УДК 004.942: 519.246.85

Черниговский Александр Валерьевич,
аспирант, Ангарский государственный технический университет,
e-mail:chernigovsky.alex@gmail.com;
Кривов Максим Викторович,
к.т.н., доцент Ангарский государственный технический университет,
e-mail: vmk@angtu.ru

АНАЛИЗ МОДЕЛЕЙ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ СЕТЕВОГО ТРАФИКА

Chernigovskiy A.V., Krivov M.V.

ANALISYS OF PROGNOSTICATING MODELS OF NETWORK TRAFFIC

Аннотация. В данной работе проведен сравнительный анализ моделей прогнозирования сетевого трафика. Были рассмотрены основные авторегрессионные модели и вариации модели броуновского движения.

Ключевые слова: сетевой трафик, прогнозирование, самоподобие, ARMA-модели, модель броуновского движения.

Abstract. Comparative analysis of network traffic prognosticating models was conducted in this paper. The autoregressive models and variations of the Brownian motion model were considered.

Keywords: network traffic, prognosticating, self-similarity, ARMA-models, Brownian motion model.

При распределении потока трафика между пользователями одной сети большое значение имеет процесс прогнозирования загрузки сети. Однако с учетом того, что в сети может использоваться трафик различных видов, а также того, что он может передаваться по различным протоколам, смоделировать такой процесс достаточно сложно. При этом, в сети зачастую наблюдаются колебания нагрузки в зависимости от времени дня и объема работы, что еще больше усложняет процесс моделирования.

Ранее [1] нами были проведены исследования различных типов сетевого трафика, которые показали, что в большинстве своем он является самоподобным. Поэтому следующим этапом исследования стало определение математической модели прогнозирования трафика.

В качестве объекта исследования был выбран общий трафик, собранный в сети Ангарского государственного технического университета. Он содержал в себе такие типы данных, как различные видео-данные (в том числе потоковое видео), данные пиринговых сетей, обычный веб-серфинг, и т.д.

Сама суть термина «самоподобие» предполагает зависимость значения функции в текущий момент времени от ее предыдущих значений, поэтому особое внимание было уделено авторегрессионным моделям.

Классическая модель авторегрессии (autoregression, AR) сводится к тому, что текущее значение функции линейно зависит от предыдущих ее значений и описывается уравнением вида:

$$X_t = c_0 + \sum_{i=1}^{p}(a_i \cdot X_{t-i}) + \varepsilon_t ,$$

где c_0 – константа; p – порядок модели авторегрессии; a_i – коэффициенты модели авторегрессии; ε_t – ошибка.

Для уточнения уравнения авторегрессии может использоваться модель скользящего среднего (middleaverage, MA), в результате чего формируется новыйтип моделей – ARMA, в которых функция представляет собой авторегрессию от предыдущих значений, а ошибка оценивается методом скользящего среднего:

$$X_t = c_0 + \sum_{i=1}^{p}(a_i \cdot X_{t-i}) + \varepsilon_t + \sum_{j=1}^{q}(b_j \cdot \varepsilon_{t-j}),$$

где q – порядок модели скользящего среднего; b_i – коэффициенты модели скользящего среднего.

Если исходная функция имеет какой-либо тренд (например, возрастающий), то для ее линеаризации может быть использована модель ARIMA, которая использует в качестве аргументов функции разности текущего и предыдущего значений функции $\Delta^d X$ порядка d :

$$\Delta^d X_t = c_0 + \sum_{i=1}^{p}(a_i \cdot \Delta^d X_{t-i}) + \varepsilon_t + \sum_{j=1}^{q}(b_j \cdot \varepsilon_{t-j}),$$

а также модель FARIMA, в которой в качестве аргумента используется разность дробного порядка ($d \notin Z$).

Кроме этого, нами был проведен анализ данных с помощью модели броуновского движения, в которой приращение значений функции подчиняется распределению Гаусса и пропорционально выражению:

$$\Delta X = X_{t2} - X_{t1} \sim |t_2 - t_1|^{0,5},$$

а также с ее фрактальным аналогом, для которого:

$$\Delta X = X_{t2} - X_{t1} \sim |t_2 - t_1|^{H},$$

где $0,5 < H \le 1$ – степень самоподобия трафика (параметр Херста).

Результаты, полученные при оценке значимости коэффициентов уравнения авторегрессии, свидетельствуют о том, что наиболее значимым является первый член ряда и постоянная c_0, а с увеличением порядка p значимость коэффициентов уравнения существенно снижается. Следовательно, в данном случае модели авторегрессии являются неприменимыми.

Анализ полученных данных с помощью модели броуновского движения показал, что, учитывая самоподобность изучаемого нами сетевого трафика, его наилучшее математическое описание может быть получено с помощью модели фрактального броуновского движения, при этом степень самоподобия трафика будет зависеть от вида передаваемых данных и их соотношения в общем объеме трафика.

ЛИТЕРАТУРА

1. Черниговский, А.В. Основные модели сетевого трафика / А.В. Черниговский, М.В. Кривов // Вестник АнГТУ. – 2017. – № 11. – С. 137-143.