
ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ

УДК 004.932

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ЛОКАЛИЗАЦИИ ОБЛАСТИ РАКА МОЛОЧНОЙ ЖЕЛЕЗЫ НА МАММОГРАММАХ С ПРЕОБЛАДАНИЕМ ЖЕЛЕЗИСТОГО КОМПОНЕНТА

Буланова Юлия Анатольевна, аспирант, Владимирский государственный университет имени А.Г. и Н.Г. Столетовых, 602264, Российская Федерация, Владимирская область, г. Муром, ул. Орловская, 23, e-mail: yuliyabulanova@yandex.ru

При визуальной оценке маммограмм молодых женщин, у которых преобладает железистая ткань, врачу-рентгенологу сложно определить как доброкачественные, так и злокачественные опухоли. Причина в том, что на фоне аденоза рак молочной железы практически не выделяется. Поэтому актуальной задачей является использование информационных технологий для повышения достоверности выявления рака молочной железы, определения локализации опухолей. В данной статье описан разработанный автором совместно с врачом-рентгенологом НУЗ Отделенческой больницы на станции Муром ОАО «РЖД» алгоритм выделения области рака молочной железы на маммографическом снимке с преобладанием железистого компонента. Этот алгоритм включает в себя нескольких блоков, представленных в виде схемы. В статье проведено сравнение существующих алгоритмов и предложенного, показаны его особенности. Результаты проведенных экспериментальных исследований маммограмм при наличии аденоза показали целесообразность применения разработанного алгоритма для выделения области рака молочной железы на фоне мастопатии с преобладанием железистого компонента.

Ключевые слова: маммограмма, рак, железистый компонент, аденоз, предварительная обработка, гистограммные преобразования, текстурная сегментация, бинаризация, выделение области новообразования, выделение контуров

METHOD FOR DIAGNOSIS OF BREAST CANCER ON A MAMMOGRAM WITH A PREDOMINANCE OF GLANDULAR COMPONENT

Bulanova Yuliya A., post-graduate student, Vladimir State University named after Alexander and Nikolay Stoletovs, 23 Orlovskaya St., Murom, Vladimir region, 602264, Russian Federation, e-mail: yuliyabulanova@yandex.ru

Radiologist has difficulty in definition of benign and malignant tumors on the mammograms of younger women because they have dominated the glandular tissue. Breast cancer does not allocate against the background of adenosis. Therefore, an actual task is the using of information technologies for increase of reliability of the detection of a breast cancer and definition of localization of tumors. This article describes an algorithm detection of area of breast cancer on a mammogram with a predominance of glandular component, developed by the author together with the radiologist hospital at the station Murom of Russian Railways. This algorithm includes several blocks which is represented in the diagram. The article compared the existing algorithms and proposed by the author, showing its features. The results of experimental researches have shown expediency of using the developed algorithm to select the area of breast cancer on the background of mastopathy with a predominance of glandular component.

Keywords: mammogram, cancer, glandular component, adenosis, pretreatment, histogram transformation, texture segmentation, binarization, the selection of tumors, edge enhancement

Самое опасное заболевание XXI в. во всем мире – рак молочной железы (РМЖ) [5]. Поэтому весьма актуальна разработка методов повышения точности ранней диагностики РМЖ, в том числе на основе маммографических изображений. Целью описанной в статье работы было создание комплексного алгоритма обработки маммограмм в осложненных условиях (наличие мастопатии с преобладанием железистого компонента), позволяющего также визуализировать местоположение злокачественных новообразований, вычислить необходимые геометрические характеристики подозрительных областей для их последующей классификации, а также апробация комплексного алгоритма на реальных клинических изображениях.

Общая характеристика проблемы распознавания РМЖ по рентгеновским снимкам. В последние годы увеличилось число случаев рака молочной железы у молодых, нерожавших женщин. Выявить РМЖ, особенно на ранних стадиях, сложно, так как он не вызывает болезненных ощущений у женщин. Также велика вероятность пропуска данного заболевания при скрининге. Причиной пропуска обычно является наличие различных типов мастопатии в молочной железе. Аденоз молочной железы – это тип фиброзно-кистозной мастопатии с преобладанием железистого компонента. При этом в ткани железы отмечается гиперплазия (т.е. разрастание) ее долек. Рентгенологически тень железы с диффузной мастопатией с преобладанием железистого компонента интенсивна и неоднородна: железистая ткань состоит из множества мелких очагов уплотнения с нечеткими, неровными контурами диаметром не более 1,5 см [2]. Аденоз представляет интерес не только в связи со значительной частотой данной патологии, но и главным образом потому, что является фоном для развития рака молочной железы.

Существующие алгоритмы выделения областей РМЖ [7, 8] не позволяют правильно выделить зоны расположения злокачественных новообразований, так как не предназначены для обработки маммограмм при наличии аденоза.

На данном этапе исследований аналоговые маммограммы вначале визуально оценивались врачом-рентгенологом высшей категории НУЗ Отделенческой больницы на станции «Муром» ОАО «РЖД» в отношении наличия и локализации РМЖ.

Затем те же рентгенограммы оцифровывались и проходили последующую обработку с помощью созданной автором информационно-аналитической системы – одним из ее модулей является предложенный комплексный алгоритм диагностики/локализации области РМЖ.

После этого полученные двумя методами результаты сравнивались между собой.

Описанный комплексный алгоритм может быть использован и для цифровых маммографов – при условии отключения «внутренних» программных средств цифровой корректуры изображений.

Всего было подвергнуто обработке с использованием рассматриваемого в статье алгоритма 50 маммограмм, относящихся к 25 женщинам в возрасте от 35 до 45 лет, из них на 35 маммографических снимках была диагностирована мастопатия с преобладанием железистого компонента.

