

Технология выделения слоев сетчатки глаза на изображениях оптической когерентной томографии глазного дна

А.А. Головин¹, Н.Ю. Ильясова^{1,2}, Н.С. Демин^{1,2}

¹Самарский национальный исследовательский университет им. академика С.П. Королева, Московское шоссе 34а, Самара, Россия, 443086

²Институт систем обработки изображений РАН - филиал ФНИЦ «Кристаллография и фотоника» РАН, Молодогвардейская 151, Самара, Россия, 443001

Аннотация

В данной работе предлагается подход выделения слоев сетчатки глаза на изображениях оптической когерентной томографии глазного дна. Актуальность проблемы обусловлена важным диагностическим значением ОКТ и высокой зашумленностью изображений. Технология основана на модифицированном методе активных контуров с использованием кластеризации k-средних для поиска начального приближения, а также применением Марковских случайных полей для сегментации слоев сетчатки. Технология позволила улучшить качество начального приближения.

Ключевые слова

Оптическая когерентная томография, выделение границ на изображении, k-means, OpenCV, метод активных контуров, марковские случайные поля

1. Введение

Диагностика болезней глаза – это одна из центральных проблем в медицине на протяжении многих веков. Оптическая когерентная томография (ОКТ) – современный инструмент, значительно упрощающий этот процесс. Несмотря на то, что ОКТ была разработана в конце 1980-х годов, можно с уверенностью говорить, что сегодня оптическая когерентная томография является одним из важнейших диагностических методов в офтальмологии [1]. Из этого следует важность эффективности выделения слоев на изображениях ОКТ. Сегментация диагностических изображений облегчает профессионалам изучение слоистой структуры сетчатки глаза, которая может быть нарушена в случае патологии [2]. Задачей исследований является разработка технологии выделения слоев сетчатки глаза на изображениях ОКТ глазного дна. В процессе разработки программных средств использовался язык Python, а также библиотека OpenCV [3].

2. Методы выделения слоев сетчатки

Начальное приближение. Так как в данной работе рассматривается выделение слоев сетчатки глаза на основе метода активных контуров, появляется дополнительная задача, связанная с поиском начального приближения. При этом, чем точнее будет начальное приближение, тем лучше будет итоговый результат. Изображения ОКТ глазного дна сильно зашумлены, поэтому предварительно будем применять медианный фильтр. Для поиска начального приближения будет рационально использовать метод кластеризации k-средних [4]. Используя получившиеся кластеры построим начальные приближения (рисунок 1а).

Метод активных контуров. Под активным контуром понимается изменяемый контур, который состоит из n точек в двумерном пространстве. Каждая точка контура итеративно приближается к границе объекта, решая задачу минимизации критерия. Метод основан на понятиях энергий. Внутренняя энергия – мера соответствия геометрической формы

деформируемого шаблона некоторой идеальной форме исходного объекта. Внешняя энергия - является мерой сходства деформируемого шаблона с исходным объектом.

Метод не решает самой проблемы нахождения контуров изображениях, именно поэтому ранее было реализовано начальное приближение. Несмотря на то, что данный алгоритм появился относительно давно, он до сих пор является актуальным и используется в большом количестве научных исследований [4]. Метод позволил значительно улучшить качество выделения начального приближения на внешнем слое (ILM) и слое гиперотражающего комплекса (HRC) (рисунок 1б).

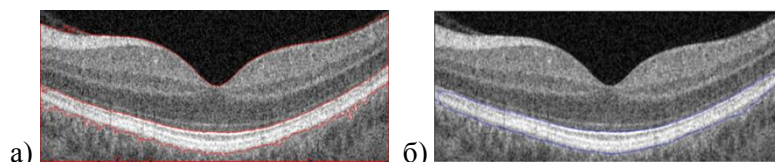


Рисунок 1: (а) начальное приближение слоев HRC и ILM; (б) результат метода активных контуров на слое HRC

Далее в процессе выделения некоторых слоев предполагается использование Марковских случайных полей. Общая схема технологии представлена на рисунке 2.

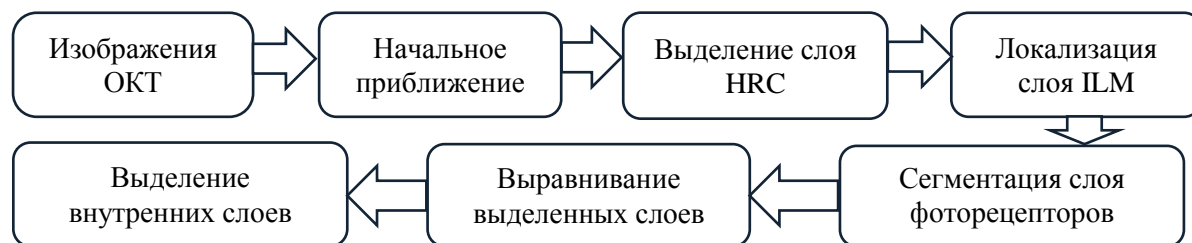


Рисунок 2: Технология выделения слоев сетчатки глаза

3. Заключение

В ходе данной работы была предложена технология выделения слоев сетчатки глаза на изображениях оптической когерентной томографии глазного дна, основанная на кластеризации k-средних, цепях Маркова и алгоритме активных контуров. Данная технология имеет важное прикладное значение в диагностике различных глазных заболеваний [2]. Предложенный подход позволил значительно улучшить качество выделения начального приближения на слое HRC.

4. Благодарности

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (грант № 19-29-01135), Министерства науки и высшего образования РФ, в рамках выполнения работ по государственному заданию ФНИЦ «Кристаллография и фотоника» РАН.

5. Литература

- [1] Дакер, Дж.С. Оптическая когерентная томография сетчатки / Дж.С. Дакер, Н.К. Вэхид, Д.Р. Голдман. – М.: МЕДпресс-информ, 2016. – 192 с.
- [2] Ламброзо, Б. ОКТ сетчатки. Метод анализа и интерпретации / Б. Ламброзо, М. Рисполи. – М.: Апрель, 2012. – 83 с.
- [3] Библиотека обработки изображений OpenCV [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://opencv.org> (дата обращения: 01.01.2020).
- [4] Ghorbel, I. Automated segmentation of macular layers in OCT images and quantitative evaluation of performances / I. Ghorbel, F. Rossant, I. Bloch, S. Tick, M. Paques // Pattern Recognition. – 2011. – Vol. 44(8). – P. 1590-1603.