

# АЛГОРИТМЫ РАСПОЗНАВАНИЯ МЕДИЦИНСКИХ ИЗОБРАЖЕНИЙ В ЗАДАЧАХ КОМПЬЮТЕРНОЙ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ДИАГНОСТИКИ

*Козарь Роман Вячеславович,*

аспирант ГУ ВО «Белорусский государственный университет  
информатики и радиоэлектроники»

Научный руководитель: *Навроцкий Анатолий Александрович,*  
к.ф.-м.н., доцент, зав. кафедрой ГУ ВО «Белорусский государственный  
университет информатики и радиоэлектроники»

Медицинские изображения имеют ряд особенностей, которые следует учитывать при создании систем распознавания. Основными проблемами при работе с изображениями, сделанными с помощью оптической эндоскопии являются низкое качество и плохой контраст, наличие артефактов и засветок, обусловленных ручным способом их получения. Проблему повышения качества требуется решать на всех этапах распознавания изображений: сегментации, выделении и анализе объектов, параметрическом описании, классификации. Классификация позволяет дать ответ на вопрос: являются ли выделенные объекты отражением патологического процесса [1, с. 1]. Установлено, что для получения качественных результатов необходимо решить следующие проблемы: улучшение качества изображения, улучшение качества распознавания отдельных элементов, выбор оптимального метода машинного обучения для последующего анализа и обработки.

Критерии обработки медицинских изображений. Определение оптимальных методов параметрического описания объектов интереса, непосредственно связаны с качеством их классификации, что определяет точность последующего анализа таких изображений с минимальной вероятностью ошибки определения патологических процессов. Для анализа методов классификации сформулированы критерии для сравнения и обработки изображений: форма представления результата (матрица интенсивностей или набор признаков и атрибутов), анализируемый параметр, который определяет, какой из параметров изображения или его части (например, это может быть яркостная, цветовая, градиентная или текстурная информация) будет использоваться при обработке, алгоритм обработки, формат изображения. Определяет цветность изображения, необходимую для работы алгоритма. Среди известных методов, которые можно использовать для данной задачи, имеются следующие: алгоритм Канни, алгоритм Собеля, размерность Реньи, метод локальной бинарной структуры и метод Харалика. Также необходимо отметить, что алгоритмы Собеля и Канни получают на выходе изображение. Остальные методы – числовые данные. Параметры, используемые для анализа изображений у всех методов различные, поэтому используются различные методы обработки. Как правило, требуется предварительная обработка изображения.

Использование оригинального и модифицированного алгоритма Собеля. В работе рассматриваются медицинские изображения, полученные с эндоскопической камеры. Обычно такие изображения имеют невысокое разрешение и малый контраст. Основная задача распознавания медицинских изображений заключается в получении четкого контура исследуемой области. Качество работы нейронной сети сильно зависит от предъявляемого ей в процессе обучения набора учебных данных [2, с. 27]. Один из наиболее точных алгоритмов выделения границ является оператор Собеля – дискретный дифференциальный оператор. Оператор позволяет вычислять приближенное значение градиента яркости изображения. Результатом применения оператора Собеля в каждой точке изображения является либо вектор градиента яркости в этой точке, либо его норма. Результат показывает, насколько «резко» или «плавно» меняется яркость изображения в каждой точке, а значит, вероятность нахождения точки на грани, а также ориентация границы. Точки изображения, в которых яркость изменяется особенно сильно, называют краями. [3, с. 247]. Для точного выделения краев необходимо правильное определение порога(ограничения). Для выделения контуров объектов на изображении может быть использован метод линейной фильтрации, основанный на вычислении апериодической свертки фрагмента изображения со специальным ядром в пространственной области.

Используемое для вычислений ядро определяет тип линейного фильтра. Для выделения контуров методом линейно фильтрации часто фильтр Собеля (1), имеющий следующий вид:

$$y_{ij} = \sqrt{\left[ (a_{i,j} - a_{i,j+2}) + 2 \times (a_{i+1,j} - a_{i+1,j+2}) + (a_{i+2,j} - a_{i+2,j+2}) \right]^2 + \left[ (a_{i,j} - a_{i+2,j}) + 2 \times (a_{i,j+1} - a_{i+2,j+1}) + (a_{i,j+2} - a_{i+2,j+2}) \right]^2} \quad (1)$$

Градиентные фильтры могут быть также записаны в матричной форме. Для окна размером 3x3 маска фильтра Собеля для оси  $ox$  и  $oy$  имеет следующий вид (2):

$$ox = \begin{bmatrix} -1 & -2 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \\ 1 & 2 & 1 \end{bmatrix} \quad oy = \begin{bmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -2 & 0 & 2 \\ -1 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (2)$$

Существует такой подход к решению задач распознавания как усиление простых классификаторов [4, с. 21]. Фильтр Собеля основан на обработке изображения

специальными масками для различных осей, действие которых фактически равносильно дискретному дифференцированию функции распределения интенсивностей пикселей, находящихся под ней. Матрицы для осей взаимно транспонированные. Изображение представляет собой матрицу интенсивностей пикселей. Первая матрица собирает информацию вокруг пикселя  $a_{ij}$  на строке  $i$  и строке  $j$  изображения в виде следующей суммы (3):

$$X = \sum_{k=1}^3 \sum_{m=1}^3 A_{1,km} b_{km}, Y = \sum_{k=1}^3 \sum_{m=1}^3 A_{2,km} b_{km} \quad (3)$$

