

## АЛГОРИТМ КОМПАКТНОГО ПРЕДСТАВЛЕНИЯ СТАТИЧЕСКИХ ИЗОБРАЖЕНИЙ

М.Н. Колмыков

(представил д.т.н., проф. А.В. Королёв)

*В данной статье предлагается алгоритм компактного представления статических изображений с использованием дискретного преобразования Хартли. Проводится сравнительная оценка с подобными алгоритмами, указываются особенности и преимущества данного.*

**Постановка проблемы.** В настоящее время достижения вычислительной техники в области обработки и хранения графической информации создали предпосылки для развития новых подходов к кодированию статических изображений, направленных на уменьшения объемов хранимой графической информации и времени ее обработки. Одними из наиболее перспективных областей исследований является разработка методов сжатия с использованием новых в данной сфере математических преобразований.

**Анализ литературы.** Исходя из анализа литературы наиболее распространенными преобразованиями, которые используются в методах сжатия, являются дискретно-косинусное преобразование, преобразование Уолша, преобразование Корена-Лоэва и преобразование Хаара [1 – 4]. Каждый из методов на основе этих преобразований позволяет достичь большой степени сжатия графической информации, но за счет проигрыша в вычислительной сложности, потери информации или времени преобразования.

**Цель статьи.** Предложить алгоритм компактного представления статических изображений на основе дискретного преобразования Хартли. Провести сравнительную оценку с существующими наиболее известными методами кодирования изображений.

**Суть математического дискретного преобразования Хартли.** Из унитарных преобразований дискретное преобразование Хартли (ДПХ) представляет интерес, так как оно оперирует числами в вещественной области представления [5]. Суть преобразования заключается в паре интегральных преобразований: прямом и обратном, использующих введенную функцию

$$\text{cas}(\oplus) = \cos(\oplus) + \sin(\oplus). \quad (1)$$

Прямое и обратное дискретное преобразование Хартли определяет-

ся соотношениями:

$$H(v) = N^{-1} \sum_{\tau=0}^{N-1} f(\tau) \cos(2\pi v\tau/N);$$

$$f(\tau) = \sum_{v=0}^{N-1} H(v) \cos(2\pi v\tau/N).$$
(2)

Коэффициент  $N^{-1}$  обеспечивает равенство  $H(0)$  среднему значению действительной функции  $f(\tau)$ ,  $\tau = 0, 1, \dots, N-1$ .

Дискретное преобразование Хартли двух-, четырех- и восьми- точечных векторов определяется выражениями:

$$H(0) = (1/2) [f(0) + f(1)];$$

$$H(1) = (1/2) [-f(0) - f(1)];$$
(3)

$$H(0) = (1/4) [f(0) + f(1) + f(2) + f(3)];$$

$$H(1) = (1/4) [f(0) + f(1) - f(2) - f(3)];$$

$$H(2) = (1/4) [f(0) - f(1) + f(2) - f(3)];$$

$$H(3) = (1/4) [f(0) - f(1) - f(2) + f(3)];$$
(4)

$$H(0) = (1/8) [f(0) + f(1) + f(2) + f(3) + f(4) + f(5) + f(6) + f(7)];$$

$$H(1) = (1/8) [f(0) + \sqrt{2}f(1) + f(2) + 0 + f(4) - \sqrt{2}f(5) - f(6) - 0];$$

$$H(2) = (1/8) [f(0) + f(1) - f(2) - f(3) + f(4) + f(5) - f(6) - f(7)];$$

$$H(3) = (1/8) [f(0) + 0 - f(2) + \sqrt{2}f(3) - f(4) - f(5) + f(6) - \sqrt{2}f(7)];$$

$$H(4) = (1/8) [f(0) - f(1) + f(2) - f(3) + f(4) - f(5) + f(6) - f(7)];$$

$$H(5) = (1/8) [f(0) - \sqrt{2}f(1) + f(2) + 0 - f(4) + \sqrt{2}f(5) - f(6) + 0];$$

$$H(6) = (1/8) [f(0) - f(1) - f(2) + f(3) + f(4) - f(5) - f(6) + f(7)];$$

$$H(7) = (1/8) [f(0) + 0 - f(2) - \sqrt{2}f(3) - f(4) + 0 + f(6) + \sqrt{2}f(7)].$$
(5)

Выражения (1 – 5) состоят в основном из операций сложения и вычитания, которые реализуются на современных микропроцессорах достаточно быстро в сравнении с операциями умножения и деления, что говорит о низкой вычислительной сложности ДПХ по сравнению с другими преобразованиями.

**Принцип работы алгоритма компактного представления статических изображений.** Принцип работы предлагаемого алгоритма (рис. 1) заключается в следующем: *на первом этапе* происходит разбиение изображения на блоки размерностью  $16 \times 16$ ; *на втором этапе* каждый из полученных блоков подвергается ДПХ, результатом которого является получение соответствующих каждому блоку таблицы трансформант; *на третьем этапе* работы алгоритма происходит зональный и пороговый отбор наиболее информационно-содержащих коэффициентов, исходя из

статических свойств трансформанты; *на четвертом этапе* происходит формирование выходного потока трансформант, т.е. искомое изображение в сжатом виде.

