

РАСПОЗНАВАНИЕ ЦИФРОВОГО ИЗОБРАЖЕНИЯ САМОКРУЧЕНОЙ НИТИ С ЦЕЛЬЮ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КРУТКИ

RECOGNITION OF A DIGITAL IMAGE OF A SELF-TWISTED YARN FOR THE PURPOSE OF TWIST DETERMINATION

А.Б. ВОЛГИН

A.B. VOLGIN

(Костромской государственной технологической университет)

(Kostroma State Technological University)

E-mail: volg.87@mail.ru

В работе предлагается метод обработки и распознавания цифрового изображения самокрученной нити, позволяющего определять как крутку, так и ее направление.

The method of processing and recognition of a digital image of a self-twisted yarn, allowing to determine the twist and its direction as well, has been offered.

Ключевые слова: обработка цифрового изображения, определение крутки.

Keywords: digital image processing, determination of twist.

В области неразрушающих методов контроля геометрических параметров нитей наиболее перспективными являются автоматизированные методы, основанные на обработке и анализе цифрового изображения нити. После получения первичной информации данными методами производится ее программное распознавание для получения характеристик объекта исследования. В частности, на данный момент разработан метод определения такой геометрической характеристики, как крутка. Он основан на определении пиков яркостей в изображении нити [1]. Однако данный метод не может быть применим ко всем типам нитей, например, таких как самокрученные нити, которые обладают переменной круткой и нулевыми зонами. Данный метод не позволит определить направление крутки, а также может дать высокую погрешность при анализе нулевых зон. Таким образом, для получения параметров крутки самокрученных нитей требуется разработка метода, учитывающего особенности данного вида нитей.

Задача распознавания заключается в обнаружении на изображении "ключевых

мест" – объектов, обладающих некоторыми определенными характеристиками. Из анализа изображения самокрученной нити видно, что ключевыми местами изображения для алгоритма распознавания могут являться затенения в местах перекрытия стренг.

На первом этапе обработки необходима локализация возможного расположения ключевых мест. Исходное изображение участка нити можно увидеть на рис. 1. Этого можно достигнуть с помощью жесткой пороговой обработки, которая заключается в присвоении среднего значения цвета нити всем пикселям, код RGB которых выше вычисленного порога. Вычисление порога осуществляется по значению цветового контраста между затененными и незатененными участками нити по методике, описанной в [2]. Цифровое изображение нити получают с помощью телекамеры ВИДЕОСКАН-2020-2001. Изображение выполнено в градациях серого, поэтому значения кода RGB каждой составляющей будут одинаковыми.

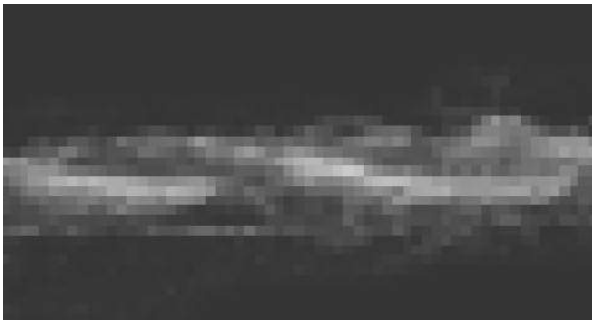


Рис. 1

На втором этапе производится бинаризация изображения. В разработанном алгоритме для этой операции использовался метод Оцу [3]. При этом порог бинаризации определяется на основании анализа гистограммы цвета.

На третьем этапе производится распознавание выделенных в результате бинаризации элементов. Для этого используются прямоугольные шаблоны из базы данных, составленной на основе анализа экспериментальных результатов.

Как отмечалось выше, значение порога для жесткой пороговой обработки получается на основе анализа цветового контраста между цветом области затенения на изображении и цветом нити. То есть ключевым местом будет являться совокупность тех пикселей, яркость которых превышает порог ($I > T$), а фоном — совокупность остальных пикселей, яркость которых ниже порога ($I < T$). Значение порога рассчитывалось по формуле [3]:

$$T = (5,86e^{0,013x} + 4,7) + 20, \quad (1)$$

где x — цвет нити.

Увеличение порога на 20 единиц значения каждой составляющей кода RGB позволяет исключить потерю частей изображения, возможно содержащих ключевые места (рис. 2 — результат жесткой пороговой обработки изображения). Это обеспечивает повышение надежности работы алгоритма. Изображение с выделенными возможными ключевыми местами подвергается бинаризации методом Оцу.

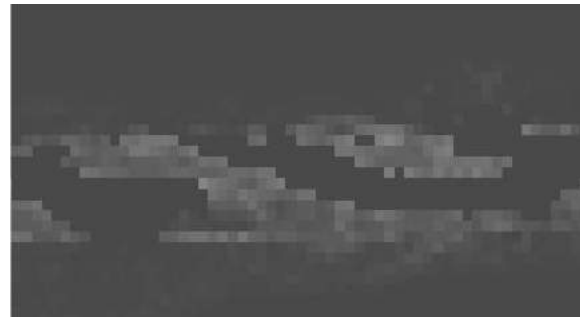


Рис. 2

Бинаризация с помощью метода Оцу обладает преимуществом перед другими известными методами, которое заключается в его адаптивности. То есть метод может быть применен к различным изображениям без изменения самого алгоритма.

Первым этапом обработки изображения по методу Оцу является построение гистограммы цвета.