Аналогичную сумму, имеющую смысл дискретной производной по направлению, ортогональному первому собирает вторая транспонированная матрица. Для более качественного распознавания медицинских изображений предлагается использовать модифицированный диагональный вариант масок. Для осей  $ox$  и  $oy$  альтернативные маски будут иметь следующий вид (4):

$$ox = \begin{bmatrix} -1 & -2 & 0 \\ -2 & 0 & 2 \\ 0 & 2 & 1 \end{bmatrix} \quad oy = \begin{bmatrix} 0 & 2 & 1 \\ -2 & 0 & 2 \\ -1 & -2 & 0 \end{bmatrix} \quad (4)$$

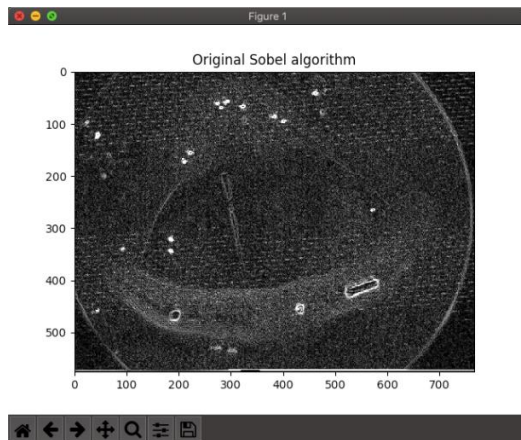
Выделение дискретных производных здесь производится не вдоль осей ( $ox$ ) и ( $oy$ ), а под углом 45 градусов к ним.

Матрицы при этом не будут являться взаимно транспонированными. Следовательно, интенсивность линий в модифицированном фильтре больше, а точность контура выше. Чем выше точность контура – тем более достоверной будет выделенная граница. При расчете, для более точного сопоставления результатов, можно внести корректировочный коэффициент  $\frac{4}{5}$  для всех пикселей изображения. За меру сравнения качества фильтра Собеля с различными видами масок можно принять параметр концентрации (5), имеющий смысл среднего минимума интенсивности по  $h$  строкам. Также отметим, что число столбцов матрицы интенсивности изображения равно  $w$  (предполагаем, что черный цвет имеет интенсивность равную нулю).

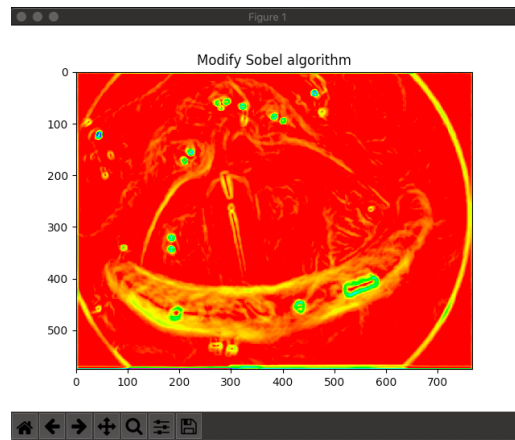
$$\gamma = \frac{1}{h} \sum_{j=1 \dots w} \min_i \alpha_{ij} \quad (5)$$

Опыт показывает, что для медицинских изображений фильтр с матрицей маски диагонального вида имеет лучшие (меньшие) показатели по сравнению с оригинальной матрицей-фильтром. Для медицинских изображений, шириной  $w = 100 \text{ px}$ ,  $\gamma_{(orig)} = 0.185$ ,  $\gamma_{(mod)} = 0.108$ . Для медицинских изображений большого размера, шириной  $w = 400 \text{ px}$ ,  $\gamma_{(orig)} = 0.102$ ,  $\gamma_{(mod)} = 0.0415$ .

Результаты распознавания и анализ. Предложенная модификация метода Собеля предназначена для анализа медицинских изображений, которые отличаются от обычных высокой вариабельностью характеристик, довольно слабой контрастностью и достаточно сложной геометрической организации объектов. Результаты работы обработки медицинского изображения представлены на рисунке 1.



а)



б)

Рисунок 1 – Результаты работы распознавания медицинского изображения а) оригинальным методом Собеля, б) модифицированным методом Собеля.

Полученный результат доказывает эффективность фильтра с новой маской.

В работе предложена модификация алгоритма Собеля для медицинских изображения. Высокий уровень избыточности продифференцированного медицинского изображения доказывает появление избыточного количества границ. Значения фильтра матрицы маски указывают на возможность более четкого определения границ исследуемой области. Данным условиям удовлетворяет модифицированный алгоритм Собеля, что доказывает его эффективность при выделении контуров для медицинских изображений.

#### Список использованных источников:

1. Нейросетевая классификация медицинских изображений на основе спектра размерностей Ренье : сб. науч. ст. / Новосиб. гос. техн. ун-т ; под ред. А. Н. Бондаренко, А. В. Кацук. – Новосибирск : НГТУ, 2005. – 6 с.
2. Каллан, Р. Основные концепции нейронных сетей / Р. Каллан. – М.: Изд. дом «Вильямс», 2003. – 287 с.
3. Форсайт Д. Компьютерное зрение. Современный подход / Д. Форсайт, Ж. Понс. – М.: Изд. Дом «Вильямс», 2004. – 928 с.
4. Технические науки: проблемы и перспективы : материалы IV Междунар. науч. конф., Санкт-Петербург, июль 2016 г. / А. А. Цветков [и др.] ; под ред. А. А. Цветкова. – СПб.: «Свое издательство», 2016. – 134 с.