

Ожегина В.А.

*Научный руководитель: к. т. н., доц. каф. ИС Подгорнова Ю.А.  
Муромский институт (филиал) федерального государственного образовательного  
учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет  
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»  
602264, г. Муром, Владимирская обл., ул. Орловская, 23  
E-mail: vika\_ozhegina@mail.ru*

### **Обзор алгоритмов сегментации для выделения области опухоли на маммограммах**

Патологии молочных желез занимают 1 место по заболеваемости у женщин. Онкологическая опухоль не доставляет никаких неприятных ощущений пациенту, поэтому выявить ее очень сложно.

Сегментация – это основное средство выделения областей опухоли на маммографическом снимке. В данной работе описывается сравнительный анализ алгоритмов сегментации рака молочной железы на маммограммах:

1) Текстурная сегментация маммограмм на основе матриц яркостной зависимости.

В результате текстурной сегментации локализуются области изображений, содержащие мелкие детали с примерно одинаковыми размером, формой, цветом (яркостью), повторяемостью [1].

При текстурной сегментации для описания текстуры используются текстурные признаки. Текстурный признак представляет собой низкоуровневый признак изображения, который можно использовать для описания содержимого изображения или его региона в дополнение или вместо стандартных признаков, основывающихся только на цветовой характеристике. Одним из способов вычисления текстурных признаков является метод матриц яркостной зависимости (GLCM), предложенный Хараликом [2]. Пусть  $P$  – матрица GLCM, имеющая размер  $K$ , который соответствует количеству уровней серого на рассматриваемом изображении. Каждый элемент матрицы вычисляется путём подсчёта количества соседних расположений пикселей с уровнями серого  $i$  и  $j$ . По такой матрице в одном направлении можно вычислить 14 признаков.

Для данной работы была выбрана текстурная сегментация с использованием признака энтропии [2].

Энтропия – отражает неравномерность (хаотичность) текстуры. Низкое значение признака соответствует неоднородной текстуре, а высокое значение – однородной. Признак вычисляется по формуле:

$$H = - \sum_i \sum_j P(i, j) \cdot \log P(i, j),$$

где  $i, j$  – уровни серого на изображении,  $P(i, j)$  - значение вероятности того, что пиксель со значением  $i$  будет найден рядом с пикселем значения  $j$  в нормализованной матрице.

2) Маркерный водораздел.

Метод маркерного водораздела [3] является одним из наиболее эффективных методов сегментации изображений.

Для данного метода вычисляется функция сегментации. Она касается изображений, где объекты размещены в темных областях и являются трудно различимыми. Затем выполняется вычисление маркеров переднего плана изображений. Они вычисляются на основании анализа связности пикселей каждого объекта. Также производится вычисление фоновых маркеров. Они представляют собой пиксели, которые не являются частями объектов. И в конце применяется модификация функции сегментации на основании значений расположения маркеров фона и маркеров переднего плана.

Одним из важнейших применений сегментации по водоразделам является выделение на фоне изображения однородных по яркости объектов (в виде пятен). Области, характеризующиеся малыми вариациями яркости, имеют малые значения градиента. Поэтому на практике часто встречается ситуация, когда метод сегментации по водоразделам применяется не к самому изображению, а к градиенту этого изображения. В такой постановке

локальные минимумы бассейнов хорошо согласуются с малыми значениями градиента, что обычно соответствует интересующим объектам [3].

### 3) Пороговая сегментация методом Бернсена.

Пороговая обработка изображений является одним из таких методов сегментации изображений, который уменьшает формат изображения до двоичного, то есть вся информация на изображении сводится к двум категориям: переднего плана и фона.

Метод Бернсена [4] предполагает деление всего изображения на квадраты  $J$  размером  $r \times r$ , имеющие центр в точке  $(m, n)$ . Каждый пиксель имеет порог в пределах квадрата, вычисляющийся по следующей формуле:

$$t(m, n) = \frac{J_{high} + J_{low}}{2},$$

где  $J_{high}$  – наибольший уровень яркости в квадрате,  $J_{low}$  – наименьший уровень яркости в квадрате.

Если текущий пиксель  $t(m, n) < e$ , где  $e$  представляет собой константу, то пиксель будет относиться только к одному из видов: черному или белому. Если среднее отклонение меньше порога контраста, то рассматриваемый пиксель становится того цвета, который задавался параметром «цвет сомнительного пикселя».

Анализ вышеописанных методов проводился на маммограммах из базы данных MIAS [5], на которых лабораторно был подтвержден рак молочной железы, а также четко определена локализация опухоли.

Выводы о работе алгоритмов сегментации на тестовых маммограммах:

- все рассмотренные алгоритмы позволяют выделить область рака на маммограммах на фоне жировой инволюции;
- маммограммы осложненные мастопатией являются сложными изображениями, которые нуждаются в предварительной обработке для устранения тени мастопатии;
- сегментация по методу водораздела сложных маммографических снимков кроме новообразований выделяет дополнительные области на маммограммах, что в дальнейшем усложнит идентификацию опухоли;
- сегментация по методу Бернсена четко выделяет область опухоли, однако вносит дополнительный шум, который нужно устранить, например, с помощью морфологической операций.

## Литература

1. Альзаки, Х. М. Текстульная сегментация изображений на основе геометрической классификации и оценки плотности контурных элементов / Х. М. Альзаки, В. Ю. Цветков // Доклады БГУИР. 2017. № 3 (105). С. 93 - 99.
2. Тымчук А.И. О текстурных признаках в задаче сегментации аэрофотоснимков на основе матриц яркостной зависимости // Кибернетика и программирование. 2018. № 6. С. 31 - 39.
3. Садыков С.С., Буланова Ю.А., Захарова Е.А., Яшков В.С. Исследование маркерного водораздела для выделения области рака молочной железы // Алгоритмы, методы и системы обработки данных. 2013. № 1 (23). С. 56-64.
4. Исрафилов Х.С. Исследование методов бинаризации изображений // Вестник науки и образования. 2017. Т. 2. № 6 (30). С. 43-50.
5. Suckling J, et al. // The Mammographic image analysis society digital mammogram database // Experta Medica International Congress Series. 1994. №1069. С. 375-8.