Алгоритм выделения области рака молочной железы на фоне аденоза. Предлагаемый алгоритм в общем виде отображен на рис. 1.

Маммографический кабинет НУЗ Отделенческой больницы на станции Муром ОАО «РЖД» оснащен аналоговым маммографом «Маммодиагност МД-РА» (Philips), с помощью которого и были получены маммограммы в виде рентгеновских снимков молочной железы на пленке с размером 18 x 24 см. При проведении маммографии использовалась пленка Kodak MIN-R 2000 со сверхпрозрачной подложкой голубого цвета (GF 0.19) и низкой зернистостью [1]. В сочетании с этой пленкой использовались флуоресцентные экраны KODAK MIN-R 2000 и KODAK MIN-R 2190. Это обеспечивало такие характеристики снимка: средний градиент 3.75 и оптическая плотность изображения более 4D.

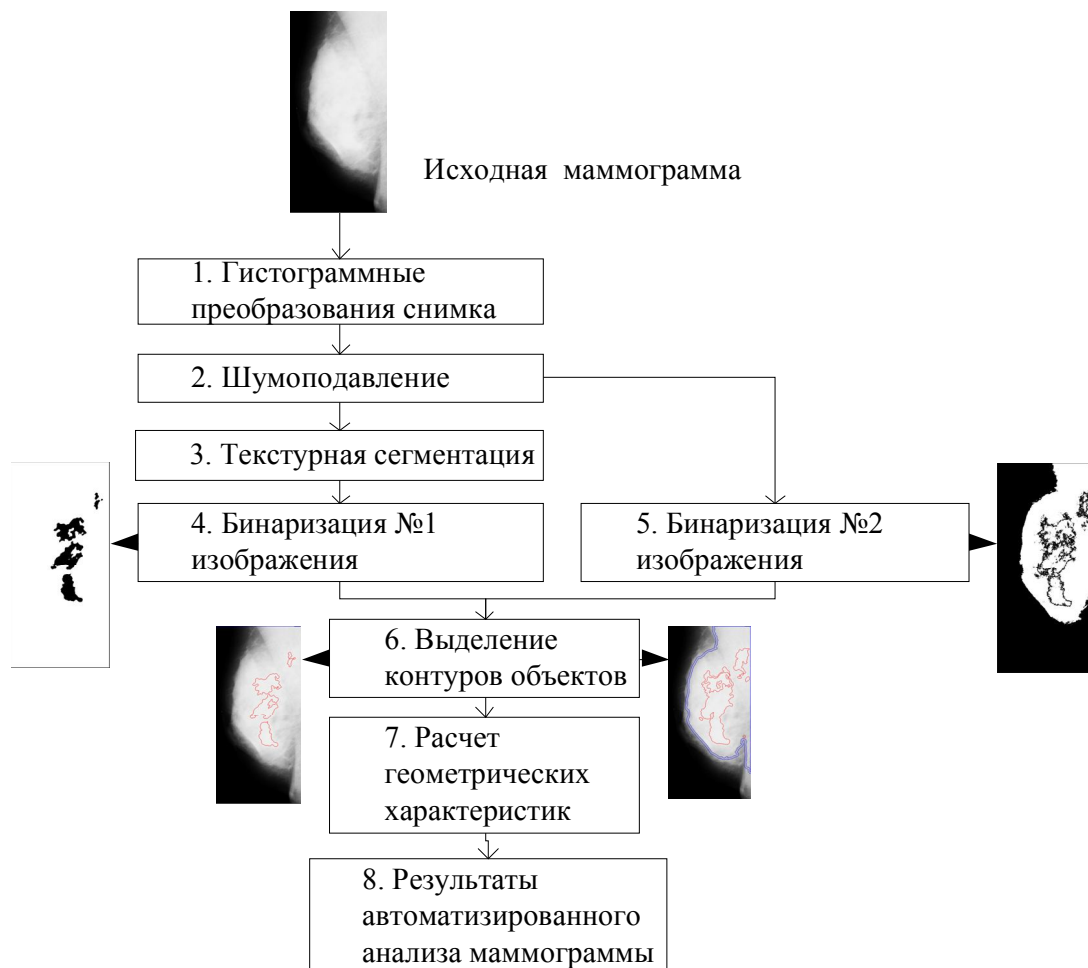


Рис. 1. Структурная схема разработанного алгоритма

Отметим два фактора, осложняющие анализ рентгенограмм молочной железы. 1. На аналоговую маммограмму накладываются: помехи от маммографа; белые пятна и вуаль от реагентов; могут появиться артефакты (пыль, грязь, отпечатки пальцев рук). Поэтому аналоговые маммограммы не всегда удовлетворяют требованиям, предъявляемым к качеству изображений с позиций их анализа. 2. Ранний РМЖ развивается под железистой тканью молочной железы и визуально по рентгенограмме его очень сложно выявить.

Поэтому целесообразна цифровая обработка маммограмм. Для оцифровки снимков использовался сканер Epson Perfection V750 Photo, который имеет следующие основные характеристики: оптическая плотность – 4D; разрешение – 6400x9600 dpi. [6].

После оцифровки исходная аналоговая маммограмма представляет собой полутоновое изображение $R(x,y)$, имеющее размер 6400x9600 пикселей. Градации яркости пикселей распределены в диапазоне $[0, 255]$.

Использование известных алгоритмов предварительной обработки, текстурной сегментации, выделения контуров на изображениях в стандартных вариантах не дает желаемых результатов, так как эти алгоритмы предназначены для решения общих задач цифровой обработки изображений и не учитывают необходимую специфику обработки маммограмм. По-

этому для решения задачи контрастирования маммографических снимков на базе алгоритмов из [10] и [11] автором был разработан специальный алгоритм изменения значений яркости и контраста точек маммограммы, позволяющий получить выходные (обработанные) снимки с лучшим качеством.

