

УДК 621.391

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ВЛОЖЕННОГО КОДИРОВАНИЯ ИЗОБРАЖЕНИЙ С ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫМ КВАНТОВАНИЕМ

В.В. НОВИЦКИЙ, Е.В. СОРОГОВЕЦ, В.К. КОНОПЕЛЬКО

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
П. Бровка, 6, Минск, 220013, Беларусь

Поступила в редакцию 16 ноября 2017

Приведены результаты сравнения эффективности кодеков НВСТ и MQ при сжатии с потерями.

Ключевые слова: сжатие изображений, квантование, эффективное кодирование.

Введение

Ограничение пропускной способности каналов передачи данных не позволяет передавать видеoinформацию без сжатия. Для сжатия изображений используется, как правило, их квантование в пространственной области или области преобразования, а также эффективное кодирование квантованных значений. В такой схеме сжатие достигается в основном за счет потери и ухудшения локального контраста мелких деталей изображения и реализуется с помощью квантования. Широкое распространение получил алгоритм MQ эффективного кодирования, реализованный в кодере JPEG2000 [1]. Его основным недостатком является высокая вычислительная сложность, затрудняющая аппаратную реализацию. В [2] предложен алгоритм НВСТ (Hardware Block Cluster Tree) эффективного кодирования, основанный на иерархической кластеризации сегмента битовой плоскости фиксированного размера и построении оптимального кода на основе оценки компактности кластеризованного сегмента. Этот алгоритм реализует быстрое кодирование вейвлет-коэффициентов исходного полутонового изображения и предполагает множественное распараллеливание и аппаратную реализацию с низкими вычислительными затратами. Прототипами данного алгоритма являются алгоритмы вложенного кодирования SPECK [3] и МЕСТ [4].

Целью работы является оценка эффективности алгоритма НВСТ для сжатия полутоновых изображений с потерями в сравнении с алгоритмом MQ при использовании различных алгоритмов и параметров квантования.

Особенности алгоритма НВСТ

Алгоритм НВСТ использует Z -перестановку вейвлет-коэффициентов. На рис. 1 приведены траектории рекурсивной развертки (Z -развертки), описывающей Z -перестановку. При этом формируются двухмерный массив координат Z -развертки $Z = z(i, j)_{(i=0, \overline{1}, j=0, \overline{N-1})}$ (пример приведен на рис. 2), матрица вейвлет-коэффициентов $C = c(i, j)_{(i=0, \overline{\sqrt{N}-1}, j=0, \overline{\sqrt{N}-1})}$ размерностью $\sqrt{N} \times \sqrt{N}$ преобразуется в одномерный массив $C_Z = c_Z(i)_{(i=0, \overline{N-1})}$. Такая перестановка вейвлет-коэффициентов позволяет учитывать пространственное масштабирование вейвлет-дерева и структуры выходного потока, сохранить корреляцию значений соседних вейвлет-коэффициентов, а также существенно снижает вычислительную сложность их кодирования.

