

РАЗРАБОТКА И СРАВНЕНИЕ МЕТОДОВ СЕГМЕНТАЦИИ ДЛЯ ВЫЯВЛЕНИЯ ОБЪЕКТОВ НА ЦИФРОВЫХ ИЗОБРАЖЕНИЯХ КОЖИ

К. М. ПАРАСКЕВОПУЛО

*ФГБОУ ВО «Красноярский государственный медицинский университет
им. проф. В.Ф. Войно-Ясенецкого» Минздрава России, ул. Партизана
Железняка, д.1, г. Красноярск, Красноярский край, 660022, Россия*

В настоящее время в диагностике ЗНО кожи количество врачебных ошибок варьирует от 18 до 81% и даже при проведении гистологических исследований может быть установлено от 20 до 30% ошибочных диагнозов, что приводит к неправильному ведению, а также к позднему началу лечения пациентов.

С учетом такой статистики, создание интеллектуальной информационной системы для распознавания ЗНО на цифровых изображениях кожи, как системы поддержки принятия решений медицинскими работниками, для ранней диагностики заболевания, а также снижения вероятности постановки неправильного диагноза, является крайне актуальной задачей.

Для решения данной задачи в первую очередь необходимо разработать алгоритм, который позволит выделить изучаемый объект на цифровом изображении кожи и исключить участки, не имеющие ценность в дальнейшем анализе.

Цель исследования: разработка и сравнение алгоритмов сегментации цифровых дерматоскопических изображений кожи.

Материалы и методы исследования. Для проведения исследования была взята база данных *The International Skin Image Collaboration (ISIC)*. Выборочная база данных содержала 3000 цифровых изображений кожи с гистологически подтвержденным наличием или отсутствием ЗНО.

В первую очередь производилась сегментация алгоритмом, основанным на расчете среднего арифметического яркости изображения, так как он требует наименьших затрат времени на работу с изображением и удобен в применении пользователем.

На первом этапе после указания координат центра объекта, цифровое изображение кожи представляется в виде цветовой модели *RGB*. У каждого пикселя анализируемого изображения имеется ряд параметров: значение интенсивности красного (*R*), зелёного (*G*) и синего (*B*) цвета и яркости (*Y*).

На втором этапе полученные значения яркости каждого пикселя, а также интенсивности красного, зеленого и синего цвета, используются в расчете среднего арифметического для всего изображения.

Далее производится бинаризация изображения, которая заключается в том, что пикселям, у которых рассчитанные параметры равны или больше средних арифметических значений изображения, присваивается белый цвет, во всех остальных случаях – серый.

На третьем этапе, изображение, которое получено в результате бинаризации, обрабатывается при помощи медианного фильтра для получения границ объектов с меньшими искажениями.

Четвертый этап сегментации данным алгоритмом, заключается в том, что из центра объекта, который был указан на исходном изображении, выходят лучи, которые останавливаются в том случае, если цвет пикселя, встреченного на пути, меняется на белый. Таким образом, пикселям, через которые не прошли лучи, присваивается белый цвет и на изображении остается только один серый объект.

На последнем этапе сегментации алгоритмом, основанным на вычислении среднего арифметического значения яркости, объект вырезается с исходного изображения, по полученным координатам пикселей на предыдущем этапе.

Если объект, выделенный этим методом, не соответствовал тому, который был на исходном изображении, тогда применялся алгоритм с расчетом среднего арифметического и среднеквадратичного отклонения, для которого требуются дополнительные расчеты и, следовательно, время на обработку изображения. В отличие от первого метода сегментации, в данном алгоритме значения цветов и яркости пикселя сравниваются с разницей между средним арифметическим и среднеквадратичным отклонением значений яркости и цветов изображения.

Если и вторым алгоритмом не удавалось выделить объект, тогда использовался алгоритм сегментации с обводкой контура объекта на цифровом изображении кожи, который уступает остальным алгоритмам, сравниваемым в этой работе, как по времени, которое затрачивается на обработку изображения, так и в удобстве применения пользователем. Выделение объектов данным методом осуществлялось поэтапно:

1. После того, как был обведен объект, определяются координаты центра относительно полученного контура.
2. Производится контрастирование изображения и обработка медианным фильтром, чтобы получить различимые границы объекта.
3. От границ контура к центру, который был определен на первом шаге, проводятся лучи. По ходу каждого луча проверяются значения красного цвета пикселей. Если значение красного цвета пикселя меньше, чем 127,5, тогда ему присваивается чёрный цвет, если больше – белый. Таким образом, получается белое изображение с чёрным объектом.
4. Полученный на предыдущем шаге объект вырезается из исходного изображения.

Оценка качества сегментации производилась наиболее широко используемым методом – субъективным. Считалось, что результат был качественным только тогда, когда изображение, полученное после сегментации, содержит только один объект с границами, как и на исходном изображении, а также когда вокруг объекта не было слишком больших участков кожи.

Результаты и их обсуждение. В результате сегментации 3000 цифровых изображений кожи, объект был выделен одним из трёх сравниваемых методов на 2944 изображениях (98,1%).

Как можно увидеть из полученных данных, с помощью метода сегментации, который основан на расчете среднего арифметического яркости изображения, удалось выделить объект на 2407 (80,2%) цифровых изображениях кожи.

Алгоритм сегментации с расчетом среднего арифметического и стандартного отклонения яркости изображения применялся реже всех. Это связано с тем, что если не удастся выделить объект первым алгоритмом, то и данный алгоритм не позволял получить хороший результат. Его применение обосновано тем, что иногда в результате выделения объекта первым алгоритмом на изображении оставались большие участки кожи, которые не имеют ценность в дальнейшем анализе.

Алгоритм с обведением контуров объекта показал хорошие результаты на 379 (12,6%) цифровых изображениях кожи. Причина, по которой приходилось применять данный алгоритм сегментации, заключается в том, что некоторые объекты имеют неоднородную структуру на изображении: светлые участки ближе к центру, волосы, перекрывающие объект, а также выделение объекта врачом при помощи ручки.

Не удалось выделить объект на 56 (1,9%) цифровых изображениях кожи, так как объект на этих изображениях имеет такую же интенсивность каждого параметра из цветовой схемы *RGB* и значение яркости, как и окружающая его кожа.

Выводы. В данной работе были проведены разработка и сравнение алгоритмов сегментации.

По полученным результатам исследования было установлено, что алгоритм сегментации, основанный на расчете среднего арифметического яркости изображения, позволяет выделить объект на 2407 (80,2%), взятых в выборку, цифровых изображений кожи. Предложенный алгоритм сегментации дерматоскопических цифровых изображений кожи можно использовать в дальнейшем при разработке интеллектуальной системы поддержки принятия решения медицинскими работниками для диагностики злокачественных новообразований кожи.