

Гистограммный анализ изображений и основанное на преобразовании Адамара определение эффективного коэффициента сжатия

С. Б. Алавердян

Институт проблем информатики и автоматизации НАН РА и ЕрГУ
E-mail: souren@ipia.sci.am

Резюме

Разработан метод определения коэффициента сжатия, основанный на гистограммном анализе фрагмента изображения; реализована система сжатия и восстановления изображения на основе быстрого преобразования Адамара.

Введение

Существуют различные методы кодирования изображений с целью их сжатия. Один из них основывается на ортогональных преобразованиях [1–4].

Процедура сжатия изображения $f = (f_i)_{i=1}^n$ посредством ортогонального преобразования A можно разделить на несколько этапов:

- 1) вычисляется спектр изображения $y = Af$;
- 2) определяются наиболее информативные компоненты вектора y (обычно это те компоненты, модуль которых превосходит некоторый заранее заданный порог);
- 3) полученный на втором этапе вектор y' длины m подвергается квантованию [2] (число $k = n/m$ называется коэффициентом сжатия);
- 4) для восстановления сжатого изображения вектор y' дополняют нулями и производят обратное ортогональное преобразование, т.е. получают вектор

$$f' = \frac{1}{n} A^T y';$$

- 5) определяется отклонение восстановленного изображения от исходного по некоторой метрике (например, по среднеквадратической метрике). Если качество восстановленного изображения неудовлетворительно, то уменьшают порог и повторяют этапы 2)–4).

Постановка задачи

Отметим, что отбор информативных компонент вектора y упростится, если заранее известно число сохраняемых компонент и их распределение. Такой метод называется зональным отбором [2].

Зональный отбор упрощает процесс сжатия и восстановления изображения по сравнению с пороговым отбором (в этом случае нет необходимости определения всех индексов сохраняемых компонент вектора y). Наряду с этим, отметим, что зональный отбор сильно зависит как от конкретного типа ортогонального преобразования, так и от самого изображения.

Визуальная оценка качества является наиболее простым методом сравнения исходного и восстановленного изображений. Недостаток подобной качественной оценки -- в ее субъективности, так как специалисты довольно часто расходятся во мнениях о том, какое из двух изображений точнее воспроизводит третье. В обработке изображений используются разные меры различия между изображениями [1,2,5].

Лучше всего иметь один параметр, который является мерой близости восстановленного и исходного изображения. Хотя не только один параметр, но даже и набор из нескольких параметров не могут описать всех характеристик отличия изображений. В связи с этим возникают следующие задачи [6]:

1. Определить степень однородности фрагмента изображения и тем самым определить "оптимальный или эффективный" коэффициент сжатия;
2. Определить тип "оптимального или эффективного" ортогонального преобразования для данного фрагмента изображения.

В работе предлагается метод решения первой задачи.

Основные идеи и методы решения

Методы кодирования изображений можно разделить на два класса. К первому классу относятся методы, основанные на обработке изображений во временной области, а ко второму -- методы, использующие дискретные ортогональные преобразования.

Целью данной работы является предварительный анализ блоков изображений во временной области, определение степени однородности данного блока, пороговая оценка коэффициента сжатия для этого блока, и сжатие и восстановление изображения посредством преобразований Адамара с учетом данных, полученных в процессе предварительного анализа блоков изображений. Практически происходит адаптивное сжатие изображений.

Суть данного подхода в том, что учитывается наличие однородных или "почти однородных" фрагментов в реальных изображениях, и идентификация таких фрагментов позволяет намного увеличить среднее значение коэффициента сжатия.

Отметим, что полученные результаты можно улучшить, если над изображением предварительно осуществить двумерную медианную фильтрацию.

Пусть $A = \{a_{ij}\}$, $i = 1, 2, \dots, M$, $j = 1, 2, \dots, N$ -- полутоновое изображение размера $M \times N$, и пусть изображение квантовано в шкале от 0 до 255, т.е. $a_{ij} \in \{0, 1, \dots, 255\}$. Предполагается, что изображение разбито на квадратные блоки размера L (обычно $L=8$ или $L=16$). При необходимости исходное изображение дополняется нулями, чтобы обеспечить выполнение условий $M = m \times L$, $N = n \times L$, где m и n -- натуральные числа. Пусть D -- квадратный фрагмент изображения A размера $L \times L$, а $H = (h(0), h(1), \dots, h(255))$ -- гистограмма распределения яркостей блока D , где $h(j)$ показывает количество элементов этого блока, имеющих значение яркости, равное j ($j = 0, 1, 2, \dots, 255$). Через k обозначим количество ненулевых компонентов вектора H . Ясно, что число k -- один из важных параметров для определения степени однородности фрагмента изображения D . В зависимости от значения числа k , размера обрабатываемого фрагмента и степени градации изображения экспериментально определены значения "эффективных" коэффициентов сжатия фрагментов изображения и итоговый коэффициент сжатия полного изображения.

