

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗНАЧИМЫХ ОШИБОК ОЦЕНИВАНИЯ ПРИ СЕТОЧНОМ ПОДХОДЕ К КОДИРОВАНИЮ ИЗОБРАЖЕНИЙ

Наместников С.М.¹

В данной статье рассмотрен метод определения значимых ошибок оценивания изображения при сеточном подходе к задаче кодирования изображений, их локализация и раздельное кодирование. Представлен сравнительный анализ предложенного метода со стандартным сеточным методом кодирования.

Анализ методов кодирования изображений

В настоящее время разработано большое число алгоритмов кодирования изображений [1,2], среди которых наибольший интерес представляют алгоритмы сжатия с некоторой потерей качества сжатого изображения. При этом в качестве оценки соответствия исходного и восстановленных изображений обычно выбирают нормированное среднеквадратическое отклонение (НСКО).

Методы сжатия с потерями, как правило, используют то или иное преобразование исходного сигнала изображения с целью сокращения статистической избыточности.

Одним из перспективных методов преобразования изображений является вейвлет-преобразование [1, 5], которое нашло свое применение в новом стандарте сжатия изображений – JPEG2000. Суть метода состоит в разложении сигнала по базисным функциям локализованным как в пространстве, так и во времени. Это позволяет учитывать нестационарность сигнала в коэффициентах вейвлет-преобразования. Кроме того, масштабируемость базисных функций позволяет анализировать сигнал изображения с разной степенью детализации, что находит свое применение в кратномасштабном анализе (КМА) [1].

Недостатком ВП являются ограничения, накладываемые на фильтры анализа и синтеза сигнала. Так фильтры анализа должны быть полностью либо частично ортогональны фильтрам синтеза, чтобы обеспечить возможность полного восстановления сигнала изображения. Кроме того в частотной области сложно описать неразделимые вейвлет-фильтры для анализа двумерного сигнала.

Сеточный подход к кодированию изображений

Для преодоления указанных недостатков иногда удобно проводить анализ изображения во временной области с помощью сеточных методов [3, 4]. В этом случае предлагается осуществлять оценивание изображений по неполным наблюдениям, например, отстоящим друг от друга на один отсчет по вертикали и горизонтали и образующим низкочастотную составляющую. Ошибки оценивания находятся как разности между исходным изображением и результатом оценивания по неполным данным. При таком подходе имеется возможность подбирать любые интерполирующие фильтры, в том числе и неразделимые, для минимизации дисперсии ошибки оценивания.

Процедуру оценивания неизвестных элементов можно рекуррентно повторять для низкочастотных составляющих, что приведет к локализации энергии изображения в малом числе коэффициентов (ошибок) оценивания.

Благодаря такому подходу будут образовываться цепочки повторяющихся байт, которые эффективно кодируются методами сжатия без потерь.

Определение значимых ошибок оценивания

Результатом кодирования изображений сеточным методом является конечная последовательность, состоящая из значений ошибок оценивания. Для восстановления изображения достаточно передать по каналу связи вычисленные ошибки и низкочастотную компоненту, соответствующую последнему шагу декомпозиции, т.е. элементы изображения, находящиеся в узлах сетки с самым крупным шагом.

Регулярная расстановка узлов сетки не учитывает распределение энергии сигнала конкретного изображения и качество сжатия можно было бы существенно улучшить, располагая наблюдения в узлах сетки адаптированной к конкретному изображению. Очевидно, что для неравномерной расстановки, необходима априорная информация, на основании которой можно было бы сказать в какие узлы сетки предпочтительнее всего расположить элементы множества неполного наблюдения. В качестве такой информации предлагается использовать величины ошибок оценивания полученные по наблюдениям, расположенные в узлах сетки с шагом в один отсчет. При этом величины ошибок оценивания будут характеризовать неравномерность распределения энергии в изображении (рис. 1).

¹ Ульяновский государственный технический университет, 432027, Сев. Венец 32, Тел.: 8-842 43-90-82, E-mail: sernam@ulstu.ru

В качестве критерия выбора позиций для определения значимых ошибок предлагается выбрать позиции соответствующие значимым ошибкам оценивания полученных на первом этапе декомпозиции изображения.

