттера и задержки, распределения времени задержки в эмулируемой глобальной сети. Постройте графики.

# 3. Выполнение лабораторной работы

1. Запустил виртуальную среду с mininet и из основной ОС подключилась к виртуальной машине.
2. В виртуальной машине mininet исправил права запуска X-соединения. Скопировал значение куки своего пользователя mininet в файл для пользователя root.

|  |
| --- |
| *Исправление права запуска X-соединения* |

1. Задал простейшую топологию, состоящую из двух хостов и коммутатора с назначенной по умолчанию mininet сетью 10.0.0.0/8.

|  |
| --- |
| *Создание простейшей топологии* |

1. На хостах h1 и h2 ввел команду ifconfig, чтобы отобразить информацию, относящуюся к их сетевым интерфейсам и назначенным им IP-адресам.

|  |
| --- |
| *Команда ifconfig на хосте h1* |

|  |
| --- |
| *Команда ifconfig на хосте h2* |

1. Проверил подключение между хостами h1 и h2 с помощью команды ping с параметром -c 6. Минимальное RTT: 0,03; Среднее RTT: 0,548; Максимальное RTT: 1,3; Стандартное отклонение: 0,464.

|  |
| --- |
| *Команда ping* |

|  |
| --- |
| *Команда ping* |

1. На хосте h1 добавил задержку в 100 мс к выходному интерфейсу.

|  |
| --- |
| *Добавление задержки на хосте h1* |

1. Проверил, что соединение от хоста h1 к хосту h2 имеет задержку 100 мс, используя команду ping с параметром -c 6 с хоста h1. Минимальное RTT: 100; Среднее RTT: 100,8; Максимальное RTT: 101; Стандартное отклонение: 0,374.

|  |
| --- |
| *Команда ping* |

1. Для эмуляции глобальной сети с двунаправленной задержкой к соответствующему интерфейсу на хосте h2 также добавил задержку в 100 миллисекунд.

|  |
| --- |
| *Добавление задержки на хосте h2* |

1. Проверил, что соединение между хостом h1 и хостом h2 имеет RTT в 200 мс (100 мс от хоста h1 к хосту h2 и 100 мс от хоста h2 к хосту h1), повторив команду ping с параметром -c 6 на терминале хоста h1. Минимальное RTT: 201; Среднее RTT: 201; Максимальное RTT: 201; Стандартное отклонение: 0.

|  |
| --- |
| *Команда ping* |

1. Изменил задержку со 100 мс до 50 мс для отправителя h1 и для получателя h2.

|  |
| --- |
| *Изменение задержки* |

1. Проверил, что соединение от хоста h1 к хосту h2 имеет задержку 100 мс, используя команду ping с параметром -c 6 с терминала хоста h1. Минимальное RTT: 100; Среднее RTT: 101; Максимальное RTT: 102; Стандартное отклонение: 1.

|  |
| --- |
| *Команда ping* |

1. Восстановил конфигурацию по умолчанию, удалив все правила, применённые к сетевому планировщику соответствующего интерфейса. Для отправителя h1 и для получателя h2.

|  |
| --- |
| *Удаление правил* |

1. Проверил, что соединение между хостом h1 и хостом h2 не имеет явно установленной задержки, используя команду ping с параметром -c 6 с терминала хоста h1. Минимальное RTT: 0,033; Среднее RTT: 0,5118; Максимальное RTT: 1,11; Стандартное отклонение: 0,487.

|  |
| --- |
| *Команда ping* |

1. Добавил на узле h1 задержку в 100 мс со случайным отклонением 10 мс.

|  |
| --- |
| *Добавление задержки со случайным отклонением* |

1. Проверил, что соединение от хоста h1 к хосту h2 имеет задержку 100 мс со случайным отклонением ±10 мс, используя в терминале хоста h1 команду ping с параметром -c 6. Минимальное RTT: 94; Среднее RTT: 102.46; Максимальное RTT: 111; Стандартное отклонение: 6.6.

|  |
| --- |
| *Команда ping* |

1. Восстановил конфигурацию интерфейса по умолчанию на узле h1.

|  |
| --- |
| *Удаление правил* |

1. Добавил на интерфейсе хоста h1 задержку в 100 мс с вариацией ±10 мс и значением корреляции 25%.

|  |
| --- |
| *Добавление задержки со случайным отклонением и корреляцией* |

1. Убедилась, что все пакеты, покидающие устройство h1 на интерфейсе h1-eth0, будут иметь время задержки 100 мс со случайным отклонением ±10 мс, при этом время передачи следующего пакета зависит от предыдущего значения на 25%. Использовала для этого в терминале хоста h1 команду ping с параметром -c 6. Минимальное RTT: 91,5; Среднее RTT: 97,3; Максимальное RTT: 109; Стандартное отклонение: 6,43. Восстановил конфигурацию интерфейса по умолчанию на узле h1.

