

Формирование набора информативных областей пространственного спектра и его свойства

Н.С. Кравцова¹, Р.А. Парингер^{1,2}, А.В. Куприянов^{1,2}

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

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

Аннотация. В данной работе рассматривается метод формирования набора информативных признаков пространственного спектра для классификации дендритных кристаллограмм. В качестве признаков для классификации рассмотрены признаки пространственного спектра, дана их интерпретация, и приведён один их способов формирования.

1. Введение

Информационное общество и использование вычислительных устройств в различных сферах человеческой жизни создали ситуацию, при которой объем данных, значительно превышающий объем обработки и интерпретации человека, влияет на качество и адекватность наших решений. В этом контексте набирает популярность развитие автоматизированных технологий обработки данных и внедрение интеллектуальных систем поддержки принятия решений. Технологии анализа изображений, в частности, быстро развиваются и адаптируются для решения повседневных проблем. Одной из наиболее важных областей исследований является обработка биомедицинских изображений. В этой области автоматизация процессов и внедрение систем интеллектуального анализа данных могут сократить время, затрачиваемое на принятие решений, повысить точность диагностики и способствовать разработке систем ранней диагностики, что приведет к повышению уровня жизни. [1-2].

Одним из информативных показателей состояния здоровья человека является изменение состава биологических жидкостей [3-4]. Изменение метаболизма, происходящее при появлении патологического состояния, влияет на состав жидкости, происходят многочисленные изменения молекулярного состава тканей и биологических жидкостей. Одним из способов выявления этих изменений является перевод жидкостей их одного фазового состояния в другое. В лабораторной диагностике наиболее удобным способом изменения фазового состояния жидкости является её кристаллизация. Изменение свойств кристаллов является следствием изменения физико-химических свойств биологической жидкости. Медицинские кристаллограммы – это структуры, образованные при кристаллизации солей, вследствие высушивания биологических жидкостей.

Кристаллограммы характеризуются наличием квазипериодических структур. Квазипериодические структуры определяются наличием многоконтурной упорядоченной текстуры с выраженной ориентацией. В каждой малой области квазипериодической структуры функция яркости является периодической вдоль определённого направления, что визуально

выражается в системе полос. Основными параметрами таких изображений являются преимущественное направление полос и их густота в каждой точке изображения. Кроме того, на таких изображениях выделяются особые точки и линии, в которых нарушается периодическая структура.

Для определения характеристик исходных изображений кристаллограмм хорошо зарекомендовали себя признаки пространственного спектра [5]. Их применение позволяет выделить из всей информации, хранящейся в изображении только ту часть, которая отвечает за структуру объектов, отображенных на изображении. Если спектр изображения разделить на отдельные области правильным образом, то каждая область будет отвечать за определённый элемент текстуры на изображении. Таким образом можно найти участки спектра, отвечающие за характерные элементы текстуры, которые позволят отличить её от другой текстуры, даже близкой по строению.

В данной работе будет производиться классификация кристаллограмм с применением локальных признаков пространственного спектра, а также будет произведён, отбор признаков, достаточных для проведения классификации текстурных изображений.

2. Формирование признаков

2.1. Формирование пространственного спектра

При анализе изображений возникает проблема: информация, содержащаяся в изображении кристаллограмм, является структурно избыточной. Так же известно, что если на исходном изображении преобладали параллельные полосы определённого направления, тогда и на Фурье-преобразовании будут исходного изображения будут преобладать полосы с таким же направлением. Это свойство можно использовать для анализа кристаллограмм [6].

Если рассматривать функцию изображения в пространственной области и её преобразование Фурье $F(u, v)$, тогда величина $|F(u, v)|^2$ определяет энергетический спектр изображения. Область энергетического спектра изображения можно исследовать непосредственно целиком или частично (Fig. 1).

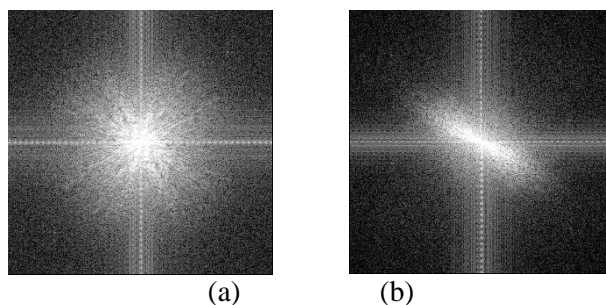


Рисунок 1. Пример изображения спектра каждого класса: (a) – класс №1, (b) – класс №2.

