

**SECTION 4. Computer science, computer engineering and automation.**

**Morozova Tatyana Vladimirovna**

student of Department. «Radioelectronic systems»

Research Institute «Digital signal processing and computer vision»

Don state technical University, Russia

**Pismenskova Marina Mikhaylovna**

student of Department. «Radioelectronic systems»

Research Institute «Digital signal processing and computer vision»

Don state technical University, Russia

**Voronin Vyacheslav Vladimirovich**

candidate of technical Sciences, associate Professor,

Department «Radioelectronic systems»

Research Institute «Digital signal processing and computer vision»

Don state technical University, Russia

**ALGORITHM OF SEARCHING FOR SIMILAR BLOCKS IN THE  
IMAGE WITH THE USE OF TEXTURE ANALYSIS.**

*The purpose of this work is the study of algorithms to find similar blocks in the image with the help of texture analysis.*

*Keywords: textural analysis, computer vision.*

**АЛГОРИТМ ПОИСКА ПОХОЖИХ БЛОКОВ НА  
ИЗОБРАЖЕНИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕКСТУРНОГО  
АНАЛИЗА**

*Целью данной работы является исследование алгоритмов поиска похожих блоков на изображении с помощью текстурного анализа.*

*Ключевые слова: текстурный анализ, компьютерное зрение.*

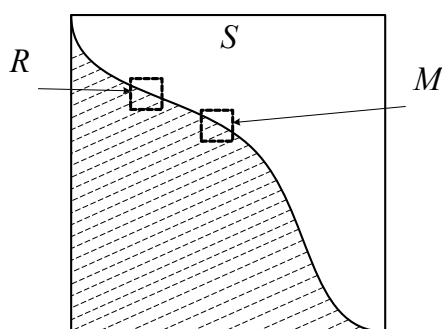
Несмотря на стремительный уровень развития большого количества мультимедийных приложений, использующих компьютерное зрение, остается ряд задач, решение которых достаточно проблематично. К их числу относятся задачи распознавания и сопоставления изображений. Данные задачи актуальны и их решение потенциально применимо во многих областях, начиная от регистрации движения и заканчивая поиском дубликатов изображений в базах данных.

Одним из главных этапов во многих задачах компьютерного зрения является поиск похожих блоков на изображениях и кадрах

видеопоследовательности. Данная задача актуальна в задаче отслеживания траектории движения объектов, поиска дубликатов изображений и т.д.

Упрощенная математическая модель исходного черно-белого изображения  $S$ , состоящая из двух областей: текстуры и однородной области (рис.1), где  $R$  – базовый блок размерностью  $m \times n$  пикселей для которого находится похожий, а  $M$  – блок максимально похожий на  $R$  по какому-либо критерию.

Рассмотрим наиболее популярные подходы определения похожих блоков на изображении с помощью текстурного анализа. Понятие текстура является важным пространственным признаком, описывающим распределение цветов или интенсивности яркости в теории обработки двумерных сигналов. Под текстурой понимают специфические повторяющиеся изменения тона (цвета) в изображении объекта или его некоторой части [2, с. 947-950]. Текстура может представлять упорядоченное изменение тона в виде геометрически правильных или почти правильных рисунков. Другой тип – стохастическая текстура. Она присуща естественным объектам и, как правило, является следствием шероховатости наблюдаемых объектов.



**Рисунок 1 – Модель изображения**

Лавс (Laws) разработал энергетический подход, в котором оценивается изменение содержания текстуры в пределах окна фиксированного размера [1, с. 1264-1269]. Для вычисления энергетических характеристик используется набор из 22 масок размерами  $5 \times 5$ . Затем энергетические характеристики каждого пикселя анализируемого изображения представляются в виде вектора из 9 чисел. Для вычисления масок используются следующие векторы: L5 (Level) = [1 4 6 4 1], E5 (Edge) = [-1 -2 0 2 1], S5 (Spot) = [-1 0 2 0 -1], R5 (Ripple) = [1 -4 6 -4 1], W5 (Wave) = [-1 2 0 -2 1] [1, с. 1264-1269]. Каждая текстурная энергетическая карта является полноразмерным изображением, которое представляет результаты обработки входного изображения с использованием  $k$ -й маски [3, с. 87]. Таким образом, используя фильтры Лавса, для любого пикселя получаем описание характеристик текстуры в некоторой окрестности выбранного пикселя. Соответственно представляет интерес поиск похожих

блоков на каждой энергетической карте, при этом комбинацию найденных блоков в дальнейшем можно использовать для синтеза наиболее похожего блока.

