

УДК 004.93

И.Г. КРАСОВСКАЯ

Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», Украина

МЕТОД РАСПОЗНАВАНИЯ ПАТОЛОГИЧЕСКИХ ФОРМ ЭРИТРОЦИТОВ ПО ИХ ВЕКТОРНОМУ ИЗОБРАЖЕНИЮ

Предлагается метод распознавания патологических форм клеток крови по их векторному изображению. Особенностью эритроцитов является многообразие изменений ареалов внутри одного патологического вида. Метод основан на построении графиков изменения длины радиус-вектора, соединяющего центр тяжести объекта с узлами векторизации. Инвариантными признаками распознавания относительно преобразований форм каждого вида явились показатели, характеризующие степень выпуклости – максимальный экстремум и вогнутости – минимальный экстремум графиков в процентном соотношении от среднего значения длины радиус-вектора клетки, количеством экстремальных точек.

Ключевые слова: метод распознавания, форма клетки, инвариантные признаки, векторное изображение.

Введение

При создании автоматизированных систем анализа изображений клеток крови одной из главных задач является распознавание формы клетки. Эта характеристика является важной диагностической составляющей при принятии решения о виде заболевания крови. Существующие компьютерные анализаторы изображений клеток крови распознают формы окрашенных клеток [1]. Особенностью эритроцитов является многообразие изменений ареалов внутри одного патологического вида [2]. В связи с этим необходимо разработать метод распознавания патологических форм эритроцитов, имеющих много преобразований внутри одного вида по изображению неокрашенных клеток.

При постановке задачи распознавания изображений в рамках непрерывно-группового подхода, прежде всего, необходимо установить, какая из групп действует на распознаваемом изображении. Различные типы эритроцитов не имеют отличий при построении гистограмм яркости и анализе текстуры. Поэтому идентификация возможна лишь с применением анализа формы эритроцита. Чтобы избежать процесса нормализации объекта, необходимо использовать распознавание изображений с помощью инвариантных признаков, которые предполагают переход из пространства изображений в пространство признаков [3]. При этом выбор признаков осуществляется так, чтобы эквивалентным изображениям соответствовали одинаковые признаки и одинаковые векторы признаков. В условиях действия некоторой группы преобразований изображений признаки изображений должны быть

инвариантны относительно преобразований данной действующей группы.

Результаты исследований

На первом этапе получают растровое изображение эритроцитов крови, увеличенных в 400 раз путем оцифровывания неокрашенного мазка крови. Следующим этапом является векторизация изображений эритроцитов. Анализ формы проводился на основе векторного изображения клеток крови путем определения центра тяжести эритроцита и построении графиков значений длины радиус-вектора, проведенного из центра тяжести ко всем узлам векторизации.

Для выбора инвариантных признаков была сформирована обучающая выборка патологических форм эритроцитов по изображениям из гематологического атласа [4], на основе которых были построены эталонные модели.

Периметр произвольной замкнутой кривой определялся через совокупность текущих значений длины радиус-вектора, проведенного из центра тяжести фигуры, который определялся как [5]:

$$X_c = \frac{X_1 + X_2 + \dots + X_N}{N},$$

$$Y_c = \frac{Y_1 + Y_2 + \dots + Y_N}{N},$$

где X_c , Y_c – координаты центра тяжести фигуры; X_i , Y_i – координаты i -й вершины контура эритроцита; N – общее количество вершин контура.

Результирующие графики изменения длины радиус-вектора для эталонных изображений эритроцитов различных типов представлены на рис. 1.

