
КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

УДК 004
DOI: 10.17586/0021-3454-2018-61-10-930-932

ПРИМЕНЕНИЕ ФРАКТАЛЬНОГО АНАЛИЗА ПРИ ЭКСПРЕСС-ОБРАБОТКЕ СИГНАЛОВ И ИЗОБРАЖЕНИЙ

М. Я. МАРУСИНА, Е. А. КАРАСЕВА

*Университет ИТМО, 197101, Санкт-Петербург, Россия
E-mail: od@mail.ifmo.ru*

Исследованы методы экспресс-обработки сигналов и изображений с применением фрактального анализа. Предложен алгоритм предварительной обработки данных, представленных в виде одно- и двумерных сигналов на примере МРТ-изображений и кардиосигналов. Полученные данные служат основанием для применения фрактального анализа при обработке медицинских сигналов на больших выборках с последующим статистическим анализом.

Ключевые слова: *фрактальный анализ, обработка сигналов, параметр Херста, анализ изображений, кардиосигнал*

Для задач быстрой предварительной обработки фрактальный анализ представляет особый интерес в связи с тем, что анатомические структуры, а также биомедицинские сигналы обладают самоподобием. Помимо обработки данных фрактальный анализ можно использовать для оценки качества изображений и совмещения данных [1].

Для количественного анализа структуры объектов введено понятие фрактальной размерности D , которая принимает нецелые значения в случае самоподобных объектов. Метод фракталов для обработки данных на МРТ-изображениях основан на анализе взаимосвязи фрактальной размерности и уровня шума изображений. С этой целью рассчитывается параметр Херста ($0 < H < 1$), определяемый как коэффициент наклона линии регрессии эмпирической зависимости, построенной в двойных логарифмических координатах:

$$\frac{R}{s} = \frac{\tau}{2} H,$$

где R/S — нормированный размах, τ — длина ряда наблюдений. Для двумерного случая $D = 2H$ [2].

В работах [3, 4] выдвинуто предположение, что самоподобие биомедицинских сигналов может быть использовано для диагностики заболеваний. Применение фрактального анализа совместно с вейвлет-анализом показало, что у здоровых людей в гастроэлектроэнтерограммах $H > 0,5$. В работах [5—8] в то же время показано, что в некоторых случаях, когда H приближается к 0,5, те или иные тренды являются очень слабо выраженными, а следовательно, плохо предсказуемыми.

При обработке медицинских изображений формата DICOM были использованы программный пакет ImageJ, плагин FracLac — для фрактального анализа. Результаты обрабатывались статистическими методами, методами исследования текстур, при которых анализируется пространственная взаимосвязь пикселей и методом GLCM (Gray Level Cooccurrence Matrix). Исследован фрактальный параметр SFR (Space-Filling Ratio), отражающий изменчивость размеров опухоли. Теоретическое преимущество этого параметра было эксперимен-

тально подтверждено на малой выборке независимой прогностической характеристикой по сравнению со стандартными функциями фрактала и метода GLCM при анализе МРТ-изображений. Полученные данные могут служить основанием к применению фрактального анализа для задач обработки медицинских сигналов на больших выборках с последующим статистическим анализом.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Мандельброт Б.* Фрактальная геометрия природы. М.: Институт компьютерных исследований, 2002. 670 с.
2. *Hurst H. E.* Long-term storage capacity of reservoirs // Transactions of the American Society of Civil Engineers. 1951. Vol. 116. P. 770—799.
3. *Блаттер К.* Вейвлет-анализ. Основы теории. М.: Техносфера, 2006. 279 с.
4. *Graps A. L.* An introduction to Wavelets // IEEE Computational Sciences and Engineering. 1995. Vol. 2, N 2. P. 50—61.
5. *Марусина М. Я., Волгарева А. П., Сизиков В. С.* Подавление шумов в задаче выделения контуров и сегментации томографических изображений // Оптический журнал. 2015. Т. 82, № 10. С. 37—42. DOI:10.1364/JOT.82.000673
6. *Кирякова Т. Н., Марусина М. Я., Федченков П. В.* Автоматические методы определения контуров и объемов зон интереса на МРТ-изображениях // Российский электронный журнал лучевой диагностики. 2017. Т. 7, № 2. С. 117—127. DOI: 10.21569/2222-7415-2017-7-2-117-127
7. *Анодина-Андреевская Е. М., Божокин С. В., Марусина М. Я., Полонский Ю. З., Суворов Н. Б.* Перспективные подходы к анализу информативности физиологических сигналов и медицинских изображений человека при интеллектуальной деятельности // Изв. вузов. Приборостроение. 2011. Т. 54, № 7. С. 27—35.
8. *Marusina M. Y., Mochalina A. P., Frolova E. P., Satikov V. I., Barchuk A. A., Kuznetsov V. I., Gaidukov V. S., Tarakanov S. A.* MRI Image Processing Based on Fractal Analysis // Asian Pacific Journal of Cancer Prevention. 2017. Vol. 18, N 1. P. 51—55. DOI: 10.22034/APJCP.2017.18.1.51