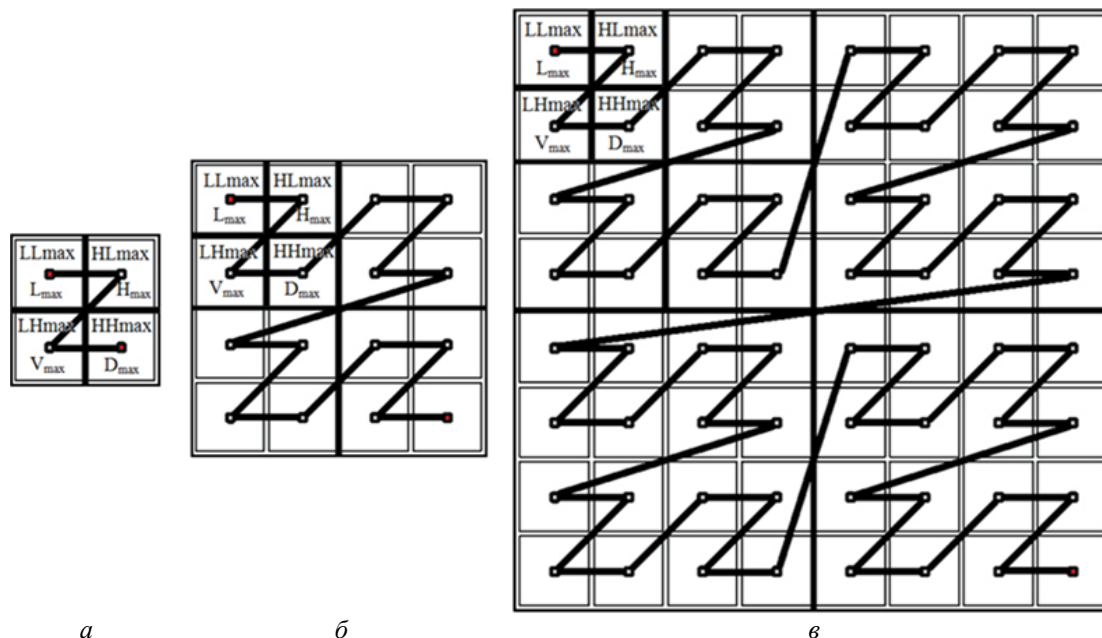


Рис. 1. Траектории рекурсивной Z-развертки для трех матриц вейвлет-коэффициентов:
a – 2×2 пикселя; *б* – 4×4 пикселя; *в* – 8×8 пикселей

	Текущий индекс	(Y, X)-координаты массива
<i>LL2</i>	0	(0, 0)
<i>HL2</i>	1	(0, 1)
<i>LH2</i>	2	(1, 0)
<i>HH2</i>	3	(1, 1)
<i>HL1</i>	4	(0, 2)
	5	(0, 3)
	6	(1, 2)
	7	(1, 3)
<i>LH1</i>	8	(2, 0)
	9	(3, 0)
	10	(2, 1)
	11	(3, 1)
<i>HH1</i>	12	(2, 2)
	13	(2, 3)
	14	(3, 2)
	15	(3, 3)

Рис. 2. Пример массива координат Z-перестановки для матрицы вейвлет-коэффициентов 4×4 пикселя

На основе битовых плоскостей переставленных вейвлет-коэффициентов формируются кодовые блоки. Выбор размера N_{CB} кодового блока влияет на быстродействие, степень сжатия и вычислительную сложность алгоритма НВСТ. Как правило, чем больше N_{CB} , тем выше степень сжатия, но тем больше аппаратных ресурсов требует алгоритм для своей реализации. Установлено, что наибольшие коэффициенты сжатия при допустимой вычислительной сложности для спутниковых изображений можно получить при размере кодового блока $N_{CB} = 1024$ элемента. Исходя из выбранного размера кодового блока, рассчитывается максимальное число уровней кластеризации $L_M = \log_4 N_{CB}$. Кодирование начинается со

старшей битовой плоскости и нулевого блока. Количество кодовых блоков для битовой плоскости определяется частным N / N_{CB} .

Оценка эффективности алгоритмов кодирования для сжатия потерями

Для сравнения алгоритмов эффективного кодирования для сжатия с потерями в среде Matlab реализована схема, приведенная на рис. 3. Она включает следующие блоки: прямого и обратного вейвлет-преобразований, квантования и восстановления значений вейвлет-коэффициентов, эффективного кодирования и декодирования, оценки размера исходного изображения, объема кода и коэффициента сжатия (CR), вычисления PSNR, формирования зависимости PSNR(CR). На входы схемы подаются исходное полутоновое изображение и коэффициент, определяющий потери при квантовании. На выходах схемы формируются восстановленное изображение и зависимость PSNR(CR) в виде таблицы, которая может быть представлена в графическом виде. Сжатие в данной схеме обеспечивается за счет потерь при квантовании и эффективного кодирования. Само эффективное кодирование потерь не вносит. В блоках эффективного кодирования и декодирования используются алгоритмы HBCT и MQ.

