

# Иерархическое представление вырожденных областей квантованного сигнала при сжатии изображений

М.В. Гашников<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Самарский национальный исследовательский университет им. академика С.П. Королева, Московское шоссе 34А, Самара, Россия, 443086

<sup>2</sup>Институт систем обработки изображений РАН - филиал ФНИЦ «Кристаллография и фотоника» РАН, Молодогвардейская 151, Самара, Россия, 443001

## Аннотация

В работе предлагается алгоритм кодирования квантованного разностного сигнала на основе иерархического представления вырожденных областей этого сигнала. Рассматривается иерархический способ переупорядочивания квантованного разностного сигнала в целях повышения эффективности его кодирования. Предлагаемый алгоритм кодирования квантованного разностного сигнала встраивается в иерархический метод компрессии изображений. Проводятся вычислительные эксперименты по исследованию эффективности предложенного алгоритма. Экспериментально подтверждается, что использование предложенного алгоритма кодирования квантованного разностного сигнала позволяет повысить эффективность иерархического метода компрессии изображений.

## Ключевые слова

квантование сигнала, обработка изображений, сжатие изображений

## 1. Введение

Объём обрабатываемых изображений продолжает увеличиваться, поэтому задача исследования методов сжатия по-прежнему актуальна. Известно большое количество подходов [1-3] к сжатию изображений: на основе дискретных ортогональных преобразований [1] (представитель – JPEG), вейвлетный подход (представитель – JPEG-2000 [3]), фрактальный подход и т.д. Однако, для всех этих подходов, основанных на переходе в преобразованное пространство, характерны общие недостатки, связанные с затруднениями при самом переходе и при управлении погрешностью в преобразованном пространстве.

В данной работе исследуется иерархический метод сжатия изображений [4, 5], который в значительной мере свободен от описанных недостатков, т.к. не требует перехода в какое-либо преобразованное пространство. Исследуемый метод компрессии основан на безызыточном варианте пирамидального представления изображения, которое позволяет интерполировать более прореженные масштабные уровни изображения на основе менее прореженных и эффективно кодировать постинтерполяционные остатки (квантованный разностный сигнал).

В данной работе предлагается алгоритм кодирования вырожденных областей квантованного разностного сигнала, основанный на их иерархическом представлении, позволяющий повысить эффективность иерархического метода сжатия изображений.

## 2. Иерархическое представление вырожденных областей

На этапе кодирования постинтерполяционных остатков в иерархических методах компрессии изображений обычно используются алгоритмы статистического кодирования, игнорирующие двумерную природу изображения, которую нужно учитывать по следующим причинам. На относительно ровных участках интерполятор работает довольно точно, что приводит к появлению вырожденных (нулевых) областей в разностном сигнале. Для эффективного кодирования этих вырожденных областей предлагается использовать иерархический алгоритм.

Сначала в едином промежуточном двумерном массиве данных накапливаются значения квантованного разностного сигнала для всех масштабных уровней. Затем этот промежуточный массив переупорядочивается для группировки значений квантованного сигнала, расположенных на одном и том же уровне, и вырожденные области квантованного сигнала увеличиваются.

Затем переупорядоченный промежуточный массив представляется в виде иерархической древовидной структуры, уровни которой соответствуют масштабным уровням изображения. Описанное дерево квантованных разностных отсчётов с высокой вероятностью содержит вырожденные поддеревья, которые при кодировании отбрасываются, что приводит к сокращению объёма сжатых данных.

### 3. Экспериментальное исследование

Для исследования эффективности предложенного алгоритма кодирования вырожденных областей квантованного сигнала этот алгоритм был встроен в иерархический метод сжатия изображений. Мерой эффективности являлся относительный выигрыш  $\Delta = (1 - S_0 / S) \cdot 100\%$  по объёму архива, обусловленный применением предложенного алгоритма ( $S_0$  и  $S$  это объёмы архива при использовании предложенного алгоритма и без него).

Типичные результаты показаны на рисунке 1. Применение предложенного алгоритма обеспечивает заметный (порядка 9%) выигрыш по эффективности, что позволяет сделать вывод о его перспективности в рамках решения задач, связанных со сжатием изображений.

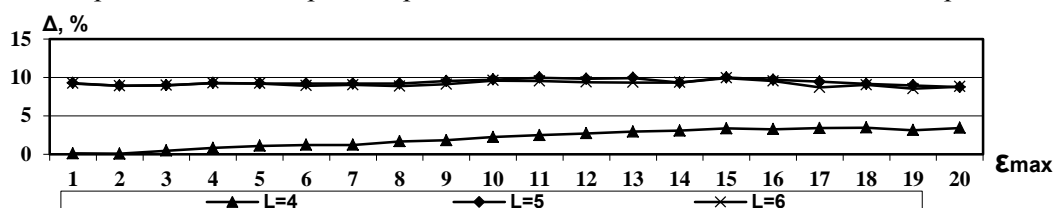


Рисунок 1: Выигрыш предложенного алгоритма  $\Delta$  в зависимости от максимальной погрешности  $\epsilon_{\max}$  при различном количестве масштабных уровней  $L$

### 4. Благодарности

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта 19-29-09045, а также Министерства науки и высшего образования РФ в рамках выполнения работ по Государственному заданию ФНИЦ «Кристаллография и фотоника» РАН.

### 5. Литература

- [1] Оппенгейм, А. Цифровая обработка сигналов / А. Оппенгейм, Р. Шафер. – Литрес, 2018. – 1048 с.
- [2] Зевалова, Л.А. Краткий обзор методов и алгоритмов компрессии зашумленных изображений / Л.А. Зевалова, Ю.С. Бехтин // Современные научные исследования: теория, методология, практика. – 2019. – С. 179-184.
- [3] Сай, С.В. Способ управления качеством передачи мелких структур изображений в стандарте JPEG2000 / С.В. Сай, А.Г. Шоберг // Компьютерная оптика. – 2020. – Т. 44, № 3. – С. 401-408. DOI: 10.18287/2412-6179-СО-616.
- [4] Сергеев, В.В. Информационная технология компрессии изображений в системах оперативного дистанционного зондирования / М.В. Гашников, Н.И. Глузов, В.В. Сергеев // Известия Самарского научного центра РАН. – 1999. – № 1. – С. 99-107.
- [5] Гашников, М.В. Оптимизация интерполятора многомерного сигнала в пространстве уменьшенной размерности / М.В. Гашников // Компьютерная оптика. – 2019. – Т. 43, № 4. – С. 653-660. DOI: 10.18287/2412-6179-2019-43-4-653-660.