

УКД 004.932.72'1

## **РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМОВ И МЕТОДОВ ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ ПАТОЛОГИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ КЛЕТОК**

*Погорелая М.А.*

*Донецкий национальный технический университет*

### **Актуальность**

Целью данной работы является поиск наиболее эффективных алгоритмов и методов обработки изображения и применения их в разработанном программном обеспечении.

Главные свойства объектов на медицинских изображениях – это сложность и многофакторность. Поэтому к результатам исследований выдвигаются высокие требования к точности, надежности и достоверности результатов. Для этого следует обратиться к математическим методам с использованием вычислительной техники, что позволит значительно ускорить процесс обработки и повысить надежность исследования. Автоматизация процессов обработки изображений позволяет ускорить диагностику заболеваний на ранних стадиях, делает исследование более качественным, даёт возможность уточнить лечение и управление терапевтическими процессами.

Например, один из наиболее распространенных методов диагностики опухолевых заболеваний на ранних стадиях является автоматизация цитофотометрического анализа специально приготовленных и окрашенных гистологических препаратов и разделение их по принципу норма-патология. Выделение объекта на гистологических препаратах является одной из основных частей анализа. Эта задача решается с помощью методов и средств цифрового анализа изображений.

## **Научная новизна**

В данной работе внимание в основном сосредоточено на патологических изменениях клеточного ядра. Под световым микроскопом ядро живой клетки представляется гомогенным тельцем в состоянии геля с небольшим пятнышком внутри - ядрышком. Однако до настоящего момента существует мало разработок по автоматизации обработки изображения ядер и построению на этой основе каких-либо выводов относительно патологических изменений в клетке.

Хорошо известно, что изображения одной и той же сцены, отвечающие различным условиям освещения и(или) измененным оптическим свойствам объектов могут отличаться радикально. Это обстоятельство порождает значительные трудности в прикладных задачах анализа и интерпретации изображений реальных сцен, в которых решение не должно зависеть от условий регистрации изображений. Речь идет, например, о задачах выделения неизвестного объекта на фоне известной местности (в нашем случае выделение ядра в цитоплазме), известного объекта на произвольном фоне при неконтролируемых условиях освещения, о задаче совмещения изображений одной и той же сцены, полученной в различных спектральных диапазонах и т.д.

## **Обзор выполненных исследований и разработок**

Задачам обработки изображений посвящено огромное количество работ. Наиболее известными трудам в этой области относятся следующие книги: У. Прэтт «Цифровая обработка изображений», Сойфер В.А. «Компьютерная обработка изображений». Существует возможность обработки изображений в пакете MatLab.

Также существует ряд разработок программного обеспечения в этой области. Например, ПО «ВидеоТесТ-Морфология 5.0», «ДиаМорф Объектив А», программа «ImageExpertPro». Также

существует ряд других разработок в этой области. Однако недостатком этого программного обеспечения является ориентированность на высококачественные снимки без шумов.

## Методы обнаружения объекта и границ объекта на изображении

На рис.1 представлены все использующиеся в настоящее время этапы обработки изображений [6].

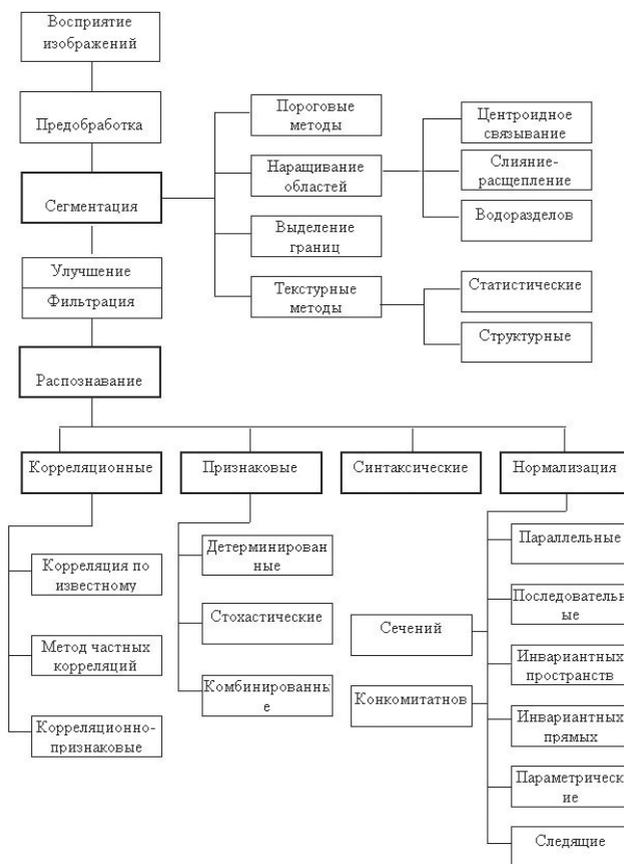


Рисунок 1 – Методы обнаружения объекта и границ объекта на изображении

## Методы обработки гистологических снимков для выявления клеточных патологий

Для выполнения поставленной задачи, а именно для расчета количества «положительных» и «отрицательных» ядер клеток на гистологическом снимке, было разработано специальное программное обеспечение на языке высокого уровня Visual Basic.