Далее рассмотрим разработанные нами частные алгоритмы обработки маммограмм, соответствующие отдельным этапам (блокам) рис. 1.

Алгоритм гистограммных преобразований изображений можно представить следующим образом:

$$k(x, y) = T * \frac{w[R(x, y)] - w[0]}{m * n} + (k_{\max} - k_{\min}) * \frac{R(x, y) - R_{cp}}{R_{cp} - R_{\min}}, \quad (1)$$

где $k(x, y)$ – яркость точки с координатами (x, y) выходного изображения; k_{\max} , k_{\min} – требуемое максимальное и минимальное значения яркости пикселей выходного изображения соответственно; $T = 1,5$ – коэффициент, подобранный экспериментально; $R(x, y)$ – текущее значение яркости точки с координатами (x, y) исходного снимка; R_{\max} , R_{\min} , R_{cp} – максимальное, минимальное и среднее значения яркостей точек исходной маммограммы соответственно.

$$w[e] = \sum_{p=0}^{255} \frac{h[p]}{m * n} \forall e \in [0, 255], \quad (2)$$

где e – значение градации яркости точки выходного снимка ($e \in [0, 255]$); p – значение градации яркости точки исходного снимка ($p \in [0, 255]$); H – область распределения элементов гистограммы исходного изображения; $h[p]$ – значение элемента гистограммы исходного снимка при яркости p ($h[p] \in H$); W – область изменения элементов гистограммы выходного изображения $k(x, y)$; $w[e]$ – значение элемента гистограммы выходного изображения при яркости e ($w[e] \in W$), $w[0] = w[R(x, y)=0]$ – значение элемента гистограммы обработанного изображения при яркости точки, равной 0; $m * n$ – размер изображения.

Данное преобразование маммографического снимка вызывает некоторое зашумление, поэтому к нему применяется сигма-фильтрация с помощью маски 3*3 [3]:

$$f(x, y) = M[k(x, y)], \quad (3)$$

где $f(x, y)$ – яркость точки с координатами (x, y) выходного изображения; M – оператор сигма-фильтрации.

Следующим шагом является текстурная сегментация обработанного снимка. Проведенные вычислительные эксперименты показали, что для данного типа маммограмм подходит алгоритм из [4]:

$$s(x, y) = S[f(x, y)], \quad (4)$$

где $s(x, y)$ – яркость точки с координатами (x, y) выходного изображения; S – оператор текстурной сегментации.

После выполнения блока № 3 текстурная карта снимка (специальное изображение, полученное после текстурной сегментации, отвечающее за различные параметры текстуры) подвергается бинаризации блок № 4 (рис. 1). Основной алгоритм бинаризации выглядит следующим образом:

$$b(x, y) = \begin{cases} 1 & \text{если } s(x, y) \geq D \\ 0 & \end{cases}, \quad (5)$$

где $b(x, y)$ – яркость точки с координатами (x, y) выходного изображения; D – пороговое значение, которое равно максимальному значению яркости точек на изображении $s(x, y)$,

$$D = \max_{i \in [0, 255], j \in [0, 255]} s(i, j). \quad (6)$$

Выделение контуров осуществляется с помощью частного алгоритма из [11].

$$n(x, y) = L[b(x, y)], \quad (7)$$

где $\mathbf{n}(x, y)$ – яркость точки с координатами (x, y) выходного изображения; L – оператор выделения контуров.

Выделение области РМЖ можно осуществить и без использования текстурной сегментации, альтернативным методом бинаризации (блок № 5 по рис. 1) обработанного снимка после применения шумоподавляющего фильтра. Для этой цели может быть использован разработанный автором метод, соответствующий формуле:

$$c(x, y) = G * f(x, y)^5 - b[0], \quad (8)$$

где $\mathbf{c}(x, y)$ – яркость точки с координатами (x, y) бинаризованного изображения; $G = 0.01$ – коэффициент, подобранный экспериментально; $\mathbf{f}(x, y)$ – текущее (до бинаризации) значение яркости точки снимка; \mathbf{B} – область изменения элементов гистограммы выходного изображения $f(x, y)$; $b[i]$ – значение элемента гистограммы выходного изображения при яркости i ($b[i] \in B$), $b[0] = b(f(x, y) = 0)$ – вычисленная по формуле (5).

Следующим этапом работы комплексного алгоритма является вычисление геометрических характеристик для выделенной области:

- площади области с РМЖ в виде числа точек в этой области (S_k);
- периметра области P , приближенно равного количеству точек контура области, соответствующего изображению предполагаемой опухоли на снимке;
- коэффициента формы:

$$K_{\phi} = P^2 / S_k. \quad (9)$$

Полученные характеристики необходимы для анализа динамики развития выявленной опухоли, а также их использования в дальнейшем в подсистеме распознавания новообразований.

Последним этапом работы модуля анализа изображений информационной системы является выполнение блока № 8, т.е. формирование заключения по проведенному автоматизированному анализу маммограммы. Оно включает в себя текстовый документ с изображениями, полученными на каждом этапе работы алгоритма и геометрическими характеристиками найденного новообразования. Этот документ необходим на данном этапе работы только врачу-рентгенологу.

Экспериментальное исследование эффективности комплексного алгоритма. Для подтверждения применимости предложенного комплексного алгоритма диагностики области РМЖ на маммограмме с преобладанием железистого компонента, а также сравнения качества его работы с известными алгоритмами обработки изображений была проведена серия экспериментов на 50 маммографических снимках, соответствовавших разным молочным железам 25 женщин в возрастной группе от 35 до 45 лет. Для 30 из них был гистологически подтвержден РМЖ; 5 – содержали другие новообразования, остальные 15 – соответствовали норме, т.е. на них не было выявлено никаких новообразований.