На втором этапе назначается порог бинаризации t . Все пиксели, цвет которых меньше выбранного порога, принадлежат первому классу, а все другие — второму.

В алгоритме распознавания ключевых мест на изображении нити начальное значение порога равно нулю. Далее расчеты проводятся для других значений порога с шагом в один пиксель. Выбор лучшего значения порога производится по следующему алгоритму.

Рассчитывается внутриклассовая дисперсия, которая представляет собой взвешенную сумму дисперсий двух классов:

$$\sigma_{\omega}^2 = \omega_1 \sigma_1^2 + \omega_2 \sigma_2^2, \quad (2)$$

где σ_1 и σ_2 — дисперсии цветов пикселей каждого из классов; ω_1 и ω_2 — вероятности принадлежности цвета пикселя первому или второму классу.

В качестве порога t будет принята такая величина, при которой внутриклассовая дисперсия σ_{ω} будет минимальной. Расчет внутриклассовой дисперсии по формуле (2) связан с определенными трудностями. В [3] показано, что минимизация внутриклассовой дисперсии эквивалентна мак-

симизации межклассовой дисперсии σ_b , которая рассчитывается по формуле:

$$\sigma_b^2 = \omega_1 \omega_2 (a_1 + a_2)^2, \quad (3)$$

где a_1 и a_2 – средние арифметические значения для каждого из классов.

При этом значения величин $\omega_1(t+1)$, $\omega_2(t+1)$, $a_1(t+1)$, $a_2(t+1)$ выражаются через значения $\omega_1(t)$, $\omega_2(t)$, $a_1(t)$, $a_2(t)$ из предыдущих циклов. Это способствует упрощению алгоритма. Искомый порог равен T .

Укрупненная схема алгоритма Оцу приведена на рис. 3.

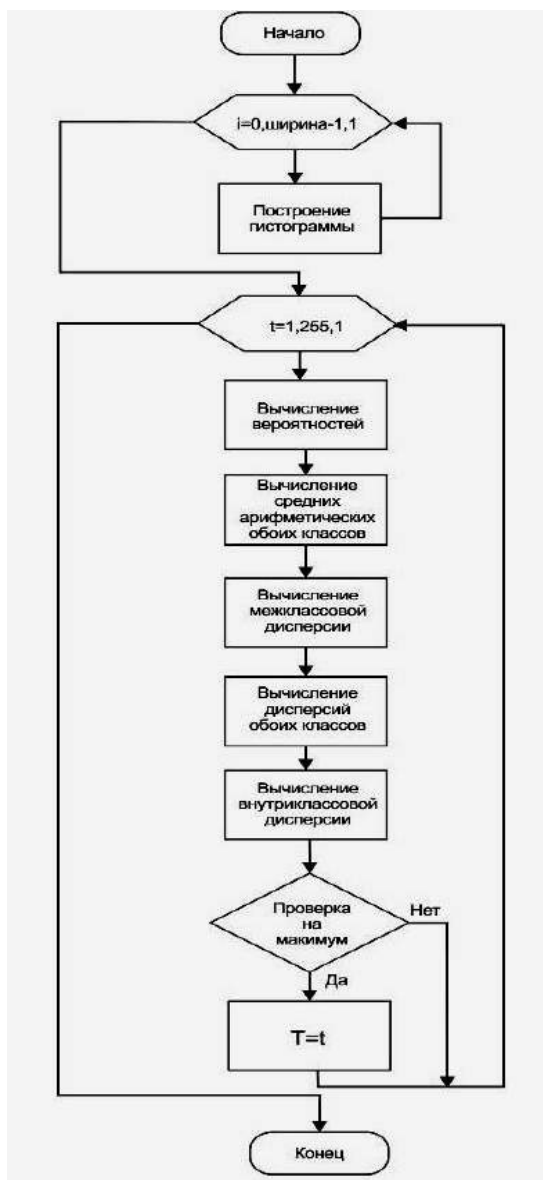


Рис. 3

После бинаризации изображения с порогом T белым цветом будут выделены уточненные возможные ключевые места для работы программы, черным – фон (рис. 4 – результаты бинаризации изображения методом Оцу).



Рис. 4

Для непосредственного определения мест скручивания, величины и направления крутки используются прямоугольные шаблоны, накладываемые на найденные возможные ключевые места. Благодаря тому что полученные ключевые места сохраняют направление крутки, возможно определение его непосредственно с помощью наложения шаблона.

Последним этапом является приведение значений к геометрическим единицам и построение графика изменения крутки по длине нити.

ВЫВОДЫ

1. Для распознавания цифрового изображения нити с целью определения крутки ключевыми местами будут являться области затенения в местах перекрытия стренг, определяемые контрастом между цветом области затенения на изображении и цветом незатененных участков нити.

2. Определение ключевых мест на цифровом изображении самокрученной нити возможно с помощью бинаризации методом Оцу в сочетании с предварительной жесткой обработкой.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Зубко Д.П.* Разработка методов компьютерного измерения показателей скрученности пряжи: Дис. ... канд. техн. наук. – Кострома, 2002.

2. *Волгин А.Б.* Определение цветового контраста цифрового изображения нити // Изв вузов. Технология текстильной промышленности. – 2012, №5.

3. *N. Otsu* (1979). A threshold selection method from gray-level histograms. IEEE Trans. Sys., Man., Cyber. 9: 62-66.

Рекомендована кафедрой инженерной графики, теоретической и прикладной механики. Поступила 26.10.12.
