

Реализация метода фрактального сжатия для распознавания на мобильных платформах

Е.Ю. Минаев¹

¹Самарский национальный исследовательский университет им. академика С.П. Королева, Московское шоссе 34А, Самара, Россия, 443086

Аннотация. В данной статье исследован метод фрактального сжатия для получения дескрипторов изображений, адаптированный для применения на мобильных платформах, с оптимизацией производительности и объема хранимых фрактальных образов изображений. Основная идея метода заключается в применении метода фрактального сжатия на основе систем итерированных функций для понижения размерности исходных изображений. Предлагаемый метод является более предпочтительным, чем существующие методы фрактального сжатия по количеству вычислительных операций и по объему хранимых данных для сжатых изображений.

1. Введение

Проблема использования существующих алгоритмов фрактального сжатия на мобильных программно-аппаратных платформах отмечена в [1]. Традиционно методы фрактального сжатия обладают высокой вычислительной сложностью, и для мобильных платформ не всегда применимы методы и алгоритмы оптимизации производительности разработанные для настольных программно-аппаратных платформ [2][3]. Современные решения проблемы производительности основаны на применении программируемых пользователем вентильных матриц (FPGA) и использовании графических процессоров, что затрудняет использование данных подходов для большинства мобильных платформ. При этом актуальность использования методов фрактального сжатия для мобильных устройств подчеркнута в статье [4]. Среди существующих методов сжатия наибольший интерес для мобильных платформ представляют алгоритмы «без поиска» [5] и методы с использованием предопределенных наборов доменных блоков [6]. Для отдельных задач, например, для распознавания объектов на радиолокационных изображениях в мобильных системах беспилотных летательных аппаратов, вычислительная сложность и объем хранимых данных играют решающую роль.

2. Адаптация фрактального сжатия для мобильных платформ

В данной статье исследован метод фрактального сжатия для получения дескрипторов изображений, адаптированный для применения на мобильных платформах, с оптимизацией производительности и объема хранимых фрактальных образов изображений. Основная идея метода заключается в применении метода фрактального сжатия на основе систем итерированных функций для понижения размерности исходных изображений [7]. За счет более узкой специализации для задач распознавания радиолокационных изображений, предлагаемый метод, является более предпочтительным, чем существующие методы фрактального сжатия [8],

по количеству вычислительных операций и по объему хранимых данных для сжатых изображений. Для реализации технологии распознавания на мобильных платформах, объемы хранимых данных и вычислительная сложность алгоритмов распознавания имеют решающее значение, в качестве основы предлагается использовать ранее разработанную информационную технологию распознавания, включающую в себя этап фрактального сжатия исходных изображения и этап классификации полученных фрактальных образов с использованием критерия разделимости классов по показателю сопряженности [9], рисунок 1. Основная модификация технологии затрагивает этап фрактального сжатия изображений, как самый ресурсозатратный процесс всей технологической цепочки.

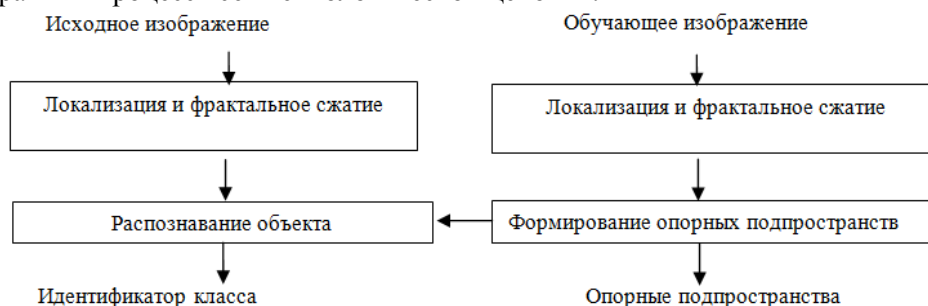


Рисунок 1. Схема информационной технологии.

Исходные изображения в данной технологии разбиваются на квадратные непересекающиеся области, называемые ранговыми, и на более крупные квадратные области, называемые доменными, принцип разбиения на блоке в данной работе представлен на рисунке 2. Алгоритм сжатия для каждой ранговой области производит поиск лучшего преобразования доменной в ранговую область. Вычислительная сложность такого поиска, объемы хранимой информации и качество полученных фрактальных образов непосредственно зависит от количества ранговых и доменных блоков. Основная цель исследований в данной работе – найти разбиение с минимальным количеством блоков, при котором сохраняется допустимое качество распознавания.

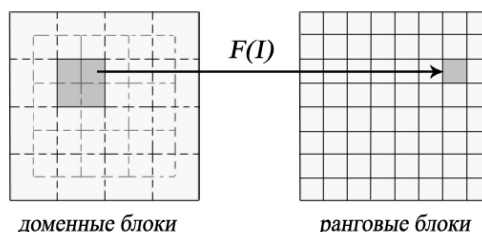


Рисунок 2. Принцип разбиения на блоки.

