

УДК 004.932.2

МОДИФИКАЦИЯ ПРОЦЕССОВ РАСПОЗНАВАНИЯ МЕДИЦИНСКИХ ИЗОБРАЖЕНИЙ В ЗАДАЧАХ КОМПЬЮТЕРНОЙ ДИАГНОСТИКИ



Л.Ю. Шилин
Декан ФИТиУ БГУИР,
доктор технических
наук, профессор



А.А. Навроцкий
Заведующий кафедрой
ИТАС БГУИР, кандидат
физико-математических
наук, доцент



Р. В. Козарь
Аспирант кафедры ИТАС
БГУИР

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники, Республика Беларусь
E-mail: dekfitu@bsuir.by, navrotsky@bsuir.by, pozitr0n.kozarroman@gmail.com

Л.Ю. Шилин

Окончил Минский радиотехнический институт. Декан факультета информационных технологий и управления БГУИР, доктор технических наук, профессор. Является автором более 170 научных и научно-методических работ. Проводит научные исследования по анализу и синтезу дискретных систем фазовой синхронизации.

А.А. Навроцкий

Окончил Белорусский государственный университет. Заведующий кафедрой информационных технологий автоматизированных систем БГУИР, кандидат физико-математических наук, доцент.

Р.В. Козарь

Окончил Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники. Проводит научные по распознаванию и анализу медицинских изображений.

Аннотация. Рассматриваются особенности распознавания медицинских изображений

Ключевые слова: Распознавание, оператор Собеля, медицинские изображения

Введение. В последнее время одним из актуальных направлений развития информационных технологий в медицине становится обработка и последующий анализ цифровых изображений. При разработке систем распознавания медицинских изображений, необходимо решить ряд вопросов: определить, какую цветность изображения лучше использовать для распознавания, какой классификатор будет более точным для обрабатываемых изображений, какие методы использовать для фильтрации и сегментации медицинских изображений и др.

Распознавание медицинских изображений имеет ряд особенностей [1], однако общими являются:

- необходимость улучшение качества изображения;
- определение подходов к распознаванию отдельных элементов;
- применение машинного обучения для последующего анализа и обработки.

В медицине, как правило, выделяются объекты, являющиеся отражением патологических процессов в организме, а классификация позволяет установить диагноз [2].

Для классификации объектов используются методы машинного обучения, такие как метод опорных векторов, дискриминантного анализа и др.

С развитием оснащенности медицинских центров задача автоматизированной диагностики патологических процессов становится все более актуальной. Для повышения качества классификации объектов на медицинских изображениях требуется выделить оптимальные методы параметрического описания этих объектов, а также определить оптимальные методы классификации и анализа с минимальным процентом ложноположительного и ложноотрицательного определения патологических процессов.

Критерии сравнения. В процессе анализа существующих методов были сформулированы критерии для их последующего сравнения.

Первый критерий – форма представления результата обработки изображения. Методы можно разделить на две группы: методы, результатом работы которых является обработанное изображение (алгоритмы Собеля и Канны) и методы, результатом работы которых выступают выявленные в результате обработки исходного изображения признаки и атрибуты [3].

Второй критерий сравнения – это точка приложения анализа, определяющая какой из параметров исходного изображения (например, яркостная, цветовая, градиентная или текстурная информация) будет взят для последующей обработки.

Третий критерий сравнения – применяемый метод или алгоритм для обработки.

Четвертый критерий сравнения – ограничения по цветности обрабатываемых изображений. Часть методов могут работать только с полутоновыми изображениями, что требует предварительной обработки изображения [4].

Результаты сравнения используемых для распознавания медицинских изображений методов приведены в таблице 1.

Таблица 1. – Обзор методов распознавания медицинских изображений

Метод	Результат	Точка приложения анализа	Используемый для обработки алгоритм	Ограничения входных параметров
Алгоритм Канны	Изображение	Разрывность яркости, интенсивность	Пороговая обработка	Нет ограничений
Алгоритм Собеля	Изображение	Разрывность яркости	Вычисление градиентов от функции яркости	Полутоновое изображение
Размерность Реньи	Число	Фрактальная размерность	Обученная нейросеть	Нет ограничений
Метод локальной бинарной текстуры	Число	Локальный бинарный шаблон	Геометрическая интерпретация, евклидово расстояние	Полутоновое изображение
Метод Харалика	Число	Текстурные признаки статистики разностей серого тона в двух соседних точках Харалика по квадратному окну		Полутоновое изображение

Отличительными особенностями медицинских изображений (например, полученных методом оптической эндоскопии) являются невысокое разрешение, наличие искажений и низкая контрастность. Основная трудность при распознавании таких изображений заключается в необходимости получении четкого контура исследуемой области. Для вычисляющий приближение градиента яркости изображения используется дискретный дифференциальный оператор Собеля, который является одним из лучших алгоритмов выделения границ.

