

УДК 677.017:681.5

**ОБРАБОТКА ЦИФРОВОГО ИЗОБРАЖЕНИЯ САМОКРУЧЕНОЙ НИТИ
ДЛЯ ЕГО ДАЛЬНЕЙШЕГО РАСПОЗНАВАНИЯ
С ЦЕЛЬЮ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЗНАЧЕНИЯ И НАПРАВЛЕНИЯ КРУТКИ***

**PROCESSING OF THE DIGITAL IMAGE OF A SELF-TWISTED THREAD
FOR ITS FURTHER RECOGNITION FOR THE PURPOSE
OF DETERMINATION OF TWIST MEANING AND ARRANGEMENT**

А.Б. ВОЛГИН

A.B. VOLGIN

(Костромской государственной технологической университет)

(Kostroma State Technological University)

E-mail: volg.87@mail.ru

В работе проводится обзор методов обработки цифровых изображений самокрученных нитей для программного определения их геометрических параметров. Рассматриваются уже использованные методы, а также предлагаются новые, испытанные экспериментально.

The review of methods of processing of self-twisted threads digital images for programmable determination of their geometric parameters is carried out in the paper. The already used methods are considered, and the new ones, tested experimentally are offered as well.

Ключевые слова: самокрученные нити, обработка цифрового изображения, определение крутки.

Keywords: self-twisted threads, processing of a digital image, twist determination.

Одним из главных геометрических показателей нитей является крутка. В основном ее определяют разрушающими методами, такими как раскручивание. Однако этот метод неприменим для самокрученных нитей. Разработаны и автоматизированные неразрушающие методы. Метод, предложенный в работе [1] является перспектив-

ным для определения этого параметра, но он также неприменим к самокрученным нитям, так как не предполагает изменения шага и направления крутки на изображении нити. В связи с этим требуется метод автоматизированного контроля крутки для самокрученных нитей. Оптимальным вариантом, как и в [1], видится анализ графиче-

* Работа выполнена под руководством проф., докт. техн. наук П.Н. Рудовского.

ского изображения нити. Таким образом, метод предполагает получение первичной информации и его программное распознавание с целью получения характеристик объекта исследования.

Для работы программы распознавания необходимо, чтобы изображение нити имело достаточно высокое качество, то



Рис. 1

Для работы алгоритма распознавания необходимо четкое выделение затененных областей в местах скручивания одиночных нитей, которые являются ключевыми местами для работы программы.

В связи с этим встает проблема предварительной обработки цифрового изображения. Процесс обработки может протекать в двух направлениях: улучшение или восстановление изображения, или его значительное изменение, полностью преобразующее его визуально.

В работе [2] определялись толстые и тонкие места на контрастном фоне, фильтрация осуществлялась поиском пикселей с цветом фона на изображении нити и сменной цвета на цвет нити, и поиском пикселей цвета нити на фоне, с последующей заменой их цвета на цвет фона. Таким образом, данный способ фильтрации не позволяет улучшить соотношение яркость/контрастность до уровня необходимого для работы алгоритма распознавания. Поэтому необходим более сложный алгоритм для обработки непосредственно изображения нити, учитывающий возможность того, что нити могут иметь разный цвет. При удалении ворсистой по предложенным алгоритмам происходит сокращение самого изображения, что отрицательно сказывается на работе последующих алгоритмов обработки. Рассматриваемые в этой же работе другие типы фильтров также неэффективны для поставленной задачи, так как предназначе-

нь для работы с хорошо выраженными контрастными областями изображения. В работе [2] этап предварительной обработки изображения отсутствует. Однако предложенный в ней алгоритм, основанный, на поиске пиков яркости, неприемлем для эластических самокрученных нитей, на изображении которых в силу высокой степени извитости может наблюдаться несколько пиков яркости (самый главный недостаток работы [1], это выделение частоты на большой длине, такой алгоритм непригоден для самокрученных нитей, где на коротких отрезках происходит чередование крутки, кроме того, крутка не может меняться ступенчато, а значит необходимо выяснить зависимость ее изменения по длине нити).

Одной из составляющих обработки изображения является удаление шума. Если принимать ворсистость как шум на изображении и применять шумоподавление непосредственно по области изображения нити, то можно добиться снижения ее влияния на ход распознавания.

Существует множество методов шумоподавления, Для данного случая был выбран метод, основанный на вейвлет-преобразованиях, так как с его помощью возможна эффективная работа со спектрами, отличными от белого. Изображение при вейвлет-анализе [3] раскладывается в спектр, который описывается двумя видами коэффициентов. Одни коэффициенты описывают основную часть спектра изо-

бражения, так называемый сглаженный сигнал, другие – отклонения от сглаженного сигнала. Последние называют детализирующими коэффициентами. Таким образом, большая часть шума описывается детализирующими коэффициентами спектра. Для подавления шума обычно используют метод пороговой обработки, при котором задается значение порога и коэффициенты с меньшим значением обнуляются. Однако его существенным недостатком является высокая вероятность потери необходимых в дальнейшем данных. Поэтому порог определяют с помощью критерия [4] риска Штейна. Существуют несколько видов пороговой обработки: общая пороговая обработка, многоуровневая, и локальная. Наиболее предпочтительна локальная пороговая обработка. Она позволяет получить изображение более высокого качества, так как в отличие от общей функции пороговой обработки применяется не ко всему уровню разложения, а к каждому коэффициенту в отдельности, при этом значение порога зависит от позиции детализирующих коэффициентов, в отличие от многоуровневой обработки.