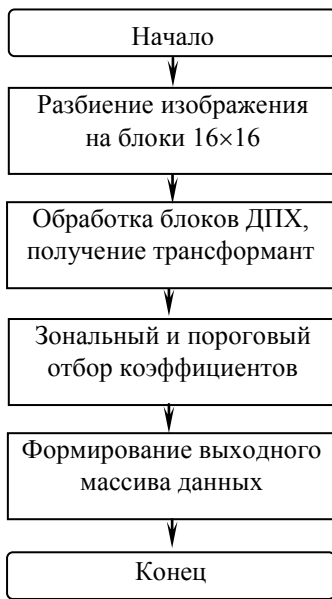


Рис. 1. Алгоритм компактного представления статических изображений

Отбор по зональному признаку происходит следующим образом:

1. В трансформанте основные значения распределяются в элементах  $a_{00}$ ,  $a_{01}$ ,  $a_{10}$ ;
2. При рекурсивном делении трансформанты оставляют элементы в верхнем левом углу без изменения.

Пороговый отбор коэффициентов осуществляется на основе порогового значения, которое получено для каждой трансформанты.

**Сравнительная оценка предлагаемого алгоритма.** Сравнительная оценка проводилась относительно методов сжатия с использованием дискретно-косинусного преобразования (ДКП) [6]. Результаты оценки представлены на рис. 2.

Полученные результаты показывают, что значения ошибок, возникающих при использовании предлагаемого метода, лежат внутри области ошибок метода на основе ДКП. Это говорит о лучшем качестве восстановления изображений при использовании предлагаемого алгоритма.

**Выводы.** Таким образом применение данного алгоритма на основе дискретного преобразования Хартли позволяет по сравнению с другими

методами сжатия понизить время обработки статических изображений, не ухудшая качества изображения и не увеличивая вычислительную сложность.

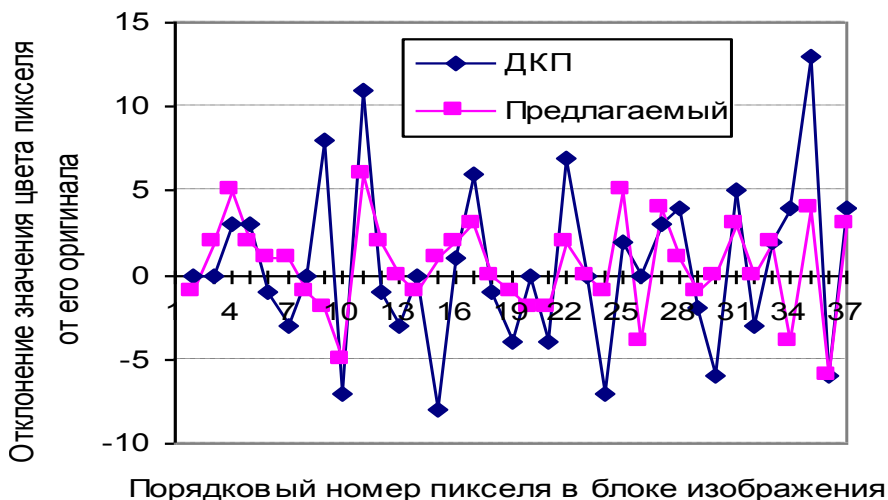


Рис. 2. Среднеквадратическое отклонение значений яркости восстановленного изображения от его оригинала при использовании метода с использованием ДКП и предлагаемого алгоритма

Одним из путей дальнейшего развития данной области является разработка и применение существующих быстрых алгоритмов преобразования Хартли для еще большего уменьшения времени обработки статических изображений.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Ватолин Д.С. Алгоритмы сжатия изображений. – М.: МГУ, 1999. – 234 с.
2. Уинтц П.А. Кодирование изображений посредством преобразований // ТИИЭР. – 1972. – 7. – С. 69 – 110.
3. Красильников Н.Н. Теория восприятия и передачи изображений.– М.: Мир, 1986. – 245 с.
4. Прэтт У. Цифровая обработка изображений. – М.: Мир, 1982. – 712 с.
5. Брейсуэлл Р. Преобразование Хартли. – М.: Мир, 1990. – 224 с.
6. Королёв А.В., Рубан И.В., Малахов С.В., Мануйлов В.Е. Межкадровое кодирование изображений с преобразованием // Информационные системы. – Х.: НАНУ, ПАНИ, ХВУ. – 1997. – Вып. 1(5). – С. 130 – 139.

Поступила 19.12.2003

**КОЛМЫКОВ Максим Николаевич**, адъюнкт ХВУ. В 2000 году окончил ХВУ. Область научных интересов – обработка информации в вычислительных сетях и АСУ.

---