

## АЛГОРИТМ ЗОНАЛЬНО-ПороГОВОЙ СЕЛЕКЦИИ КОЭФФИЦИЕНТОВ ДВУМЕРНОГО ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ХААРА

д.т.н., проф. С.В. Козелков, к.т.н. Л.А. Клименко, Ю.П. Сальник  
(представил д.т.н., проф. А.В. Королёв)

*Предлагается алгоритм зонально-пороговой селекции коэффициентов двумерного преобразования Хаара, позволяющий учитывать степень насыщенности блоков изображения для достижения необходимого коэффициента сжатия.*

**Постановка проблемы.** Последние годы стремительно возрастает объем мультимедийной информации, которая передается по телекоммуникационным системам. Этому способствовало появление и широкое распространение огромного количества источников цифровой информации (цифровые камеры и фотоаппараты, сканеры и различного рода ЭВМ). Это вызвало ситуацию, в которой существующие телекоммуникационные системы оказались неспособны обеспечить необходимую пропускную способность. Значительные успехи по уменьшению времени передачи информации были получены при разработке форматов сжатия JPEG, MPEG и других. Однако, существующие методы сжатия с потерями при обработке изображений не учитывают изменение степени насыщенности в различных блоках изображения, что приводит к значительным искажениям в высоконасыщенных блоках изображения. Например, для JPEG характерно проявление блочности.

**Анализ литературы.** Актуальность темы сжатия данных вызвала рост объемов исследований, направленных на уменьшение хранимой и передаваемой информации, и количества публикаций по этому вопросу [1 – 3]. Однако, современная литература носит скорее описательный характер конкретных алгоритмов сжатия информации [4 – 5] и пути достижения излагаемых в литературе коэффициентов сжатия остаются неизвестными.

**Цель статьи.** Разработать алгоритм зонально-пороговой селекции коэффициентов двумерного преобразования Хаара, позволяющий учитывать степень насыщенности блоков изображения для достижения необходимого коэффициента сжатия.

В [8] предложен **метод зонально-пороговой селекции коэффициентов двумерного преобразования Хаара**, который позволяет учесть степень насыщенности блоков обрабатываемого изображения, что приводит к

снижению потерь качества восстановленного изображения при заданном коэффициенте сжатия. Метод предусматривает выбор уровня детализации изображения, который необходим в данных условиях. Однако, при практической реализации полученного метода селекции необходимо решить задачи: по минимизации затрат времени проведения селекции; порядка управления соотношением коэффициент сжатия/ качество восстановленного изображения и других. С учетом проведенных исследований [7, 8] предлагается схема алгоритма (рис. 1), основанного на двумерном преобразовании Хаара и зонально-пороговой селекции коэффициентов.