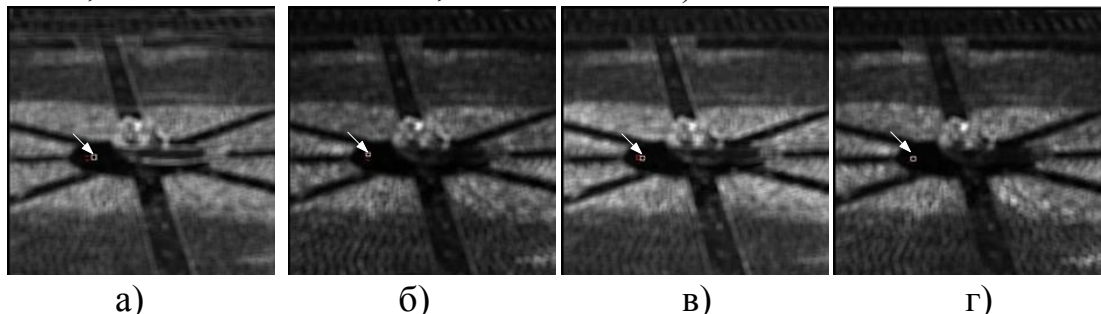
Вторым подходом к описанию текстур является использование фильтра Габора, который представляет собой линейный фильтр, импульсная характеристика, которого определяется в виде гармонической функции, умноженной на гауссиан. Этот фильтр широко применяется для распознавания границ объектов и выявления направления текстуры. В результате применения данного ядра с различными параметрами  $\theta = 0, \pi/4, \pi/2, 3\pi/4$ , и масштабами:  $5*5, 10*10, 20*20, 40*40$  получается 16 массивов [4, с. 229].

После применения фильтра Габора для каждого пикселя изображения получается вектор признаков, который эффективно описывает локальную текстуру окрестности. Фильтры Габора обладают геометрической устойчивостью, а именно, они устойчивы к операциям масштабирования, поворота, изменения яркости или контрастности.

Предлагается, так же, как и в случае Лавса использовать поиск на каждом полученном изображении после свертки с ядром Габора при различных параметрах. В качестве меры близости используется среднеквадратичное отклонение заданного блока  $R$  с каждым блоком  $M$  изображения.

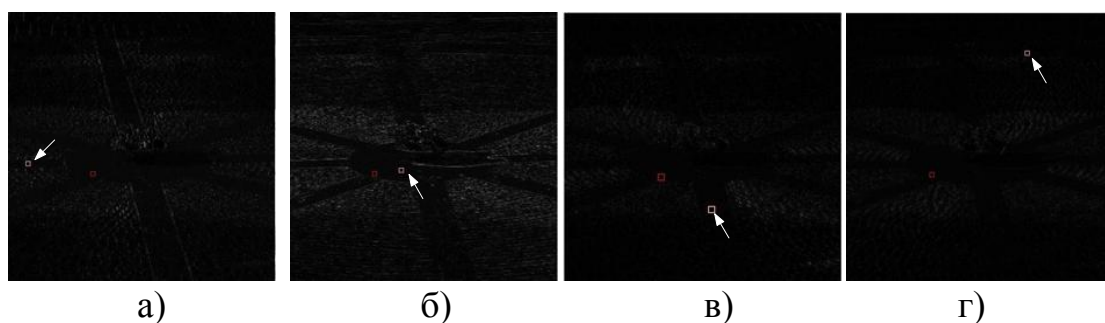
Для исследования сравнения эффективности предложенных выше подходов поиска похожих блоков на изображении с помощью текстурного анализа было выбрано тестовое изображение Square из библиотеки Kodac. Оценка эффективности качества обработки изображений проводится на основе субъективного критерия сравнения.

