

АЛГОРИТМ ПОИСКА ТЕКСТУРНЫХ ОБЛАСТЕЙ НА ИЗОБРАЖЕНИИ

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Лукашевич М.М., Сасин Е.А.

Садыхов Р.Х. – д-р. техн. наук, профессор

Анализ текстуры – это фундаментальная проблема в обработке изображений, машинном зрении и его использовании при распознавании объектов и т.д. Текстура является одним из характерных признаков, применяемых для решения задач классификации, 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.

Нет четких критериев выбора алгоритмов текстурного анализа для решения прикладных задач в области анализа и обработки изображений. Большинство исследователей и разработчиков интуитивно применяют данный подход и принимают решение в его пользу либо отказываются от него только после фактической реализации всех этапов текстурного анализа. Для устранения указанной проблемы необходимо решить следующие задачи:

- сформулировать критерии определения текстурных областей на изображении;
- определить, совпадают ли текстурные области с областями интереса на изображении.

Достоверно можно определить наличие текстурных областей на изображении при выполнении следующих условий:

Условие 1 (статистическое условие). Наличие на изображении двух и более пикселей с различной интенсивностью. Интенсивность пикселей носит случайный характер.

Условие 2 (геометрическое условие). Наличие двух и более текстурных элементов (областей на изображении) состоящих из двух и более пикселей, интенсивность минимум двух из которых должна быть различной.

Причем, текстурные элементы могут быть иметь:

- одинаковую конструкцию – в данном случае текстура будет искусственной;
- различные конструкции – в данном случае текстура будет естественной.

Под «конструкцией» понимается совокупность пикселей с определенным взаимным положением и интенсивностью. Данные условия учитывают основные требования статистического и структурного подходов и формализуют подход к категоризации текстур. Кроме того, они отражают основные свойства текстурных областей – случайность и регулярность.

Введем некоторые определения. Пусть пиксель с минимальным/максимальным значением яркости в строке в пределах окна размером $k \times k$ является *локальным экстремумом строки*. Пиксель с минимальным/максимальным значением яркости в столбце в пределах окна размером $k \times k$ является *локальным экстремумом столбца*. Обозначим пиксель, являющийся одновременно локальным экстремумом строки и столбца *глобальным экстремумом* в пределах окна размером $k \times k$.

Очевидно, что наличие экстремумов (как локальных, так и глобальных), свидетельствует о присутствии текстуры на изображении, а соответственно позволяет отнести область (окно размером $k \times k$), содержащую экстремумы, к текстурным. Причем, наличие хотя бы одного локального экстремума будет обеспечивать выполнение статистического условия, а наличие хотя бы одного глобального экстремума будет обеспечивать выполнение геометрического условия присутствия текстуры на изображении. Соответственно присутствие глобальных экстремумов на изображении будет являться «идентификатором» текстурных областей.

Применение методов и алгоритмов текстурного анализа возможно при выполнении еще одного условия.

Условие 3. Текстурные области совпадают с областями интереса на изображении.

Главной идеей алгоритма поиска текстурных областей на изображении является поиск локальных и глобальных экстремумов в пределах окна размером $k \times k$.

Формализуем вышесказанное и приведем пошаговый *алгоритм поиска текстурных областей на изображении с целью предварительной оценки пригодности изображения для текстурного анализа.*

Вход. Полутоновое изображение $I(x, y)$ размером $M \times N$ пикселей.

Шаг 1. Определить область интереса (вся область изображения либо некоторая его область). Для области интереса выполнить следующие шаги.

Шаг 2. Для маски размером $k \times k$, где $k = 3:h$ (h – максимальный исследуемый размер маски) выполнить следующее:

Шаг 2.1. Для каждого пикселя изображения $I(x, y)$ в окне размером $k \times k$ определить, является ли пиксель *локальным экстремумом* строки или столбца.

Шаг 2.2. Если пиксель изображения $I(x, y)$ одновременно является локальным экстремумом строки и столбца, обозначим данный пиксель как *глобальный экстремум*.

Шаг 2.3. Если области интереса содержат глобальные экстремумы, то их можно отнести к текстурным, соответственно изображение пригодно для текстурного анализа.

Шаг 3. Вычислить плотность глобальных экстремумов (отношение числа глобальных экстремумов к общему числу пикселей изображения) для каждого размера маски. Размер маски, при котором плотность экстремумов максимальная, является оптимальным для исследования текстуры данного изображения.

Выход. Да/Нет (ответ на вопрос, пригодно ли изображение для текстурного анализа). Если Да, то оправляется размер маски, при котором возможно оптимальное исследование текстуры данного изображения.

Для оценки эффективности данного алгоритма была создана тестовая база изображений, которая, исходя из практических задач включает в себя следующие классы изображений: снимки земной поверхности (СЗП); изображения кристаллов биологических жидкостей.

