

ГАЙ В.Е., ЖИЗНЯКОВ А.Л.

**АЛГОРИТМ ПОСТРОЕНИЯ АДАПТИВНОЙ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ ДОПОЛНЕНИЙ**

In this article an approach to adaptive sequence of details forming are offered. The proposed approach is based on building sequence of details, which elements have linear decreasing size. An experimental result of the developed detail sequence forming algorithm are given. Generated sequence of details has visible advantages as compared to sequence which is generated with 2 aspect ratio.

**ВВЕДЕНИЕ**

Изображение обычно содержит связанные области примерно одинаковой структуры и яркости, которые, объединяясь, образуют объекты на изображении. В структуре изображения можно выделить множество исследуемых объектов различных размеров и фон. Если на изображении одновременно присутствуют объекты разного размера, полезным может оказаться анализ такого изображения при различных разрешениях, т.е. представление изображения на разных масштабах. Переход от исходного изображения к его представлению на нескольких масштабах позволяет ввести понятие многомасштабного представления изображения, под которым понимается совокупность последовательности приближений  $L = \{L^i\}_{i \in [1;N]}$ , каждый элемент которой соответствует изображению  $f$  с более низким разрешением, и последовательности дополнений  $H = \{H^i\}_{i \in [1;N]}$ , каждый  $i$ -ый элемент которой является дополнением к приближению изображения на  $i$ -ом  $N$  (число масштабов):

$$T_K[f] = W = \{L, H\},$$

где  $T_K[\bullet]$  – оператор прямого многомасштабного преобразования,  $W$  – многомасштабное представление изображения,  $K = \{k_i\}$  – набор коэффициентов сжатия в соответствии с которым происходит генерация многомасштабного представления [2, 3].

**ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЯ**

Как правило, при вычислении многомасштабного представления изображения, например, на основе вейвлет-преобразования, используется коэффициент сжатия  $k = 2$ . Это обусловлено простотой реализации алгоритмов вычисления прямого и обратного многомасштабного преобразования и эффективностью решения на основе такого представления некоторых задач обработки изображений [1].

Многомасштабное представление  $W$  изображения  $f$ , построенное с коэффициентом сжатия  $k = 2$ , обладает следующими особенностями:

1. Спектр частот исходного изображения нелинейно распределён между элементами последовательностей приближений и дополнений.
2. Размеры элементов получаемых последовательностей  $L$  и  $H$  изменяются нелинейно.

При использовании коэффициента сжатия  $k = 2$  при формировании многомасштабного представления возможно резкое отсечение части частотных составляющих, несущих значительную информацию. Так как энергия изображения возрастает в области нижних частот, то, при построении  $W$ , во время перехода к более грубому масштабу может произойти потеря некоторого определяющего признака [2].

Возможность более плавного изменения ширины полосы пропускания фильтров, используемых при формировании многомасштабного представления, позволит лучшим образом проводить обработку изображения. Это особенно важно при проведении опера-

ций, основанных на многомасштабном анализе изображения (скелетизация, сегментация, обнаружение объектов и т.д.).

Таким образом, актуальной является задача построения многомасштабного представления изображения, обладающего следующими свойствами:

1. Характерные свойства изображения плавно меняются при переходе между элементами многомасштабных последовательностей  $L$  и  $H$ .
2. Частотный спектр исходного изображения  $f$  более линейно, чем в многомасштабном представлении, построенном с  $k = 2$ , распределяется между элементами последовательностей  $L$  и  $H$ .

### ПРЕДЛАГАЕМЫЙ АЛГОРИТМ

Для построения последовательности дополнений, размеры элементов которой изменяются линейно, предлагается совместно использовать многомасштабное преобразование с целым и дробным коэффициентами сжатия. На каждом шаге алгоритма построения последовательности дополнений исходное изображение раскладывается на:

1. Приближение – за счёт применения к исходному изображению многомасштабного преобразования с дробным коэффициентом сжатия.
2. Набор дополнений – применением к исходному изображению многомасштабного преобразования с целым коэффициентом сжатия.

На рис. 1 показана схема, по которой вычисляется многомасштабная последовательность дополнений.