На рисунках 2 и 3 представлены результаты поиска блока  $R$  для случая, когда блок выбран на слабоконтрастной области. Визуальный анализ результатов показывает, что представленные маски Laws определяют похожий блок достаточно точно (а - маска  $R5W5/W5R$ ; б - маска  $E5E5$ ; в - маска  $E5R5/R5E5$ ; г - маска  $S5S5$ ).



**Рисунок 2– Результаты обработки тестового изображения Square:**  
 а) маска  $R5W5/W5R$ ; б) маска  $E5E5$ ; в) маска  $E5R5/R5E5$ ;  
 г) маска  $S5S5$

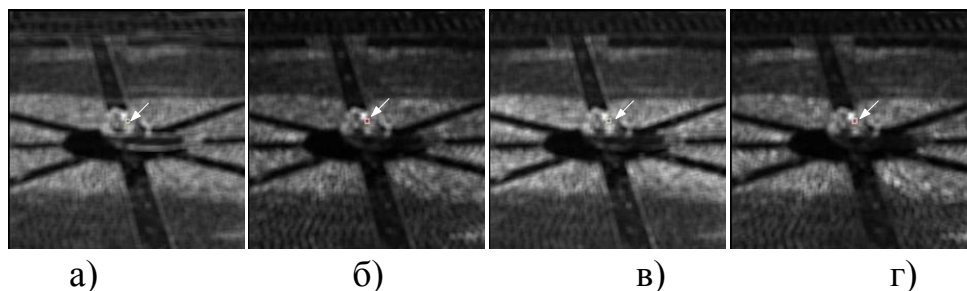
Аналогичные результаты получены для фильтров Габора (рис. 3).



**Рисунок 3 – Результаты обработки тестового изображения Square:**

**а)  $\theta = 0$ ; б)  $\theta = \pi/2$ ; в)  $\theta = \pi/4$ ; г)  $\theta = 3\pi/4$**

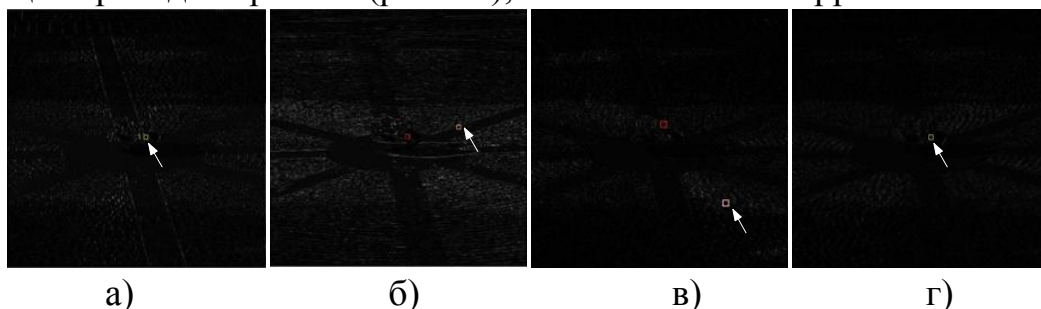
На рисунках 4 и 5 представлены результаты для случая, когда блок R выбран на текстурированной области. Визуальный анализ показывает, что поиск по энергетическим маскам Laws определяет похожий блок достаточно точно.