В программе предусмотрена возможность расчета количества положительных и отрицательных клеток двумя методами.

Первый метод предполагает обработку изображения в несколько этапов: восприятие изображения, предварительная обработка изображения, сегментация пороговым методом, операция морфологического открытия, расчет интересующих объектов («положительных» или «отрицательных» ядер клеток), оконтуривание по методу Лапласа.

После получения цветного гистологического снимка программа автоматически переводит его в градации серого. Цветное изображение часто преобразуется в полутоновое с помощью следующих формул:

$$Gray_{ij} = 0.3 \times R_{ij} + 0.59 \times G_{ij} + 0.11 \times B_{ij}; \quad (1)$$

$$Gray_{ij} = (R_{ij} + G_{ij} + B_{ij}) / 3, \quad (2)$$

где  $Gray_{ij}$  – яркость пикселя с координатами  $(i, j)$  в полутоновом представлении исходного цветного изображения;  $R_{ij}$ ,  $G_{ij}$ ,  $B_{ij}$  – значения яркости красного, зеленого и синего цветов.

Для преобразования цветного изображения в его полутоновый вариант используем следующий алгоритм:

- цветное изображение размером  $M \times N$ , заданное в системе координат RGB, представлять в виде трех векторов каждый длиной  $M \times N$ .
- вычислить ковариационную матрицу изображения, ее собственные значения  $e_{x, y}$ ,  $x, y = 1, 2, 3$ .

- определить оси новой системы координат.
- в качестве полутонового варианта принимать проекцию исходного изображения на главную ось [7].

После этого происходит автоматическое отделение фона и применение медианного фильтра. Медианный фильтр в отличие от сглаживающего фильтра реализует нелинейную процедуру подавления шумов. Как и сглаживающий фильтр, медианный фильтр используется для подавления аддитивного и импульсного шумов на изображении. Характерной особенностью медианного фильтра, отличающей его от сглаживающего, является сохранение перепадов яркости (контуров). [3, стр. 654]

После этого применяется пороговая сегментация изображения, которая нашла очень широкое применение. Это объясняется тем, что в сфере гистологии изображения исследуемых объектов, в своем большинстве, имеют достаточно однородную структуру и резко выделяются из фона.

Пусть показанная на рис.2 гистограмма соответствует некоторому изображению  $f(x, y)$ , содержащему светлые объекты на темном фоне, так что яркости пикселей объекта и фона сосредоточены вблизи двух преобладающих значений. Очевидный способ выделения объектов из окружающего фона состоит в выборе значения порога  $T$ , разграничивающего моды распределения яркостей. Тогда любая точка  $(x, y)$ , в которой  $f(x, y) > T$ , называется точкой объекта, а в противном случае — точкой фона. В случае

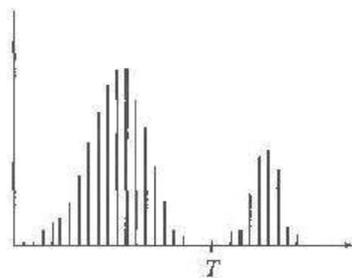


Рисунок 2 - Гистограмма изображения  $f(x, y)$

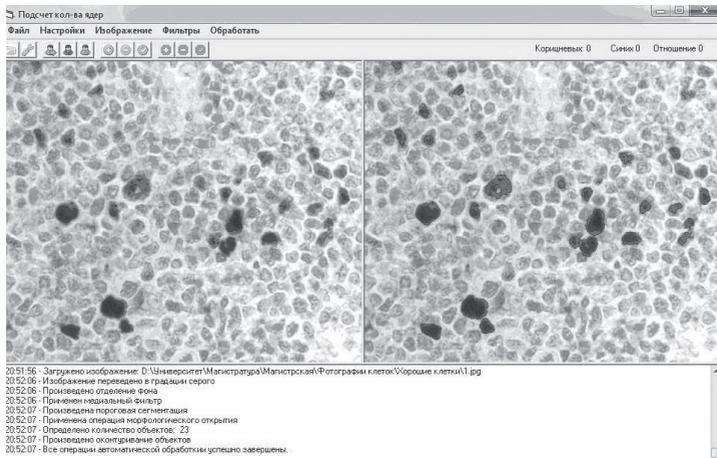


Рисунок 3 – Пример работы программы

применения первого метода программы, порог выбирается самостоятельно пользователем [6].