|  |
| --- |
| *Команда ping* |

1. Задал нормальное распределение задержки на узле h1 в эмулируемой сети.

|  |
| --- |
| *Добавление нормального распределения* |

1. Убедился, что все пакеты, покидающие хост h1 на интерфейсе h1-eth0, будут иметь время задержки, которое распределено в диапазоне 100 мс ±20 мс. Использовал для этого команду ping на терминале хоста h1 с параметром -c 6. Минимальное RTT: 75,8; Среднее RTT: 106,3; Максимальное RTT: 135; Стандартное отклонение: 24,36. Завершила работу mininet в интерактивном режиме.

|  |
| --- |
| *Команда ping* |

1. Обновил репозитории программного обеспечения на виртуальной машине.

|  |
| --- |
| *Обновление репозиториев программного обеспечения* |

1. Установил пакет geeqie — понадобится для просмотра файлов png.

|  |
| --- |
| *Установка пакета geeqie* |

1. Для каждого воспроизводимого эксперимента expname создал свой каталог, в котором будут размещаться файлы эксперимента.

|  |
| --- |
| *Создание каталога* |

1. В виртуальной среде mininet в своём рабочем каталоге с проектами создал каталог simple-delay и перешла в него.

|  |
| --- |
| *Создание подкаталога* |

1. Создал скрипт для эксперимента lab\_netem\_i.py.

|  |
| --- |
| *Создание скрипта lab\_netem\_i.py* |

1. Создал скрипт для визуализации ping\_plot результатов эксперимента.

|  |
| --- |
| *Создание скрипта ping\_plot* |

1. Задал права доступа к файлу скрипта.

|  |
| --- |
| *Изменение прав доступа* |

1. Создал Makefile для управления процессом проведения эксперимента.

|  |
| --- |
| *Создание Makefile* |

1. Выполнил эксперимент.

|  |
| --- |
| *Выполнение эксперимента* |

1. Продемонстрировал построенный в результате выполнения скриптов график.

|  |
| --- |
| *График 1.1* |

1. Из файла ping.dat удалил первую строку и заново постройте график.

|  |
| --- |
| *Удаление строки* |

1. Продемонстрировал построенный в результате график.

|  |
| --- |
| *График 1.2* |

1. Разработал скрипт для вычисления на основе данных файла ping.dat минимального, среднего, максимального и стандартного отклонения времени приёма-передачи. Добавил правило запуска скрипта в Makefile. Продемонстрировал работу скрипта с выводом значений на экран. Очистил каталог от результатов проведения экспериментов.

|  |
| --- |
| *Скрипт для вычисления данных* |

|  |
| --- |
| *Изменение Makefile* |

|  |
| --- |
| *Результат работы скрипта* |

1. Самостоятельно реализовал воспроизводимые эксперименты по изменению задержки в эмулируемой глобальной сети. Построил графики. Вычислил минимальное, среднее, максимальное и стандартное отклонение времени приёма-передачи для каждого случая.

|  |
| --- |
| *Изменение файла lab\_netem\_i.py* |

|  |
| --- |
| *График 2* |

|  |
| --- |
| *Вычисленные значения* |

1. Самостоятельно реализовал воспроизводимые эксперименты по изменению джиттера в эмулируемой глобальной сети. Построил графики. Вычислил минимальное, среднее, максимальное и стандартное отклонение времени приёма-передачи для каждого случая.

|  |
| --- |
| *Изменение файла lab\_netem\_i.py* |

|  |
| --- |
| *График 3* |

|  |
| --- |
| *Вычисленные значения* |

1. Самостоятельно реализовал воспроизводимые эксперименты по изменению значения корреляции для джиттера и задержки в эмулируемой глобальной сети. Построил графики. Вычислил минимальное, среднее, максимальное и стандартное отклонение времени приёма-передачи для каждого случая.

|  |
| --- |
| *Изменение файла lab\_netem\_i.py* |

|  |
| --- |
| *График 4* |

|  |
| --- |
| *Вычисленные значения* |

1. Самостоятельно реализовал воспроизводимые эксперименты по изменению распределения времени задержки в эмулируемой глобальной сети. Построил графики. Вычислил минимальное, среднее, максимальное и стандартное отклонение времени приёма-передачи для каждого случая.

|  |
| --- |
| *Изменение файла lab\_netem\_i.py* |

|  |
| --- |
| *График 5* |

|  |
| --- |
| *Вычисленные значения* |

# 4. Выводы

Я ознакомилcя с NETEM и получила навыки проведения интерактивного и воспроизводимого экспериментов по измерению задержки и её дрожания в моделируемой сети в среде Mininet.