

## ЦИФРОВАЯ ОБРАБОТКА ИЗОБРАЖЕНИЙ В МАММОГРАФИИ.

**Титова А.Ю.**

Донецкий национальный технический университет  
кафедра автоматизированных систем управления

E-mail: [anastasiyashelud@yandex.ru](mailto:anastasiyashelud@yandex.ru)

### **Аннотация:**

*Титова А.Ю. Цифровая обработка изображений в маммографии. Рассмотрены современные методы обработки цифровых маммографических изображений в диагностике рака молочной железы. Определены наиболее точные и применимые для этой задачи методы обработки изображений.*

### **Общая постановка задачи.**

На сегодняшний день рак молочной железы занимает одно из первых мест среди злокачественных заболеваний у женщин во всех развитых странах мира. Поэтому диагностика заболеваний на ранней стадии позволяет значительно снизить смертность пациентов после лечения. Важную роль при этом играют средства диагностики и определение значимых элементов в маммологии при массовом скрининге. А программная реализация обработки изображений позволяет решить задачу обнаружения, выделения и анализа, значимых для постановки диагноза объектов.

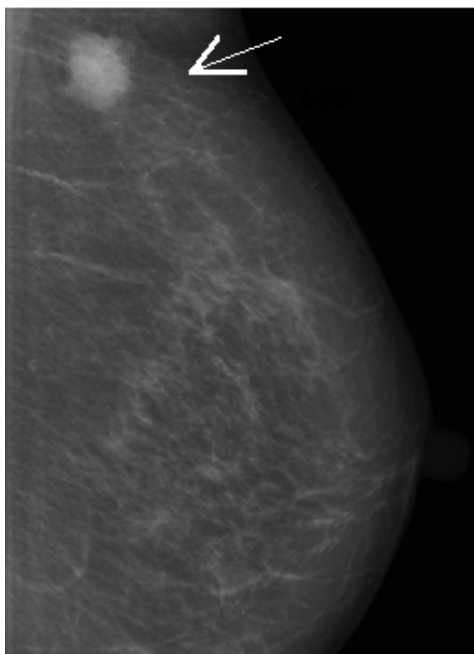


Рисунок 2 - Рак молочной железы, пятно указано стрелкой

**Объект диагностики.** Объектом диагностики является молочная железа. **Маммография** - рентгеновский метод исследования молочных желез, позволяющий выявить опухолевое образование ничтожно малых размеров, которое не проявляется клинически. Результатом работы аппарата является маммограмма – снимок молочной железы в процессе маммографии.

Врач на основе маммограммы отмечает наличие изменений в ткани, включая асимметрию (когда в одной половине железы есть то, чего нет в другой половине), области с неоднородным уплотнением ткани, скопления кальцинатов, а также любые участки утолщения кожи. При анализе маммограмм обязательно учитываются анамнестические и клинические данные.

Однако, основываясь на одних только результатах маммографии, врач не может с уверенностью сказать, рак это или нет, так как эти образования имеют одинаковые признаки на маммограммах. Поэтому при массовом скрининге

необходимо использовать компьютерную обработку цифровых маммографических изображений. Это позволит обнаружить на маммограммах патологические очаги, установить их число, расположение, величину, форму, очертания, структуру и площадь.

На рис. 2-5 представлены результаты исследований, полученные при работе с маммологической системой МАММОМАТ 1000. На них будем проверять методы обработки цифровых изображений.

