

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ СНИЖЕНИЯ ЗАДЕРЖКИ В ПРОТОКОЛАХ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ В КОМПЬЮТЕРНЫХ СЕТЯХ

В.В. Гончаров, В. И. Грищенко
Донецкий национальный технический университет
sevagangrel@gmail.com, victor.grischenko@gmail.com

Гончаров В.В., Грищенко В.И. Исследование методов снижения задержки в протоколах передачи данных в компьютерных сетях. В статье рассмотрены основные причины задержек в интернет протоколах в компьютерных сетях, способы их измерения. Изучено влияние задержек на скорость передачи пакетов в основных протоколах передачи данных.

Ключевые слова: задержка, компьютерные сети, протокол передачи данных.

Введение

В современности человечество привыкло полагаться на интернет - технологии, использовать клиент-серверные приложения. На качество работы этих приложений оказывает влияние множество факторов, и один из таких факторов – задержки.

Актуальность работы: Уменьшение задержек в компьютерных сетях положительно скажется на скорости обмена пакетами, что в свою очередь увеличит скорости работы клиент – серверных приложений.

Цель работы: исследование и анализ функциональных возможностей снижения задержки в компьютерных сетях.

Определение задержек

Задержка в сети определяется как количество времени, которое требуется пакету для прохождения через сеть от устройства, которое создало пакет, к устройству назначения и обратно.

Причины возникновения задержек

Сквозная задержка - это совокупный эффект отдельных задержек на сквозном сетевом пути. Ниже перечислены некоторые типичные компоненты задержки от рабочей станции до серверов:

- рабочая сеть LAN

- WAN (если применимо)
- маршрутизатор доступа
- сеть провайдера
- путь от провайдера к хосту
- внутренняя сеть сервера

Сетевые маршрутизаторы - это устройства, которые создают наибольшую задержку среди любых устройств на сквозном пути. Маршрутизаторы можно найти в каждом из указанных выше сегментов сети. Очередь пакетов из-за перегрузки канала чаще всего является причиной больших задержек через маршрутизатор. Некоторые типы сетевых технологий, такие как спутниковая связь, добавляют большую задержку из-за времени, которое требуется пакету для прохождения через канал. Поскольку задержка является кумулятивной, чем больше ссылок и прыжков маршрутизатора, тем больше будет сквозная задержка.

Как измеряется задержка

Формула измерения задержки:

$Latency = t_{receiving} - t_{send}$

Latency – задержка

$t_{receiving}$ – время прибытия пакета

t_{send} – время отправки пакета

Влияние задержки на сети

подавляющее большинство сетевого трафика приходится на один из двух типов трафика - UDP (протокол пользовательских дейтаграмм) и TCP (протокол управления передачей). Большая часть этого трафика, как правило, TCP.

Эффекты задержки UDP

UDP - это протокол, который определяет, как формировать сообщения, отправляемые по IP. Устройство, которое отправляет UDP-пакеты, предполагает, что они достигают пункта назначения, поэтому отсутствует механизм для оповещения отправителей о том, что пакет прибыл. UDP-

трафик обычно используется для потоковых мультимедийных приложений, где случайный потерянный пакет не имеет значения.

Поскольку отправителю пакетов UDP не требуется никаких сведений о том, что получатель получил пакеты, UDP относительно не подвержен задержкам. Единственный эффект, который задержка оказывает на поток UDP, - это увеличенная задержка всего потока. Эффекты второго порядка, такие как дрожание, могут негативно повлиять на некоторые приложения UDP, но эти проблемы выходят за рамки этого документа.

Важно отметить, что задержка и пропускная способность полностью независимы, от трафика UDP. Другими словами, если задержка увеличивается или уменьшается, пропускная способность UDP остается неизменной.[2] Эта концепция имеет большее значение для влияния задержки на трафик TCP.

На отправляющем устройстве с UDP-трафиком задержки не влияют. Приемному устройству может потребоваться более длительная буферизация пакетов UDP с большим количеством дрожания, чтобы приложение работало лучше.

