

На рис. 1 представлен пример такого графика для выборочного теста.

Шаг 5. Установка на графике контрольных точек, соответствующих зонам интереса. Как уже отмечалось, локальные впадины есть интересующие нас барьеры. На рис. 1 дано соответствие показаний на графике зонам задержки белка.

Как видно из рис. 1, такой подход позволяет достаточно точно (на визуальном уровне) определить интересующие нас зоны.

Шаг 6. Автоматическое определение типа белка по результатам измерений. Предполагается, что перед непосредственным анализом происходил этап «обучения» системы. Суть которого заключалась в предварительной калибровке массивов эталонных значений по результатам измерения препарата-образца.

Процесс определения проиллюстрирован на следующей схеме (рис. 2)

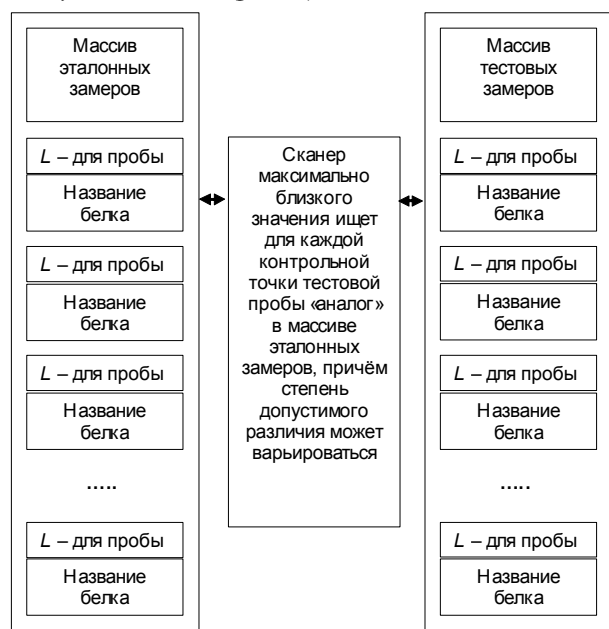


Рис. 2. Схема механизма автоматической идентификации белковых зон по результатам интерактивных измерений

Как следует из схемы, механизм достаточно прост. Для данных, полученных при измерении текущего образца, происходит сопоставление с данными, хранящимися в массиве откалиброванных значений. Белок считается идентифицированным, если будет найдено равное или близкое эталонное значение. Порог, определяющий степень близости, при котором даже максимально приближенный элемент уже не считается объектом аналогичного класса, может варьироваться.

Для метода контроля линейных искажений при получении растровых изображений исследуемых препаратов разработан специализированный алгоритм.

УДК 61:007:681.5

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА АКТИВНЫХ КОНТУРОВ ДЛЯ ИНТЕРАКТИВНОГО ВЫДЕЛЕНИЯ ОБЪЕКТОВ НА РАСТРОВЫХ ИЗОБРАЖЕНИЯХ МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКИХ ПРЕПАРАТОВ

В. О. Петров, О. О. Привалов,
И. В. Степанченко, В. В. Сургутанов,
С. В. Поройский*

Камышинский технологический институт,
Волгоградский научный центр РАМН и
Администрации Волгоградской области*

Применен метод активных контуров для интерактивного выделения объектов на растровых изображениях медико-биологических препаратов.

Ключевые слова: метод активных контуров, растровые изображения, медико-биологические препараты.

Задача корректного выделения (сегментации) объектов интереса на растровом изображении является одной из важных функциональных составляющих автоматизированных систем распознавания образов. Именно от ее эффективного решения зависит точность расчета морфологических характеристик анализируемого объекта. До настоящего момента не выявлено универсальных способов выделить интересующий фрагмент изображения без знания особенностей прикладной задачи. В большинстве случаев человек принимает решение о выборе алгоритма сегментации, а также о соответствии результатов его работы предъявляемым требованиям.

При решении задачи выбора алгоритма выделения объекта на изображении медико-биологического препарата можно выявить следующие особенности. Во-первых, у объектов на изображениях в большинстве случаев ярко выраженные границы. Во-вторых, объекты имеют монотонную текстуру, что позволяет использовать статистические характеристики при выделении. В-третьих, объекты достаточно рассредоточены по площади растра (обособлены), отличны по цветоярким характеристикам и, как правило, имеют округлые формы.

Одним из подходящих алгоритмов, учитывающим особенности прикладной задачи, можно выделить метод активных контуров.

В основе алгоритма лежит идея деформации исходного внешнего или внутреннего контура, имеющего форму очень грубого приближения к форме выделяемого объекта сдвигающимися и расширяющимися силами.

