

# Текстурный анализ. Алгоритм вычисления текстурных признаков

Лукашевич М.М.

Кафедра электронных вычислительных машин  
Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники  
Минск, Республика Беларусь  
e-mail: lukashevich@bsuir.by

**Аннотация**— Текстура является одним из характерных признаков, применяемых для сегментации изображений на области интереса и для классификации этих областей. Активные работы ведутся в рамках разработки эффективных алгоритмов вычисления текстурных признаков, большое число которых уже предложено. В данной работе представлен новый алгоритм вычисления текстурных признаков. В отличие от известных алгоритмов главным достоинством предложенного алгоритма является вычислительная простота.

**Ключевые слова:** текстура, текстурный анализ изображений, текстурные признаки

## I. ВВЕДЕНИЕ

Анализ текстуры – это фундаментальная проблема в обработке изображений, машинном зрении и его использовании при распознавании объектов, восстановлении изображения на основе его содержания и т.д. [1]. На многих изображениях можно выделить области, относящиеся к текстурным, а большинство естественных поверхностей представлены текстурами (рис. 1).

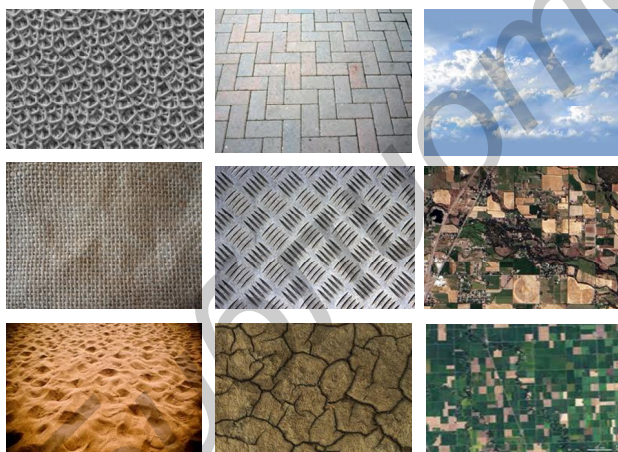


Рис.1. Примеры изображений, содержащих текстуру

Текстура является одним из характерных признаков, применяемых для классификации подобных областей, имеет большое количество конструкций и свойств. Поэтому текстурный анализ играет важную роль в обработке и распознавании изображений, таких как аэрофотоснимки, медицинские изображения, спутниковые изображения и т.д.

Человек может охарактеризовать текстурную поверхность как зернистую, грубую, гладкую или повторяющуюся. Однако поставить в соответствие

этим прилагательным математические признаки очень сложно. Можно зрительно определить наличие текстуры в том или ином объекте, однако очень сложно дать определение понятию «текстура» [2-6].

Однако, несмотря на отсутствие формального подхода и строгого определения текстуры, можно выделить два подхода при формулировке определения [7]:

**структурный подход:** текстура представляет собой множество примитивных *текселей*, расположенных в некотором регулярном или повторяющемся порядке.

**статистический подход:** текстура является количественной характеристикой распределения значений интенсивности в области изображения.

Фактически лучшее определение понятия «текстура» достигается синтезом обоих описанных выше подходов. Текстура должна считаться двухуровневой структурой, представляющей собой пространственную организацию (высший уровень) базовых примитивов, которые сами имеют случайный аспект (низший уровень).

## II. ОСНОВНЫЕ ЭТАПЫ ТЕКСТУРНОГО АНАЛИЗА

В общем виде процесс текстурного анализа и классификации изображений можно представить виде следующей последовательности шагов (рис. 2):

- A. вычисление текстурных признаков;
- B. отбор информативных текстурных признаков;
- C. текстурная сегментация / классификация.

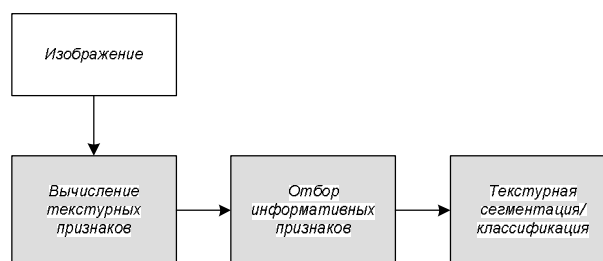


Рис.2. Основные этапы текстурного анализа изображений

### Входные данные

Входными данными являются изображения (цветные, полутоновые). В процессе текстурного анализа на этапе предварительной обработки может быть утеряна существенная текстурная информация, поэтому данный момент большинство исследователей не рассматривают в рамках задачи текстурного анализа. Хотя на данный момент появились работы, в которых предлагаются алгоритмические решения,

позволяющие выполнять предварительную обработки, сохраняя текстуру изображения.

#### А. Вычисление текстурных признаков

Первым этапом является вычисление текстурных признаков. Для решения данной задачи предложено большое число подходов и алгоритмов и основные усилия ученых сосредоточены именно на создании эффективных алгоритмов вычисления текстурных признаков [2-11].

#### В. Отбор информативных признаков

Вторым этапом является выбор информативных (значимых, существенных) текстурных признаков. На данном этапе уменьшается избыточность признаков, полученных на предыдущем этапе, что способствует снижению вычислительных затрат и в дальнейшем позволяет построить более оптимальную классификационную модель.