Сведения об авторах

Мария Яковлевна Марусина

— д-р техн. наук, профессор; Университет ИТМО; кафедра технологий интроскопии; E-mail: marusina_m@mail.ru

Елизавета Александровна Карасева

— студентка; Университет ИТМО; кафедра технологий интроскопии; E-mail: lzvt.krsv@gmail.com

Поступила в редакцию
10.09.18 г.

Ссылка для цитирования: *Марусина М. Я., Карасева Е. А.* Применение фрактального анализа при экспресс-обработке сигналов и изображений // Изв. вузов. Приборостроение. 2018. Т. 61, № 10. С. 930—932.

APPLICATION OF FRACTAL ANALYSIS FOR EXPRESS PROCESSING OF SIGNALS AND IMAGES

M. Ya. Marusina, E. A. Karaseva

*ITMO University, 197101, St. Petersburg, Russia
E-mail: od@mail.ifmo.ru*

The methods of rapid signal processing using fractal analysis are investigated. An algorithm for preprocessing of data presented in the form of one - and two-dimensional signals on the example of MRI images and cardio signals is proposed. The obtained results are claimed to serve as a basis for application of fractal analysis in the processing of medical signals on large samples with subsequent statistical analysis.

Keywords: fractal analysis, signal processing, Hurst parameter, image analysis, cardio signal

REFERENCES

1. Mandelbrot B. *The Fractal Geometry of Nature*, W. H. Freeman and Co. 1982.
2. Hurst H.E. *Transactions of the American Society of Civil Engineers*, 1951, no. 116, pp. 770–799.
3. Blatter Ch. *Wavelets – Eine Einführung*, Advanced Lectures in Mathematics, Vieweg+Teubner Verlag, Wiesbaden, 2003, DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-663-11817-6_3
4. Graps A.L. *IEEE Computational Sciences and Engineering*, 1995, no. 2(2), pp. 50–61.
5. Marusina M.Ya., Volgareva A.P., Sizikov V.S. *Journal of Optical Technology*, 2015, no. 10(82), pp. 37–42. DOI:10.1364/JOT.82.000673 (in Russ.)
6. Kiryakova T.N., Marusina M.Ya., Fedchenkov P.V. *Rossiyskiy elektronnyy zhurnal luchevoy diagnostiki*, 2017, no. 2(7), pp. 117–127. DOI: 10.21569/2222-7415-2017-7-2-117-127 (in Russ.)
7. Anodina-Andriyevskaya E.M., Bozhokin S.V., Marusina M.Ya., Polonskiy Yu.Z., Suvorov N.B. *Journal of Instrument Engineering*, 2011, no. 7(54), pp. 27–35. (in Russ.)
8. Marusina M.Y., Mochalina A.P., Frolova E.P., Satikov V.I., Barchuk A.A., Kuznetsov V.I., Gaidukov V.S., Tarakanov S.A. *Asian Pacific Journal of Cancer Prevention*, 2017, no. 1(18), pp. 51–55. DOI: 10.22034/APJCP.2017.18.1.51

Data on authors

- Maria Ya. Marusina** — Dr. Sci., Professor; ITMO University, Department of Introscope Technologies; E-mail: marusina_m@mail.ru
- Elizaveta A. Karaseva** — Student; ITMO University, Department of Introscope Technologies; E-mail: lzvt.krsv@gmail.com

For citation: Marusina M. Ya., Karaseva E. A. Application of fractal analysis for express processing of signals and images. *Journal of Instrument Engineering*. 2018. Vol. 61, N 10. P. 930—932 (in Russian).

DOI: 10.17586/0021-3454-2018-61-10-930-932