Эффекты задержки TCP

TCP сложнее, чем UDP. TCP - это протокол гарантированной доставки, который означает, что устройству, которое отправляет пакеты, сообщается, что пакет поступил или не прибыл в хост назначения. Чтобы это работало, устройству, которому нужно отправлять пакеты в хост назначения, должно установить сеанс с хост назначения. Как только этот сеанс был настроен, получатель сообщает отправителю, какие пакеты были получены, отправляя пакет подтверждения отправителю. Если отправитель не получает пакет подтверждения для некоторых пакетов через некоторое время, пакеты отправляются повторно.[1]

Помимо обеспечения гарантированной доставки пакетов, TCP имеет возможность настраиваться на пропускную способность сети, регулируя «размер окна». Окно TCP - это количество пакетов, которые отправитель передаст до ожидания подтверждения. Когда приходят подтверждения, размер окна увеличивается. При увеличении размера окна отправитель может начать отправлять трафик со скоростью, которую сквозной путь не может обработать, что приводит к потере пакета. Как только потеря пакета обнаружена, отправитель отреагирует, урезав скорость передачи пакета в два раза. Затем процесс увеличения размера окна начинается снова по мере получения большего количества подтверждений.

По мере увеличения сквозной задержки отправитель может тратить много времени на ожидание подтверждений, а не на отправку пакетов. Кроме того, процесс настройки размера окна становится медленнее, поскольку этот процесс зависит от получения подтверждений.

Учитывая эту неэффективность, задержка оказывает глубокое влияние на пропускную способность ТСП. В отличие от UDP, ТСП имеет прямую обратную зависимость между задержкой и пропускной способностью. По мере увеличения сквозной задержки пропускная способность ТСП уменьшается. В следующей таблице показано, что происходит с пропускной способностью ТСП при увеличении задержки в обоих направлениях. Эти данные были получены с помощью генератора задержки между двумя ПК, подключенными через быстрый Ethernet (100 mb/s). Обратите внимание на резкое снижение пропускной способности ТСП по мере увеличения задержки.

Задержка туда и обратно	Пропускная способность ТСП
	93,5 Мбит / с
30ms	16,2 Мбит / с
60мс	8,07 Мбит / с
90 мс	5,32 Мбит / с

Таблица 1 - Влияние задержки на пропускную способность ТСП[2]