Затем в соответствии с разработанным алгоритмом производятся операции морфологического открытия и закрытия, после чего для оконтуривания ядер клеток применяется метод Лапласа.

Второй метод предполагает сегментацию изображения по квадратам. В этом случае программа сама определяет необходимый порог для наиболее качественной обработки изображения.

### Результаты выполненных исследований

Цель эксперимента заключается в том, чтобы определить наиболее оптимальный метод для обработки изображения и выяснить насколько автоматическая обработка эффективнее ручной. Для этого была проведена обработка 50 гистологических снимков при помощи двух описанных выше методов, а также ручной подсчет ядер.

По результатам эксперимента были получены графики, которые характеризуют эффективность работы программы:

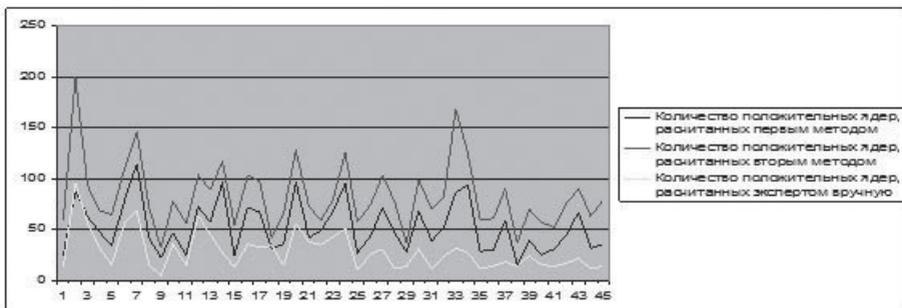


Рисунок 4 - Расчет количества положительных ядер клеток

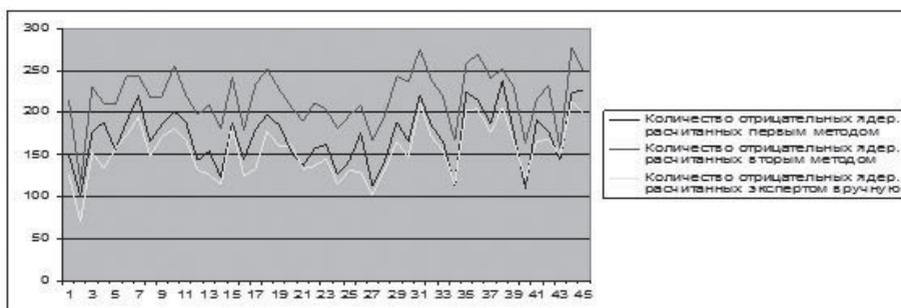


Рисунок 5 - Расчет количества отрицательных ядер клеток

## Вывод

Таким образом, основываясь на результатах эксперимента можно сделать вывод о том, что автоматический расчет является наиболее эффективным, тогда как ручной расчет эксперта показывает неудовлетворительные результаты. В первую очередь, конечно, сказывается «человеческий фактор». Кроме того, из-за достаточно большого числа клеток на одном изображении, расчет положительных и отрицательных ядер экспертом вручную занимает длительный отрезок времени.

Что касается эффективности двух примененных методов, то наилучшие результаты показал метод пороговой сегментации

(то есть первый применяемый метод), так как он дает возможность самостоятельно выбрать порог и тем самым повысить надежность исследования.

## Литература

- [1] Пытьев Ю.П. Морфологический анализ изображений. Докл. АН СССР. 1983., т.269, N 5, с.1061-1064.
- [2] Пытьев Ю.П., Чуличков А.И., Морфологический метод в задаче идентификации объектов по их изображениям. Сборник Проблемы искусственного интеллекта и распознавания образов. Киев, 1984.
- [3] Прэрт У.К. Цифровая обработка изображений. - М.: Мир, 1982. Т.1.-2. 792 с.
- [4] Сойфер В.А. Компьютерная обработка изображений. Часть 2 Методы и алгоритмы. - Соросовский образовательный журнал, №3, 1996.
- [5] Рудаков П.И., Сафонов В.И. Обработка сигналов и изображений. - М.: ДИАЛОГ-МИФИ, 2000. - 416 с.
- [6] Михалец В.В. Обзор методов сегментации полутонового цифрового изображения. Тема выпускной работы: Специализированная компьютерная система диагностики сосудов на основе доплерографического исследования. Электронный ресурс. Режим доступа: <http://www.masters.donntu.edu.ua/2007/kita/mikhalets/index.htm> - сайт магистра ДонНТУ.
- [7] Ульд Ахмед Талеб Махфуд // Автореферат диссертационной работы на соискание ученой степени кандидата технических наук. (Электронный ресурс). Режим доступа: [http://neuroface.narod.ru/files/mahfoudh\\_autoref.pdf](http://neuroface.narod.ru/files/mahfoudh_autoref.pdf)