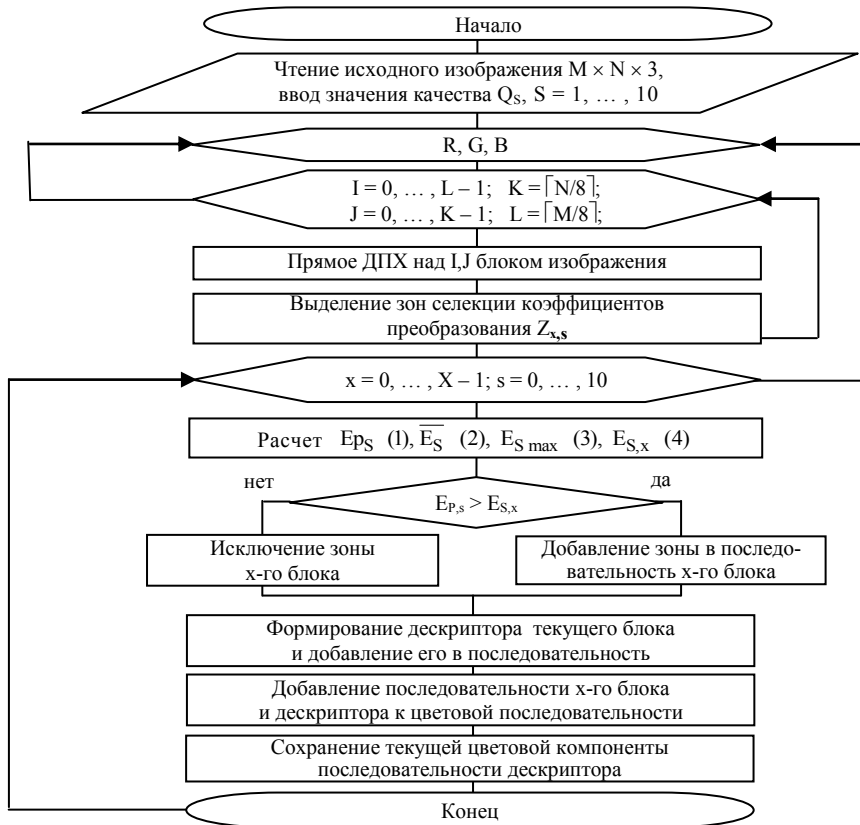


Рис. 1. Схема алгоритма сжатия на основе зонально-пороговой селекции

**Алгоритм сжатия на основе зонально-пороговой селекции коэффициентов двумерного целочисленного преобразования Хаара, представленный на рисунке, состоит из следующих этапов:**

1. Чтение исходного изображения. В результате формируется трехмерная матрица отсчетов  $x_{i,j}$  размерностью  $M \times N \times 3$ .

2. Разложение изображения на цветовые составляющие R, G, B. В результате формируется матрица отсчетов изображения размерностью  $M \times N$  для каждой составляющей.

3. Разбиение матрицы цветовой составляющей на блоки  $8 \times 8$ .

4. Выполнение двумерного прямого преобразования Хаара (ДПХ) полученных блоков [6]. В результате формируется трансформанта блока изображения.

5. Выделение зон селекции  $Z_{x,s}$  полученной трансформанты  $x$ -го блока изображения по следующему правилу: зона включает [6 – 8] коэффициенты  $y_{k,l}$  с одинаковой чувствительностью и расположением значащих коэффициентов. В результате формируются зоны селекции:

$$Z_{x,1} \subset y_{k,l} \text{ при } k,l=0; Z_{x,2} \subset y_{0,1}, y_{1,0}, y_{1,1};$$

$$Z_{x,3} \subset y_{k,l} \text{ при } k=2,3; l=0,1; Z_{x,4} \subset y_{k,l} \text{ при } k=0,1; l=2,3;$$

$$Z_{x,5} \subset y_{k,l} \text{ при } k=2,3; l=2,3; Z_{x,6} \subset y_{k,l} \text{ при } k=0,1; l=4 \div 7;$$

$$Z_{x,7} \subset y_{k,l} \text{ при } k=4 \div 7; l=0,1; Z_{x,8} \subset y_{k,l} \text{ при } k=2,3; l=4 \div 7;$$

$$Z_{x,9} \subset y_{k,l} \text{ при } k=4 \div 7; l=2,3; Z_{x,10} \subset y_{k,l} \text{ при } k=4 \div 7; l=4 \div 7.$$

6. Выбор значения качества восстановленного изображения  $Q_S = \overline{1,10}$ , в зависимости от необходимого коэффициента сжатия или допустимого среднеквадратичного отклонения.

7. Расчет порога селекции  $E_{pS}$  по правилу

$$E_{pS} = \begin{cases} 0, & \text{если } Q_S = 10; \\ \overline{E_S} \times 2^{-(Q_S-6)}, & \text{если } Q_S = \overline{9, 2}; \\ E_{S \max}, & \text{если } Q_S = 1; \end{cases} \quad (1)$$

где  $\overline{E_S}$  – среднеарифметическое значение энергии  $s$ -й зоны;  $s = \overline{1, 10}$ ,  $x = \overline{1, X}$  – номер зоны блока и номер блока обрабатываемого изображения;  $E_{S,x}$  – величина энергии  $s$ -й зоны  $x$ -го блока трансформанты;  $X$  – количество блоков размерностью  $8 \times 8$  в изображении;  $a, b, c, d$  – координаты  $s$ -й зоны блока трансформанты;  $E_{S \max}$  – максимальное значение энергии  $s$ -й зоны.

