

УДК 612.014.464

АЛГОРИТМ ОБНАРУЖЕНИЯ ЯЗЫКОВЫХ СТРУКТУР НА ИЗОБРАЖЕНИЯХ ФАЦИЙ СЫВОРОТКИ КРОВИ*

М.Л. Албутова¹, В.Р. Крашенинников²,
А.С. Копылова³, А.В. Тарасова², Л.И. Трубникова¹

¹Ульяновский государственный университет,

²Ульяновский государственный технический университет,

³ФНПЦ ОАО «НПО «Марс», г. Ульяновск

В работе рассмотрен способ компьютерной диагностики маркера «языковые структуры» посредством обработки изображений фаций сыворотки крови. Этот маркер является признаком воспалений.

Ключевые слова: компьютерная медицинская диагностика, языковые структуры, маркер, изображение фации сыворотки крови.

Огромное значение для профилактики и лечения различных заболеваний имеет ранняя медицинская диагностика. В настоящее время широко известен метод ранней диагностики на основе исследования биологических жидкостей человека [3]. В процессе кристаллизации капли биологической жидкости возникают характерные структуры (маркеры), каждая из которых является признаком одного или нескольких заболеваний (даже на самых ранних стадиях развития). При массовых профилактических обследованиях населения требуется проанализировать очень большое количество изображений фаций, поэтому актуальной задачей является разработка алгоритмов и программ для автоматизированной обработки изображений, введенных в компьютер.

В данной работе эта задача решается для языковых полей, являющихся маркерами воспалений, на изображениях фаций сыворотки крови (ФСК). Изображение языковой структуры (ЯС) внешне похоже на вытянутый язык (рис. 1) и представляет собой округлое светлое пятно, имеющее вблизи одного края светлые образования пестрой структуры.

Визуальный анализ множества ЯС позволил выделить следующие их характерные признаки:

1) часть ЯС представляет собой округлое светлое пятно однородной структуры;

2) вблизи одного края светлого пятна имеются светлые образования пестрой структуры;

3) яркость образований, окружающих пятно, совпадает с яркостью самого пятна, иногда образования немного светлее.

Для определения однородных областей обрабатываем исходное изображение ФСК скользящим кругом радиусом (r) 6 пикселей. В каждом положении этого круга вычислим дисперсию значений яркости. Для однородных точек характерно малое значение дисперсии яркости, поэтому отметим все точки круга, в которых значение дисперсии меньше некоторого порога (например, 2). Отмеченные пиксели образуют множество O .

Для определения точек, значение яркости в которых выше средней яркости всего изображения, построим гистограмму распределения значений яркости всего изображения. Построим множество L , состоящее из точек, яркости которых превышают 75-процентную квантиль этого распределения.

Для определения однородных областей с яркостью выше окружающего фона найдем пересечение множеств L и O . Это пересечение образует множество V . На рис. 2 представлен результат применения описанной процедуры к исходному изображению (рис. 1). Пиксели, входящие в множество V , показаны белым цветом.

* Работа выполнена при поддержке РФФИ, грант 13-01-00320



Рис. 1. Языковые структуры ($\times 400$)

Далее методом обхода контура находятся границы VO_i областей V_i , входящих в множество V . Незамкнутые границы из дальнейшего рассмотрения удаляются. Учитывая фактические размеры ЯС на исходных изображениях, не будем рассматривать те области, количество пикселей в которых очень мало или очень велико. Аппроксимируем найденные границы кривыми второго порядка [1, 2]. Форма ЯС близка к эллиптической, поэтому удалим из дальнейшего рассмотрения те кривые, которые не являются эллипсами. ЯС имеют округлую форму, поэтому опреде-

ляется отношение большой полуоси этого эллипса к его малой оси (коэффициент сжатия эллипса). В случае когда этот коэффициент больше порогового значения 2, принимается решение об отсутствии ЯС, и такие области удаляются из рассмотрения.

