

## АЛГОРИТМ АНАЛИЗА РАЗМЕРНОСТИ ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ, ПОЛУЧЕННЫХ С ВЕКТОРНЫХ ДАТЧИКОВ ВИБРАЦИИ

*Сарбасова Ажар Мухамеджановна*

*Студент*

*Факультет ВМК МГУ имени М. В. Ломоносова, Москва, Россия*

*E-mail: sam.sarbas@gmail.com*

В настоящее время в науке все больше внимания выпадает на теорию динамических систем и на дисциплины, связанные с анализом сложных систем и порождаемых ими временных рядов.

Временным рядом называется массив из  $N$  чисел, представляющих собой значения некоторой наблюдаемой динамической переменной  $x(t)$  с некоторым постоянным шагом  $\Delta t$  по времени, то есть взятые в моменты  $t_i = t_0 + (i - 1)\Delta t : x_i = x(t_i), i = 1, \dots, N$ . В анализе временных рядов выделяются две основные задачи: задачи идентификации и задачи прогноза. Задача идентификации находит параметры системы, порождающие искомый временной ряд - а именно, размерность вложения, корреляционная размерность.

Размерность вложения - минимальное число динамических переменных, однозначно описывающих наблюдаемый процесс. Корреляционная размерность - есть оценка фрактальной размерности аттрактора системы и частный случай обобщенной вероятностной размерности.

На сегодняшний день крайне распространены вопросы, которые связаны с анализом трехмерных данных с датчиков векторного типа.

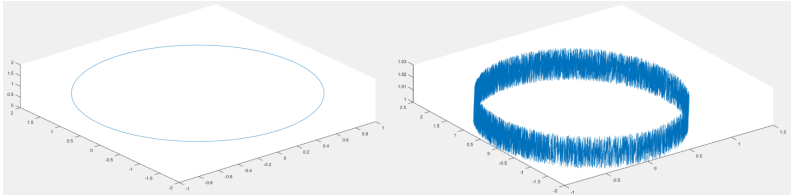
В работе была поставлена задача, в которой необходимо найти корреляционную размерность вложения для трехмерных данных через корреляционный интеграл. Корреляционный интеграл считается по формуле:

$$C_k = \lim N \rightarrow \inf \frac{1}{N^2} \sum_{n=1}^N \sum_{n'=1}^N \Theta[l - \rho_k(n, n')], \quad (1)$$

где  $N$  - полное число элементов временного ряда  $x_n$ ,  $\Theta(z)$ -ступенчатая функция Хевисайда. Известно множество алгоритмов для нахождения корреляционной размерности временных рядов в одномерном случае, таких как: алгоритм Грассбергера-Прокаччия, функциональный метод определения размерности вложения.

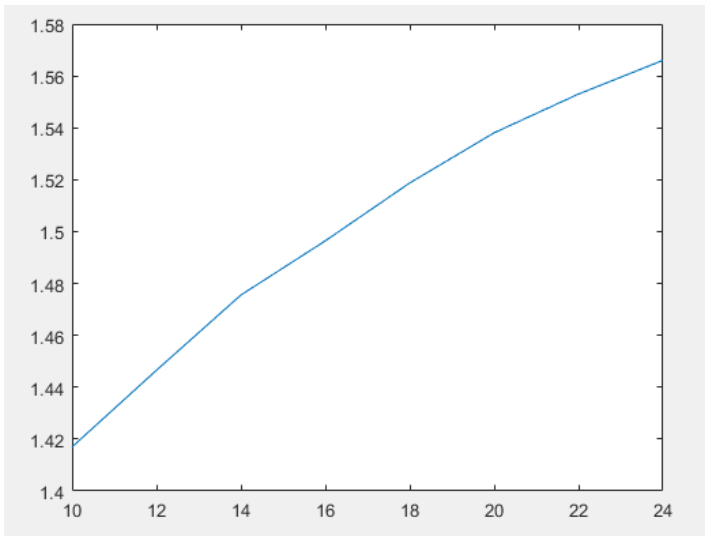
В ходе работы была написана программа, реализующая алгоритм

Грассбергера-Прокаччия для трехмерных временных рядов. Было проведено два эксперимента с чистым и зашумленным эллипсом.



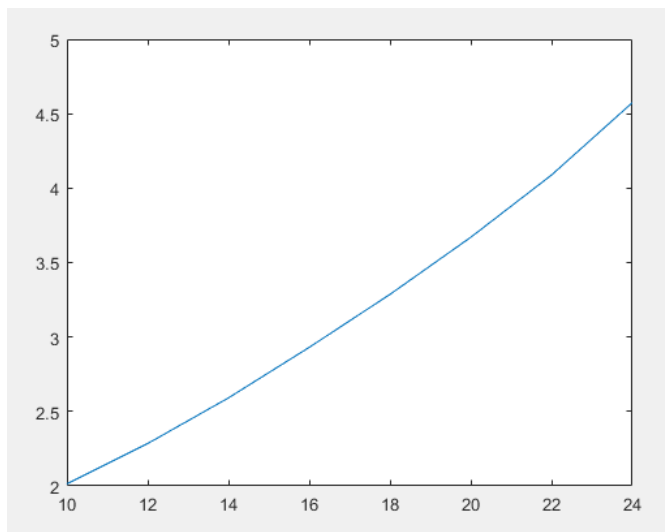
Слева: Эллипс без шума. Справа: Зашумленный эллипс

Для чистого эллипса результаты работы программы представлены на графике.



Графическое определение размерности вложения для эллипса без шума

Для зашумленного эллипса зависимость размерности вложения выглядит следующим образом.



Графическое определение размерности вложения для зашумленного эллипса

С помощью программного комплекса, реализованного на языке MatLab и C++, проведено имитационное моделирование выявления размерности вложения. Результатами является вывод о том, что наличие шумов влияет на размерность вложения.

### Литература

1. Grassberger P. ,Procaccia I. Characterization of strange attractors // Phys.Rev.Lett. 1983. Vol. 50 P.346
2. Grassberger P. ,Procaccia I. Estimation of the Kolmogorov Entropy from a chaotic signal // Phys. Rev. A. 1983 Vol. 28,4 P.2591
3. Лоскутов А. Ю., Козлов А. А., Хаханов Ю. М. Энтропия и прогноз временных рядов в теории динамических систем // Изв. вузов "ПНД". 2009. Т.17, №4. С. 98–113.
4. Доля Г. Н., Пашенко Р. Э., Скрипка А. Н. Вычисление размерностей временного ряда фотоотчетов полученных при лазерном зондировании турбулентной трассы // Вісник Харківського національного університету. Серія "Математичне моделювання. Інформаційні технології. Автоматизовані системи управління" 2007. № 780. С. 94–104