

Моделирование фрактальных потоков пакетов в компьютерных сетях

Пустовойтов, П.Е.

Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт»,
кафедра систем информации, к.т.н., доцент, yamazaki@bk.ru

It was suggested a procedure for creating self-similarity stochastic flow based on Pareto distribution. Level of self-similarity assigns by Hirst parameter. The procedure is used in imitation model of networks.

ВВЕДЕНИЕ

При построении моделей компьютерных сетей чаще всего подразумевается пуассоновский характер входящего потока. Однако статистические наблюдения за сетевым трафиком в реальных компьютерных сетях показали, что входящий поток пакетов данных обладает свойством самоподобия. В большей степени свойство самоподобия выражается в наличии последействия в случайном характере трафика. Это значит, что рост нагрузки в сети может привести к еще большему увеличению нагрузки в дальнейшем. Неучет этого факта при построении модели приводит к получению не вполне корректных выводов (рис. 1).

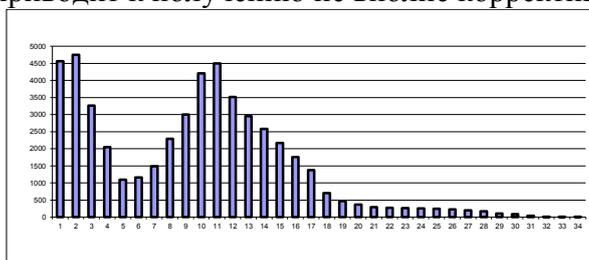


Рисунок 1 – Гистограмма распределения длин пакетов на входе прокси-сервера НТУ «ХПИ» за сутки

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ.

Неадекватность имитационных моделей, использующих пуассоновский поток пакетов данных для имитации трафика, приводит к поставке задачи разработки математического аппарата для процедуры формирования самоподобного потока.

Цель работы – разработка методики, формирования самоподобного случайного потока с возможностью задания параметра, характеризующего уровень самоподобия в генерируемом потоке.

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

Простейший способ формирования последовательности, обладающей свойством самоподобия, состоит в использовании какого-либо из распределений с тяжелым хвостом, задающего поток с последействием. В этом отношении очень удобным является распределение Парето [1].

Основной составляющей каждого метода генерации случайных величин является источник независимых и одинаково распределенных равномерных случайных величин $U(0,1)$. Тогда для получения Парето распределенной случайной величины воспользуемся методом обратного преобразования [2]

$$x_i = \frac{k}{(1 - \eta_i)^{\frac{1}{\alpha}}},$$

где η_i - равномерно распределенная случайная величина.

Получим теперь соотношение, связывающее параметры (α, k) Парето – распределения и параметр Херста H [3]. Зададим конкретное значение параметра H , используем формулу автокорреляционной функции для самоподобного процесса

$$r(\tau) = (1 + \tau)^{-(1-H)}.$$

Далее выполняем следующие действия:

а) для совокупности непересекающихся временных интервалов формируется определяемая автокорреляционной функцией последовательность коррелированных случайных величин, задающих количество сообщений в каждом интервале;

б) в соответствии с полученным распределением числа пакетов в каждом интервале формируется случайная последовательность длин промежутков между пакетами с последствием;

в) возникающая при этом последовательность случайных промежутков между моментами поступления пакетов образует поток с заданным параметром H ;

г) полученный самоподобный поток статистически обрабатывается, в результате строится гистограмма относительных частот появления промежутков заданной длины;

д) методом наименьших квадратов [4] осуществляется выбор подходящих параметров распределения Парето, аппроксимирующего гистограмму, соответствующие заданному значению H .

Далее описанная процедура повторяется для нового значения H . Получаемые при этом результаты, используются для отыскания зависимости параметров Парето – распределения от численного значения параметра H . Предложенная процедура использована в разработке имитационной модели (рис. 2) узла компьютерной сети [5] для определения влияния нагрузки на маршрутизатор для различных видов потоков.

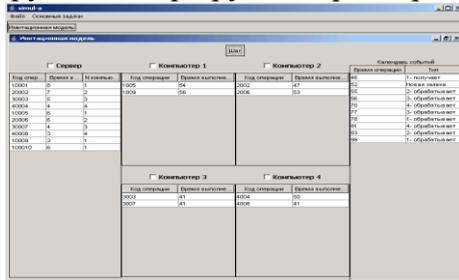


Рисунок 2 – Экранная форма графического интерфейса пользователя имитационной модели

На рис.3. представлены графики показывающие влияние различных типов потоков на уровень нагрузки узла компьютерной сети.

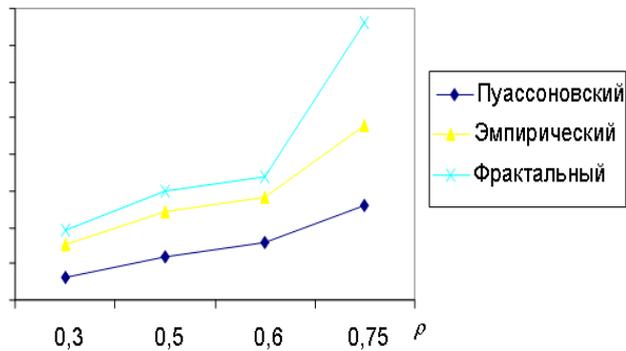


Рисунок 3 – Сравнение нагрузки на узел сети для разных интенсивностей потоков пакетов

ВЫВОДЫ

Предложена процедура формирования самоподобного потока на основе закона распределения Парето. Закон распределения Парето был выбран как простой закон распределения случайной величины обладающий длинным хвостом. Уровень самоподобия получаемого потока задается параметром Херста H .

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Пугачев В.С. Теория вероятностей и математическая статистика / Пугачев В.С. – М.: Физматгиз, 2000. – 496с.
- Лоу А.М. Имитационное моделирование / А.М. Лоу, В.Д. Кельтон - СПб: Питер, 2004. -847 с.
- Hurst H. Long-term Storage. An Experimental Study / Hurst H., Black R., Simaika Y. – London: Coustable, 1965. – 184p.
- Пирятин В.Д. Обработка результатов экспериментальных измерений по способу наименьших квадратов / Пирятин В.Д. – Харьков: ХТИ, 1962. – 188с.
- АС №39374 від 26.07.2011 Комп'ютерна програма «Імітаційна модель комп'ютерної мережі із різними за властивостями потоками пакетів» / Пустовойтов П.Є. Заявка №39622 від 23.05.2011.