$\overline{E_S}$ ,  $E_{S,x}$ ,  $E_{S \max}$  рассчитываются по выражениям:

$$\overline{E_S} = \sum_{x=1}^X E_{S,x} / X; \quad E_{S,x} = \sum_{k=a}^c \sum_{l=b}^d y_{k,l}^2; \quad E_{S \max} = \max_{x=1, \dots, X} (E_{S,x}). \quad (2)$$

8. Пороговая селекция коэффициентов зон трансформанты, при которой зона блока трансформанты сохраняет свое значение в случае, если величина ее энергии  $E_{S,x}$  выше пороговой энергии  $E_{pS}$  для данной зо-

ны, иначе зона исключается. Наличие или отсутствие зоны описывается с помощью дескриптора. В результате получаем последовательность значений зон блоков и последовательность дескрипторов изображения.

9. Добавление последовательностей блока в результирующую последовательность и ее сохранение.

**Выводы.** Разработанный алгоритм зонально-пороговой селекции коэффициентов двумерного преобразования Хаара позволяет:

1. Учитывать особенности блоков обрабатываемого изображения, такие как степень насыщенности.

2. Управлять соотношением коэффициент сжатия/ качество восстановленного изображения оператором с целью достижения необходимого эффекта от сжатия.

3. Выполнять селекцию коэффициентов преобразования при минимальных затратах времени.

4. Выбрать оператору тот уровень детализации, который необходим в данных условиях.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Ахмед Н., Рао К.Р. Ортогональные преобразования при обработке цифровых сигналов / Под ред. И.Б. Фоменко. – М.: Связь, 1980. – 248 с.
2. Скляр В.С. Математические модели информационных систем. – Х.: ХВВКИУ РВ, 1989. – 479 с.
3. Прэтт У. Цифровая обработка изображений: Том 1, 2. – М.: Мир, 1985. – 736 с.
4. Бондарев В.Н, Трестер Г., Чернега В.С. Цифровая обработка сигналов: методы и средства. – Х.: Конус, 2001. – 398 с.
5. Миано Дж. Форматы сжатия изображений в действии. М.: Триумф, 2003. – 354 с.
6. Королев А.В., Бохан К.А., Сальник Ю.П. Оценка степени насыщенности изображений // Моделювання та інформаційні технології. – К.: ІПМЕ НАНУ. – 2003. – Вип. 22. – С. 88 – 93.
7. Королёв А.В., Бохан К.А., Сальник Ю.П. Зонально-пороговая селекция коэффициентов быстрого двумерного преобразования Хаара // Системи обробки інформації. – Х.: ХВУ. – 2004. – Вип. 4. – С. 109 – 113.
8. Королёв А.В., Бохан К.А., Сальник Ю.П. Порог зонально-пороговой селекции коэффициентов двумерного преобразования Хаара // ІКСЗТ. – 2004. – № 2. – С. 45 – 51.

Поступила 2.04.2004

**КОЗЕЛКОВ Сергей Викторович**, доктор техн. наук, профессор, начальник кафедры НАОУ. В 1982 году окончил ХВВКИУ им. Н.И. Крылова. Область научных интересов – радиотехнические системы и комплексы космического назначения.

**КЛИМЕНКО Любовь Анатольевна**, канд. техн. наук, преподаватель УкрГАЗТ. Окончила ХИИТ в 1995 году. Область научных интересов – обработка и передача информации.

**САЛЬНИК Юрий Павлович**, адъюнкт ХВУ. В 2000 году окончил ХВУ. Область научных интересов – обработка и передача информации.