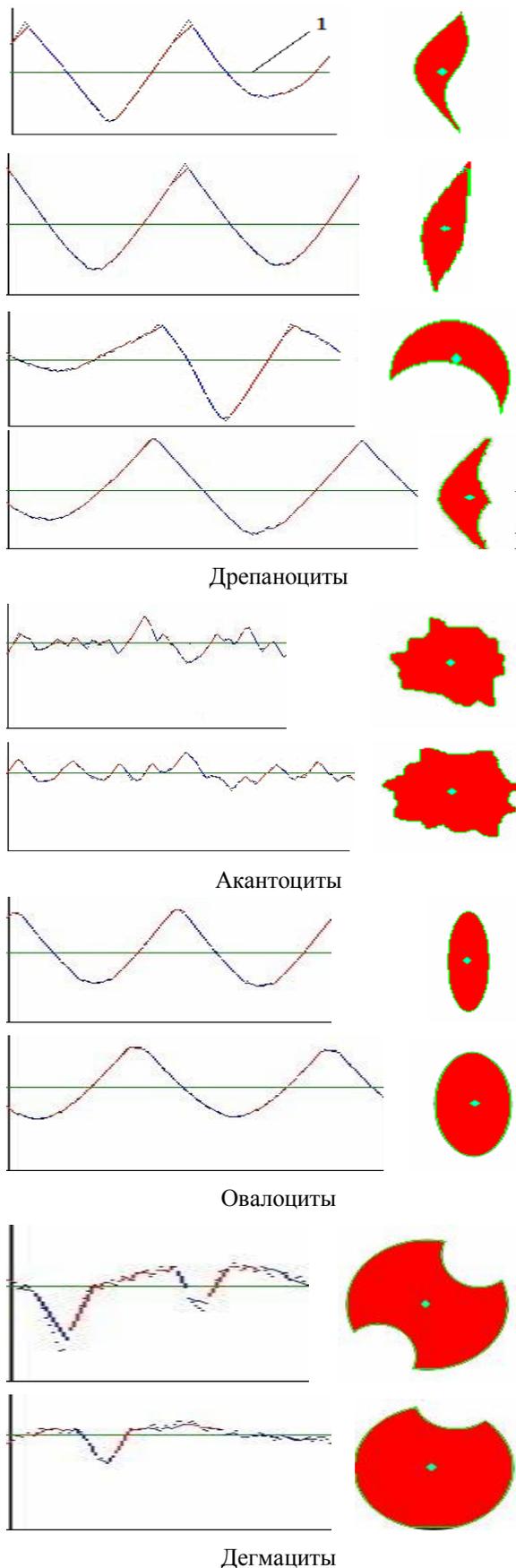


Рис. 1. Графики изменения длины радиус-вектора для различных типов эритроцитов, где прямая 1 – среднее значение длинны радиус-вектора

В связи с тем, что патологические формы встречаются редко, обучающей выборкой явились их эталонные модели, построенные на основе изображений гематологического атласа. Обучающей выборкой нормальной формы эритроцитов-дискоцитов явились изображения исследуемых эритроцитов мазков нормальной крови.

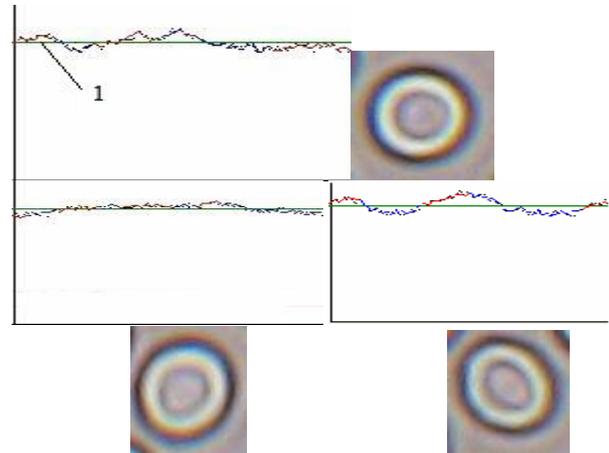


Рис. 2. Графики изменения длины радиус-вектора дискоцитов обучающей выборки, где прямая 1 – среднее значение длины радиус-вектора

Как видно из рис. 1, 2 все эталонные изображения имеют характерную форму. Для ее описания использовалась линейная аппроксимация результирующего графика. Каждый ее участок представлялся линейным уравнением вида:

$$Y = a + bx.$$

Все графики аппроксимируются семейством прямых. Отличительные признаки–показатели, характеризующие степень выпуклости – максимальный экстремум ($\max \text{extr}$) и вогнутости – минимальный экстремум ($\min \text{extr}$) в % соотношении от среднего значения длины радиус-вектора клетки, количеством экстремальных точек. Точка экстремума характеризуется изменением знака тангенса угла наклона аппроксимирующей прямой (рис. 3). Признаки распознавания видов эритроцитов представлены в табл. 1.