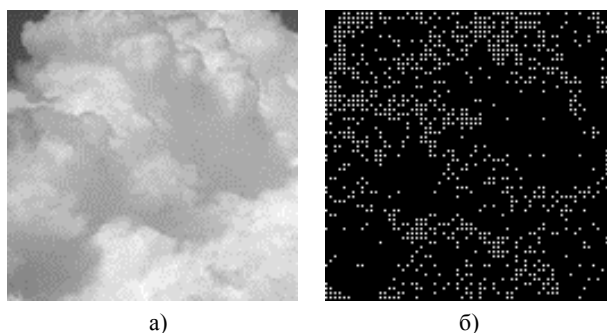



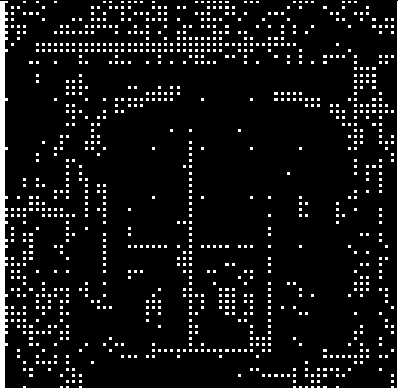


Рис. 1. а – исходное изображение; б – ошибки оценивания при сетке с шагом в один отсчет.

Сравнительный анализ эффективности предложенного подхода

В качестве входных данных использовались изображения 128x128 отсчетов каждое с 256 градациями серого. Результаты кодирования представлены в табл. 1. Столбец 1 соответствует сжатию изображения с помощью описанного подхода, столбец 2 стандартному.

Таблица 1. Результаты кодирования тестовых изображений.

Исходное изображение	Расположение значимых ошибок	Степень сжатия (в байтах)	
		1	2
		2459	2574
		3653	3912

Анализ результатов кодирования тестовых изображений показывает некоторый выигрыш предложенного метода для обоих тестовых изображений. При этом вычислительная сложность предложенного алгоритма незначительно уступает стандартному сеточному методу. Основным недостатком является сложность определения значимых ошибок на высоких скоростях кодирования изображения, т.к. ошибки оценивания квантуются с большим шагом, что приводит к уменьшению априорной информации о неравномерности распределения энергии в изображении.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Теория и практика вейвлет-преобразования. Воробьев В.И., Грибунин В.Г., ВУС, 1999. С. 1-204.
2. Зелов С. Стандарт JPEG-кодирование неподвижных изображений Компьютер Пресс №5, 1997 с. 82-84.
3. Васильев К.К., Наместников С.М. Квантование ошибок оценивания случайного поля // Материалы международной конференции «Телевидение: передача и обработка изображений» (Санкт-Петербург, 21-22 мая 2002). – Тез. докл. – С. 23-24.
4. Васильев К.К., Наместников С.М. Применение фильтра Калмана для кодирования изображений // LVII научная сессия, посвященная Дню радио. М., 2002, Т.2. – С. 137-139.
5. Добеши И. Десять лекций по вейвлетам. – Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2001, 464 стр.



DETERMINATION OF SIGNIFICANT ESTIMATION ERRORS AT GRID METHOD OF IMAGE ENCODING

Namestnikov² S.

In this paper method of image significant estimation errors determination at grid approach to the problem of image encoding and their localization and independent encoding are considered.

Wavelet method encoding

The wavelet transform is free of these drawbacks and it found its application in a new standard of image compression – JPEG2000. The basics of the method is in expanding of a signal into basis functions localized both in space and in time. This enables to take into account non-stationarity of the signal in the coefficients of the wavelet transform. Besides, scaling ability of the basis functions enables to analyze image signal with various degree of detail and this finds its application in multiple-scale analysis(MSA).

Lattice approach to image encoding

Sometimes it is convenient to carry out analysis of image in time domain through lattice methods [1]. In this case it is proposed to carry out image estimation from incomplete observables which, for instance, are distant from each other at one sample vertically and horizontally and forming low-frequency component. Estimation errors are found as differences between initial image and the result of estimation from incomplete data. At such an approach there is a possibility to choose any interpolating filters, including inseparable ones, for estimation error variance minimization.

The procedure of estimation of unknown elements can be recurrently repeated for low-frequency components, which leads to image energy localization in a small number of estimation (errors) coefficients.

The result of image encoding through grid method constitutes a finite sequence consisting of estimation error values. To restore an image it is enough to transmit through the communication channel the calculated errors and low-frequency component corresponding to the last step of decomposition, i.e. the image elements located in the nodes of the grid with the largest step.

Regular allocation of grid nodes does not take into account energy distribution of the concrete image signal and the quality of compression could be essentially increased by locating observations in the nodes of the grid adapted to a concrete image. It is obvious that for non-uniform allocation a priori information is needed on the basis of which it would be possible to say which nodes of the grid would be the most preferable to locate the elements of an incomplete observation on them. In the capacity of such information it is proposed to use the values of estimation errors obtained from the observations located in the grid nodes with the step containing one sample. In this case the estimation error values will characterize non-uniformity of energy distribution in the image.

It is proposed to select the position corresponding to the significant estimation errors obtained at the first step of image decomposition as the position selection criterion .

² Uljanovsk State Technical University, 432027, Severnyi Venez 32, Phone: 8-842-2 43-90-82, E-mail: sernam@ulstu.ru