

Розроблено метод стискування півтонових зображень (двовимірних полів в загальному випадку), що враховує статистичну структуру об'єкту для забезпечення мінімальних втрат якості. Виконано порівняння запропонованого методу з існуючими методами стискування

Ключові слова: стискування, зображення, двовимірні поля

Разработан метод сжатия полутоновых изображений (двумерных полей в общем случае), учитывающий статистическую структуру объекта для обеспечения минимальных потерь качества. Выполнено сравнение предложенного метода с существующими методами сжатия

Ключевые слова: сжатие, изображение, двумерные поля

The method of halftone images (two-dimensional fields in general) compression considering the statistical structure of an object is developed. A comparing the offered method with existing ones is done

Key words: compression, image, two-dimensional fields

МЕТОД СЖАТИЯ ПОЛУТОНОВЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ С УЧЕТОМ ОСОБЕННОСТЕЙ ИХ СТАТИСТИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ

Е. Н. Заикина

Старший преподаватель

Кафедра информационных систем

Севастопольский национальный технический

университет

ул. Университетская, 33, г. Севастополь, Украина, 99053

Контактный тел.: (0692) 43-51-00

E-mail: ten781219@rambler.ru

1. Введение

При современных темпах развития телекоммуникационных технологий и цифровой техники актуальной остается задача разработки оптимальных методов цифрового преобразования (сжатия) двумерных полей (в частном случае неподвижных полутоновых или цветных изображений). Несмотря на значительные наработки в этой области, существуют задачи, не решаемые существующими методами сжатия.

Например, алгоритм JPEG/JPEG2000, принятый на сегодняшний день в качестве стандарта сжатия с потерями информации для полутоновых и цветных изображений, обладает следующими недостатками:

1) некоторые изображения, обладающие избыточностью на взгляд наблюдателя, не сжимаются (сжимаются плохо);

2) на границах резко контрастных областей появляются ореолы;

3) при повышении степени сжатия происходит распад изображения на отдельные блоки.

Перечисленные особенности делают невозможным применение этого и подобных алгоритмов в системах, требующих дальнейшей высокоточной обработки изображений.

2. Описание метода сжатия с учетом статистической структуры объекта

Предлагаемый метод сжатия полутоновых изображений учитывает статистическую структуру обрабатываемого объекта и состоит из следующих этапов:

1) предварительной обработки. Здесь определяются параметры аналитического выражения автокорреляционной функции изображения, его характерный масштаб по двум измерениям;

2) осуществляется пространственная дискретизация обрабатываемого изображения. Для этого используется квадратную дискретизацию, при которой изображение „накрывается” сеткой квадратов. При этом запоминаются пиксели, расположенные в вершинах квадрата (рис. 1а). При этом способе погрешность восстановления изображения (как близкого к однородным, так и нет) будет, по крайней мере, в 2 раза меньше, чем при треугольной дискретизации (рис. 1б) [2].

Кроме того, квадратная дискретизация проще реализуется программно. Сторона элементарного фрагмента-квадрата (количество исключаемых из обрабатываемого фрагмента пикселей) зависит от характерного масштаба изображения – не более наименьшего характерного масштаба по горизонтали или вертикали;

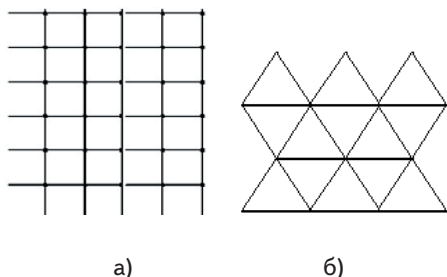


Рис. 1. Квадратная (а) и треугольная (б) дискретизации обрабатываемого поля

3) прореженное изображение сохраняется в файл графического формата. Используемые параметры автокорреляционной функции могут быть записаны в тот же файл.

3. Описание особенностей восстановления изображения и результатов сжатия

Восстановление изображения осуществляется по формулам оптимальной интерполяции с учетом параметров автокорреляционной функции – коэффициентов и показателей степени полинома, полученного при аппроксимации основного лепестка автокорреляционной функции асимптотическим рядом. [2, 3]. Результаты обработки изображений предлагаемым методом показаны на рис. 2.

На рис. 3 приведено сжатое и восстановленное изображения после применения двукратной обработки, здесь оба раза были исключены 5 пикселей из 9 для элементарного обрабатываемого фрагмента-квадрата, при этом коэффициент сжатия достигает 5,1. Для сравнения на рис. 3 показано изображение, сжатое алгоритмом JPEG с качеством $q=10$ при максимальном значении качества 100 для аналогичного объема сжатого файла.

Метод был протестирован на изображениях с различными автокорреляционными функциями – от близких к колоколообразной до близких к экспоненциальной (на полях разной степени неоднородности). При этом объемы сжатых файлов примерно равны, а в некоторых случаях и меньше объемов файлов тех же изображений, сжатых по алгоритму JPEG. Качество JPEG-изображений при этом варьировалось от 10 до 50.

