



И.В. Куприянов, А.Д. Семенов, А.В. Костюнин

КРОССКОРРЕЛЯЦИОННЫЙ АЛГОРИТМ В ПРИМЕНЕНИИ К АНАЛИЗУ ДИНАМИКИ СПЕКЛОВОЙ КАРТИНЫ

(Пензенский государственный университет)

Исследования в области офтальмологии показывают, что при диагностике аномалий рефракции зрения возможно достижение высокой точности определения параметров оптической коррекции зрения при помощи лазерной спекловой интерферометрии [1,2]. Однако, проблема автоматизации настройки оптических систем, основанных на применении лазерных спеклов, до настоящего времени не решена.

При использовании спекловой интерферометрии на сетчатке глаза отображается картина, представляющая собой динамическую зернистую структуру (рисунок 1). При наблюдении движущейся шероховатой поверхности, освещаемой монохроматическим излучением, пациент видит движущуюся зернистую структуру – спекловую картину. При дальнорукости спекл движется в направлении, совпадающим с направлением движения поверхности, при близорукости спекл движется в противоположном направлении. В состоянии, соответствующем наилучшей фокусировке, спекл представляется «кипящим», в котором отсутствует явно выраженная направленность его перемещения.

Пациент, регулируя при помощи джойстика скорость движения спекловой картины, добивается «кипящего» состояния спекла. Таким образом, критерием настройки оптической системы прибора может быть такое состояние изображения, в котором отсутствует заметное однонаправленное перемещение «зерен» спекла.



Рисунок 1 – Фрагмент динамического спекла, формируемого на сетчатке глаза

Имеющиеся типовые способы настройки оптических систем, применяемые в различных авторефрактометрах, как правило, по критерию наилучшего качества изображения (максимальный контраст, максимальная спектральная частота, наивысшая частота видеоизображения) не применимы при использовании спеклов в диагностике зрения [3, 4]. Поэтому представляется



очевидной необходимость проведения исследований и разработки метода автоматической настройки оптических систем с помощью спекловой интерферометрии и, прежде всего, – для офтальмологического прибора по определению параметров оптической коррекции зрения.

Исследования динамики спекловой картины на различных этапах настройки оптической системы показывают, что для скоростей движения более 10 пикселей/сек применим кросскорреляционный алгоритм для определения скорости и направления движения спекла. Для корректности анализа спекловой картины при применении кросскорреляционного алгоритма важно использование расчетной области, в которой движение спекловых точек имеет однонаправленный характер. Также имеет значение наличие широкого динамического диапазона по яркости с выделяющимися спекловыми точками. В то же время яркость фона должна быть равномерной в пределах расчетной области.

Особенность динамики спекловой картины состоит в наличии деформированного движения при скоростях движения спекла 10-20 пикселей/сек [5]. Поэтому при данном виде движения имеет смысл применять методы трассерной визуализации с целью получения поля скорости на всей анализируемой области.

В свете данных особенностей динамики спекла важным моментом с точки зрения быстродействия и эффективности работы алгоритма кросскорреляционного анализа является выбор оптимального разрешения изображения расчетной области.

На рисунке 2 представлен пример анализа работы кросскорреляционного алгоритма в применении к спеклу при различных разрешениях расчетной области, от 50×200 до 50×50 пикселей. На рисунке имеются графики рассчитанной средней скорости и среднего угла для 10 кадров видеоизображения спекла, дисперсии значений скорости и угла, а также времени вычисления.

Очевидно, что наилучшая точность вычислений достигается при высоких разрешениях расчетной области, но при этом становится большой продолжительность вычислений. При малых разрешениях расчетной области (менее 50×100 пикселей) резко возрастает дисперсия значений скорости. Величина угла движения спекла при разрешениях менее 50×100 пикселей не вычисляется. Согласно рисунку 2, дисперсия угла не падает при увеличении разрешения расчетных изображений.

Получение корректных значений скорости движения спекла достигается при минимальной дисперсии, что наблюдается при разрешении расчетной области 50×140 пикселей и более.

Результаты проведенного анализа работы кросскорреляционного алгоритма позволяет сделать вывод, что при анализе динамики спекловой картины оптимальным разрешением расчетной области следует считать 50×140 пикселей. Данное разрешение является достаточным для корректной работы кросскорреляционного алгоритма и оптимальным с учетом быстродействия.

Таким образом, подтверждена применимость и корректность работы кросскорреляционного алгоритма при анализе динамики спекла и выявлены критерии корректного его функционирования.