Пусть имеется два исходных маммографических снимка, показанных на рис. 2. На обоих изображениях диагностирован РМЖ, диагноз подтвержден гистологически. Для каждого снимка рассчитаны основные характеристики: минимальное (k_{\min}), максимальное (k_{\max}) и среднее (k_{sr}) значения яркостей точек, среднеквадратическое отклонение σ (СКО), энтропия (H) [3, 9].

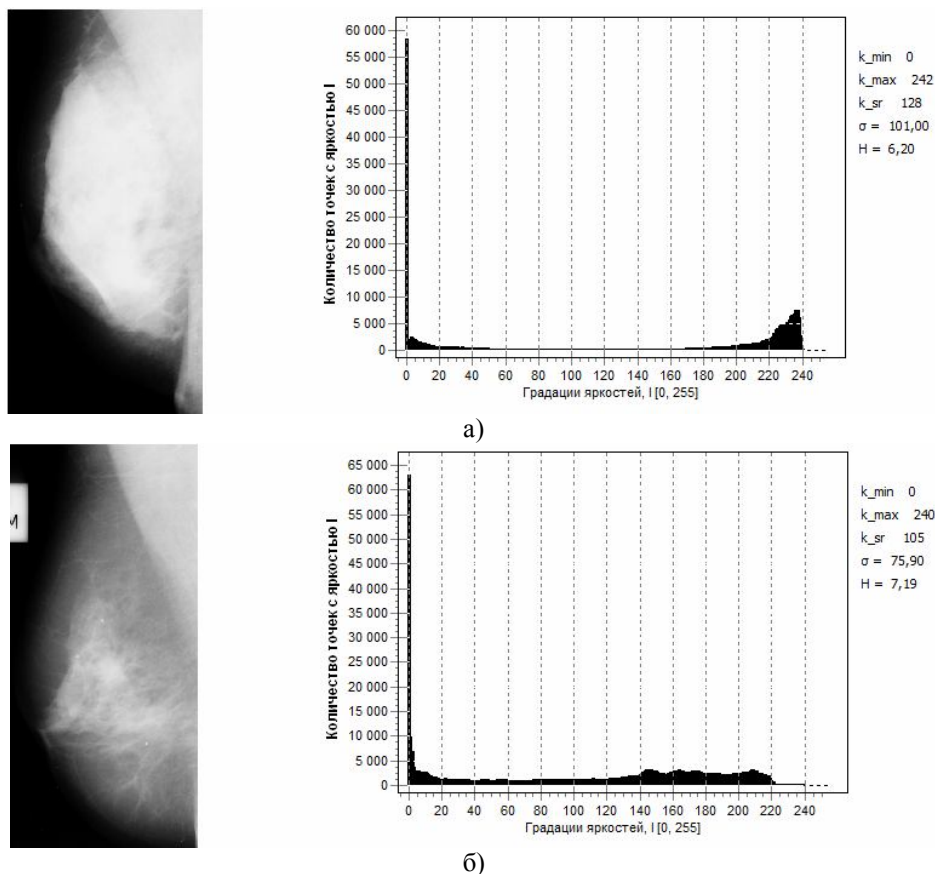


Рис. 2. Исходные маммограммы и их гистограммы

При визуальной оценке данных двух маммограмм врач-рентгенолог сделал следующее заключение.

1. На рис. 2(а) на фоне преобладания железистого компонента (повышенной плотности молочной железы) в задних отделах, интимно прилежащих к большой грудной мышце, визуализируется микрокальцинат – отложение кальция в тканях молочной железы. Очаговое образование не определяется.

2. На рис. 2(б) отображена молочная железа смешанного строения, в наружных квадрантах преобладает железистый компонент. Единичные микрокальцинаты неправильной формы расположены диффузно. На фоне железистой структуры в верхнем квадранте определяется плотное неправильной формы с нечеткими контурами образование с микрокальцинатами в центре. Данная картина характерна для РМЖ.

Теперь опишем использование рассматриваемых в статье алгоритмов. Проведем предварительную обработку исходных маммограмм. Сначала применим известные алгоритмы гистограммных преобразований, позволяющие получить выходное изображение с линейным, экспоненциальным распределениями и распределением Рэлля [10, 11]. Результаты такой обработки показаны на рис. 3.