Приведем примеры тестирования алгоритма на указанных классах изображений (размер маски 5×5). На рис. 1 представлен СЗП (Нарочанский регион) и результат работы алгоритма – изображение, содержащее глобальные экстремумы. Можно сделать вывод, что методы и алгоритмы текстурного анализа могут быть применены при изучении все объектов изображения за исключением водных поверхностей.

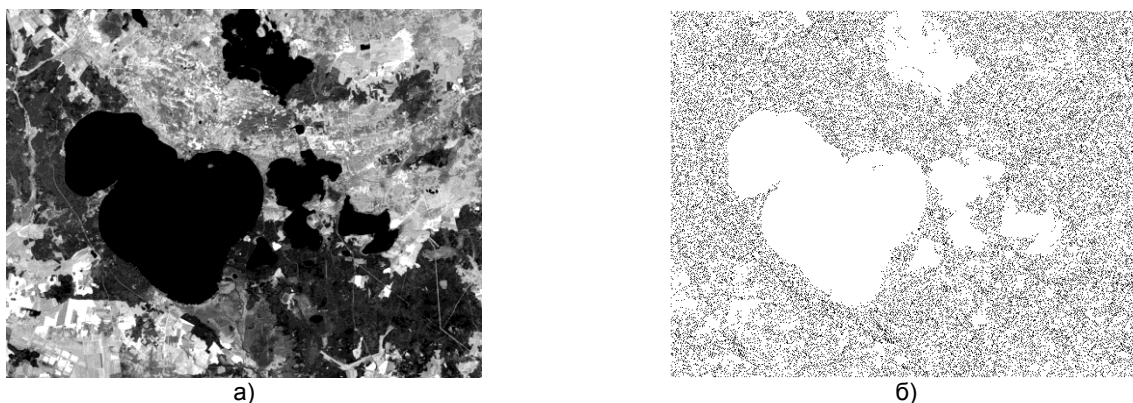


Рис. 1. СЗП: а - исходное изображение, б) - изображение, содержащее глобальные экстремумы

На рис. 2 представлено изображение кристаллограммы слюны человека. Результаты работы алгоритма показывают, что методы и алгоритмы текстурного анализа могут быть применены для данного изображения без каких либо ограничений.

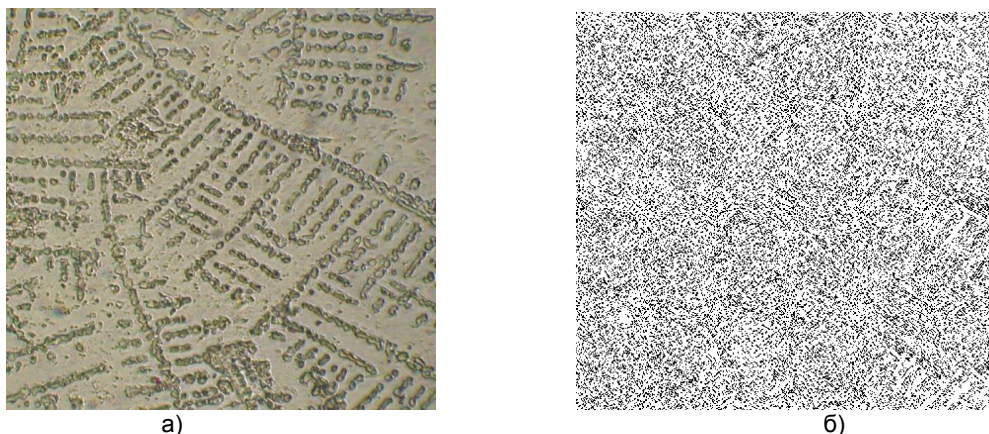


Рис. 2. Изображение кристаллограммы: а - исходное изображение, б) - изображение, содержащее глобальные экстремумы

Данный алгоритм относится к эвристическим, но дает приемлемое решение в большинстве практически значимых случаев.

Список использованных источников:

1. Petrou, M. Image processing: dealing with texture / M. Petrou, P. García Sevilla. – Chichester : Wiley, 2006. – XVI, 618 p.
2. Handbook of texture analysis / ed. by M. Mirmehdi, X. Xie, J.S. Suri. – London : Imp. College Press, 2009. – 413 p.
3. Яне, Б. Цифровая обработка изображений / Б. Яне ; пер. с англ. А.М. Измайловой. – М. : Техносфера, 2007. – 583 с.
4. Старовойтов, В.В. Локальные геометрические методы цифровой обработки и анализа изображений / В.В. Старовойтов. – Минск : Ин-т техн. кибернетики НАН Беларуси, 1997. – 282 с.