Визуально заметно, что яркость образований, окружающих пятно, совпадает с яркостью самого пятна, иногда образования немного светлее. Выделим такие области. Определяем среднее значение яркости γ в центральной зоне пятна (будем рассматривать пиксели, принадлежащие эллипсу и V).

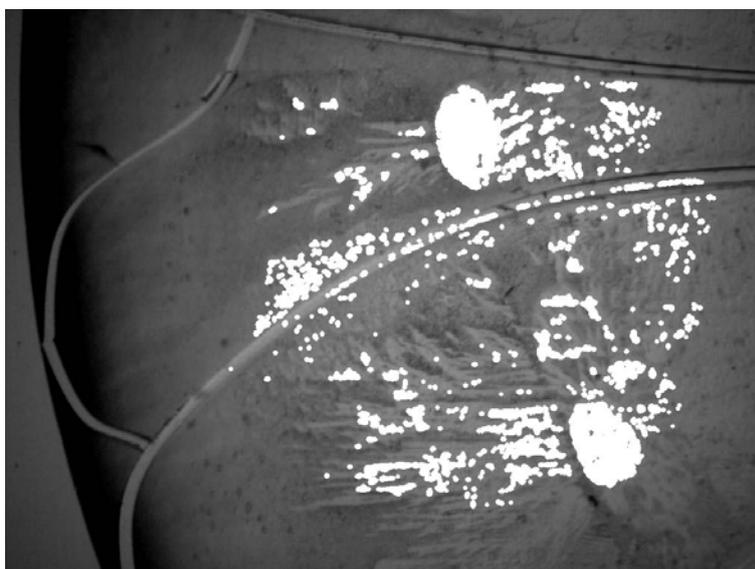


Рис. 2. Однородные светлые области

Светлые отростки около найденного пятна будем искать в окрестной области пятна. Пусть найденное пятно аппроксимировано эллипсом \mathcal{E}_1 с большой и малой полуосями a и b . Построим еще один эллипс \mathcal{E}_2 , подобный \mathcal{E}_1 , с центром и углами наклона полуосей, одинаковыми с \mathcal{E}_1 , и большой и малой полуосями, равными $2a$ и $2b$. Светлые отростки будем искать в области E , находящейся между \mathcal{E}_1 и \mathcal{E}_2 . На рис. 3 представлен фрагмент

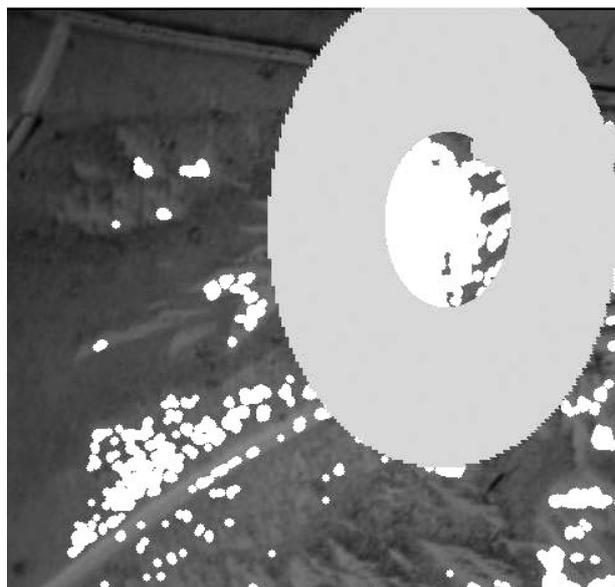


Рис. 3. Окрестная область светлого пятна

Исключим из дальнейшего рассмотрения те области E_i , в которых количество пикселей множества T мало или, наоборот, пикселей множества T более половины множества E , так как окончание языка имеет неоднородную структуру. Найдем границы множества T . Для этого приведем изображение к бинарному виду: 1 – пиксель, принадлежащий T , 0 – иной случай. Обработаем построчно изображение, определим пиксели $x_{i,j}$, в которых $x_{i,j}=1$ и $x_{i+1,j}=0$, а также пиксели $x_{i,j}$, в которых $x_{i-1,j}=0$ и $x_{i,j}=1$. Из найденного множества точек выделим связанные кривые методом прослеживания контура. Выделим из множества

исходного изображения с определенной областью E , которая выделена серым цветом.

