



Глава 1 описывает все виды моделей, которые разрабатываются в среде MvStudium. Глава 2 рассматривает и обосновывает архитектуру инструментальных программных средств автоматизации системно-аналитического моделирования гибридных систем. Глава 3 описывает компонентное моделирование физических систем. Практическая часть содержит лабораторные работы и задания для самостоятельного выполнения. В разделе примеры описаны некоторые модели, которые создаются в этой среде.

Литература

1. Вуль, В.А. Электронные издания [Текст] / В.А.Вуль. – СПб.: БХВ-Петербург, 2003. – 553с.
2. Кознов, Д.В. Основы визуального моделирования: учеб. пособие [Текст] / Д.В. Кознов– М.: Бином, 2008. – 248с.
3. Колесов, Ю.Б. Объектно-ориентированное моделирование сложных динамических систем [Текст] / Ю.Б. Колесов. – СПб.: Изд-во СПбГПУ, 2004. – 240 с.
4. Википедия [электронный ресурс] / Визуальное программирование. – URL: <http://ru.wikipedia.org>
5. Википедия [электронный ресурс] / Создание электронного учебного пособия. – URL: <http://ru.wikipedia.org>

А.А. Царёв, А.Ю. Привалов

МОДЕЛИРОВАНИЕ СЕТЕВОГО ТРАФИКА В СОВРЕМЕННЫХ СЕТЯХ СВЯЗИ

(Самарский государственный аэрокосмический университет им. академика С.П. Королёва (национальный исследовательский университет))

Современные сетевые приложения, такие как видеоконференций, интернет-телефонии, распределенные вычисления и др. используют методы пакетной передачи данных. Исследование трафика сетей с пакетной передачей данных за последние более чем полтора десятка лет, показали, что сетевой трафик является самоподобным или фрактальным [1], т.е. выглядит качественно одинаково при почти любых масштабах временной оси. Оказалось, что в случае самоподобного трафика методы расчета параметров современных компьютерных сетей (пропускной способности каналов, емкости буферов и др.), основанные на пуассоновских моделях и формулах Эрланга, которые с успехом используются при проектировании телефонных сетей, дают неоправданно оптимистические решения и приводят к недооценке реальных потребностей в сетевых ресурсах.

По причинам, описанным выше, для моделирования самоподобного сетевого трафика вместо классических методов будет использоваться имитационное моделирование. В данной работе рассматриваются модификации двух моделей для имитации трафика: классической модели систем массового обслужи-



вания “Input M/G/ ∞ ” и модели “On-Off Sources”. Данные модели были реализованы в системе имитационного моделирования Omnet++ на языке C++ и NED Language.

Модель «Input M/G/ ∞ » характеризуется постоянным наличием возникающих в каждый временной интервал источников трафика, которые работают определенное количество времени, задаваемым в момент возникновения источника. Каждый из источников производит некоторое количество пакетов информации в один временной интервал. Модель «On-Off Sources» является чередующимся фрактально возобновляющимся процессом, относящимся к FARIMA-процессам (fractional autoregressive integrated moving average). В рамках данной модели существует фиксированное количество источников трафика, каждый из них то работает, генерируя пакеты информации (On - состояние), то «молчит» (Off - состояние). Каждый источник, как и в предыдущей модели, обладает определённой скоростью генерации информации, возможно, различной в разных On-периодах. В обеих моделях в каждый временной интервал трафик определяется как суммарный объём всех пакетов, присутствующих в системе. Источники трафика считаются независимыми, для упрощения построения вычислительных алгоритмов параметров модели.

Модели «Input M/G/ ∞ » и «On-Off Sources» в целом схожи между собой. Основное различие между ними, прежде всего в том, что в первой из них в системе в определенный момент времени может находиться бесконечное количество источников, во второй же количество источников строго ограничено.

Цель работы определить, достаточно ли точно с помощью данных моделей удастся моделировать современный сетевой трафик, учитывая свойство самоподобия, чтобы использовать их на практике для прогнозирования поведения трафика.

В работе используются трассы интернет трафика, распространяемые организацией CAIDA [2]. Эти наборы данных содержат трассы, получаемые с двух высокоскоростных мониторов организации, начиная с апреля 2008 года. Трассы анонимизированы с помощью системы CryptoPan, т.е. из них удалены все данные, позволяющие каким-либо образом идентифицировать источник. Сетевая карта Endace, используемая для регистрации трафика фиксирует время поступление пакетов с точностью до наносекунд. Однако анонимные трассы хранятся в файлах формата pcap и точность времени урезана до микросекунд. Файлы этого формата можно прочитать с помощью таких программ, как CoralReef, Software Suite, tcpdump, WireShark и др. В данной работе важно время прибытия пакета и его размер, а так же среднее время передачи одного пакета, которое можно рассчитать на основе данных, представленных на официальном сайте организации. Поэтому из файла формата pcap (где много другой информации о пакетах) делается файл формата tl, который хранит записи со временем прибытия пакета с точностью до микросекунд и размером пакета в байтах.

Для моделирования трафика с помощью моделей, указанных выше, требуются такие объекты, как одномерное распределение вероятностей времени



жизни источников для модели «Input M/G/∞» (или ON и OFF периодов для модели «On-Off Sources»), одномерное распределение вероятностей скорости источников, интенсивность появления новых источников (только для «Input M/G/∞») и другие.

Чтобы рассчитать данные объекты нужно проанализировать натуральный трафик, записанный в файле формата tl. Для упрощения анализа натурального трафика, представленного «непрерывным» (с некоторой точностью) случайным процессом, нужно его дискретизировать по времени и квантовать по значению. В результате получим дискретный случайный процесс, по которому определим основные характеристики: его одномерное распределение вероятностей, выборочное среднее, выборочную дисперсию, нормированную АКФ и параметр Херста. Оценка параметра Херста проводится методом частичных дисперсий [3].

Далее производился расчёт упомянутых выше объектов: интенсивности появления новых источников и распределения вероятностей скорости источника по алгоритму, описанному в [4]. В качестве распределения вероятностей времени жизни источников (а также для ON периодов «On-Off Sources») использовалось Парето-подобное распределение. Для OFF периодов модели «On-Off Sources» использовалось распределение Пуассона. После того, как модели генерируют трафик (который так же получается «непрерывным»), он так же проходит процедуру дискретизации, квантования и расчёта основных характеристик.

Модели «Input M/G/∞» и «On-Off Sources» позволяет получать самоподобный трафик с высокой степенью близости одномерного распределения к распределению натурального трафика. АКФ, параметр Херста, выборочное среднее и выборочная дисперсия для смоделированных трасс так же получаются достаточно близкими к характеристикам натурального трафика.

Литература

1. Городецкий, А.Я. Фрактальные процессы в компьютерных сетях [Текст] / А.Я. Городецкий, В.С. Заборовский // Изд-во СПбГТУ. – СПб., 2000. – 102 с.
2. Сайт CAIDA [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.caida.org>.
3. Park, K. Self-similar Network Traffic and Performance Evaluation [Text] / K. Park, W. Willinger., Ed. Wiley // John Wiley & Sons Inc. – New-York, 2000. – 556 p.
4. Баева, М.В. Некоторые подходы к моделированию самоподобного сетевого трафика [Текст] М.В. Баева, А.Ю. Привалов // Радиотехника. – М., 2007. – С. 81-84.