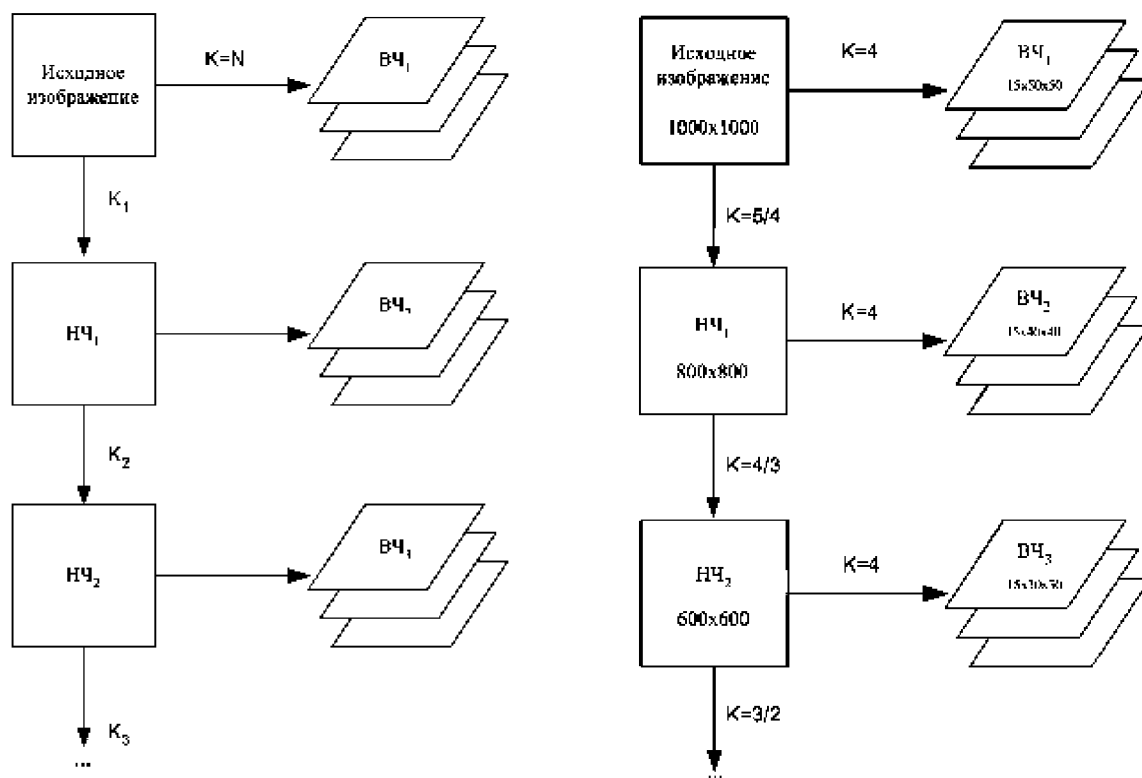


Рисунок 1 – Схема построения адаптивной последовательности дополнений

Для того чтобы последовательность дополнений  $H_a$  состояла из элементов с линейно изменяющимися размерами, необходимо:

- 1) при построении последовательности приближений  $L$  использовать набор неубывающих коэффициентов сжатия  $K_A$ .

2) для получения дополнения  $H^i$  на основе приближения  $L^{i-1}$  использовать фиксированный коэффициент сжатия  $K_D$ . Полученное на  $i$ -ом шаге приближение  $L^i$  используется в качестве исходных данных для  $i + 1$  шага работы алгоритма.

### РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТОВ

Рассмотрим пример построения адаптивной последовательности дополнений. На рис. 2 показано исходное изображение размером  $512 \times 512$  точек.



Рисунок 2 – Исходное изображение

При реализации описанного алгоритма для получения приближений изображения использовался следующий набор коэффициентов сжатия:

$$K_A = \left\{ \frac{6}{5}, \frac{5}{4}, \frac{4}{3}, \frac{3}{2}, \frac{2}{1}, \frac{2}{1}, \frac{2}{1}, \frac{2}{1}, \frac{2}{1} \right\}.$$

Для получения дополнений на каждом шаге работы алгоритма использовался коэффициент сжатия  $K_D = 4$ . На рис. 3 показаны первые 4 элемента результирующей последовательности дополнений.