Отметим те пиксели области E , яркость которых лежит в интервале $[\gamma-5; \gamma+30]$. Данные пиксели образуют множество T , они отмечены черным цветом на рис. 4.

Во избежание ложного обнаружения ЯС исключим из множества T пиксели, принадлежащие скелету изображения.

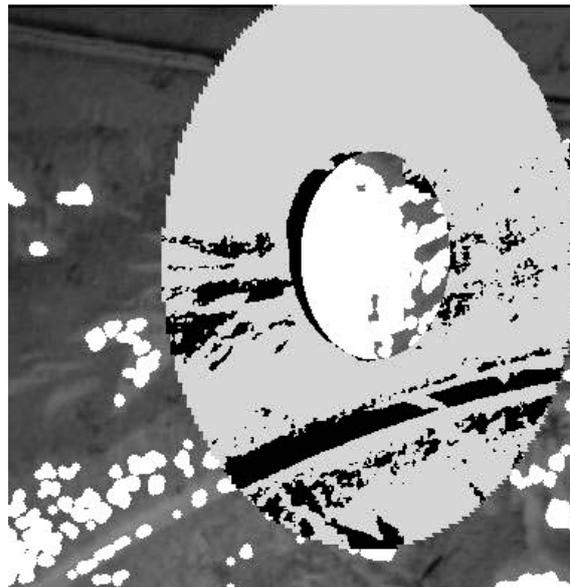


Рис. 4. Светлые пиксели в окрестной области светлого пятна

полученных кривых прямолинейные участки небольшой длины P_i . Далее необходимо выделить компактную группу участков P_i .

Поиск компактных линий осуществляется следующим образом: по области E движется скользящее окно радиусом в 50 пикселей. Если его границы и диагонали пересекают минимум четыре чередующиеся линии P_i , то принимается решение о наличии ЯС на изображении ФСК.

На рис. 5 представлена окончательная обработка исходного изображения (рис. 1). Обнаруженные ЯС отмечены белыми крестиками.



Рис. 5. Обнаруженные языковые структуры

Оценка эффективности описанного выше алгоритма проводилась на 100 изображениях ФСК с диапазоном увеличения от 200 до 400 раз. На этих изображениях находилось 44 ЯС, из которых 95,45 % были обнаружены, а 4,55 % – пропущены. Ложные обнаружения зафиксированы на 9,86 % изображений, на которых ЯС не было.

1. Крашенинников В. Р. Нахождение граничных точек изображения фации биологической жидкости / В. Р. Крашенинников, А. С. Копылова // Труды VI Всероссийской научно-практической

конференции (с участием стран СНГ) «Современные проблемы создания и эксплуатации радиотехнических систем». – Ульяновск : УлГТУ, 2009. – С. 126–129.

2. Крашенинников В. Р. Определение границы изображения фации биологической жидкости / В. Р. Крашенинников, А. С. Копылова // Труды VI Всероссийской научно-практической конференции (с участием стран СНГ) «Современные проблемы создания и эксплуатации радиотехнических систем». – Ульяновск : УлГТУ, 2009. – С. 129–133.

3. Шабалин В. Н. Морфология биологических жидкостей человека / В. Н. Шабалин, С. Н. Шатохина. – М. : Хризостом, 2001. – 304 с.

THE ALGORITHM FOR DETECTION OF TONGUE STRUCTURES IN IMAGES OF BLOOD SERUM FACIAS

M.L. Albutova¹, V.R. Krasheninnikov²,
A.S. Kopylova³, A.V. Tarasova², L.I. Trubnikova¹

¹Ulyanovsk State University,

²Ulyanovsk State Technical University,

³Scientific Production Association «Mars», Ulyanovsk

The algorithm for detection of a marker tongue structures is proposed. This marker is a sign of inflammation. It may be used in computer diagnostic by means of facies serum image processing.

Keywords: medical computer diagnostics, tongue structures, marker, image, blood serum facias.