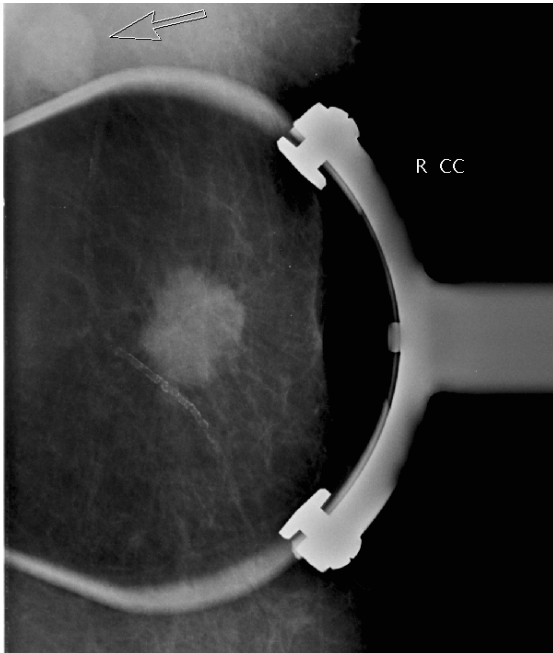


Рисунок 3 - РМЖ, стрелкой показано еще одно новообразование

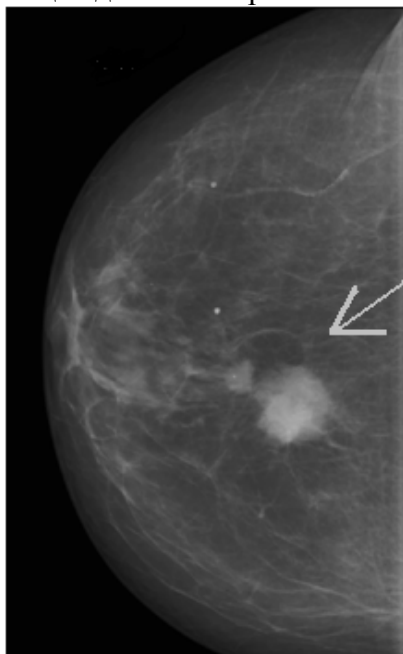


Рисунок 5 - Рак молочной железы

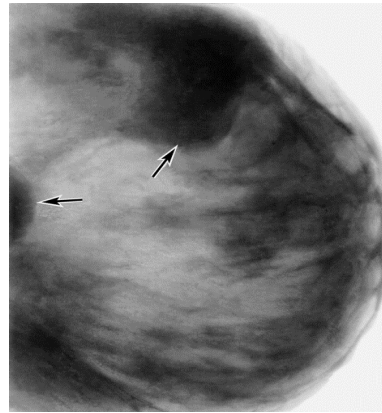


Рисунок 4 - Мастопатия

## Методы обработки цифровых изображений.

Важнейшим этапом обработки является сегментация изображений. При сегментации на изображении можно обнаружить границы объектов,

представленные

участком, на котором происходит перепад

яркости. Для определения границ методом Кэнни необходимо пройти несколько этапов, найти локальные участки с перепадами яркости. Эти перепады ищутся с помощью фильтрации по каждой из осей одномерным фильтром лапласиан-гауссиана. Метод использует два порога (нижний и верхний) для нахождения сильных и слабых краев. Слабые края включаются в результирующее изображение, если они связаны с сильными краями.

Программная реализация обработки тестовых изображений выполнена в среде MATLAB, где выделение границ реализуется с помощью функции `edge` которая выглядит следующим образом:  $[g, t] = edge(f, 'method', T, sigma)$ , где  $T$  – это вектор  $[T_1, T_2]$ , состоящий из порогов,  $sigma$  означает стандартное отклонение сглаживающего фильтра ( по умолчанию равно 1), `'method'` – это параметр метода, который может выбрать программист,

принимает

значения: `'sobel'`, `'prewitt'`, `'robert'`, `'log'`, `'zerocross'`, `'canny'`. При испытании работы функции `edge` было обнаружено, что для данных изображений наиболее эффективным является использование в качестве параметра `'method'` – `'canny'`. А если на изображениях есть шум, то этот метод обеспечивает обнаружение границ с достаточно большой вероятностью.

Метод Кэнни можно описать следующим образом:

1. Изображение сглаживается гауссовым фильтром с заданным стандартным отклонением для сокращения шума.

2. В каждой точке вычисляется градиент  $\nabla(x, y) = [G_x^2 + G_y^2]$  и направление края

$\alpha(x, y) = \arctg(G_x / G_y)$ . Для нахождения и можно использовать любой метод. Точки

перепада определяются как точки локального максимума градиента.

3. Точки, определенные в пункте 2, стимулируют рост перепада на изображении модуля градиента. После этого алгоритм отслеживает максимумы этих перепадов и присваивает

нулевое значение точкам, которые не принадлежат перепаду. В результате на изображении строится тонкая линия, которая показывает контур. Этот процесс называется немаксимальным подавлением. Затем пиксели перепада подвергаются пороговой обработке с использованием двух порогов  $T_1$  и  $T_2$ , причем  $T_1 < T_2$ . Если их величина больше, то они называются «сильными», а пиксели, значения которых входят в интервал  $[T_1, T_2]$ , называются «слабыми».

4. Алгоритм завершает соединение, добавляя к сильным пикселям слабые, которые 8-связны с сильными.