**Рисунок 4 – Результаты обработки тестового изображения Square:**

**а) маска R5W5/W5R; б) маска E5E5; в) маска E5R5/R5E5; г) маска S5S5**

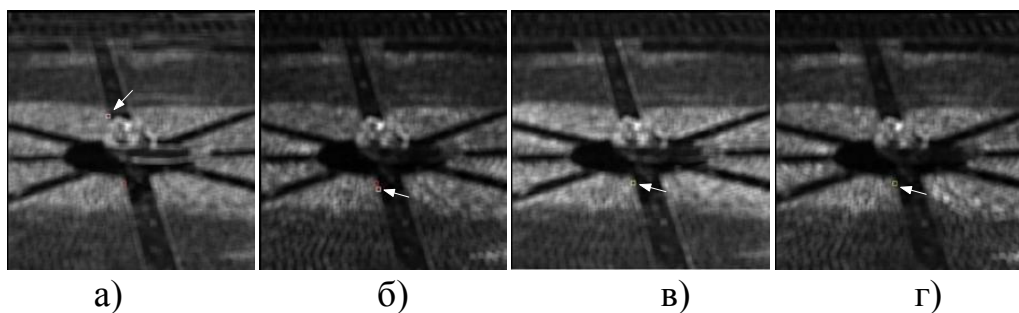
Наилучший результат для фильтров Габора получен при применении угла  $\theta = 0$  (рис. 5а) и  $\theta = 3\pi/4$  (рис. 5в). При  $\theta = \pi/2$  похожий блок найден на границе перепадов яркости (рис. 5б), что является не корректным.



**Рисунок 5 – Результаты обработки тестового изображения Square:**

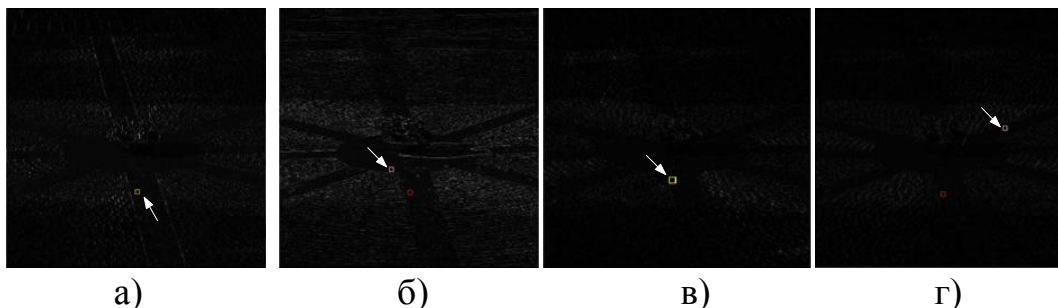
**а)  $\theta = 0$ ; б)  $\theta = \pi/2$ ; в)  $\theta = \pi/4$ ; г)  $\theta = 3\pi/4$**

Рассмотрим случай, когда блок R выбран на границе перепадов яркости. Визуальный анализ показывает, что для данного случая на изображениях энергетических характеристик Laws похожий блок определён правильно (рис. 6).



**Рисунок 6 – Результаты обработки тестового изображения Square:**  
**а) маска R5W5/W5R; б) маска E5E5; в) маска E5R5/R5E5;**  
**г) маска S5S5**

Аналогичный результат был получен для фильтров Габора при угле  $\theta = 0$  и  $\theta = \pi/4$  (рис.7). При угле  $\theta = \pi/2$  и  $\theta = 2\pi/4$  похожий блок определен на слабоконтрастной области.



**Рисунок 7– Результаты обработки тестового изображения Square:**  
**а)  $\theta = 0$ ; б)  $\theta = \pi/2$ ; в)  $\theta = \pi/4$ ; г)  $\theta = 3\pi/4$**

Анализ результатов показывает, что использование фильтров Лавса и Габора позволяет получить описание характеристик текстуры в окрестности выбранного пикселя. В будущем предлагается выработать критерий для определения меры схожести на основе текстурных характеристик в сочетании с евклидовой дистанцией.

В заключении можно сделать следующие выводы:

- в работе рассмотрены различные подходы к поиску похожих блоков на изображениях и кадрах видеопоследовательности с использованием текстурного анализа;
- представлен интерес поиска похожих блоков на каждой энергетической карте, с последующей комбинацией найденных блоков для синтеза наиболее похожего блока.

### Литература.

1. Srinivasan G., Shobha G. Statistical Texture Analysis. Proceedings of world academy of science, vol.36, pp.1264-1269, 2008.
2. Гонсалес Р., Вудс Р., Эддинс С. Цифровая обработка изображений в

- среде MATLAB. - М.: Техносфера 2006. - 616 с.
3. Laws K. Textured image segmentation, Ph.D. dissertation, University of Southern California. 130 pp., 1980.
  4. Mood, A.; Graybill, F.; Boes, D. Introduction to the Theory of Statistics (3rd ed.). McGraw-Hill. p. 229, 1974.