

М. А. Б у т а к о в а, В. П. Т е р н о в о й (Ростов-на-Дону, РГУПС).
Способы генерации случайных процессов в задачах имитационного моделирования информационных систем.

В число задач анализа существующих и проектирования новых крупных информационных систем (ИС) входит имитационное моделирование потоков данных, циркулирующих в них. При этом следует учитывать особенности телекоммуникационного трафика таких систем, который, во-первых, обладает свойством самоподобия, а, во-вторых, зачастую в определенные интервалы времени несет пиковую нагрузку на сеть. Кроме того, важной особенностью современных распределенных компьютерных сетей, на базе которых строятся ИС, является высокая скорость передачи данных, обусловленная новыми технологиями передачи по каналам сетей. Таким образом, актуальной является задача разработки быстрых методов генерации случайных самоподобных процессов, имитирующих трафик в реальных ИС.

В работе [1] для целей имитационного моделирования телекоммуникационного трафика со свойством самоподобия был предложен алгоритм генерации последовательностей приращений случайного процесса на основе быстрого преобразования Фурье (БПФ) Глассмана [2]. Использование БПФ $X(k) = \sum_{n=0}^{N-1} x(n)e^{-j(2\pi/N)nk}$ в имитационных моделях позволяет максимально приблизить процесс генерации к скорости реального потока в сети. Отметим, что алгоритм Глассмана был выбран автором в связи с тем, что он позволяет реализовать БПФ по всем n точкам для $n \in \mathbb{N}$. Но в некоторых случаях более подходящими могут быть и другие алгоритмы БПФ. Кратко охарактеризуем эти алгоритмы и способы свертки, позволяющие сделать алгоритмы БПФ еще более эффективными.

Алгоритмы БПФ для простых множителей, использующих быструю свертку (Д. П. Колба, Т. У. Паркс), эффективны для больших объемов данных, что, несомненно, является существенным для крупных ИС. Алгоритмы основаны на объединении двух идей: сведения ДПФ к свертке и вычисления коротких сверток с минимальным числом умножений.

Еще один алгоритм дискретного преобразования Фурье (ДПФ), когда число отсчетов — простое число (Ч. М. Рейдер). В алгоритме показано, что ДПФ при условии, что длина преобразуемой последовательности N — простое число, является циклической корреляцией. Этот факт позволяет вычислять ДПФ с помощью быстрого преобразования Фурье, что приводит к увеличению скорости, несмотря на то, что N — простое. Показано, что когда длина преобразования есть простое число, то N -точечное ДПФ содержит $(N - 1)$ циклическую свертку. Для выделения этой свертки необходимо переставить $(N - 1)$ отсчетов сигналов $x_i, i = 1, 2, \dots, N - 1$. Вторая перестановка применяется к множеству $\{e^{-j(2\pi/n)k}, k = 1, 2, \dots, N - 1\}$. Обе перестановки осуществляются с помощью первообразного корня, который существует вследствие того, что N — простое число.

Авторами разработано программное обеспечение, позволяющие оценить скорость преобразований в различных случаях, что дает возможность выбрать адекватный алгоритм ДПФ в зависимости от специфики ИС, для которой проводится имитационное моделирование.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ, проект № 09-08-00097а.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бутакова М. А. Модели информационных потоков в системах массового обслуживания на транспорте. Ростов-на-Дону: РГУ, 2006.
2. Glassman J. A. A generalization of the Fast Fourier Transform. — IEEE Transaction on Computers, 1970, № 19 (2), p. 105–116.