Под активным контуром понимается изменяемый контур, который состоит из n точек в двумерном пространстве:

$$V = \{v_1, \dots, v_n\},$$

$$\text{где } v_i = (x_i, y_i), i = \{1, \dots, n\}$$

Каждая точка контура итеративно подходит к границе объекта, решая задачу минимизации

критерия. Для каждой точки, близкой к вершине v_p , считается значение E_i :

$$E_i = aE_{\text{int}}(v_i) + bE_{\text{ext}}(v_i),$$

где $E_{\text{int}}(v_i)$ — энергетическая составляющая, зависящая от формы контура;

$E_{\text{ext}}(v_i)$ — энергетическая составляющая, зависящая от свойств изображения, таких как градиент;

a, b — весовые коэффициенты, обеспечивающие вклад каждой из энергий в общее уравнение критерия.

$E_p, E_{\text{int}}, E_{\text{ext}}$ — квадратные матрицы. Значение в центре каждой из матриц энергии соответствует энергии в точке v_i (i -й вершины контура). Остальные значения в матрицах энергии соответствуют энергии в каждой точке, находящейся в окружении v_i .

Каждая вершина v_i потенциально может перейти в любую точку v_p , соответствующую минимальным значением энергии E_i . Где $p_{jk}(v_i)$ — точки (x, y) , которые соответствуют точкам на изображении в матрице энергии. Если энергетическая функция настроена корректно, вершины контура V итеративно перемещаются и останавливаются вблизи границ объекта.

Работу алгоритма можно наблюдать на рис. 1. В качестве начального контура была выбрана окружность, помещенная внутрь объекта. Далее начался итеративный процесс изменения контура. Энергия разноса увеличила площадь выделения, а энергии гладкости контура и изображения не дали уйти за пределы объекта.

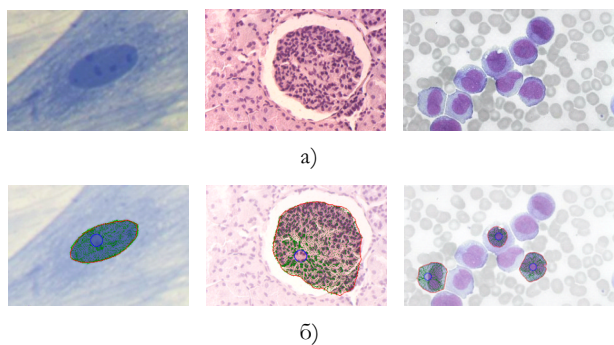


Рис. 1. Пример работы предлагаемого алгоритма: а) исходные изображения, б) результат выделения

Изменяя коэффициенты алгоритма, можно осуществлять выделение различных объектов интереса на изображении.

Плюсом алгоритма является его универсальность и гибкость. Для более удобного или точного выделения можно добавлять новые виды энергий в главное уравнение критерия. Это бывает нужно в случаях, когда заранее известна дополнительная информация о выделяемом объекте. Например, зная заранее то, что объект имеет красный оттенок, в уравнение критерия можно добавить новую матрицу энер-

гии, наименьшим значениям элементов которой будут соответствовать отличные от красного цвета точки.

К недостаткам описанного алгоритма можно отнести наличие весовых коэффициентов, которые настраиваются для каждого отдельного случая, однако особенности прикладной могут снизить количество коэффициентов до двух.

УДК 611-018.4-07

ПРОБЛЕМЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ НАПРЯЖЕННОГО СОСТОЯНИЯ КОСТНОЙ ТКАНИ

Е. С. Павлова, Ю. П. Муха

Волгоградский государственный технический университет

Разработана модель определения напряженного состояния костной ткани.

Ключевые слова: костная ткань, напряженное состояние, модель определения.

В медицине существует целый ряд заболеваний, которые приводят к изменению параметров костной ткани. Например, при остеопорозе костная ткань становится более хрупкой и менее упругой. С точки зрения механики, в этих случаях происходит изменение механических параметров костной ткани.

Считая, что в здоровой кости механические параметры костной ткани являются номинальными, теоретически можно построить математическую модель некоторого анатомического объекта, например, тазобедренной кости. В дальнейшем с помощью этой модели можно исследовать и прогнозировать развитие заболеваний, связанных с изменением параметров костной ткани.

Для решения поставленной задачи предлагается использовать метод конечных элементов, который представляет собой эффективный численный метод, предназначенный для решения инженерных и физических задач.

Основная идея метода конечных элементов состоит в том, что любую непрерывную величину можно аппроксимировать дискретной моделью, которая строится на множестве кусочно-непрерывных функций, определенных на конечном наборе областей. В общем случае непрерывная дискретная величина заранее неизвестна, и нужно определить значение этой величины в некоторых внутренних точках области.

При построении математической модели анатомического объекта в качестве механической характеристики целесообразно использовать значение напряженности в различных точках костной ткани, а в качестве области определения можно рассматривать любой анатомический объект, например, тазобедренную кость.