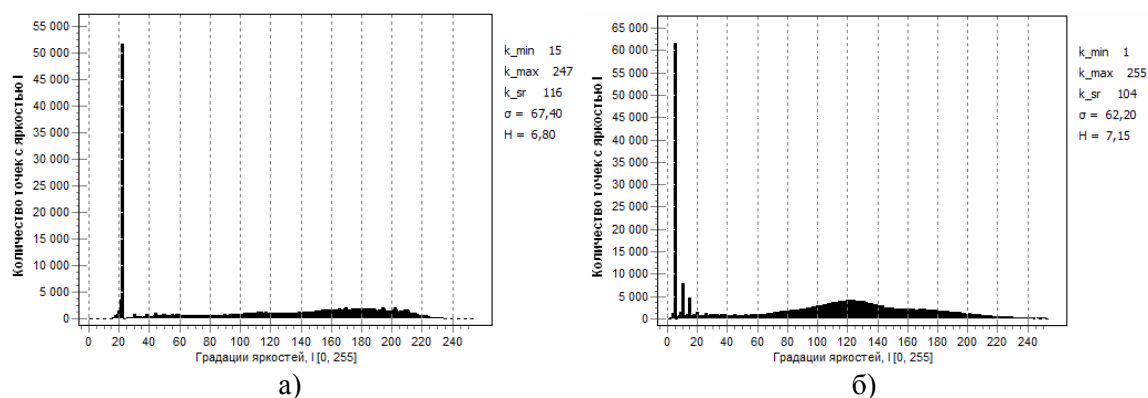
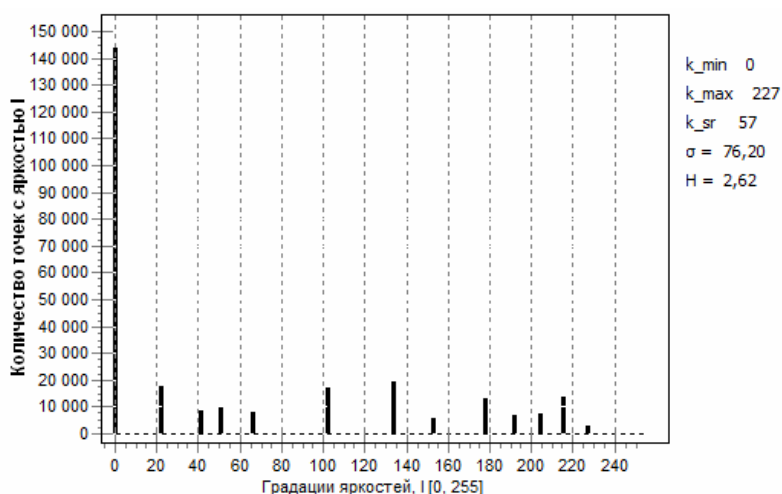
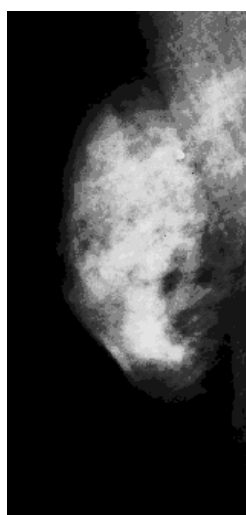
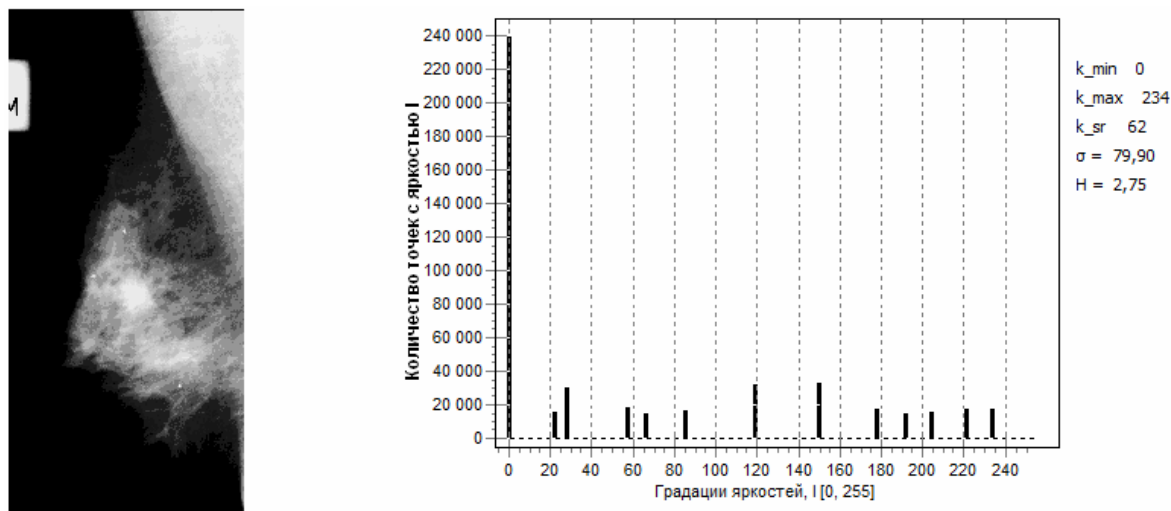


Рис. 3. Гистограммы изображений рис. 2 (а, б), выходные изображения имеют экспоненциальное распределение гистограмм

Как видно из гистограмм, представленных на рис. 3, исходные изображения практически не изменились: диапазон распределения яркостей остался таким же, не изменились и средние яркости. Значение энтропии увеличилось в обоих случаях, следовательно, увеличилась неопределённость распределения градаций серого цвета, что приводит к снижению качества изображений. Значение СКО в обоих случаях уменьшилось, однако изменение только одного критерия не привело к требуемому увеличению качества снимков. На рис. 4 показаны результаты обработки исходных маммограмм с помощью предлагаемых гистограммных преобразований (формула (1)), соответствующих блоку № 1 по рис. 1. Видно, что при обработке снимков, представленных на рис. 2(а) и 2(б) предложенным методом контрастирования, образования визуализируются лучше – ввиду большего различия плотностей новообразования и окружающих его тканей.



а) с использованием предложенного алгоритма преобразования гистограмм для рис. 2(а)



б) с использованием предложенного алгоритма преобразования гистограмм для рис. 2(б)

Рис. 4. Результаты обработки снимков, соответствующие блоку № 1 по рис. 1

Для сравнения характеристик, полученных при обработке исходных маммограмм известными алгоритмами (на выходе которых получается линейное, экспоненциальное распределения и распределение Рэля) и предложенного алгоритма гистограммных преобразований, все результаты были сведены в таблицу.