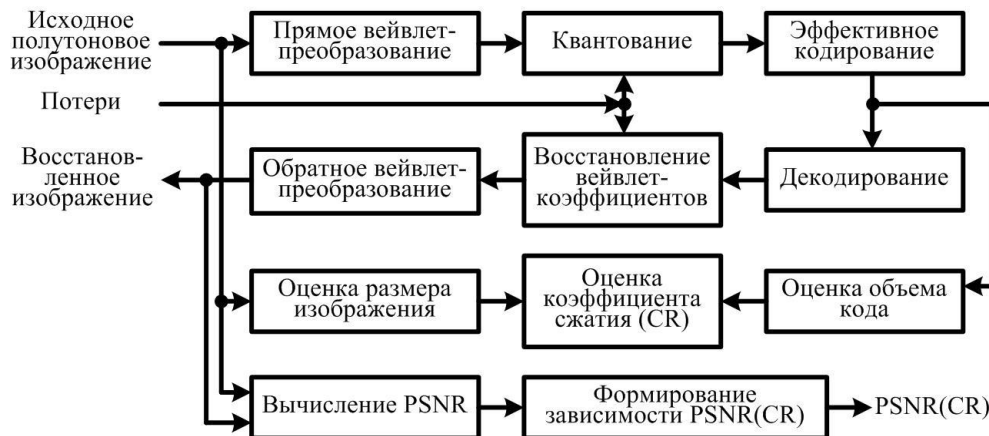


Рис. 3. Схема сравнения алгоритмов эффективного кодирования для сжатия с потерями

На рис. 4 приведены зависимости PSNR(CR) для кодеков HBCT и MQ, полученные с помощью схемы, приведенной на рис. 3. Как следует из рис. 4, кодеры HBCT и MQ обеспечивают приблизительно одинаковые потери при равных коэффициентах сжатия. При этом кодек HBCT имеет существенно меньшую вычислительную сложность в сравнении с кодеком MQ.

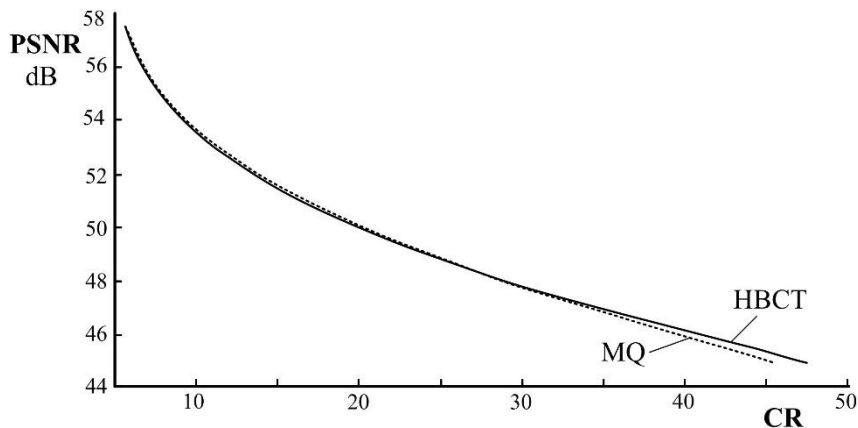


Рис. 4. Зависимости PSNR(CR) для кодеков HBCT и MQ

Заклучение

Проведена оценка эффективности НВСТ для сжатия полутоновых изображений с потерями по сравнению с MQ при использовании различных алгоритмов и параметров квантования. Установлено, что кодек НВСТ обеспечивает приблизительно одинаковые потери по сравнению с кодеком MQ при равных коэффициентах сжатия, но характеризуется существенно меньшей вычислительной сложностью.

ESTIMATION OF EFFICIENCY OF IMAGES EMBEDDED CODING WITH PRELIMINARY QUANTIZATION

V.U. NAVITSKI, E.U. SARAGAVETS, V.K. KANAPELKA

Abstract

The results of the comparison of the effectiveness of HBCT and MQ codecs for lossy compression are presented.

Keywords: image compression, quantization, efficient coding.

Список литературы

1. *Taubman D.S., Marcellin M.W.* JPEG2000: Image Compression Fundamentals, Standards and Practice. Boston, 2002.
2. *Новицкий В.В., Цветков В.Ю. и др.* // Телекоммуникации: сети и технологии, алгебраическое кодирование и безопасность данных: материалы междунар. научно-технич. семинара. 2016. Ч. 1. С. 43–50.
3. *Islam A., Pearlman W.A.* // ISO/IEC/JTC1/SC29. 1998. №873. P. 312–326.
4. *Борискевич А.А., Цветков В.Ю.* // Докл. НАН Беларуси. 2009. Т. 53. №3. С. 38–48.