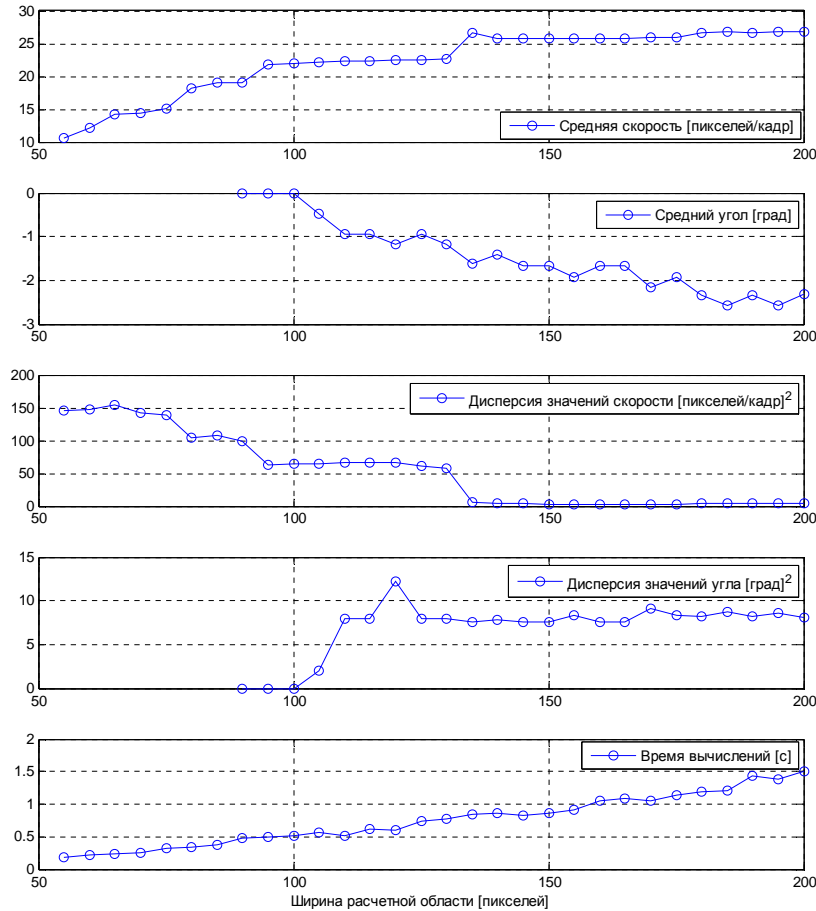


Рисунок 2 – Анализ работы кросскорреляционного алгоритма в применении к анализу движения спекловой картины

Исследования проводились при поддержке «Фонда содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере».

Литература

1. Применение методов Фурье-оптики / Под ред. Старка. - М.: Радио и связь, 1988. – 536 с.
2. Шаповалов, С. Л. Лазерная оптометрия: Монография / С. Л. Шаповалов, Т. И. Милявская, С. А. Игнатъев – М.: МИК, 2012. – 192 с.
3. Костюнин А.В. Проектирование автоматической системы определения параметров оптической коррекции зрения на основе спекловой интерферометрии / А.В. Костюнин, И.В. Куприянов, М.С. Ревунов // Перспективные информационные технологии (ПИТ-2015), Том 1: труды Международной научно-технической конференции/ под ред. С.А. Прохорова. – Самара: Издательство Самарского научного центра РАН, 2015. – 360 с.



4. Костюнин А.В. Автоматическая система определения параметров оптической коррекции зрения на основе спекловой интерферометрии / А.В. Костюнин, И.В. Куприянов, М.С. Ревунов // Проблемы автоматизации и управления в технических системах: сб. ст. Междунар. науч.-техн. конф., посвящ. 70-летию Победы в Великой Отечественной войне (г. Пенза, 19-21 мая 2015 г.): в 2 т./ под ред. д.т.н., проф. М.А. Щербакова. – Пенза : Изд-во ПГУ, 2015. – Т.1. – 452 с.

5. Костюнин А.В. Оценка движения спекловой картины в задаче автоматизации функционирования офтальмологического прибора на основе технологии спекловой интерферометрии / А.В. Костюнин, А.Д. Семенов, И.В. Куприянов, В.П. Субботина // Современные технологии в задачах управления, автоматизации и обработки информации: Труды XXIV Международной научно-технической конференции, (14-20 сентября 2015 г., Алушта). – М.: Издательский дом МЭИ, 2015. – 300 с.

В.В. Кутикова, А.В. Гайдель

СТАТИСТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОГРАММЫ ОБУЧЕНИЯ ПАЦИЕНТОВ С ФИБРИЛЛЯЦИЕЙ ПРЕДСЕРДИЙ

(Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королёва)

В данной работе исследуется эффективность обучающих терапевтических программ школы «Стоп Инсульт», направленных на минимизацию факторов риска развития инсульта у пациентов с фибрилляцией предсердий. С этой целью отбираются признаки, которые наилучшим образом разделяют исходные данные на две группы: основную группу и группу сравнения. В основную группу входят пациенты, принимавшие участие в обучающих занятиях школы, а в группу сравнения – те, кто наблюдался у врача, но не проходил обучение. Отбор признаков проводится на основе критерия дискриминантного анализа [1, 2]

$$J(k) = \frac{D(k)}{\frac{1}{2}(D^{(1)}(k) + D^{(2)}(k))},$$

где $D(k)$ – оценка дисперсии k -го признака по всей выборке, $D^{(l)}(k)$ – оценка дисперсии k -го признака внутри l -го класса (группы), $l = 1, 2$. Чем больше значение этого критерия, тем лучше признак разделяет пациентов из разных групп. Также для каждой пары признаков вычисляется коэффициент ранговой корреляции Спирмена, выбранный в силу широкой области применения, которая