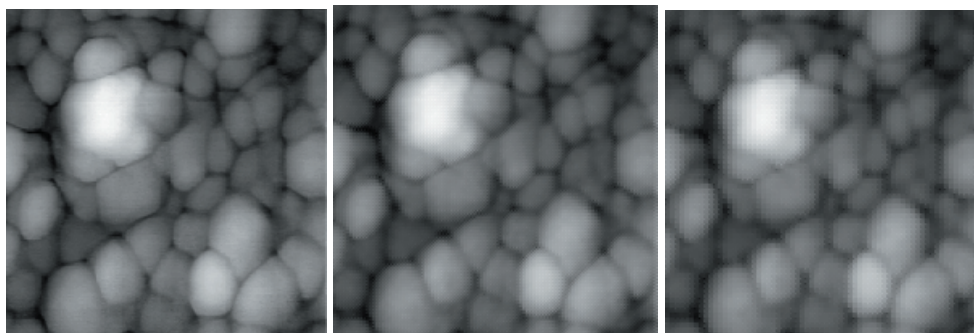


Рис. 2. Исходное (а) и восстановленное изображения: б) с исключенными 5 пикселями из 9, $K_{сж} = 2,25$, в) с исключенными 12 пикселями из 16, $K_{сж} = 4$ для элементарного обрабатываемого фрагмента-квадрата

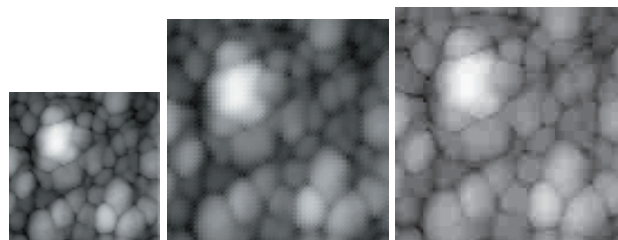


Рис. 3. Сжатое а), восстановленное б) изображение после двукратной обработки, в) изображение, сжатое алгоритмом JPEG

4. Оценка качества восстановления изображений

Отдельного рассмотрения заслуживает оценка качества восстановления изображения. В работе был использован ряд математических критериев оценки качества - отношение сигнал-шум, пиковое отношение сигнал-шум, достоверность изображения, нормированная взаимная корреляция, среднеквадратичная лапласианова погрешность [4]. Результаты сравнения предлагаемого метода и алгоритма JPEG для одного и того же изображения приведены в табл. 1.

Значения этих величин очень близки и сравнимы, но все перечисленные критерии не всегда соответствуют критериям оценки качества человеком-наблюдателем.

На сегодняшний день субъективная оценка человека считается признанной мерой оценки качества преобразования изображений. По этой оценке предлагаемый метод дает результат между «хорошо» и «очень хорошо»: для некоторых изображений невозможно отличить сжатый файл от исходного, а для большинства изображений при коэффициенте сжатия 2,25 различить восстановленный и исходный файл можно лишь при их одновременном предъявлении.

К достоинствам предлагаемого метода можно отнести:

- 1) степень сжатия сравнима со степенью сжатия полутоновых изображений алгоритмом JPEG, метод не увеличивает размер файла по сравнению с исходным;
- 2) отсутствие блочности при достаточно большом коэффициенте сжатия;

3) потери качества являются минимальными для предлагаемой пространственной дискретизации изображения, не зависят от особенностей зрительного восприятия человека;

4) сжатое изображение возможно использовать для предварительного просмотра в уменьшенном варианте, например, на страницах Internet.

Таблица 1

Сравнение критериев оценки качества изображения

№ п/п	Наименование критерия	Значение критерия для изображения, сжатого методом с учетом статистических характеристик	Значение критерия для изображения, сжатого алгоритмом JPEG, при равном объеме сжатого файла
1.	Достоверность изображения	0.997	0.997
3.	Отношение «сигнал-шум»	26.28	26.97
4.	Нормированная среднеквадратичная погрешность	0.0023	0.0020
5.	Пиковое отношение «сигнал/шум»	6.05	6.73
6.	Среднеквадратичная лапласианова ошибка	0.045	0.011

Приведенные замечания позволяют рекомендовать метод сжатия для осуществления постобработки

восстановленного изображения специальными алгоритмами.

К недостаткам метода относятся:

- 1) относительная сложность программной реализации;
- 2) появление «лестничного» эффекта на резко контрастных участках изображения (от этого недостатка не свободен и фрактальный метод сжатия изображений).

Второй недостаток легко устраним при использовании специальных методов выделения контуров и отдельной обработки резко контрастных участков.

5. Заключение

Предлагаемый метод может быть применен в общем для сжатия двумерных полей и для полноцветных изображений, особенно в системах с последующей интеллектуальной обработкой; может быть обобщен для обработки N-мерных полей.

Допустима оптимизация метода по быстродействию и использованию вычислительных ресурсов.

Литература

1. Татарченко Е.Н. Расчет среднего минимального квадрата погрешности восстановления случайного поля: сб. научн. тр. Вестник СевГТУ. Сер. Информатика, электроника, связь. — Севастополь, 2006. — Вып. 74. — С. 43–47.
2. Татарченко Е.Н. Оценка погрешности восстановления случайного поля: сб. научн. тр. Вестник СевГТУ. Сер. Информатика, электроника, связь. — Севастополь, 2005. Вып. 68. — С. 22–29.
3. Татарченко Е.Н. Оценка корреляционной функции двумерного случайного поля: сб. научн. тр. Вестник СевГТУ. Сер. Информатика, электроника, связь. — Севастополь, 2007. — Вып. 82. — С. 49–54.
4. Прэнт У. Цифровая обработка изображений: пер.с.англ. — М.:Мир, 1982. — кн.1. — 310 с., кн.2. — 790 с.