

1.9. Двухнаправленные метрики

Автор: Сергей

05.05.2022 22:58 - Обновлено 21.04.2023 21:57

[Ранее...](#)

Поскольку при полнодуплексном трафике [тесты](#) итоговые [метрики](#) зависят от типа применяемого протокола и от его фактической реализации, мы будем вводить в определения данного раздела некоторые уточнения. В отличие от отраслевых стандартов, где этот важный вопрос пущен на самотёк, мы постараемся быть научно корректными.

Вначале понятия о времени:

Определение 48.

$$T \mathbf{3}_i, \left\{ \begin{array}{l} 1 \leq i \leq N_s, \nexists N_r \\ 1 \leq i \leq N_r, \exists N_r \end{array} \right\} \quad (c)$$

1.9. Двухнаправленные метрики

Автор: Сергей

05.05.2022 22:58 - Обновлено 21.04.2023 21:57

абсолютное время начала отправки пакета с номером i от стороны приёма.

Определение 49.

$$T 4_i, \left\{ \begin{array}{l} 1 \leq i \leq N_s, \nexists N_r \\ 1 \leq i \leq N_r, \exists N_r \end{array} \right\} \quad (c)$$

абсолютное время окончания приёма пакета с номером i на стороне генератора.

«О ужас! Вновь страшные математические сложности!» — слышим мы. Не согласны. Всё

1.9. Двухнаправленные метрики

Автор: Сергей

05.05.2022 22:58 - Обновлено 21.04.2023 21:57

просто. Вспомним, что в зависимом генераторе на стороне приёма совсем не обязан быть фиксатор числа принятых пакетов. Ведь программное обеспечение может просто реализовать эхо-протокол. Кто сказал **ping**? Да, там именно так всё и сделано. Поэтому и приходится уточнять определения с тем, чтобы они были универсальны.

Теперь вновь сладкая парочка, только для стороны начала сессии:

Определение 50.

$$N_p \text{ (единицы)}$$

число пакетов [теста](#), успешно принятых на стороне генератора за время

Определение 51.

1.9. Двухнаправленные метрики

Автор: Сергей

05.05.2022 22:58 - Обновлено 21.04.2023 21:57

$$T_p = \begin{cases} T_{max} , & N_p = 0 \\ T_{4_{N_p}} - T_{4_1} + T_{max} , & N_p < N_s \\ T_{4_{N_p}} - T_{4_1} , & N_p = N_s \end{cases} \quad (c)$$

период времени приёма [теста](#) на стороне генератора.

«Да как же так! Вы же только что сами писали, что N_r может существовать, а может и нет. А в последнем определении про это уже забыли?» — скажет наш любимый читатель. Нет, не забыли. Мы помним о поведении стороны приёма. Но тут, как в известном анекдоте, есть нюанс: дело в том, что на приёме генератор ожидает прихода не N_r пакетов, ему эта информация станет видна только в процессе

[теста](#)

, причём чаще всего по итогам. Если реализация вообще это поддерживает, к слову говоря. А ждёт он

N

s пакетов, то есть такого же числа, как он и передал, а точнее всё ещё передаёт.

Вот теперь и можно начинать определять сами [метрики](#) для двухнаправленного

1.9. Двухнаправленные метрики

Автор: Сергей

05.05.2022 22:58 - Обновлено 21.04.2023 21:57

трафика. Потери:

Определение 52.

$$LR_p = \left\{ \begin{array}{l} \frac{N_s - N_p}{N_s} \times 100, \nexists N_r \\ \frac{N_r - N_p}{N_r} \times 100, \exists N_r \end{array} \right\} (\%)$$

процент потерянных пакетов на стороне генератора T за время p .

Несложно видеть, что при существовании на стороне приёма N_r потери от стороны генератора до стороны приёма описываются уже введённым в

[разделе 1.6](#)

LR

r

,

1.9. Двухнаправленные метрики

Автор: Сергей

05.05.2022 22:58 - Обновлено 21.04.2023 21:57

а обратные потери —

LR

p

. В случае же отсутствия на стороне приёма

N

r

потери по каждому отдельному направлению невозможно определить, а вот круговые потери от генератора до приёма и обратно описываются

LR

p

.

Иллюстрировать поведение сети здесь будет излишним, так как

[рисунок 7](#)

всего лишь зеркалится.

Теперь перекраска:

Определение 53.

N_{pr} (единицы)

число пакетов [теста](#) , успешно принятых на стороне генератора за время

Определение 54.

$$RR_p = \begin{cases} 0, N_p = 0 \\ \frac{N_{pr}}{N_p} \times 100, N_p > 0 \end{cases} \quad (\%)$$

процент пакетов в [тесте](#) , доставленных с изменённым классом сервиса от приёма до генера

Здесь всё проще, поскольку процент считается не от общего числа переданных пакетов, а только от доставленных. Как и в случае с потерями, при существовании на стороне приёма N_{rr} перекраска от стороны генератора до стороны приёма описывается уже введённым в [разделе 1.6](#) RR_r , а обратная перекраска — RR_p . Если же N_{rr} отсутствует на стороне приёма, то

RR

p

описывает круговую перекраску трафика без выделения направления.

