

РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА ВЫДЕЛЕНИЯ ЗРАЧКА НА ЦИФРОВЫХ ИЗОБРАЖЕНИЯХ ГЛАЗ

В. Р. Закирова

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время обработка цифровых изображений является областью изучения, интересующей специалистов различных областей. С каждым годом разрабатывается и совершенствуется всё больше методов и алгоритмов обработки изображений, которые активно используются в решении задач широкого спектра сфер деятельности человека.

В частности, решение задачи выделения зрачка на цифровых изображениях глаз весьма актуально для областей медицины и информационной безопасности. Так, например, выделение зрачка на изображениях глаз является важным этапом в реализации систем биометрической аутентификации. Что же касается медицины, то здесь выделение зрачков используется преимущественно для диагностики заболеваний и в системах окулографии. Стоит заметить, что при использовании рассматриваемых методов в целях диагностики заболеваний, важно определять не только расположение зрачка, но и его форму. Изменение формы зрачка – очень тревожный симптом, присущий многим заболеваниям, таким как передний увеит, синдром Шлоссмана, иридоциклит и т.д., а также побочный эффект применения некоторых лекарственных средств и признак осложнения заболеваний, например, контузии [2].

В подавляющем большинстве случаев приборы для получения цифровых изображений и системы обработки полученных данных изготавливаются и работают с помощью прямоугольных сеток отсчетов. Тем не менее, существуют также и альтернативы. В этой работе были задействованы гексагональные сетки отсчетов, наименьшая единица сетки – шестиугольный пиксель. Использование конкретной сетки отсчетов обусловлено рядом преимуществ, таких как сравнительно высокая скорость обработки, сравнительно более высокая точность и т.д [4].

Целью этой работы является создание эффективного алгоритма для выделения зрачка на цифровых изображениях глаз.

АЛГОРИТМ ВЫДЕЛЕНИЯ ЗРАЧКА

В общем разработанный алгоритм основывается на использовании порогов и методов иерархического кластерного анализа. Процесс выделения зрачка можно разделить на несколько этапов.

Первый этап заключается в начальной обработке изображения. Так как перевод изображения из прямоугольной сетки отсчетов в гексагональную сетку является вопросом достаточно обширным и требующим отдельного рассмотрения, то здесь работа этого механизма будет рассматриваться как черный ящик. После завершения перевода изображения в нужную сетку отсчета, оно нормируется на интервале от 0 до 1. Далее происходит отбор точек, значение яркости которых не превышает порогового значения.

Далее следует основной этап. После этапа начальной обработки имеем матрицу с координатами точек, из которой нам нужно выделить те точки, которые принадлежат области зрачка. Применяются методы иерархического кластерного анализа, которые позволяют разделить множество исследуемых объектов на группы, в которых объекты будут сходны [1]. Для нахождения решения задачи разбиения на группы необходимо задать способ сравнения объектов между собой, способ кластеризации и установить число кластеров.

Было рассмотрено шесть различных способов сравнения и пять методов связывания кластеров. При помощи кофенетических корреляционных коэффициентов были выбраны наиболее успешные параметры: способ сравнения – стандартизированное Евклидово расстояние; метод связывания – метод средней связи.

После определения необходимых параметров строится дендрограмма результатов кластерного анализа, которая далее разделяется на отдельные кластеры. Отобранные ранее точки распределяются по полученным кластерам.

Так как решается задача удаления шумовых точек, не принадлежащих области зрачка, утверждаем, что кластер с наибольшим количеством точек соответствует области зрачка. Следовательно, определяется кластер с наибольшим количеством точек.

На этапе морфологических операций отделенная область зрачка переводится в бинарное изображение, после чего над ней проводятся следующие морфологические операции:

- наращение объекта – у пикселей фона, которые граничат с объектом, значение яркости заменяется на 1 [3];
- эрозия объекта – у пикселей фона, которые граничат с объектом, значение яркости заменяется на 0 [3];
- заполнение отверстия на области зрачка [3].

