

С.С. САДЫКОВ,  
Ю.А. БУЛАНОВА, А.Г. РОМАНОВ  
**Алгоритм текстурной сегментации  
для выявления областей кисты на  
маммограммах**

УДК 004.932

Муромский институт  
(филиал) ФГБОУ ВПО  
«Владимирский  
государственный  
университет имени  
А.Г. и Н.Г. Столетовых»,  
г.Муром

*Статья освещает применимость алгоритма текстурной сегментации Fuzzy C-mean в алгоритме выделения областей кисты на маммограммах.*

Одним из самых распространенных доброкачественных заболеваний является киста молочной железы [1]. Киста молочной железы – это полостное образование, заполненное жидкостью, которое появляется в результате уничтожения просвета в молочных ходах из-за избыточного разрастания соединительной ткани [2, 3].

Целью настоящей статьи является анализ и исследование алгоритма текстурной сегментации – Fuzzy C-mean для его применимости в алгоритме выделения области новообразования типа «киста».

### **Математическое описание алгоритма текстурной сегментации**

Сегментация Fuzzy C-mean – это итеративный метод разбиения изображения на кластеры. Он сводится к минимизации следующей функции [4, 5]:

$$J = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^M u_{ij}^m \times d(x_i, c_j)$$

Выбираем число кластеров  $M$ , меру нечеткости  $1 < m < \infty$ , функцию расстояний  $d(x, c)$ , критерий окончания поиска  $0 < \epsilon < 1$ .

Задаем матрицу весов принадлежности каждой точки к кластеру с определенным центром:

$$U = \{u_{ij}(x_i, c_j) : x_i \in X, c_j \in C\}$$

Принадлежность к кластеру можно рассчитать случайным образом:

$$0 < u_{ij} < 1, 0 < \sum_{i=1}^N u_{ij} < N$$

Вычисляем центроиды:

$$c_j = \frac{\sum_{i=1}^N u_{ij}^m \times x_i}{\sum_{i=1}^N u_{ij}^m}$$

Перевычисляем веса:

$$u_{ij}^m = \frac{1}{\sum_{k=1}^M \left( \frac{d(x_i, c_j)}{d(x_i, c_k)} \right)^{\frac{2}{m-1}}}$$

Проверяем:

$$\begin{aligned} |U^k - U^{k-1}| &< e \\ \max_{ij} |u_{ij}^k - u_{ij}^{k-1}| &< e \end{aligned}$$

Если условие выполняем, то завершаем выполнение, если нет, то повторяем итерацию.