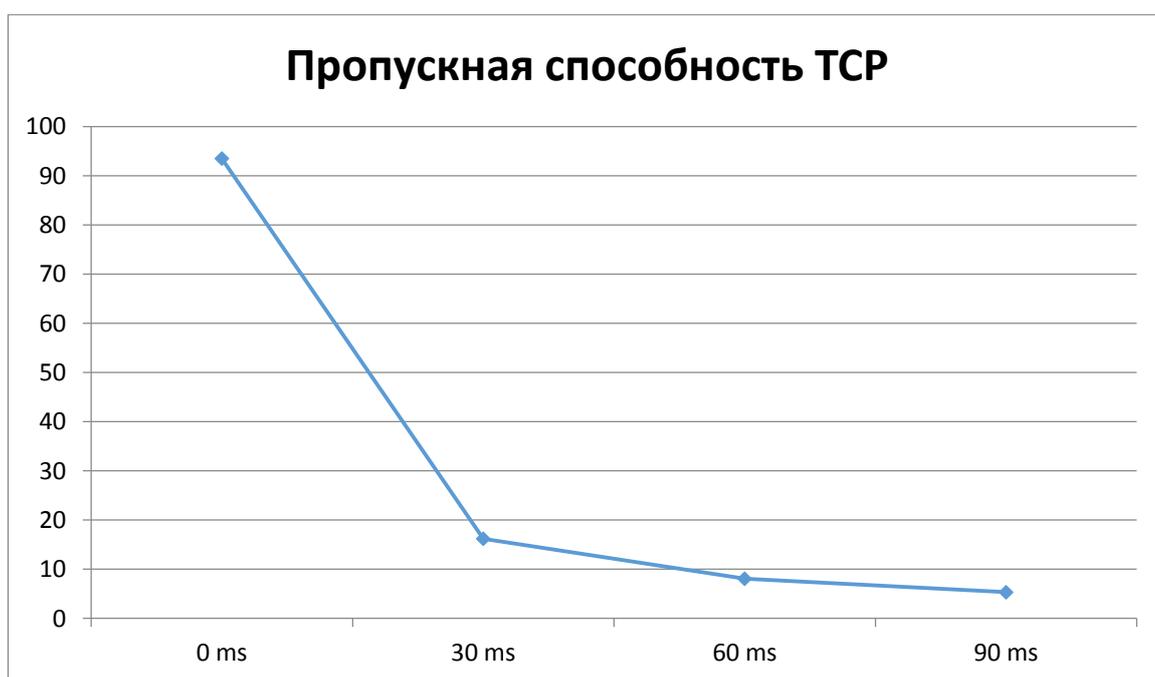


Рисунок 1 – Зависимость пропускной способности ТСП от задержки[2]

По мере увеличения задержки отправитель может бездействовать, ожидая подтверждения от получателя. Однако получатель должен буферизовать пакеты до тех пор, пока все пакеты не будут собраны в полное ТСП-сообщение. Если получатель является сервером, этот эффект буферизации может быть осложнен большим количеством сеансов, которые

сервер может завершить. Такое расширенное использование буферной памяти может привести к снижению производительности на сервере.

Со всеми проблемами, которые латентность создает для ТСП, потеря пакетов усугубляет эти проблемы. Потеря пакетов приводит к уменьшению размера окна ТСП, что может привести к тому, что отправитель будет дольше бездействовать, ожидая подтверждения с высокой задержкой. Кроме того, подтверждения могут быть потеряны, что заставляет отправителя ждать, пока не истечет время ожидания для потерянного подтверждения. Если это произойдет, связанные пакеты будут повторно переданы, даже если они могли быть переданы должным образом. В результате потеря пакетов может еще больше снизить пропускную способность ТСП.

В следующей таблице показано влияние задержки и потери пакетов на пропускную способность ТСП. Коэффициент потери пакетов был 2%. Обратите внимание, что значения пропускной способности ТСП намного ниже при потере пакетов.

Задержка туда и обратно	ТСП пропускной способности, без потери пакетов	Пропускная способность ТСП с потерей пакетов 2%
0ms	93,5 Мбит / с	3,72 Мбит / с
30ms	16,2 Мбит / с	1,63 Мбит / с
60мс	8,07 Мбит / с	1,33 Мбит / с
90 мс	5,32 Мбит / с	0,85 Мбит / с

Таблица 2 - Влияние задержки и 2% потери пакетов на пропускную способность ТСП[2]

Некоторая потеря пакета неизбежна. Если сеть работает отлично и не отбрасывает какие-либо пакеты, нельзя предположить, что другие сети также работают.

Независимо от ситуации, имейте в виду, что потеря пакетов и задержка оказывают крайне негативное влияние на пропускную способность ТСП и должны быть максимально сведены к минимуму.

Заключение

В данной статье был рассмотрен вопрос задержек в компьютерных сетях, их влияние на основные протоколы передачи данных, отмечены основные источники задержек.

Литература

1 Внутренние механизмы TCP, влияющие на скорость загрузки [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://habr.com/ru/company/webo/blog/327050>

2 Measuring Network Performance: Links Between Latency, Throughput and Packet Loss [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://accedian.com/enterprises/blog/measuring-network-performance-latency-throughput-packet-loss/>

Гончаров В.В., Грищенко В.И. Исследование методов снижения задержки в протоколах передачи данных в компьютерных сетях. В статье рассмотрены основные причины задержек в интернет протоколах в компьютерных сетях, способы их измерения. Изучено влияние задержек на скорость передачи пакетов в основных протоколах передачи данных.

Ключевые слова: задержка, компьютерные сети, протокол передачи данных.

Goncharov V.V., Grishchenko V.I. Study of methods for reducing delay in data transfer protocols in computer networks. The article discusses the main causes of delays in Internet protocols in computer networks, methods for measuring them. The effect of delays on the transmission rate of packets in the main data transfer protocols is studied.

Keywords: delay, computer networks, data transfer protocol.