2.2. Формирование признаков

В данной работе для формирования признаков использовались значения полученные при применении преобразования Фурье к изображению. Спектр изображения несёт в себе всю необходимую информацию об исходном изображении. Для того, чтобы выделить или удалить отдельные элементы исходного изображения достаточно произвести модификацию отдельных участков спектра.

На Fig. 2 представлены участки спектра и их обратное преобразование. На первой паре рисунков Fig. 2a,b изображены исходное изображение и его спектр. Вторая пара Fig. 2c,d показывает что произойдёт с изображением, если срезать боковые углы и оставить только равноудалённые от центра значения. В этом случае у изображения повышается контрастность. Выколотый центр (Fig. 2e) позволяет выделить контуры объектов, а сами объекты имеют плавный переход цвета (Fig. 2f). Если оставить только центр спектра (Fig. 2g), то изображение размывается и остаются только размытые крупные объекты (Fig. 2h). Если же оставить только

полосы определённого направления, то они проявятся на изображении с поворотом на 90 градусов.

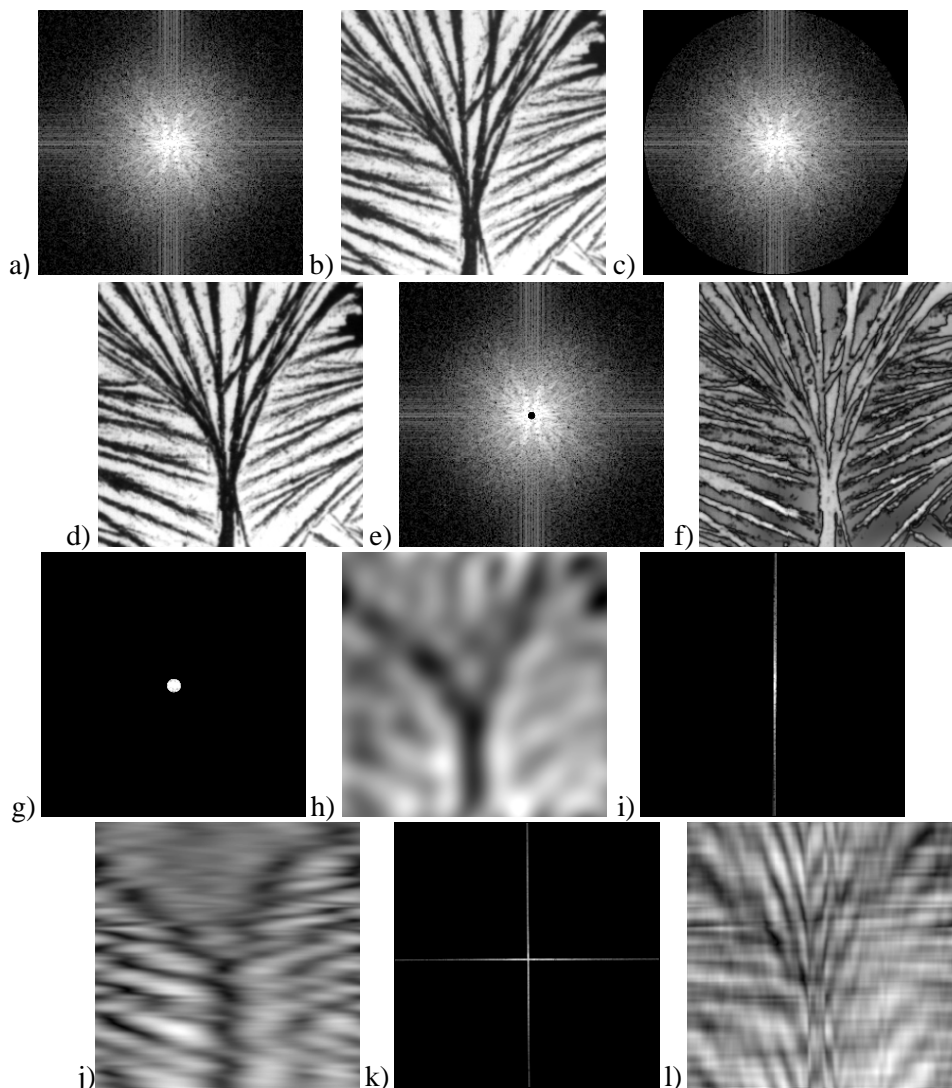


Рисунок 2. Различные участки спектра и обратное преобразование от них.