Также рассмотрен еще один метод, а именно выделение границ бинарных объектов. В среде MATLAB он реализуется с помощью функции `bwperim`, она выглядит следующим образом:  $BW_D = bwperim(BW_2, n)$ . Эта функция создает бинарное изображение  $BW_D$ , у которого значение граничных пикселей объектов исходного изображения установлены в 1, а значения остальных пикселей результирующего изображения установлены в 0. Пиксел считается граничным, если он равен 1 и хотя бы один из его  $n$  соседей равен 0. Параметр  $n$  для всех рассматриваемых функций `bwperim` задает критерий связности для пикселей границы и может принимать значения 4 или 8. Если при вызове данной функции параметр  $n$  опущен, то проверяются на равенство нулю все 8 соседей пикселя.

Для решения задачи выделения границ бинарных объектов необходимо прежде всего выполнить бинаризацию отсечением по порогу яркости для этого может использоваться функция `im2bw`, которая выглядит так:  $BW = im2bw(S, threshold)$ . Полноцветные и палитровые изображения конвертируются в полутоновые. Пиксели результирующего бинарного изображения  $BW$  принимают значения 0 (черный цвет), если яркость соответствующих пикселей исходного изображения меньше порога `threshold`. И значения 1 (белый цвет), если яркость соответствующих пикселей исходного изображения больше либо равна `threshold`. Порог `threshold` должен задаваться в диапазоне  $[0, 1]$ .

Выделение объектов осуществляет функция `bwlabel` и выглядит следующим образом:  $[L, num] = bwlabel(BW, n)$ . Она ищет на бинарном изображении  $BW$  связные области пикселей объектов и создает матрицу  $L$ , каждый элемент которой равен номеру объекта, которому принадлежит соответствующий пиксел изображения  $BW$ . Размер матрицы номеров объектов  $L$  равен размеру  $BW$ . Объекты нумеруются по порядку начиная с 1. Параметр `num` возвращает количество найденных объектов. Элементы, имеющие значение 1, относятся к первому объекту, имеющие значение 2 – ко второму и т.д. Если элемент в матрице равен 0, то это означает, что соответствующий пиксел исходного изображения относится к фону. Матрица  $L$  имеет формат представления данных `double`. Параметр  $n$  может принимать значения 4 или 8 (это значение по умолчанию).

Алгоритм программы, реализующей методы обработки изображений:

1. Считывание изображения
  2. Преобразование исходного изображения в негатив
  3. Выделение границ объектов методом Кэнни
  4. Бинаризация изображения
  5. Выделение границы бинарных объектов
  6. Определение площади, отмеченного объекта
- ```
for i=1:1:num
...
end;
```
7. Выбор объекта
  8. Построение результирующего изображения

В п.3 метод применяется к негативному изображению, после этого происходит бинаризация негатива, полученного в п.2. После бинаризации изображения п.4 к нему

применяется метод выделения границы бинарных объектов п.5.

Результаты выполнения программы получены для разных изображений:  
Площадь первого объекта 70042, второго – 39211.