3. Экспериментальные исследования

В качестве исходных экспериментальных данных была выбрана общеизвестная база радиолокационных изображений MSTAR (moving and stationary target acquisition and recognition). Использовались объекты BMP2, BTR70, T72, ZIL131, ZSU234, для каждого объекту из базы были задействованы обучающие и контрольные выборки. На этапе фрактального сжатия было использовано различное количество ранговых блоков 16 (4×4), 64 (8×8), 256 (16×16), 1024 (32×32), 4096 (64×64) и соответственно доменных блоков 9 (3×3), 49 (7×7), 225 (15×15), 961 (31×31), 3969 (63×63). Примеры полученных фрактальных изображений представлены на рисунке 3.

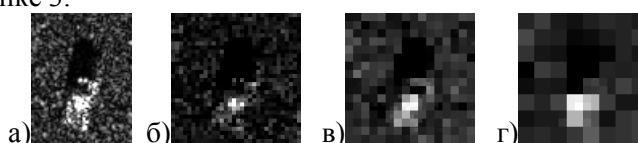


Рисунок 3. Примеры фрактальных изображений объекта, а – исходное изображение, б, в, г – фрактальное изображение для ранговых блоков 32×32, 16×16, 8×8 соответственно.

Для каждого варианта разбиения было проведено мультиклассовое распознавание по технологии [9]. В качестве контрольного объекта для сравнения качества распознавания использовался BMP2, результаты представлены в таблице 1.

Таблица 1. Сравнение результатов распознавания.

Количество ранговых областей	Доля верно распознанных объектов	Количество операций
4×4	0.651	1584
8×8	0.832	4312
16×16	0.884	39600
32×32	0.905	338272
64×64	0.906	2794176

4. Заключение

Полученные результаты экспериментов можно интерпретировать следующим образом, оптимальным по соотношению доли правильно распознанных объектов и количеству вычислительных операций является разбиение на 256 (16×16) ранговых областей. Однако, для отдельных прикладных задач возможно использование разбиения на 64 (8×8) области, для предварительного распознавания в реальном времени при существенно ограниченных вычислительных ресурсах, например, на сверхмалых беспилотных летательных аппаратах, в навигационных задачах и т.д.

5. Благодарности

Работа выполнена при поддержке РФФИ (проекты № 17-29-03112-офи-м, № 16-07-00729-А, № 18-37-00457-мол_а).

6. Литература

- [1] Srivastava, S. Superresolution based Medical Image Compression for Mobile Platforms / S. Srivastava, B. Lall // Workshop on Machine Learning for HealthCare. – 2015. – hal-01436138.
- [2] Chen, D. Fractal video compression in OpenCL: An evaluation of CPUs, GPUs, and FPGAs as acceleration platforms / D. Chen, D. Singh // Design Automation Conference (ASP-DAC), 18th Asia and South Pacific. – IEEE, 2013. – P. 297-304.
- [3] Son, T. N. Fast FPGA implementation of YUV-based fractal image compression / T.N. Son, T.M. Hoang, N.T. Dzung, N.H. Giang // Communications and Electronics (ICCE), Fifth International Conference on. – IEEE, 2014. – P. 440-445.
- [4] Lima, V. Fast low bit-rate 3D searchless fractal video encoding / V. Lima, W. Schwartz, H. Pedrini // Graphics, Patterns and Images (Sibgrapi), 24th SIBGRAPI Conference on. – IEEE, 2011. – P. 189-196.
- [5] Furaio, S. A fast no search fractal image coding method / S. Furaio, O. Hasegawa // Signal Processing: Image Communication. – 2004. – Vol. 19(5). – P. 393-404.
- [6] Sun, Y. A Novel Fractal Coding Method Based on MJ Sets / Y. Sun, R. Xu, L. Chen, R. Kong, X. Hu // PloS one. – 2014. – Vol. 9(7). – P. e101697.
- [7] Minaev, E.Y. Fractal Recognition of Compact Artifacts on Color Images / E.Y. Minaev, A.V. Nikonorov // Pattern Recognition and Image Analysis. – 2013. – Vol. 23(4). – P. 455-458.
- [8] Das, S. Hybrid Fractal Image Compression Based on Graph Theory and Equilateral Triangle Segmentation / S. Das, D.D. Ghoshal // International Journal of Applied Engineering Research. – 2016. – Vol. 11(6). – P. 4467-4477.
- [9] Minaev, E.Y. Support subspaces method for fractal images recognition / E.Y. Minaev, V.A. Fursov // CEUR Workshop Proceedings. – 2016. – Vol.1638. – P. 379-385.

Implementation of fractal image compression for mobile platforms

E.Y. Minaev¹

¹Samara National Research University, Moskovskoe Shosse 34A, Samara, Russia, 443086

Abstract. This article investigated the method of fractal compression for obtaining image descriptors, adapted for use on mobile platforms, optimizing the performance and the amount of stored fractal images. The main idea of the method is to apply the fractal compression method based on iterated function systems to reduce the dimension of the original images. The proposed method is more preferable than the existing methods of fractal compression by the number of computational operations and by the volume of stored data for compressed images.

Keywords: fractal coding, iterated function system, descriptor.