#### С. Текстуальная сегментация / классификация

Третий этап – это решение задачи сегментации либо классификация, что подразумевает выбор соответствующего алгоритма сегментации/классификации.

### III. АЛГОРИТМ ВЫЧИСЛЕНИЯ ТЕКСТУРНЫХ ПРИЗНАКОВ

Разработанный алгоритм предполагает вычисление текстурных признаков с помощью локальных масок. Для вычисления текстурных признаков используются маски размером  $3 \times 3$ ,  $5 \times 5$  и  $7 \times 7$  – всего  $N = 11$  масок. Рассматриваются лишь те пиксели, которые находятся под серыми клетками маски («значащие пиксели»).

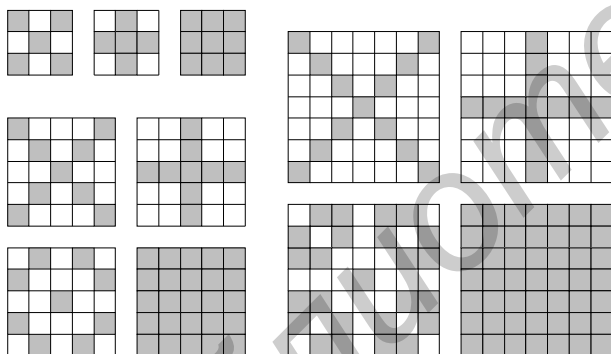


Рис.3. Маски

Для каждого пикселя изображения формируется вектор признаков по следующим формулам:

$$Y_{k1} = X(i, j) - median \quad (1)$$

$$Y_{k2} = X(i, j) - \min \quad (2)$$

$$Y_{k3} = X(i, j) - \max \quad (3)$$

где  $X(i, j)$  - значение текущего пикселя под центром маски;

$Y$  - значение соответствующего текстурного признака;

$k$  – номер маски,  $k = \overline{1, N}$ ;

median – среднее значение среди «значащих пикселей»;

min - минимальное значение среди «значащих пикселей»;

max - максимальное значение среди «значащих пикселей».

### IV. РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТОВ

При проведении экспериментов использовались изображения, синтезированные на основе изображений базы текстур Brodatz [12]. Проводилась кластеризация изображений. В качестве метода кластеризации применялся алгоритм  $k$ -средних. Эксперименты показали точность кластеризации при использовании предложенных текстурных признаков порядка 88%.

Эффективность предложенных признаков сравнивалась с признаками Sum of differences [2]. Разработанные признаки имеют ту же точность, но приведенный в данной работе алгоритм имеет простую и быструю схему вычислений.

### V. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной работе предложен новый алгоритм вычисления текстурных признаков. Этот подход будет полезен в тех случаях, когда скорость вычислений играет большую роль, чем их точность. В дальнейшем будут вестись исследования, касающиеся разработки алгоритмов вычисления признаков инвариантных к масштабу. Также планируется тестирование алгоритмов на более широком классе изображений.

- [1] Компьютерное зрение / Л. Шапиро, Дж. Стокман; Пер. с англ. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2006. – 752 с.
- [2] Majid Mirmehdi, Xianghua Xie, Jasjit Suri, Handbook of Texture Analysis: Imperial College Press, 2009.
- [3] Petrou M., Sevilla P. G. Image Processing: Dealing with Texture: Wiley, Chichester, UK, 2006.
- [4] A. Materka, M.Strzelecki, "Texture Analysis Methods – A Review,": Technical University of Lodz, Institute of Electronics, COST B11 report, Brussels, 1998.
- [5] Xianghua Xie, "A review of recent advances in surface defect detection using texture analysis techniques", Electronic Letters on Computer Vision and Image Analysis, vol. 7(3), pp. 1-22, 2008.
- [6] Jianguo Zhang, Tieniu Tan, "Brief review of invariant texture analysis methods", Pattern Recognition, vol.35, pp. 735-747, 2002.
- [7] M. Tuceryan, A.K. Jain, Texture Analysis, "The handbook of Pattern Recognition and Computer Vision", 2nd Edition, Singapore: World Scientific Publishing, pp. 207–248, 1998.
- [8] Hong-Choon Ong, Hee-Kooi Khoo, "Improved image texture classification using grey level co-occurrence probabilities with support vector machines post-processing", Vol. 36, No. 1, pp. 56-64, 2009.
- [9] Alaa Noori Mazher, Allyaa Hussain Ali, "Texture analysis of Brodatz Images using statistical methods", Eng.&Tech. Journal, Vol. 29, No. 4, pp. 716-724, 2011.
- [10] Nouredine Abbadeni, "Computation perceptual features for texture representation and retrieval", IEEE Transactions on image processing, Vol. 20, No. 1, pp.236-246, January 2011.
- [11] Haralick R. M., "Statistical and structural approaches to texture", Proceedings of the IEEE, Vol. 67, № 5, pp. 786–804, May 1979.
- [12] Brodatz Texture Images [Online]. Available: <http://www.ux.uis.no/~tranden/brodatz.html>