Bandwidth measurement (NTK_RFC 0002)

Измерение пропускной способности

В этом документе описаны изменения протокола Npv7. Текст будет включён в окончательную документацию, а пока его можно изменять, контактируя с разработчиками.

Проблема измерения качества каналов

В текущей версии Npv7 радар (Radar) измеряет качество канала, используя лишь время кругового обхода rtt[1] и потери пакетов. Это явно не оптимально, поскольку пропускная способность не учитывается и канал с малой пропускной способностью (например, 20 Кбит/с), но с небольшой задержкой окажется лучше широкополосного канала с умеренной задержкой.

Улучшение

Узел должен включать в пакеты трассировки (Tracer Packet) не только rtt пройденных каналов, но и текущую их пропускную способность (полосу). Это позволит формировать трафик с учётом реальной пропускной способности каналов.

Измерение пропускной способности

Измерение включает 2 фазы. В первой измеряется общая полоса новых каналов узлами перехвата и назначения, а вторая фаза обеспечивает постоянный мониторинг пропускной способности. Отслеживание используемой полосы выполняется с помощью библиотеки libpcap.

Общая доступная полоса

```
A <--> B <--> C
```

Узел B «ловит» трафик между узлами A и C. В конце ловушки B измеряет общую доступную полосу каналов B-->C и B-->A. Имеются разные методы измерения пропускной способности каналов. Первый и простейший заключается в передаче неопределённого числа случайных пакетов в течение нескольких секунд по адресу получателя на канале. Скорость передачи контролируется с помощью libpcap и регистрируется максимальное число переданных в секунду байтов как доступная для выгрузки (upload) полоса данного канала. Этот метод очень эффективен и измеренная полоса является реальной, а не аппроксимированной. Побочным эффектом является полная загрузка канала на несколько секунд.

Другой вариант более изыскан и использует методы Packet Pair и Packet Train, описанные в http://perform.wpi.edu/downloads/wbest/README и http://www-static.cc.gatech.edu/fac/Constantinos.Dovrolis/bw.html.

Поскольку каналы могут быть асимметричными, измерения повторяются также для A-->B и C-->B. В результате будет получена пропускная способность каналов A->B, B->A, C->B, B->C.

Контроль полосы в реальном масштабе времени

С помощью библиотеки libpcap узел B может отслеживать использование полосы каналов.

Max_link_bw
: Общая доступная пропускная способность канала.

nflows
: Текущее число потоков в канале. Потоком считается множество (stream) пакетов, связанных с конкретным соединением.

Текущую доступную полосу канала можно аппроксимировать выражением

```
link_avail_bw   = Max_link_bw/(nflows+1)
```

Такая аппроксимация выбрана потому, что метод управления трафиком TCP похож на алгоритм max-min и при большом числе потоков link_avail_bw является хорошим приближением.

Если радар сообщает о значительных вариациях текущей доступной полосы, передаётся новый запрос QSPN.

Задержка rtt

Каждый узел сети будет задерживать пересылку полученного пакета Tracer (TP) на время, обратно пропорциональное link_avail_bw. Таким образом, пакеты TP будут приниматься для эффективности. Побочным эффектом этого правила является игнорирование крайних случаев, когда маршруты с очень низким значением rtt будут иметь очень малую полосу bw или маршруты с оптимальной полосой bw будут иметь очень большое значение rtt. Однако в реальном мире такие ситуации достаточно редки, поскольку rtt и зачастую связаны между собой.

Дополнительная информация об эффективности пакетов TP приведена в документе QSPN v2.

Пропускная способность маршрута

Пропускная способность маршрута из S в D обозначается bw(S -> D) и равна пропускной способности наихудшего канала в пути. Например, для маршрута

```
S --64Mb/s--> R --64Mb/s--> T --32Mb/s--> O --100Mb/s--> I --100Mb/s--> D
```

пропускная способность составит bw(S -> D) = 32 Мбит/с.