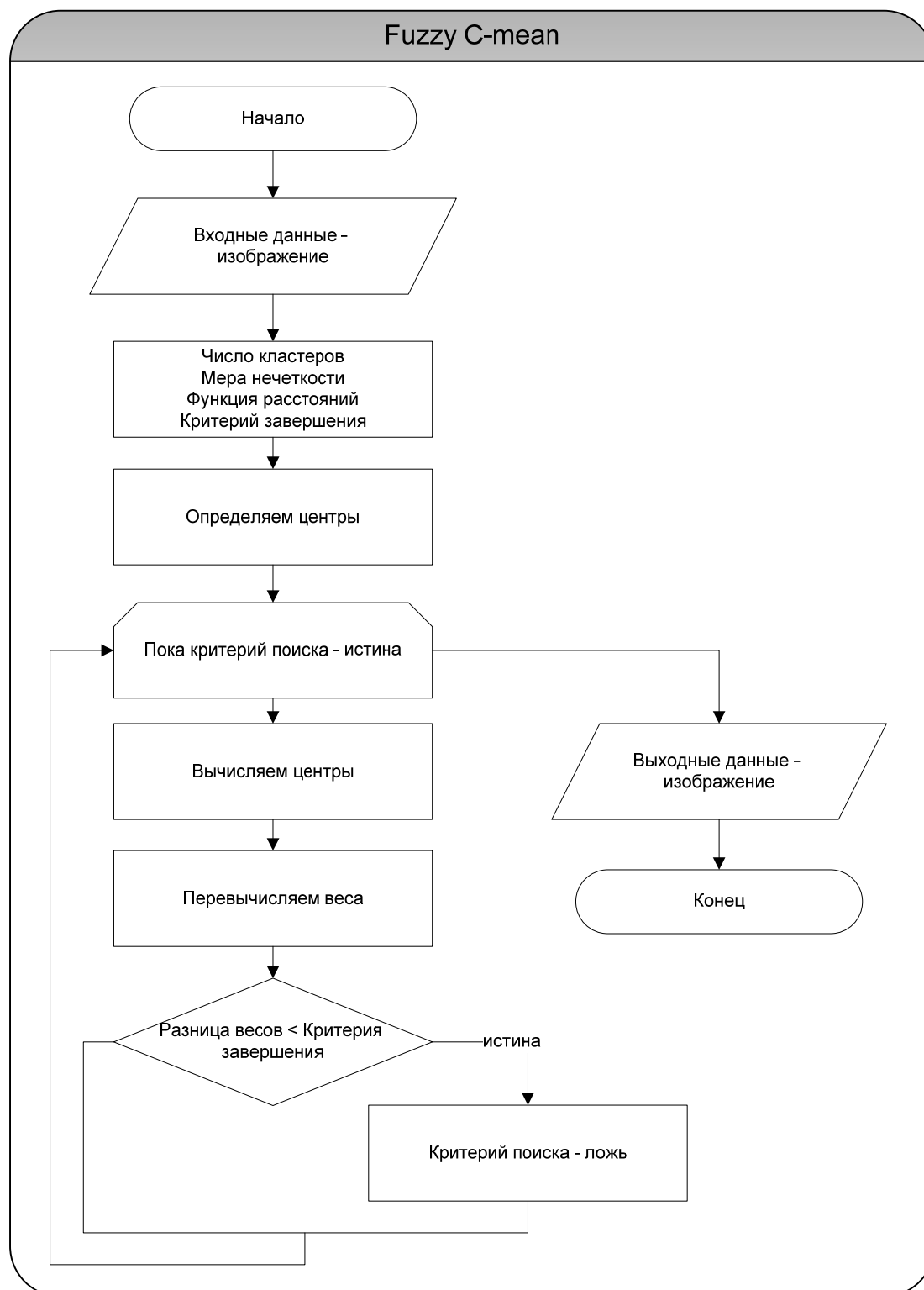


Рис.1. Блок-схема алгоритма сегментации

Бинаризацию изображения будем осуществлять методом Отсу [6]. Суть этого метода заключается в том, чтобы выставить порог между классами таким образом, чтобы каждый из них был как можно более «плотным». Это сводится к минимизации внутриклассовой

дисперсии, которая определяется как взвешенная сумма дисперсий двух классов:

$$\sigma_{\omega}^2 = \omega_1 \sigma_1^2 + \omega_2 \sigma_2^2$$

Минимизация внутриклассовой дисперсии эквивалента максимизации межклассовой дисперсии, которая равна:

$$\sigma_{\beta}^2 = w_1 w_2 (\alpha_1 - \alpha_2)^2$$

где  $\alpha_1$  и  $\alpha_2$  — средние арифметические значения для каждого из классов.

Исходя из этой особенности, получаем следующий алгоритм:

Вычисляем гистограмму (один проход через массив пикселей). Дальше нужна только гистограмма; проходов по всему изображению больше не требуется.

Проходим через всю гистограмму, на каждом шаге пересчитывая дисперсию. Если на каком-то шаге дисперсия оказалась больше максимума, то обновляем порог.

Получаем искомый порог.

### **Применение Сегментация Fuzzy C-mean к маммограммам**

По вышеприведенному алгоритму реализовано приложение, позволяющее исследовать данный алгоритм текстурной сегментации и сделать вывод о его применимости для выявления области кисты на маммограмме.