В качестве признаков в данной работе выступают отдельные участки спектра. В качестве визуального представления их можно изобразить как интересующий участок спектра на чёрном фоне, т.е. остальные участки спектра приравнены нулю.

Для получения признаков спектра матрица энергетического спектра была разделена на квадратные участки равной площади без наложения. Длина стороны квадрата составляла от 2 до 50 отсчётов матрицы. Для на каждом участке производилось вычисление энергии суммированием всех отсчётов и нормировалось делением на количество отсчётов на участке. Таким образом было получено среднее значение энергии отсчёта на участке. Каждое значение средней энергии на участке было принято за признак. Таким образом получилось подготовить 49 наборов признаков.

2.3. Дискриминантный анализ

В данной работе решается задача выявления набора информативных признаков. Для этого из набора признаков каждого изображения необходимо выявить ряд признаков, которые имеют больший вес, т.е. нужно выбрать только те, которые предполагаемо лучше всего классифицируют изображение к каждому классу. Основным инструментом для этого стал дискриминантный анализ, поскольку он позволяет не только уменьшить количество исходных

признаков, но ещё и преобразовать несколько исходных признаков в один новый, что существенно снижает вычислительные затраты [8-9].

3. Литература

- [1] Investigation of the microcrystallization of the mouth fluid of smoking and non-smoking teenagers / Yu.V. Tkachenko, O.D. Tkachenko // The Newest Aspects of Scientific Research of the Beginning of the XXI Century: Sat. sci. tr. Part 2. International Research Center Scientific cooperation, 2012. – P. 53-60.
- [2] Chikanova, E.S. The chemical composition of the oral liquid of qualified athletes-badmintonists / E.S. Chikanova, V.G. Turmanidze, O.A. Golovanova // Bulletin of Omsk University. – 2015. – Vol. 2. – P. 50-54.
- [3] Likhorad, E.V. Sloboda: significance for organs and tissues in the oral cavity in norm and in pathology / E.V. Likhorad, N.V. Shakovets // Medical Journal. – 2013. – Vol. 3. – P. 7.
- [4] Shatohina, S.N. Profiled dehydration of biological fluids / S.N. Shatohina, V.N. Shabalin // Clinical laboratory diagnostics. – 1999. – Vol. 9. – P. 38.
- [5] Kravtsova, N. Development of methods for crystallogramms images classification based on technique of detection informative areas in the spectral space / N. Kravtsova, R. Paringer, A. Kupriyanov // CEUR Workshop Proceedings. – 2016. – Vol. 1638. – P. 357-363.
- [6] Ильясова, Н.Ю. Информационные технологии анализа изображений в задачах медицинской диагностики / Н.Ю. Ильясова, А.В. Куприянов, А.Г. Храмов // М.: Радио и связь, 2012. – 424 с.

Благодарности

Работа выполнена при частичной поддержке Федерального агентства научных организаций (соглашение № 007-ГЗ/Ч3363/26); Министерства образования и науки РФ в рамках реализации мероприятий Программы повышения конкурентоспособности Самарского Университета среди ведущих мировых научно-образовательных центров на 2013–2020 годы; грантов РФФИ № 16-41-630761, № 17-01-00972, № 18-37-00418.

Formation of a set of informative regions of the spatial spectrum and its properties

N.S. Kravtsova¹, R.A. Paringer^{1,2}, A.V. Kupriyanov^{1,2}

¹Samara National Research University, Moskovskoe Shosse 34A, Samara, Russia, 443086

²Image Processing Systems Institute of RAS - Branch of the FSRC "Crystallography and Photonics" RAS, Molodogvardejskaya street 151, Samara, Russia, 443001

Abstract. This paper presents an algorithm for generating a set of informative regions of the spatial spectrum of an image. In addition, the work shows what kind of information is carried in these areas.