

О. А. Николук – студент кафедры электронных и телевизионных систем

Н. А. Обухова (д-р техн. наук, проф.) – научный руководитель

ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ИЗОБРАЖЕНИЙ В ТЕЛЕВИЗИОННЫХ СИСТЕМАХ РАННЕЙ ДИАГНОСТИКИ ОНКОЛОГИЧЕСКИХ ЗАБОЛЕВАНИЙ

Смертность от рака шейки матки на сегодняшний день остается достаточно высокой, особенно в развивающихся странах, где проведение планового осмотра является довольно дорогой процедурой. По этой причине задача создания консультативных систем, способных сделать обследование более дешевым и качественным, является очень актуальной. Наличие на шейке жидкости приводит к образованию бликов в процессе получения изображения. Присутствие бликов на изображении может замаскировать патологические области, в некоторых случаях блики могут быть ошибочно приняты за ацетобелые области. Они вмешиваются в алгоритмы обработки, приводя к неправильной сегментации и классификации. Блики являются серьезным препятствием на пути осуществления автоматического анализа, поэтому необходимо проводить предобработку изображений с целью выявления бликов и удаления их из дальнейшей обработки.

Был предложен метод обнаружения бликов на изображениях шейки матки, использующий информацию об оценке яркости цвета, оценке насыщенности цвета и градиенте яркости.

Отражения всегда имеют очень высокую яркость и низкую насыщенность цвета. Это наблюдение позволяет определить начальные области интереса. Для определения оценки яркости и оценки насыщенности цвета использовалась цветовая система RGB. Оценка яркости и оценка насыщенности ищут следующим образом:

$$\hat{L} = \frac{R + G + B}{3};$$

$$\hat{S} = 1 - \frac{\min(R, G, B)}{\hat{L}},$$

где \hat{L} – оценка яркости пиксела; R, G, B – значение красного, зеленого и синего цвета пиксела соответственно; \hat{S} – оценка насыщенности цвета пиксела.

Для выделения области кандидата необходимо произвести пороговую обработку.

$$\hat{L} > \text{porog1} \times \hat{L}_{\max};$$

$$\hat{S} < \text{porog2} \times \hat{S}_{\max},$$

где \hat{L}_{\max} и \hat{S}_{\max} – максимальное значение оценки яркости цвета и максимальное значение оценки насыщенности цвета пиксела; **porog1** – пороговое значение для оценки яркости цвета пиксела; **porog2** – пороговое значение для оценки насыщенности цвета пиксела (**porog2**=0,6 [1]).

Все пиксели, оценка яркости и оценка насыщенности которых удовлетворяет данному условию, помечаются как блики.

Основная проблема операции порогового преобразования заключается в выборе надлежащего значения порога. В [1] значение порога было подобрано вручную, исходя из анализа имеющихся изображений. Для обеспечения обработки изображений в автоматическом режиме предложена процедура формирования адаптивного порога.

Для определения порога был использован метод Отсу [2]. С помощью данного метода вычисляется значение порога: **porog1** = $f(t)$, где t – переменная величина, минимизирующая среднюю ошибку сегментации, т.е. среднюю ошибку от принятия решения о принадлежности пикселей изображения области блика или ткани.

После процесса пороговой обработки были получены области кандидата. Блики связаны с высоким градиентом яркости на границе. Уточнение области кандидата осуществляется при помощи выбора пикселей только вблизи высоких градиентов яркости:

$$|\nabla G| = \sqrt{\left(\frac{\partial \hat{L}}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial \hat{L}}{\partial y}\right)^2} > k,$$

где $k=0,15$ [1].

Ниже представлена структурная схема алгоритма выделения бликов на изображении.