1.9. Двухнаправленные метрики

Автор: Сергей

05.05.2022 22:58 - Обновлено 21.04.2023 21:57

Переходим к скорости:

Определение 55.

$$BW_p = \frac{N_p \times (P_s + O_s) \times 8}{T_p} \quad (\text{бит/с})$$

измеренная скорость ~~среди~~ успешно принятых пакетов на стороне генератора за время

Что является важным для измеренной на стороне генератора скорости? Ведь с первого взгляда это весьма простая [метрика](#), понятная даже младенцу. Мы, правда, за всю свою практику ещё не видели младенца, проверяющего сети TCP/IP,

так что это всего лишь одна из тех гипербола, которыми славятся связисты в реальной, недостаточно документированной жизни. Но всё-таки, рядовой пользователь сети, пусть и возрастом давно не младенец, понимает это в полсекунды. Все те ограничения, про которые мы говорил в

[разделе 1.](#)

[6](#)

о

1.9. Двухнаправленные метрики

Автор: Сергей

05.05.2022 22:58 - Обновлено 21.04.2023 21:57

метрике

BW

r

применимы, конечно, и к

BW

p

. Но есть и новое: измеренная скорость весьма зависима от вида применяемого протокола. В случае, когда для проверки мы используем

протокол

TP

,

есть существенная особенность. А именно:

$$BW_p \leq BW_r \leq B_s$$

Причём, отметим, что именно за счёт выбора протокола с зависимым генератором на стороне приёма, мы не можем получить скорость передачи

от него

в сторону инициатора, большую, чем ту, на котор

о

й он сам получил трафик.

Представьте, что ваш любимый **ping** шлёт пакеты достаточно быстро (такие реализации есть, мы же общаемся с опытными специалистами, не забыли?) и развивает скорость

1.9. Двухнаправленные метрики

Автор: Сергей

05.05.2022 22:58 - Обновлено 21.04.2023 21:57

передачи

B_s , нужную вам, однако, вот загвоздка,

от генератора к стороне приёма есть 1% потерь пакетов,

такая досталась нам сеть.

Каким получится в итоге результат на приёме? Правильно, близким к формуле

BW

r

$= 0,99 \times$

B

s

. И отправить трафик обратно сторона, которую так сказать «пингуют», никак не сможет

быстрее, чем

BW

r

, даже если приёмник вывернется наизнанку. У него

же

нет информации о

B

s

, ведь он зависим! А теперь представим, что от приёмника до генератора тоже есть потери, к примеру

2%.

Релейка глючит, птицы перелётные

пошли на взлёт

.

Что получится в измеренной скорости на стороне инициатора? Верно, значение

близкое к формуле

BW

p

$= 0,98 \times$

BW

r

$= 0,9702 \times$

B

s

.

Прилагательным

«

близки

й

» мы тут формулируем ту неопределённость, которая характерна для всех

статистических

величин

, так как в реальной сети могут быть, разумеется, отличия.

1.9. Двухнаправленные метрики

Автор: Сергей

05.05.2022 22:58 - Обновлено 21.04.2023 21:57

Из указанного неравенства, особенно после нашего несложного примера, становится очевидно, что проверять реальную пропускную способность сети использованием

[метрики](#)

BW

p

при использовании

[протокола](#)

TP

можно, когда нет иного выхода. И полученное числовое значение можно считать корректным условно.

Точные ограничения мы пока опустим, здесь важен сам факт.

А вот в случае использования [протоколов](#) [TNP](#) или [TAP](#), всё становится более корректным. Так как они независимо создают поток от стороны приёма, что позволяет использовать

BW

p

уже всерьёз.

Простой параметр, правда? Вот так начнёшь изучать фамильные портреты и, пожалуй, уверуешь, что ты знаешь лишь то, что ничего не знаешь, впрочем, другие не знают и этого. Мы сами не стесняемся учиться и вам рекомендуем не забывать ни латыни, ни древнегреческого.

1.9. Двухнаправленные метрики

Автор: Сергей

05.05.2022 22:58 - Обновлено 21.04.2023 21:57

Вот так, невидимыми семимильными шагами мы вернулись к задержкам, только на этот раз в другую сторону.

Определение 56.

$$mD_p = \min_{i=1..N_p} (T4_i - T3_i) \quad (c)$$

минимальная задержка T успешной доставки пакетов от стороны приёма до стороны генератора,

Определение 57.

$$MD_p = \max_{i=1..N_p} (T 4_i - T 3_i) \quad (c)$$

Определение 59. Среднее время задержки в очереди пакетов от стороны приёма до стороны генератора,

$$AD_p = \begin{cases} 0, N_p = 0 \\ \frac{\sum_{i=1}^{N_p} (T 4_i - T 3_i)}{N_p}, N_p > 0 \end{cases} \quad (c)$$

$$mRTT = \begin{cases} 0, N_p = 0 \\ \min_{i=1..N_p} ((T 4_i - T 3_i) + (T 2_i - T 1_i)), N_p > 0 \wedge \exists T 3_i \wedge \exists T 2_i \\ \min_{i=1..N_p} (T 4_i - T 1_i), N_p > 0 \wedge (\nexists T 3_i \vee \nexists T 2_i) \end{cases} \quad (c)$$

Определение 60. Среднее время задержки, измеренное во время

$$MRTT = \begin{cases} 0, N_p = 0 \\ \max_{i=1..N_p} ((T 4_i - T 3_i) + (T 2_i - T 1_i)), N_p > 0 \wedge \exists T 3_i \wedge \exists T 2_i \\ \max_{i=1..N_p} (T 4_i - T 1_i), N_p > 0 \wedge (\nexists T 3_i \vee \nexists T 2_i) \end{cases} \quad (c)$$

Определение 61. Среднее время задержки, измеренное во время

$$ARTT = \begin{cases} 0, N_p = 0 \\ \frac{\sum_{i=1}^{N_p} (T 4_i - T 3_i) + (T 2_i - T 1_i)}{N_p}, N_p > 0 \wedge \exists T 3_i \wedge \exists T 2_i \\ \frac{\sum_{i=1}^{N_p} (T 4_i - T 1_i)}{N_p}, N_p > 0 \wedge (\nexists T 3_i \vee \nexists T 2_i) \end{cases} \quad (c)$$

Дальнейшее исследование в области телекоммуникаций