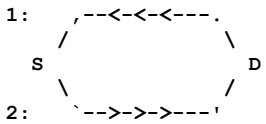
[1]Round-trip time.

Пакет TP должен запомнить единственное значение пропускной способности (_one_ bw) и это будет bw() текущего маршрута. Например, если S передаёт TP, то по получении этого пакета узлом T, сохранённая в нем пропускная способность будет bw(S->R->T)=64, но при достижении узла O, она сменится на bw(S→R→T→O)=32.

Отметим, что каждое значение bw приблизительно соответствует доступной полосе соответствующего канала (link_avail_bw). Например, запись S --64Mb/s--> R показывает, что текущая пропускная способность канала S-->R составляет приблизительно 64 Мбит/с.

Асимметричные маршруты

QSPN v1 предоставляет каждому узлу наилучший маршрут загрузки трафика (download) с каждого другого узла. Рассмотрим в качестве примера узлы S и D.



Маршруты типа 1 являются лучшими маршрутами выгрузки (upload) из D в S, а маршруты типа 2 - лучшими для противоположного направления. QSPN даёт S только маршруты типа 1, а D знает только маршруты типа 2. Если маршруты не симметричны, S при выгрузке в D будет использовать маршрут типа 1, который может иметь низкую производительность.

Решение очень просто - S при выгрузке большого блока данных будет запрашивать у D его маршруты D->S (тип 2), т. е. лучшие маршруты выгрузки из S в D.

Демон Netsukuku, используя libpcap, будет отслеживать пакеты, исходящие от localhost. Если пакеты отправлялись более 16 секунд, демон будет запрашивать у целевого узла лучшие маршруты выгрузки (upload) и добавлять их в свою таблицу маршрутизации. Таким образом, маршруты выгрузки будут запрашиваться лишь при необходимости.

Отметим, что в QSPN v2 имеется встроенная поддержка асимметричной маршрутизации.

Задержка и полоса

Может возникнуть ситуация, когда канал с хорошей пропускной способностью имеет высокую задержку. Для некоторых приложений малая задержка важна - к таким приложениям относится, например, ssh, где не так важна высокая скорость как малая задержка, чтобы получать быстрый отклик при вводе команд.

Узлам Netsukuku следует поддерживать три типа таблиц маршрутизации:

- маршруты с наилучшей пропускной способностью;
- маршруты с наименьшей задержкой;
- маршруты с эффективной комбинацией пропускной способности и задержки.

Если протокол приложения использует значения TOS в своих пакетах IP, можно добавить правила маршрутизации и выбрать для протокола подходящую таблицу (например, вторую для ssh).

Возможен вариант хранения в ядре лишь усреднённой (третьей) таблицы, поскольку она применяется наиболее часто. Конкретные маршруты с наилучшей пропускной способностью и задержкой можно добавлять в ядро лишь в момент их использования. Например, при запуске bittorrent для загрузки с узлов A,B,C монитор ntkd будет добавлять в ядро маршруты с наилучшей пропускной способностью для A,B,C.

IGS

Шлюз inet-gw, позволяющий совместно использовать своё соединение с Internet, замеряет свою доступную полосу Internet-соединения. Максимальная пропускная способность в обоих направлениях известна, поскольку пользователь должен задать её в конфигурационном файле netsukuku.conf. Таким образом, отслеживание устройства, используемого принятым по умолчанию маршрутом в Internet, позволяет легко узнать доступную полосу.

Балансировка нагрузки

Балансировка нагрузки будет применяться всегда, поскольку маршруты добавляются в ядро с использованием опции multipath. Пакеты, передаваемые узлу, будут использовать разные маршруты.

Балансировка нагрузки внутри Netsukuku не зависит от проблем балансировки на IGS. Узлы ntk согласованы между собой и не используют NAT для взаимодействия внутри сети.

Перевод на русский язык

Николай Малых

nmalykh@protokols.ru