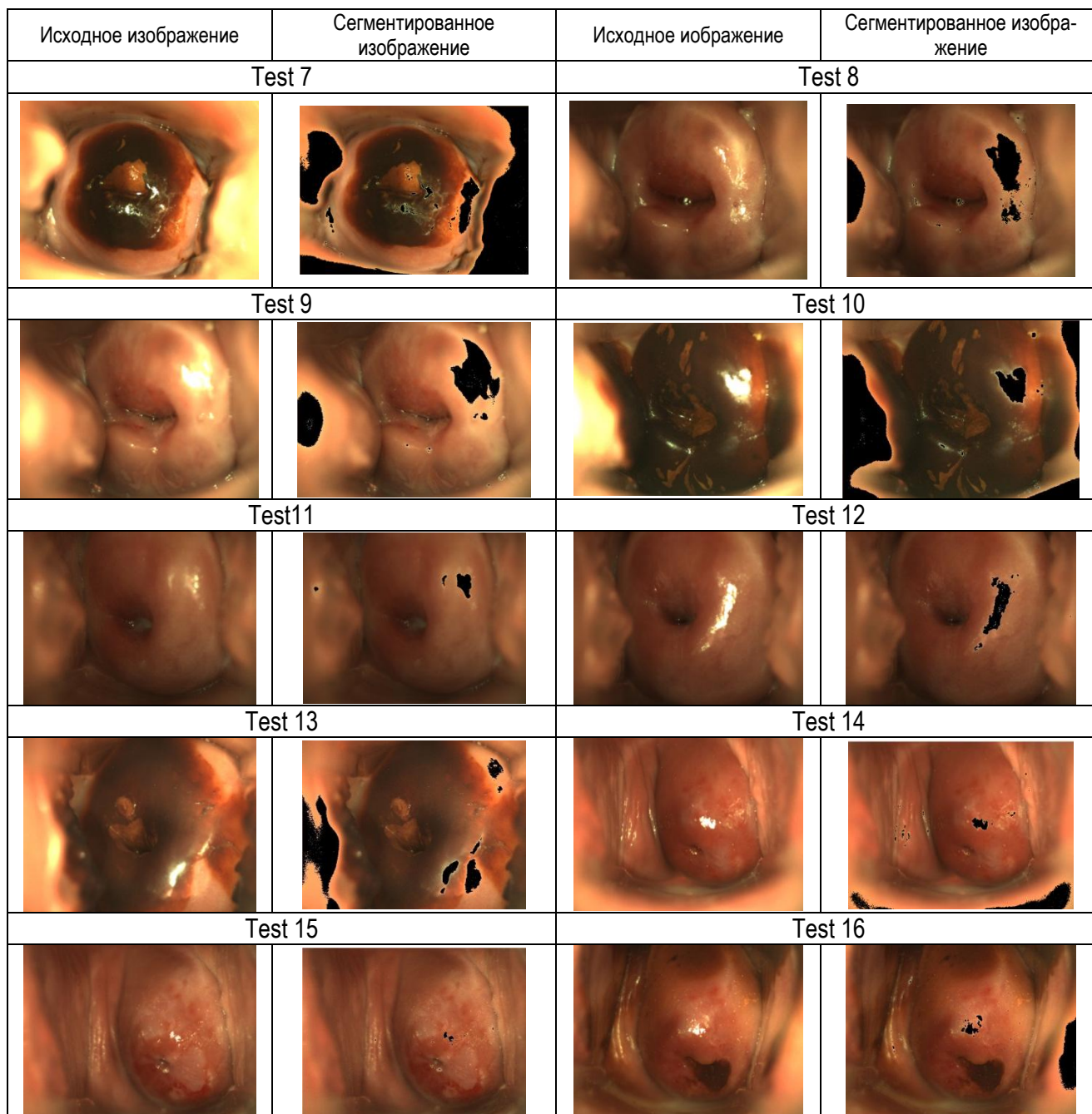


Структурная схема алгоритма выделения бликов

В ходе исследования было проведено моделирование данного алгоритма. Разработка велась в операционной системе Windows 7 EnterpriseSP1, язык программирования – Delphi. Полученные результаты представлены в таблице 1. Слева располагается исходное изображение, справа – изображение после обработки. На сегментированном изображении области бликов помечены черным цветом. Апробация алгоритма проводилась на 16 различных изображениях: до применения растворов, после применения уксуса и Люголя.

Таблица 1

Исходное изображение	Сегментированное изображение	Исходное изображение	Сегментированное изображение
Test 1		Test 2	
Test 3		Test 4	
Test 5		Test 6	



Эффективность сегментации была определена при помощи критерия:

$$Er = \frac{|S_{эт} - S_m|}{S_{эт}},$$

где Er – ошибка сегментации, $S_{эт}$ и S_m – площадь бликов на изображении и выделенная площадь бликов соответственно.

В таблице 2 приведены результаты моделирования.

Таблица 2

№ изображения	Sэт, pxl	Sм, pxl	Er, %
test 1	5214	4514	15,66
test 2	33591	23742	29,32
test 3	1720	1409	18,08
test 4	1515	1281	15,45
test 5	1575	1284	18,48
test 6	11114	7731	30,44

№ изображения	Sэт, pxl	Sm, pxl	Er, %
test 7	8993	6678	25,74
test 8	18834	16032	14,88
test 9	29593	18705	36,79
test 10	10409	7347	29,42
test 11	2848	3003	21,96
test 12	9646	7204	25,32
test 13	11475	8462	26,26
test 14	1966	1487	24,36
test 15	784	590	24,74
test 16	1916	1621	15,4

Как видно из табл.2. максимальное значение ошибки составляет 36,79%, минимальное значением - 14,88%. Среднее значение ошибки сегментации составило 23,27%. Такой уровень ошибки обеспечивает корректную работу алгоритмов дальнейшего анализа, поэтому предложенный метод может быть использован в методах предварительного анализа изображений в телевизионных системах ранней диагностики онкологических заболеваний.

Библиографический список

1. Zimmerman-Moreno G., Greenspan H. Automatic Detection of Specular Reflections in Uterine Cervix Images// SPIE Medical Imaging Symposium. 2006.
2. Otsu N.A. Threshold Selection Method from Gray-Level Histograms// IEEE Transaction on Systems, Man and Cybernetics, SMC-9(1), 62-66, 1979.