Программная реализация модифицированного алгоритма оценки показателя Херста для временного ряда

Осипов Геннадий Сергеевич

Сахалинский государственный университет

д.т.н., заведующий кафедрой Информатики

Анисимов Иван Андреевич

Сахалинский государственный университет

студент

Аннотация

Приведена постановка задачи определения показателя Херста для временного ряда. Предложен модифицированный алгоритм расчета. Осуществлена практическая апробация алгоритма в виде программного комплекса, обеспечивающего решение задачи и возможность исследования влияния параметров на результат расчета

Ключевые слова: временной ряд, фрактальная размерность, показатель Херста

Software implementation of a modified algorithm for estimating the Hurst exponent for a time series

Osipov Gennady Sergeevich

Sakhalin State University

Doctor of technical Sciences, Head of the Department of Computer Science

Anisimov Ivan Andreevich

Sakhalin State University.

student

Abstract

A statement of the problem of determining the Hurst index for a time series is given. A modified calculation algorithm is proposed. Practical testing of the algorithm in the form of a software package that provides a solution to the problem and the ability to study the influence of parameters on the calculation result

Keywords time series, fractal dimension, Hurst exponent

Введение

Современное состояние исследований в области анализа больших данных основано на том, что подавляющее большинство встречающихся на практике временных рядов не подчинено «традиционному» нормальному распределению, а представляет собой персистентные ряды с лептоэксцессом.

Так на рисунке 1 [1] показаны типичные отклонения эмпирического распределения от нормального, которые часто на практике не учитывались, что могло являться причиной системной ошибки в принятии решений при традиционных упрощающих допущениях о нормальности распределения.

Рис.1. Отклонения от нормального распределения

Поэтому в настоящее время при исследовании данных учитывается не только и не сколько топологическая размерность временных рядов, но и их фрактальная размерность, одним из методов определения которой является классический R/S анализ данных [2, 3].

Постановка задачи

Имеется временной ряд $r = r(t) (t = \overline{0, T})$ или логарифмические прибыли $p = p(t) = \ln \frac{r(t)}{r(t-1)} (t = \overline{1, T})$. Требуется определить показатель Херста, который определяет фрактальную размерность исследуемого ряда.

Алгоритм решения

Исследуется модифицированный (по сравнению с классическим [2,3]) алгоритм R/S анализа данных.

1. выбор ширины окна $\tau = \tau_0, T$;

2. расчет среднего значения $\bar{p}_\tau = \frac{1}{\tau} \sum_{t=1}^{\tau} p(t)$;

3. расчет накопленной суммы отклонений от среднего

$$P_\tau(t) = \sum_{i=1}^t (p(i) - \bar{p}_\tau) (t = \overline{1, \tau});$$

4. определение размаха $R = R(\tau) = \max_{t \in [1, \tau]} P_\tau(t) - \min_{t \in [1, \tau]} P_\tau(t)$;

5. расчет стандартного отклонение $S = S(\tau) = \left(\frac{1}{\tau-1} \sum_{t=1}^{\tau} (p(t) - \bar{p}_\tau)^2 \right)^{1/2}$.

Отношение $R/S = R/S(\tau) = (c\tau)^H$, где c – параметр и определяет искомый коэффициент Херста H .

Программная реализация

Программа обеспечивает ввод данных в удобном для пользователя формате и их визуализацию (см. рис. 2)

Рис. 2. Представление исходного временного ряда

Предусмотрена возможность расчета показателя Херста на основе анализа исходных данных, результат представлен на рисунке 3.

Рис. 3. Пример расчет показателя Херста по исходным данным

Для исключения зависимости последовательных измерений исходные данные можно привести к «логарифмическим прибылям» (см. рис. 4).

Рис. 4. График «логарифмических прибылей»

На рисунке 5 приведен результат расчета показателя Херста после приведения исходных данных к «логарифмическим прибылям».

Рис. 5. Пример расчет показателя Херста по «логарифмическим прибылям»

Выводы

Проведенное исследование позволяет сделать следующие выводы:

1. Модифицированный (упрощенный) алгоритм расчета позволяет разлучать результат, практически совпадающий со значением показателя Херста, полученным классическим методом.
2. Программная реализация позволяет исследовать влияние параметров модели на решение, в частности делать анализ зависимости результата от начальной ширины окна и шага его приращения.
3. Алгоритм и программная реализация являются унифицированными и позволяют решать задачи данного класса при исследованиях временных рядов в различных предметных областях [4].

Библиографический список

1. Осипов Г.С. Оценка фрактальности финансовых временных рядов с помощью показателя Херста // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. 2017. № 4. С.46–52.
2. Петерс Э. Фрактальный анализ финансовых рынков: Применение теории хаоса в инвестициях и экономике. М.: Интернет-трейдинг. 2004. 304 с.
3. Мандельброт Б. Фрактальная геометрия природы. М.; Ижевск: Институт компьютерных исследований. 2010. 656 с.
4. Конешов В.Н., Непоклонов В.Б., Дробышев М.Н., Спиридонова Е.С. Исследование фрактальной размерности временных рядов гравиметрических наблюдений // Геофизические исследования. 2020. Т. 21. № 2. С. 5-18.