Таблица

Сравнение характеристик обработанных изображений

		k_min	k_max	k_cp	σ	H
Снимок 1 (рис. 2 (а))	Исходное изображение	0	242	128	101	6,2
	Гистограммные преобразования	0	227	57	76,2	2,62
	Линейное распределение	4	252	123	84,5	6,84
	Экспоненциальное распределение	3	251	117	82,7	6,87
	Распределение Рэля	15	247	116	67,4	6,8
Снимок 2 (рис. 2 (б))	Исходное изображение	0	240	105	75,9	7,19
	Гистограммные преобразования	0	234	62	79,9	2,75
	Линейное распределение	1	255	111	64,2	7,15
	Экспоненциальное распределение	1	255	104,95	62,2	7,15
	Распределение Рэля	9	255	107	50,6	6,92

Из приведенных в таблице значений видно, что предложенный алгоритм гистограммных преобразований значительно улучшает исходное изображение, так как существенно уменьшает значение энтропии обоих исходных изображений.

Последовательно выполним блоки № 3, 4, 6, представленные на рис. 1. Результат последовательной обработки изображения по этим частным алгоритмам можно видеть на рис. 5.

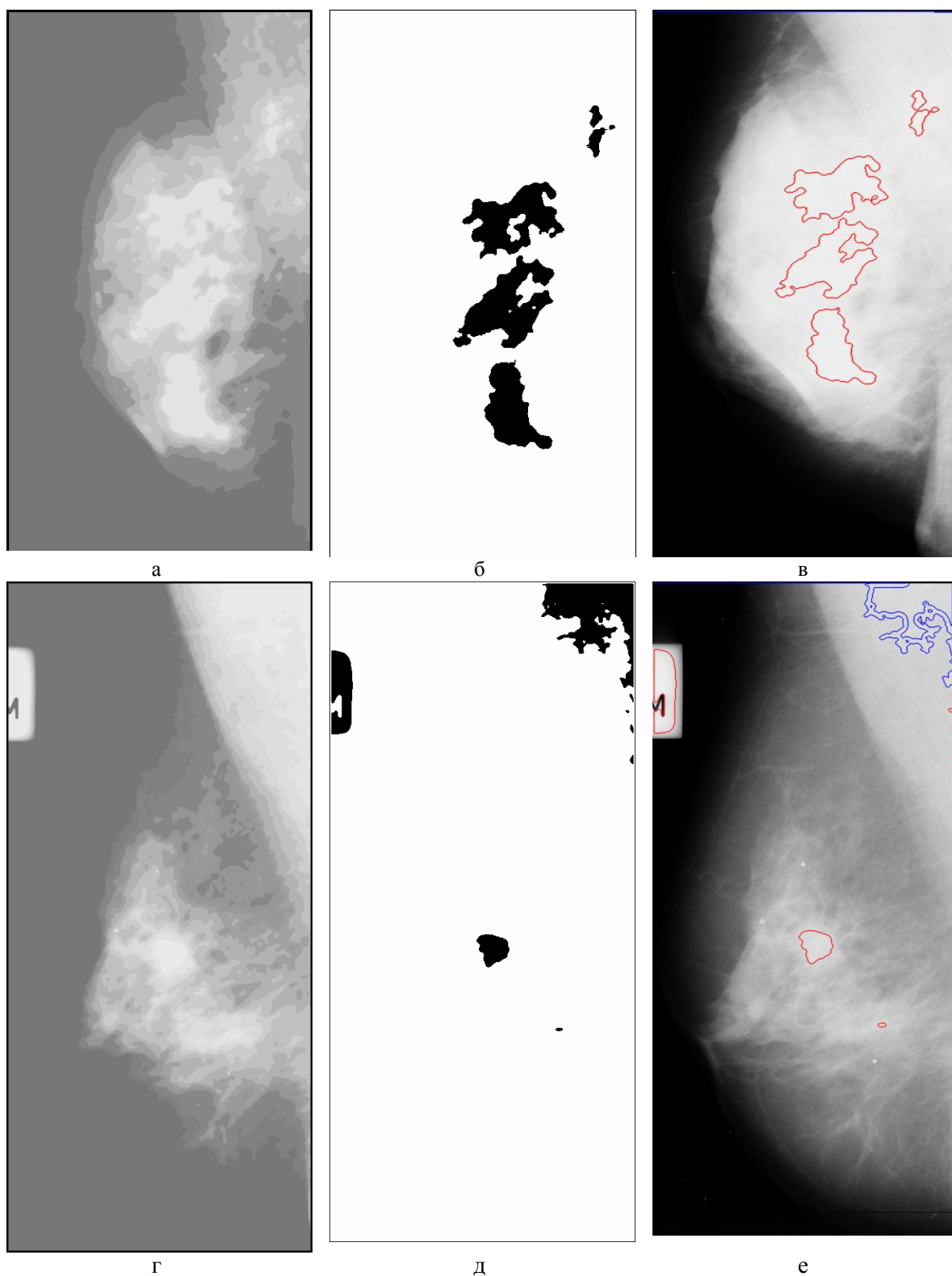


Рис. 5. Результат выделения области новообразования:
а, г – текстурная сегментация; б, д – бинаризация; в, е – выделение контуров

Для уточнения контуров РМЖ применим альтернативный алгоритм бинаризации (блок № 5 рис. 1): для обработанных снимков (рис. 4 (б, г)). Для этого используем формулу (8), а затем применим алгоритм оконтуривания областей из [11]. Результат работы указанной последовательности алгоритмов виден на рис. 6.