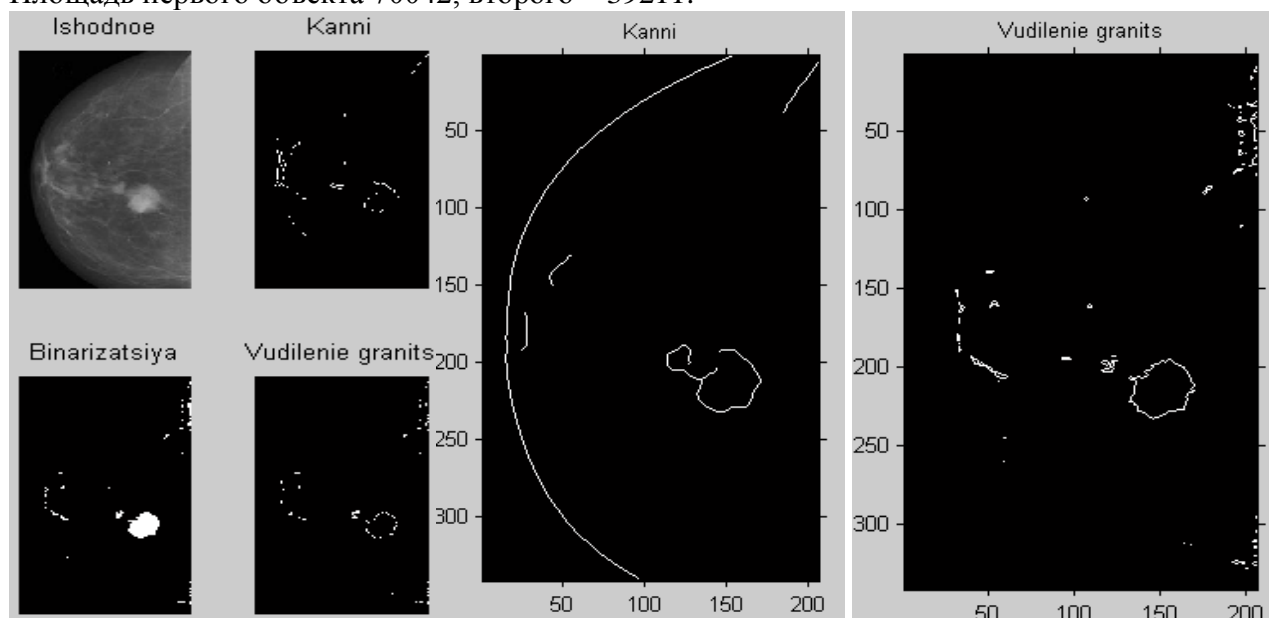


Рисунок 6 – Результаты для рисунка 5

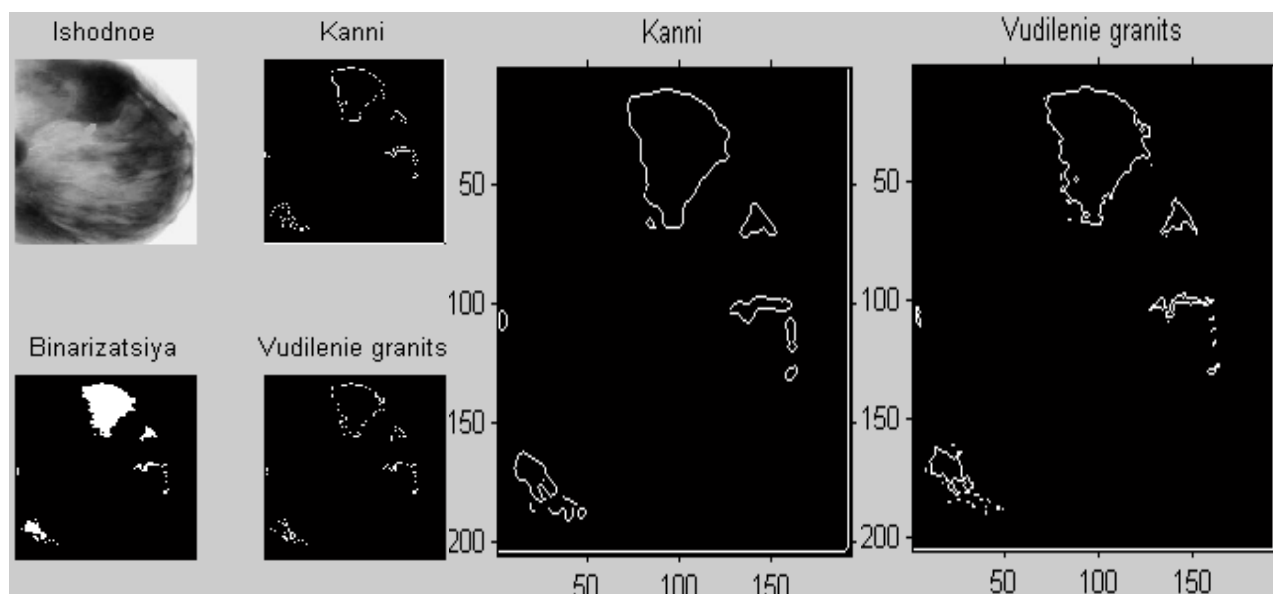


Рисунок 7 – Результаты для рисунка 4

### Выводы

В процессе исследования рассмотрены методы Кэнни и выделения границ бинарных объектов. После получения результатов программной обработки изображения можно сказать, что метод выделения границ бинарных объектов является более эффективным и точным для выявления областей пораженных данным заболеванием.

### Литература

1. Гонсалес Р. Цифровая обработка изображений в среде MATLAB [Текст] / Р. Гонсалес, Р. Вудс, С. Эддинс – Москва: Техносфера, 2006. – 616с.
2. Методические указания по цифровой обработке изображений. Обработка сигналов и изображений MATLAB 5.x.PDF [Electronic version]