Рисунок 3 – Элементы последовательности дополнений

После вычисления набора дополнений на  $i$ -ом уровне разложения к полученным дополнениям применялась операция обратного многомасштабного преобразования:

$$H_a^i = T_K^{-1} \{ H^{i,j} \}, \quad (1)$$

где  $T_K^{-1}[\bullet]$  – оператор обратного многомасштабного преобразования,  $H_a^i$  – элемент адаптивной последовательности дополнений,  $H^{i,j}$  –  $j$ -ый элемент промежуточной последовательности дополнений,  $j \in [1; M]$ ,  $M$  – число дополнений,  $i$  – рассматриваемый масштаб.

В результате выполнения выражения (1) на  $i$ -ом уровне разложения будет получен только один элемент последовательности дополнений. Рассчитанная последовательность состоит из 10 элементов со следующими размерами:  $384 \times 384$ ,  $319 \times 319$ ,  $255 \times 255$ ,

$191 \times 191$ ,  $127 \times 127$ ,  $64 \times 64$ ,  $32 \times 32$ ,  $15 \times 15$ ,  $7 \times 7$ ,  $3 \times 3$ . В построенной последовательности выполняется более тонкий анализ многомасштабной структуры изображения, чем в последовательности, рассчитанной на основе коэффициента сжатия  $k = 2$ . Для сравнения, при использовании многомасштабного преобразования с коэффициентом сжатия 2 результирующая последовательность будет состоять из 9 элементов со следующими размерами:  $384 \times 384$ ,  $192 \times 192$ ,  $96 \times 96$ ,  $48 \times 48$ ,  $24 \times 24$ ,  $12 \times 12$ ,  $6 \times 6$ ,  $3 \times 3$ ,  $1 \times 1$ .

Сгенерированная на основе предложенного подхода, последовательность дополнений  $H_a$  может быть использована при решении тех задач обработки изображений, которые не требуют выполнения обратного преобразования. При переходе от исходного изображения к последовательности дополнений на основе предложенного алгоритма не происходит потери информации. Следовательно, используя последовательности дополнений  $H_a$  и приближений  $L$  изображения  $f$ , можно выполнить операцию обратного многомасштабного преобразования. Необходимо отметить, что при этом могут возникнуть различные сложности, связанные с перекрытием спектров элементов последовательностей приближений и дополнений, находящихся на одном масштабе. Вследствие этого могут возникнуть неточности при выполнении операции обратного восстановления изображения.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Обычно эффективность алгоритмов обработки многомасштабного представления изображения зависит от структуры используемого многомасштабного представления. В работе предложен подход к построению последовательности дополнений, адаптивной к свойствам исходного изображения. Также приведены результаты построения последовательности дополнений на основе алгоритма, разработанного на основе предложенного подхода.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Вудс, Р. Цифровая обработка изображений [Текст]: монография / Р. Вудс, Р. Гонсалес. – М.: Техносфера, 2005. – 1072 с.
2. Гай, В. Е. Адаптивный многомасштабный подход к представлению изображения [Текст] / В. Е. Гай // Материалы XII Всероссийской научно-технической конференции студентов: Новые информационные технологии в научных исследованиях и образовании. – Рязань: РГРУ, 2007. – С. 161 – 163.
3. Малла, С. Вейвлеты в обработке сигналов [Текст]: монография / С. Мала; пер. с англ. – М.: Мир, 2005. – 671 с.

**Жизняков Аркадий Львович**

Доцент кафедры информационных систем

Муромский институт (филиал) Владимирского государственного университета, г. Муром

Тел.: +7(49234)3-72-22

E-mail: [lvovich@newmail.ru](mailto:lvovich@newmail.ru)

**Гай Василий Евгеньевич**

Аспирант кафедры информационных систем

Муромский институт (филиал) Владимирского государственного университета, г. Муром

Тел.: +7(49234)3-55-61

E-mail: [iamuser@inbox.ru](mailto:iamuser@inbox.ru)