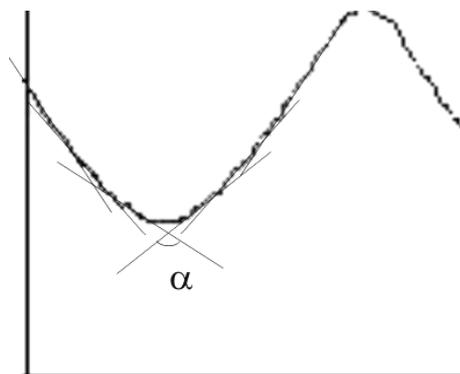


Рис. 3. Кусочно-линейная аппроксимация графиков

Таблица 1

Дешифровочные признаки нормальных и патологических видов эритроцитов

Название	Характеристики экстремальных точек
Дискоцит	Значения max extr и min extr в пределах 0 – 18%
Овалоцит	Значения min extr 18% - 57%, разница max extr и min extr < 18%, количество экстремумов < 5
Акантоцит	Значения min extr 18% - 57%, разница max extr и min extr < 18%, количество экстремумов > 5. Значения min extr < 18%, значения max extr 18% – 57%
Дрепаноцит	Значения min extr > 57%
Дегмацит	Значения min extr 18% – 57%, разница max extr и min extr > 18%

Совокупность дешифровочных признаков, указанных в табл. 1, представляет собой модели рассматриваемых форм эритроцитов.

Выводы

1. Разработан метод распознавания патологических форм эритроцитов по их векторному изображению, основанный на построении графиков изменения длины радиус-вектора, соединяющего центр тяжести клетки с узлами векторизации.

2. Инвариантными признаками распознавания явились значения максимальных и минимальных экстремумов графиков в процентном соотношении от среднего значения длины радиус-вектора клетки, их количество.

Литература

1. Парпара А.А. Навигация по мазку крови при автоматическом подсчёте лейкоцитарной формулы и эритроцитометрии / А.А. Парпара, А.М. Пятницкий, Б.З. Соколинский, В.С. Медовый, В.Л. Демьянов // *Здравоохранение и медицинская техника*. – 2005. – №7. – С. 37-38.
2. Козинец Г.И. Поверхностная архитектура клеток периферической крови в норме и при заболеваниях системы крови / Г.И. Козинец, Ю.А. Симоварт. – Таллин: «Валгус», 1984. – 116 с.
3. Гаганов В.В. Инвариантные алгоритмы сопоставления точечных особенностей на изображениях / В.В. Гаганов // *Графика и Мультимедиа*. – 2009. – № 1 (17). – С. 1-11.
4. Луговская С.А. Гематологический атлас / С.А. Луговская, М.Е. Почтарь. – М.: Триада, 2004. – 227 с.
5. Математические методы распознавания: доклады XI Всероссийской конференции / Российская академия наук при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований. – М.: АЛЕВ-В, 2003. – 446 с.

Поступила в редакцию 2.11.2009

Рецензент: д-р техн. наук, проф., зав. каф., декан факультета радиоэлектронных систем летательных аппаратов В.М. Илюшко, Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», Харьков.

МЕТОД РОЗПІЗНАВАННЯ ПАТОЛОГІЧНИХ ФОРМ ЕРИТРОЦИТІВ ПО ЇХ ВЕКТОРНОМУ ЗОБРАЖЕННЮ

І.Г. Красовська

Пропонується метод розпізнавання патологічних форм клітин крові за їх векторним зображенням. Особливістю еритроцитів є різноманіття змін ареалів всередині одного патологічного виду. Метод оснований на побудові графіків змін довжини радіус-вектора, який з'єднує центр тяжіння об'єкта з вузлами векторизації. Інваріантними ознаками розпізнавання відносно перетворення форм кожного виду були показники, що характеризують ступінь випуклості – максимальний екстремум і вогнутості – мінімальний екстремум графіків у процентному відношенні від середнього значення довжини радіус-вектора клітини, кількістю екстремальних точок.

Ключові слова: метод розпізнавання, форма клітини, інваріантні ознаки, векторне зображення.

THE METHOD FOR RECOGNITION PATHOLOGICAL FORMS OF RED BLOOD CELLS ACCORDING TO THEIR VECTOR IMAGE

I.G. Krasovskaya

The method for recognition pathological forms of blood cells according to their vector image is proposed. The main feature of erythrocytes is a variety of areal changes inside one pathological kind. The method is based on constructing graphs of changes radius-vector length, which connects the object centre of gravity with vectoring nodes. The indexes that characterize levels of convexity – maximum extreme and concavity – minimum extreme of graphs in percentage correlation from their average value of radius-vector length were the invariant features of recognition concerning form transformation of each of the kinds by quantity of extreme points.

Key words: recognition method, cell form, invariant features, vector image.

Красовская Инесса Григорьевна – ассистент кафедры производства РС ЛА Национального аэрокосмического университета им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», Харьков, Украина, e-mail: Ines75ma@yandex.ru.