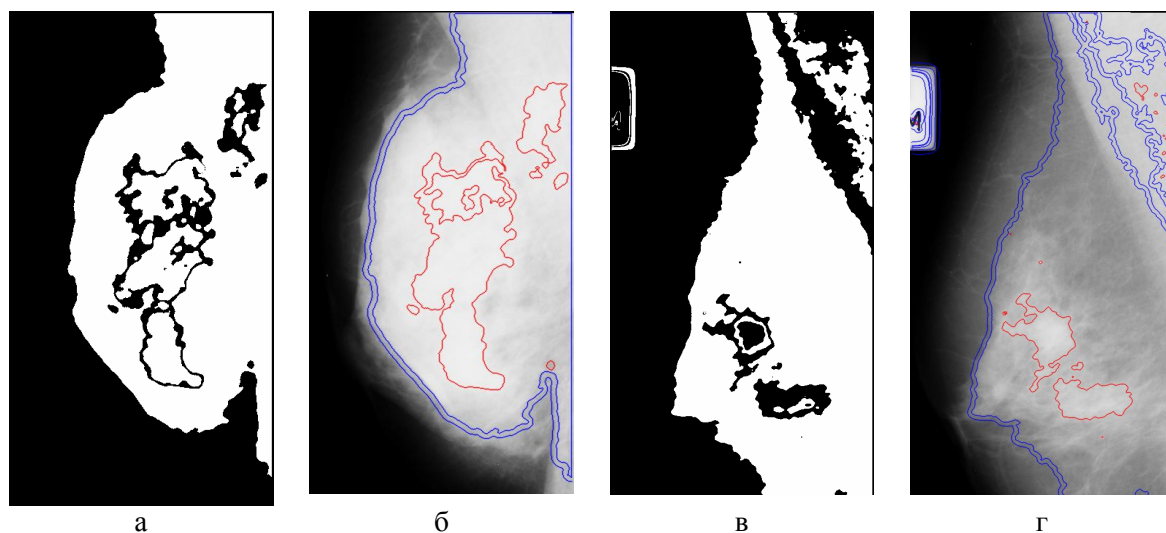


Рис. 6. Последовательность оконтуривания областей РМЖ:
а, в – бинаризация рис. 4 (б, г); б, г – выделение контуров бинаризованных рисунков

При обработке маммограмм с преобладанием железистого компонента с помощью разработанного автором комплексного алгоритма (рис. 1) были выделены области со злокачественными новообразованиями в 80 % случаев (28 маммограмм), в остальных случаях (7 маммограмм) области новообразования нечетко были отделены от окружающих тканей. На 15 маммограммах, соответствующих «нормальным» (здоровым) молочным железам, ложноположительных результатов выявления опухолей получено не было.

По отношению к результатам диагностики, выполненной врачом-рентгенологом высшей категории, для комплексного алгоритма «пропуск» случаев РМЖ составил 3 %, а «ложная диагностика» РМЖ наблюдалась в 1 % случаев.

С помощью комплексного алгоритма (рис. 1) удавалось выделять области злокачественных новообразований размерами от 7 мм и выше. Это существенно повышает вероятность выявления РМЖ на фоне мастопатии с преобладанием железистого компонента даже при выполнении скрининговой маммографии.

Заключение.

1. Разработан комплексный алгоритм обработки маммограмм с аденозом, включающий в себя ряд частных алгоритмов (гистограммных преобразований, сигма-фильтрации, текстурной сегментации, бинаризации и выделения контуров). Он удовлетворяет требованиям врачей-рентгенологов в отношении цифровой обработки маммографических снимков. Конечный результат работы комплексного алгоритма является предметом дальнейшего анализа со стороны врачей.

2. По результатам анализа реальных маммограмм были определены следующие уровни вероятностей:

- правильного выявления областей РМЖ для случаев, когда наличие опухолей подтверждено гистологическими исследованиями – 80–90 %;
- пропуска новообразований, диагностированных врачом-рентгенологом, – 3 %;
- ложноположительных выявлений РМЖ – 3 %.

Список литературы

1. Горелик Ф. Г. Рентгенолаборант в маммографическом кабинете / Ф. Г. Горелик // Радиология – практика. – 2007. – № 2. – С. 64–70.
2. Корженкова Г. П. Комплексная рентгено-сонографическая диагностика заболеваний молочной железы / Г. П. Корженкова. – 1-е изд. – Москва : ООО «Фирма СТРОМ», 2004. – 128 с.
3. Прэтт У. Цифровая обработка изображений : пер. с англ. / У. Прэтт. – Москва : Мир, 1982. – Кн. 1. – 312 с. ; кн. 2. – 493 с.
4. Садыков С. С. Алгоритм текстурной сегментации для выявления областей кисты на маммограммах / С. С. Садыков, Ю. А. Буланова, А. Г. Романов // Алгоритмы, методы и системы обработки данных. – 2013. – № 19. – С. 50–55.
5. Садыков С. С. Исследование маркерного водораздела для выделения области рака молочной железы / С. С. Садыков, Ю. А. Буланова, Е. А. Захарова, В. С. Яшков // Алгоритмы, методы и системы обработки данных. – 2013. – № 23. – С. 56–64.
6. Щербаков С. На стыке двух эпох: Планшетный сканер Epson Perfection V750 Pro / С. Щербаков // Foto&Video. – 2006. – № 7. – С. 60–65.
7. Basim Alhadidi. Mammogram Breast Cancer Image Detection Using Image Processing Function / Basim Alhadidi et al. // Information Technology Journal. – 2007. – № 6 (2). – P. 217–221.
8. Belal K. Elfarra. Mammogram Computer Aided Diagnosis / Belal K. Elfarra, Ibrahim S. I. Abuhaiba // International Journal of Signal Processing, Image Processing and Pattern Recognition. – 2012. – December. – Vol. 5, № 4. – P. 1–30.
9. Dash L. Adaptive contrast enhancement and de-enhancement / L. Dash, B. N. Chatterji // Pattern Recognition. – 1992. – Vol. 24, № 4. – P. 289–302.
10. Ravi Sankar P. Parallel Architecture for Implementation of Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization / Ravi Sankar P., Srinivasa Rao B. K. N. // International Journal of Advanced Engineering Sciences and Technologies (IJAEST). – Vol. 10, issue 1. – P. 047–051.
11. Rajesh kumar Rai. Underwater Image Segmentation using CLAHE Enhancement and Thresholding / Rajesh kumar Rai, Puran Gour, Balvant Singh // International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering. – 2012. – January. – Vol. 2, issue 1. – P. 118–123.