Результатом применения оператора Собеля в каждой точке изображения является либо вектор градиента яркости в этой точке, либо его норма. Результат работы оператора показывает, насколько «резко» или «плавно» меняется яркость изображения в каждой точке, а значит, определяет вероятность нахождения точки на грани, а также ориентацию границы. Для определения нахождения границы в данной точке изображения устанавливается пороговое значение. Чем меньше порог, тем больше границ будет найдено, однако шумы будут сильно исказить результат. Высокий порог позволит избавиться от шумов, однако могут быть не определены слабые края.

Выделение границ использует два порога фильтрации: если значение пикселя выше верхней границы – он принимает максимальное значение (граница считается достоверной), если ниже – пиксель подавляется, точки со значением, попадающим в диапазон между порогов, принимают фиксированное среднее значение [5].

Типовой алгоритм Собеля использует область изображения 3x3. Для выделения контуров объектов на изображении может быть использован метод линейной фильтрации, основанный на вычислении аperiодической свертки фрагмента изображения со специальным ядром в пространственной области.

Соответственно, используемое для вычислений ядро будет определять тип линейного фильтра. Для выделения контуров методом линейной фильтрации может использоваться фильтр Собеля:

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

Градиентные фильтры могут быть также записаны в матричной форме. Для окна размером 3x3 маска фильтра Собеля имеет следующий вид:

Для оси (ox):

$$[-1 \ -2 \ 1 \ 0 \ 0 \ 0 \ 1 \ 2 \ 1]$$

Для оси (oy):

$$[-1 \ 0 \ 1 \ -2 \ 0 \ 2 \ -1 \ 0 \ 1]$$

Фильтр Собеля основан на обработке изображения специальными масками для различных осей, действие которых фактически равносильно дискретному дифференцированию функции распределения интенсивностей пикселей, находящихся под ней [6].

Указанные выше матрицы 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 суммы:

$$X = \sum_{k=1}^3 \sum_{m=1}^3 A_{1,km} b_{km}$$

Аналогичную сумму, имеющую смысл дискретной производной по направлению, ортогональному первому собирает вторая транспонированная матрица:

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

Улучшенный альтернативный вариант. Для более качественного выделения краев на медицинских изображениях предложен альтернативный диагональный вариант масок.

Для оси (оx):

$$[-1 \ -2 \ 0 \ -2 \ 0 \ 2 \ 0 \ 2 \ 1]$$

Для оси (оу):

$$[0 \ 2 \ 1 \ -2 \ 0 \ 2 \ -1 \ -2 \ 0]$$

Выделение дискретных производных здесь производится не вдоль осей (оx) и (оу), 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.

Для более точного сопоставления результатов вносится корректировочный коэффициент, равный $\frac{4}{5}$ для всех пикселей изображения. За меру сравнения качества фильтра Собеля с различными видами масок можно использовать параметр концентрации, имеющий смысл среднего минимума интенсивности по h строкам. Число столбцов матрицы интенсивности изображения равно w (предполагается, что черный цвет имеет интенсивность равную нулю).

$$\gamma = \frac{1}{h} \sum_i^k \alpha_{ij}$$

Заключение. Предложенная модификация оригинального метода Собеля учитывает особенности медицинских изображений, поэтому позволяет получать лучшие результаты при распознавании.

Список литературы

- [1]. Бондаренко, А. Н. Нейросетевая классификация медицинских изображений на основе спектра размерностей Ренье [Текст] / А.Н. Бондаренко, А. В. Кацук // Сборник научных трудов НГТУ, 2005. № 1. С.1-4
- [2]. Методы распознавания медицинских изображений для задач компьютерной автоматизированной диагностики. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.science-education.ru/ru/article/view?id=14414>.
- [3]. Анализ медицинских изображений [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://postnauka.ru/faq/80995>
- [4]. Р. Каллан. Основные концепции нейронных сетей. – М.: Изд. дом «Вильямс», 2003.
- [5]. Форсайт Дэвид А., Понс Джин. Компьютерное зрение. Современный подход = Computer Vision: A Modern Approach. – М.: Вильямс, 2004.
- [6]. Диагностика медицинских изображений при помощи машинного обучения [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.vechnayamolodost.ru/articles/drugie-nauki-o-zhizni/analiz-meditsinskikh-izobrazheniy/>

RECOGNITION OF MEDICAL IMAGING IN THE COMPUTER DIAGNOSTIC PROBLEMS

L. SHYLIN

Dean of the Faculty of Information Technologies and Control in BSUIR, Doctor of Technical Sciences, Professor

A. NAVROTSKY

Head of the Department of Information Technologies in Automated Systems in BSUIR, Candidate of Physics and Mathematics, Associate Professor

R. KOZAR

Postgraduate student of Information Technologies in Automated Systems in BSUIR

*Belarusian State University of informatics and radioelectronics, Republic of Belarus
E-mail: dekfitu@bsuir.by, navrotsky@bsuir.by, pozitr0n.kozarroman@gmail.com*

Abstract. The features of medical image recognition are considered.

Keywords: recognition, Sobel operator, medical images.