Полученные результаты

Ниже приведены некоторые экспериментальные результаты, полученные в ходе обработки изображения "Lena" размером 256×256 , по блокам размерностью

16×16. Введем некоторые обозначения: k_1, s_1 - коэффициент сжатия и среднеквадратичное отклонение при обычном зональном кодировании, k_2, s_2 - коэффициент сжатия и среднеквадратичное отклонение для предложенного метода.

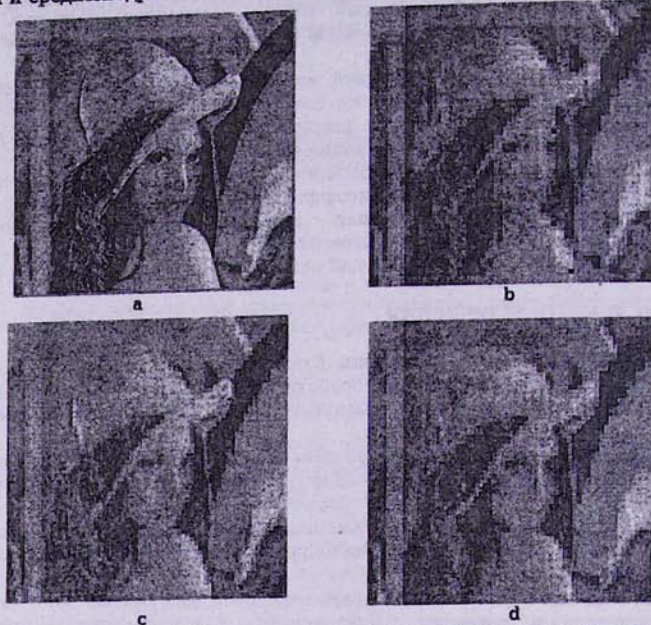


Рис.1. а - исходное изображение, б - восстановленное изображение, $k_1=28, s_1=19.99$; с - восстановленное изображение, $k_2=32, s_2=19.37$; д - восстановленное изображение, $k_2=37, s_2=20.82$ (с медианной фильтрацией и апертурой 3).

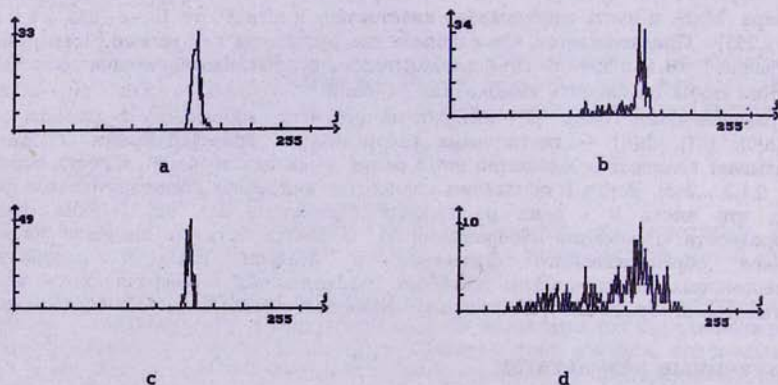


Рис.2. Гистограмма блоков (0,0) и (7,8): а и б - без фильтрации; с и д - с медианной фильтрацией.

В таблицах приведены значения среднеквадратичных отклонений и соответствующие коэффициенты сжатия при обычном и при предложенном выше методе обработки. Заметим, хотя что при обычном и предложенном методе обработки среднеквадратичные отклонения почти равны (19.99 и 19.37, 20.82), тем не менее коэффициенты сжатия существенно различаются (28 и 32, 37).

Козф. сжатия	Среднеквадр. отклонение
10	15.59
16	16.97
28	19.99

Традиционное сжатие

Козф. сжатия	Среднеквадр. отклонение
24	17.25
32	19.37
37	20.82

Сжатие с применением гистограммного анализа

Литература

1. N. Ahmed, K. R. Rao, Orthogonal Transforms for Digital Signal Processing. //Springer-Verlag, Berlin, New York, 1975.
2. W. K. Pratt, Digital Image Processing. //New York, 1978.
3. K. R. Rao, P. Yip, Discrete Cosine Transform - Algorithms, Advantages, Applications. //Academic Press. London, 1990.
4. H. G. Sarukhanyan, Decomposition of the Hadamard Matrices and Fast Hadamard Transform. //Lecture Notes in Mathematics, vol 1296, 1997, p. 575-581.
5. G. T. Herman, Image Reconstruction from Projections. The Fundamentals of Computerized Tomography. //Academic Press. New York, London, 1980.
6. А. Ф. Бадеян, А. Г. Саруханян, Об одном методе определения степени однородности фрагмента изображения. // 1-я Международная Конференция и Выставка "Цифровая обработка сигналов и ее применения", 30 июня - 3 июля 1998г., Москва.