Одним из способов решения вопроса определения ключевых мест изображения является использование технологии [5] HDR (High Dynamic Range) – технологии расширения динамического диапазона. Этот способ относится не к обработке изображения, а скорее объединяет в себе как получение первичной информации, так и обработку. Данная технология позволяет добиться гораздо более приемлемого результата для последующего распознавания, чем при обычных методах снятия первичной информации – сканирования и фотосъемки, так как при этом значительно увеличивается отношение светлых и темных площадей изображения. Необходимо сделать три снимка рассматриваемой нити с различной экспозицией. Первый снимок – недоэкспонированный. Он служит для детализации светлых участков. Затем идет снимок со средним значением экспозиции и заключительный – переэкспонированный – для детализации темных участков изображения. Разница между экспозицией составляет $\pm 1-2$ EV.

Дальнейшая обработка изображения осуществляется либо тональной компрессией, либо тональным отображением. Тональная компрессия представляет собой уменьшение контраста всего изображения в целом единым образом для всех составляющих. Тональное отображение, или тонмаппинг, – это нелинейное изменение яркостей пикселей на разную величину для разных областей изображения. Применение тонмаппинга может дать на выходе неестественное изображение с резкими цветами, что в целях распознавания изображения нити окажется полезным, так как выявит ключевые места для алгоритма программы распознавания. Обработка с помощью тонмаппинга наиболее просто и быстро реализуется с помощью программы Photomatrix.

Следует заметить, что данный способ имеет ряд серьезных недостатков. Необходимо делать три снимка изображения объекта с различной экспозицией, что увеличивает затраты времени, а также необходима обработка в стороннем приложении. Одним из вариантов избежать этого является обработка изображения с небольшим диапазоном яркости, этот метод можно условно назвать псевдо-HDR. Суть его заключается в создании нескольких копий исходного изображения – слоев, с которыми проводятся определенные действия с последующим объединением в единое целое. Первым шагом выставляются настройки теней и света. Процентные значения не менее 50% для теней и не менее 60% для света. Результатом является значительное увеличение контрастности – светлые участки изображения становятся белыми. Затем на темные области изображения накладывается фильтр черного цвета со значением прозрачности 40...60%. После этого делается копия получившегося изображения, в ней проводится усиление контраста между светлыми и темными областями, уровень прозрачности выставляется в 40%, и производится слияние с первым слоем. Итоговым результатом является осветление более светлых участков изображения, уменьшение остаточного влияния ворсистости и затемнение наибо-

лее темных участков изображения, то есть происходит выделение ключевых мест. Метод является трудоемким и зависимым от цветов нити и фона, поэтому его применение нецелесообразно.

Еще один способ обработки изображения с целью подготовки его для распознавания снижает влияние ворсистой и содержит решение проблемы выявления ключевых мест для распознавания. Его применение эффективно после процедуры шумоподавления. Он заключается в установлении уровней полутонов изображения – полутона делятся на свет, тень и нейтральные серые. Например, для изображения красной нити на белом фоне гистограмма яркости имеет всплеск только у правого края – точки максимальной яркости. Для выявления ключевых мест и снижения влияния ворсистой необходимо увеличить яркость света – всем пикселям

со значением 214 и выше придать значение 255. Значения подобраны экспериментальным путем, основной целью которого было затемнение только темных участков изображения нити и повышение яркости остальных цветов. Значения могут отличаться для определенных цветов нити и фона, поэтому для корректной работы метода необходимо подобрать набор настроек, определяемых экспериментальным путем. Одновременно с этим необходимо затемнить области нейтрального серого цвета. Полученный результат не требует доработки и может сразу же использоваться программой для распознавания. Недостатком метода является необходимость иметь некоторый набор настроек для различных цветов фона и нити. Изображение нити, полученное в результате обработки, приведено на рис. 2.



Рис. 2

ВЫВОДЫ

1. Имеющиеся методы контроля крутки не позволяют определять ее параметры для самокрученных нитей.
2. Уменьшение влияния ворсистой на работу программы можно снизить с помощью метода шумоподавления, основанного на вейвлет-анализе.
3. Способы получения первичной информации в виде HDR-снимка или преобразования обычного изображения – «псевдо-HDR» ввиду высокой сложности непригодны для решения поставленной задачи.
4. Преобразование изображения нити с помощью уровней полутонов является наиболее простым способом нахождения ключевых мест, однако способ требует набора параметров, заранее определенных для разных цветов.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Зубко Д.П.* Разработка методов компьютерного измерения показателей скрученности пряжи: Дис. ... канд. тех. наук. – Кострома, 2002.
2. *Краснов А.С.* Разработка метода автоматизированного анализа пороков пряжи и их влияние на внешний вид ткани: Дис. ... канд. тех. наук. – Кострома, 2005.
3. *Смоленцев Н.К.* Основы теории вейвлетов. Вейвлеты в MATLAB. – М.: ДМК Пресс, 2008.
4. *Алексеев К.А.* Теория и практика шумоподавления в задаче обработки сейсмоакустических сигналов. Электрон. дан. — Режим доступа: <http://matlab.exponenta.ru/wavelet/book5/12.php>
5. *Netsounski Maria.* Учимся правильному применению HDR. – ИД "Арт Аудио Пресс"/ Медиакомпания Gameland.

Рекомендована кафедрой теоретической механики и сопротивления материалов. Поступила 03.06.11.