

ОСОБЕННОСТИ МОДЕЛИРОВАНИЯ ТРАФИКА IP-ТЕЛЕФОНИИ В СОВРЕМЕННЫХ ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ

Ряднов Д.С.

Ставропольский военный институт связи Ракетных войск

Системы передачи речи и видео существуют десятки лет и успели прочно войти в нашу жизнь. Со временем такие системы развивались и совершенствовались, приобретая все новые возможности и осваивая новые технологии. По мере совершенствования систем передачи речи и роста числа подписчиков на речевые и видео сервисы, такие системы все более усложнялись, делая существующие методы проектирования несостоятельными. Переход к системам пакетной передачи демонстрирует пример подобного развития событий. В традиционной телефонии с коммутацией каналов применяются методы расчета, которые не подходят для случая коммутации пакетов. Особую значимость для проектирования речевых и видео сервисов имеют адекватные модели трафика как отдельного источника, так и мультиплексированных потоков.

Последние исследования показывают, что телекоммуникационный трафик для большинства видов сервисов является самоподобным (фрактальным). Пакетизированная передача различных видов информации потребовала пересмотра многих задач теории телетрафика, связанных с описанием потоков и расчетом нагрузок на сеть в связи с проявлением свойств самоподобия в сетевом трафике. Пачечный характер трафика создает сложные условия функционирования сетевых структур, находящихся под его воздействием. Это вызвано тем, что как длина пачек, так и паузы между ними изменяются в широких пределах временных интервалов. Для количественной оценки и описания пульсирующей структуры или изменчивости (самоподобности) процессов обычно используют измеренные трафиковые трассы. Многочисленные публикации, связанные с трафиковым моделированием, основанные на реальных измерениях, преследуют цель проведения анализа на наличие, идентификацию и оценку количественных характеристик самоподобности, долговременной зависимости, а также для объяснения причин самоподобности в сетевом трафике и исследования производительности сети при построении очередей [1].

В случае, когда аналитический анализ невозможен, алгоритмы синтеза искусственных трасс чрезвычайно важны, поскольку их легко использовать при моделировании реакции сети на самоподобную нагрузку. Синтез искусственного трафика дает два основных преимущества над моделированием, использующим реальные (измеренные) трассы:

1. Реальные трассы неудобны для измерения и хранения.
2. Легкие для понимания параметры позволяют обобщать результаты моделирования на любые ситуации, которые невозможно получить из реальных данных (показатель Херста, средние значения, зависимость дисперсии от параметра агрегирования и др.) [2].

Реальные данные проявляют более сложную структурную зависимость, чем та, которую можно смоделировать с помощью специально сформированных процессов, обладающих долговременной зависимостью.

При пакетной коммутации непрерывный битовый поток с переменной скоростью передачи преобразуется в поток пакетов, при этом плотности распределения длительности интервала времени между поступающими пакетами однозначно определяют его статистические свойства и являются распределениями с «тяжелыми» хвостами [1]. Битовый поток со скоростью передачи $r(t)$ поступает на вход элемента памяти, при этом длительность интервала времени τ между пакетами определяется временем накопления информации в буфере, емкость которого достаточна для образования пакета заданной длины L_o (бит).

На основании теоремы о среднем

$$r_{mid} \cdot \tau = L_o, \quad (1)$$

где r_{mid} – средняя скорость передачи.

Для получения зависимости между случайными величинами r и τ в [2] сделано допущение, что

$$r_{mid} = r. \quad (2)$$

Это справедливо при небольших значениях длины пакета L_o (например, ячейка АТМ), при этом получено, что плотность распределения длительности интервалов времени τ при условии (2) определяется зависимостью:

$$g(\tau) = \frac{L_o}{\tau^2} \cdot f\left(\frac{L_o}{\tau}\right), \quad (3)$$

где $f(r)$ – закон распределения скорости исходного битового потока.

Такая упрощенная модель приводит к появлению в потоке пакетов распределений с «тяжелыми» хвостами независимо от того, какой вид имеет исходный закон распределения $f(r)$ битового потока.

Таким образом, в основе появления самоподобности в сетевом трафике пакетных сетей лежит один причинный фактор – процесс преобразования битового потока в поток пакетов.

Анализ производительности систем с трафиком VoIP привлекает анализ соответствующих моделей построения очередей. В системе построения очередей в очередь поступает суммарный трафик, который представляет собой мультиплексированный трафик входных каналов, и поступающие пакеты будут обслуживаться в соответствии с используемой дисциплиной обслуживания.

Зачастую агрегированный речевой трафик может рассматриваться как наложение большого числа отдельных независимых ON/OFF-источников, которые передают с одинаковой интенсивностью, но с длительностями, распределенным в соответствии с тяжело-хвостовым распределением. В пределе для бесконечного числа источников ON/OFF-модель сходится к фрактальному гауссовскому шуму. Поэтому исследование объединенного трафика VoIP проводилось ниже именно с этой точки зрения.

Вместе с тем эти модели сложно параметризовать, используя сетевые параметры. В частности, они не учитывают причину возникновения всплесков в сетевом трафике. Информация на уровне соединения позволяет провести тщательный анализ всплесков трафика.

В моделях агрегированного трафика (в том числе ON/OFF-модели), всплески трафика возникают в результате того, что большое число соединений начинают одновременно передавать байты или пакеты.

Результаты показывают, что в случае высокой загруженности пуассоновская модель не согласуется с результатами моделирования, а объединенный процесс является сильно коррелированным и проявляет свойства долговременной зависимости. Оценка на самоподобие проведенная с использованием различных тестов показала, что свойство самоподобия суммарного трафика следует учитывать при моделировании в случае высокой интенсивности поступления вызовов. Показано, что для моделирования объединенного трафика VoIP можно использовать как фрактальный гауссовский шум, так и более сложные многокомпонентные модели.

Литература:

1. Фомин Л. А. Причины появления долговременной зависимости в пакетных сетях. Физика волновых процессов и радиотехнические системы, №6. Том 10 2007.–С. 14-18.

2. Шелухин О. И., Теняков А.М., Осин А.В. Фрактальные процессы в телекоммуникациях. – М: Радиотехника, 2003 –с. 408.

3. Фомин Л. А., Ряднов Д.С. Исследование самоподобной структуры трафика в инфокоммуникациях//Вузовская наука сегодня.-Ставрополь: Ставропольское книжное издательство,2008.-С.52-55.

4. Шелухин О.И., Осин А.В., Урьев Г.А. Результаты экспериментальных исследований сетевого трафика телекоммуникационной сети. «Теоретические и прикладные проблемы сервиса».- 2005.- №1-2(14-15) стр.38-49