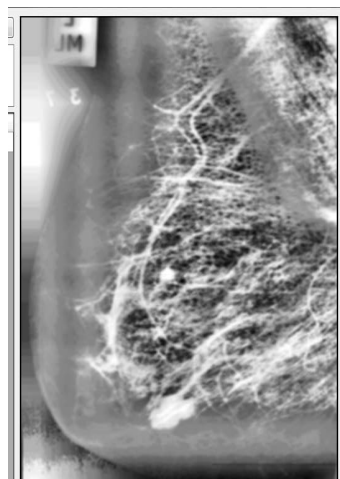


Рис. 2. Исходный маммографический снимок

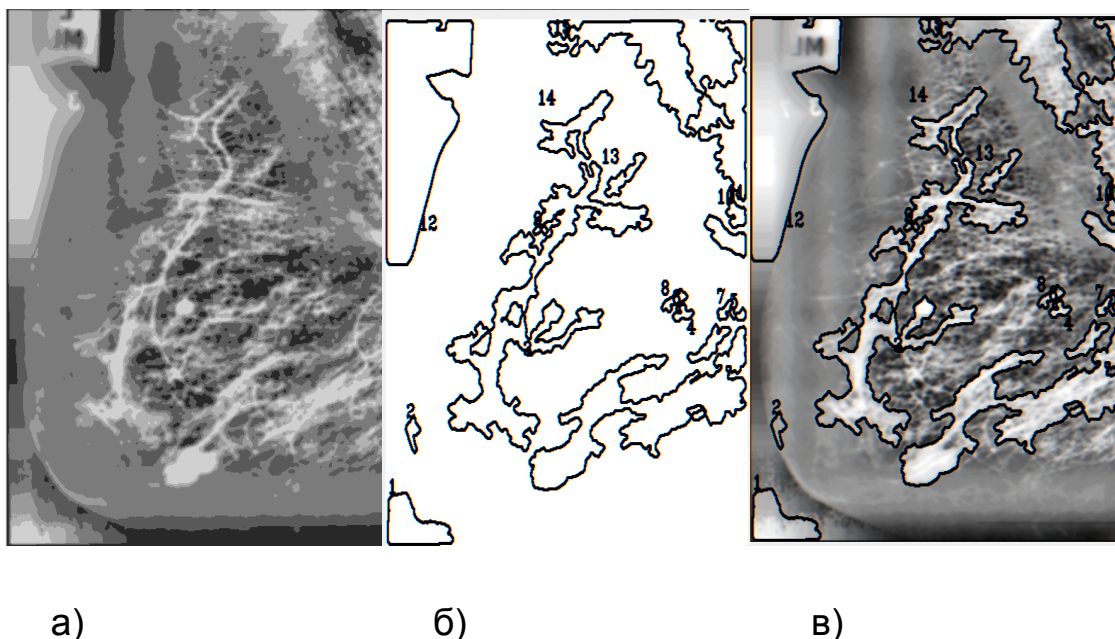


Рис. 3. а) Результат сегментации, б) Маркировка областей, в) Выделение контуров

Все найденные объекты нанесены на исходное изображение и пронумерованы. В таблицу занесены координаты площадных объектов. Предусмотрена возможность просмотра каждого найденного объекта в отдельности.

Алгоритм текстурной сегментации Fuzzy C-mean сильно зависит от выбранного количества кластеров, изменив которое, получаются уже совершенно другие результаты.

### **Заключение**

В результате тестирования было обработано 36 снимков: 18 исходных и 18 предварительно обработанных. Так же тестирование проводилось с использованием различного количества кластеров сегментации изображения. Удалось выделить площадные объекты на большинстве исходных изображений и на всех предварительно обработанных.

К достоинствам алгоритма нечетких C-средних можно отнести его гибкость и возможность работы непосредственно со значениями функций принадлежности. К недостаткам FCM следует отнести необходимость априорного задания числа кластеров  $s$ , что диктует необходимость проведения ряда экспериментов по сегментации анализируемого изображения при различных значениях  $s$ .

## Литература

1. С.С. Садыков, Е.А. Захарова, Ю.А. Буланова Методика выявления области кисты молочной железы на маммограмме // Алгоритмы, методы и системы обработки данных. 2012. № 22. С. 89-103.
2. Г.П. Корженкова Комплексная рентгено-сонографическая диагностика заболеваний молочной железы, 1-е издание – М.: ООО «Фирма СТРОМ», 2004 – 128 с., ил.
3. С.С. Садыков, Ю.А. Буланова, Е.А. Захарова, В.В. Каряев Автоматизация обнаружения новообразований на маммографических снимках. Труды международного симпозиума "Надежность и качество". 2012. Т. 2. С. 376-379.
4. R Sivakumar et al. An Improved Modified Tracking Algorithm Hybrid with Fuzzy C Means Clustering In Digital Mammograms, Int.J.Computer Technology & Applications, Vol 3 (2), pp. 729-733
5. S. Saheb Basha, Dr. K. Satya Prasad Automatic Detection of Breast Cancer Mass in Mammograms Using Morphological Operators and Fuzzy C-Means Clustering, Journal of Theoretical and Applied Information Technology, Vol. 5 No 6, June 2009, pp. 704 - 709
6. У.К. Прэйтт Цифровая обработка изображений. – М.: Мир, 1982. Т.1.-2. 792 с.

БУЛАНОВА Ю.А.  
E-MAIL: [YULIYABULANOVA@YANDEX.RU](mailto:YULIYABULANOVA@YANDEX.RU)

НАУЧНЫЙ РУКОВОДИТЕЛЬ:  
Д.Т.Н., ПРОФЕССОР САДЫКОВ С.С.

НАУЧНЫЙ КОНСУЛЬТАНТ:  
ЗАХАРОВА Е.А.