Морфологические операции повторно производятся несколько раз для достижения удаления всех бликовых областей.

На завершающем этапе подсчитывается количество точек в области зрачка. Затем с помощью метода Канни [3] определяется граница обла-

ти зрачка. В завершение работы определенная граница выводится на экран вместе с рассматриваемым цифровым изображением.

Результаты работы алгоритма представлены на рис.1.



Рис. 1. Результаты работы алгоритма выделения зрачка

Визуальный анализ результатов показывает, что итоговое изображение не содержит шумовых точек из темных областей изображения, не относящихся к области зрачка. Устранены недочеты в виде отсутствия пустых пространств в областях бликов.

Также результаты анализировались по критериям скорости и количеству отобранных точек. Для обработки исходного изображения и получения результатов, представленных на рис.1, понадобилось 0.5183 секунды, всего было отобрано 624 точки. Анализ результатов показал, что алгоритм работает эффективно, обеспечивая достаточно хорошее соотношение скорости и точности.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разработка алгоритмов для решения специфических задач в различных областях является актуальной задачей на сегодняшний день. Эксперименты с использованием альтернативных подходов к решению задач приводят к получению лучших результатов. Использование методов кластерного анализа для решения задачи выделения зрачка показало хорошие результаты, устранив шумовые точки, не относящиеся к области зрачка. Алгоритм также справляется с проблемой бликов и светлых отражений и выдает в качестве результата удобное для визуального анализа изображение. Немаловажно, что на результирующем изображении выделяется непосредственно область зрачка, а не аппроксимация, что

показывает пригодность алгоритма для использования в целях медицинской диагностики.

Литература

1. Яцков Н. Н., Шингарев И. П. Интеллектуальный анализ данных: методические указания к лабораторным работам. М., 2012. С.27–30.
2. Информационно-справочный ресурс «Глазамед», раздел «Глазные болезни»: <http://glazamed.ru/baza-znaniy/oftalmologiya/glaznye-bolezni/>
3. Обучающие материалы и справочники по продуктам MATLAB & Toolboxes: <http://matlab.exponenta.ru/index.php>
4. Middleton L., Sivaswamy J. Hexagonal Image Processing: A Practical Approach. London, 2006. P.151–195

СВЕРХШИРОКОПОЛОСНЫЕ ЭКРАНЫ ИНФРАКРАСНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

В. Л. Зубарев

Экраны и зеркала оптического излучения широко используются в различных технических приложениях (элементы лазерных и оптоэлектронных систем; маскировка объектов в видимом и инфракрасном частотных диапазонах; предотвращение утечки тепловой энергии в зданиях и сооружениях; защита персонала и оборудования от перегрева за счет воздействия внешних источников мощного оптического излучения.

Для создания эффективных зеркал и экранов используются различные подходы: металлические экраны; брэгговские зеркала, двухмерные и трехмерные фотонные кристаллы; периодические решетки из диэлектрических элементов [1,2]. Металлические зеркала являются широкополосными, но не обеспечивают высокого, близкого к 1, коэффициента отражения. Зеркала на основе фотонных кристаллов имеют ограниченную ширину частотного диапазона с высоким коэффициентом отражения. Они эффективны при большой толщине зеркала.

Наиболее перспективными для создания широкополосных экранов инфракрасного диапазона являются периодические решетки из брусьев прямоугольного сечения, расположенные на поверхности двухслойной диэлектрической подложки [2]. Для таких структур характерна частотная зависимость коэффициента отражения, близкая к фотонным кристаллам при существенно меньшей волновой толщине. Экраны данного типа устойчивы к погрешностям, возникающим при их изготовлении и эксплуатации. Масштабирование геометрических параметров структуры позволяет смещать частотный диапазон с высоким уровнем поглощения, достигаемым без поглощения электромагнитной энергии. Комбинирование нескольких