References

1. Gorelik F. G. Rentgenolaborant v mammograficheskom kabinete [Radiographer in mammography cabinet]. *Radiologiya – praktika* [Radiology – practice], 2007, vol. 2, pp. 64–70.
2. Korzhenkova G. P. *Kompleksnaya rentgeno-sonograficheskaya diagnostika zabolevaniy molochnoy zhelezy* [Integrated X-ray sonographic diagnosis of mammary diseases]. Moscow, 2004. 128 p.
3. Prett U. *Tsifrovaya obrabotka izobrazheniy* [Digital image processing]. Moscow, World, 1982. Book 1. 312 p.; book 2. 493 p.
4. Sadykov S. S., Bulanova Yu. A., Romanov A. G. Algoritm teksturnoy segmentatsii dlya vyyavleniya oblastey kisty na mammogrammakh [Texture segmentation algorithm to identify areas of cysts on mammograms]. *Algoritmy, metody i sistemy obrabotki dannykh* [Algorithms, methods and data processing systems], 2013, no. 19, pp. 50–55.
5. Sadykov S. S., Bulanova Yu. A., Zakharova Ye. A., Yashkov V. S. Issledovanie markernogo vodorazdela dlya vydeleniya oblasti raka molochnoy zhelezy [Investigation of the watershed to highlight the area of breast cancer]. *Algoritmy, metody i sistemy obrabotki dannykh* [Algorithms, methods and data processing systems], 2013, no. 23, pp. 56–64.
6. Shcherbakov S. Na styke dvukh epokh: Planshetnyy skaner Epson Perfection V750 Pro [At the turn of two centuries: Pad scanner Epson Perfection V750 Pro]. *Foto&Video* [Foto&Video], 2006, no. 7, pp. 60–65.
7. Basim Alhadidi et al. Mammogram Breast Cancer Image Detection Using Image Processing Function. *Information Technology Journal*, 2007, no. 6 (2), pp. 217–221.
8. Belal K. Elfarra, Ibrahim S. I. Abuhaiba. Mammogram Computer Aided Diagnosis. *International Journal of Signal Processing, Image Processing and Pattern Recognition*, 2012, December, vol. 5, no. 4, pp. 1–30.
9. Dash L., Chatterji B. N. Adaptive contrast enhancement and de-enhancement. *Pattern Recognition*, 1992, vol. 24, no. 4, pp. 289–302.

10. Ravi Sankar P., Srinivasa Rao B. K. N. Parallel Architecture for Implementation of Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization. *International Journal of Advanced Engineering Sciences and Technologies (IJAEST)*, vol. 10, issue 1, pp. 047–051.

11. Rajesh kumar Rai, Puran Gour, Balvant Singh. Underwater Image Segmentation using CLAHE Enhancement and Thresholding. *International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering*, 2012, January, vol. 2, issue 1, pp. 118–123.

УДК 004.91

НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ СОЗДАНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ ДЛЯ СБОРА И ХРАНЕНИЯ НАУЧНОЙ И НАУКОМЕТРИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ¹

Умаров Адам Сейлымович, студент, Астраханский государственный университет, 414056, Российская Федерация, г. Астрахань, ул. Татищева, 20а, e-mail: mathmod@bk.ru

Попова Наталья Валерьевна, магистрант, Астраханский государственный университет, 414056, Российская Федерация, г. Астрахань, ул. Татищева, 20а, e-mail: mathmod@bk.ru

Золотухина Виктория Андреевна, кандидат технических наук, доцент, Астраханский государственный университет, 414056, Российская Федерация, г. Астрахань, ул. Татищева, 20а, e-mail: mathmod@bk.ru

Статья посвящена вопросам обеспечения эффективности использования информационных систем, позволяющих производить сбор, представление и анализ информации о результатах научной деятельности. Такими системами являются научные сети, системы для создания и информационной поддержки персональных страниц ученых в Интернете, Current Research Information Systems (CRIS). В работе описаны основные принципы, которые используются в концепциях систем рассматриваемого класса, анализируются причины, приводящие к нарушению концепций и появлению ряда эксплуатационных недостатков (повторный ввод данных о результате научной деятельности и появление дубликатов, неопределенность информации об авторе в описании результата научной деятельности, сложность классификации публикаций по принадлежности к базам цитирований). С учетом особенностей ручного ввода данных о результатах научной деятельности, реальных представления результатов научной деятельности в информационном пространстве и пр. в статье предлагаются способы решения возникающих проблем.

Ключевые слова: научная сеть, Research 2.0, Science 2.0, CRIS, нечеткий поиск, базы данных, научная деятельность

SOME ASPECTS OF THE DEVELOPMENT OF INFORMATION SYSTEMS FOR THE COLLECTION AND STORAGE OF SCIENTIFIC AND SCIENTOMETRIC INFORMATION

Umarov Adam S., student, Astrakhan State University, 20a Tatishchev St., Astrakhan, 414056, Russian Federation, e-mail: mathmod@bk.ru

Popova Natalya V., undergraduate student, Astrakhan State University, 20a Tatishchev St., Astrakhan, 414056, Russian Federation, e-mail: mathmod@bk.ru

¹ Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 12-07-31145 мол а («Разработка логико-концептуальной модели информационной системы для обмена информацией внутри научного интернет-сообщества») и РГНФ в рамках проекта № 12-03-12000 («Разработка системы сбора, структурирования, анализа и представления научной и наукометрической информации на уровне научной организации (подразделения)»).