

УДК 677.016.4:77

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЦВЕТОВОГО КОНТРАСТА  
ЦИФРОВОГО ИЗОБРАЖЕНИЯ НИТИ**

**DETERMINATION OF COLOR CONTRAST  
OF THREAD DIGITAL IMAGE**

*А.Б. ВОЛГИН*  
*A.B. VOLGIN*

(Костромской государственный технологический университет)  
(Kostroma State Technological University)  
E-mail: volg.87@mail.ru

*В работе анализируются сочетания цветов фона и нити на цифровом изображении для дальнейшего распознавания отдельных элементов этого изображения с целью определения крутки нити. Дается определение ключевых мест на изображении нити для работы алгоритма распознавания, а также определяется их цветовая характеристика – цветовой контраст.*

*The paper discusses the combination of background and thread colors on a digital image for determination the yarn twist. Definition of the key spaces on a*

*thread image for the work of recognition algorithm has been given, and their color characteristic – color contrast – has been determined as well.*

**Ключевые слова:** обработка цифрового изображения, определение крутки.

**Keywords:** digital image processing, twist determination.

Применение методов контроля геометрических показателей текстильных материалов, основанных на использовании современных цифровых технологий, позволяет избежать разрушения образцов. В частности, на данный момент разработаны методы определения крутки нитей с помощью анализа их цифрового изображения [1]. Такие методы предполагают получение первичной информации и ее программное распознавание с целью получения характеристик объекта исследования. Для получения цифрового изображения самокрученной нити разработан аппаратный комплекс [2], основой которого является телекамера ВИДЕОСКАН 2020, характеристики которой полностью удовлетворяют требованиям, предъявляемым к цифровому изображению для его дальнейшей программной обработки [2]. Однако результат анализа изображения нити программой существенно зависит от подготовки образца для сканирования. В частности, цвета на цифровом изображении нити могут быть разными в зависимости от цвета фона, в итоге будет отличаться и цветовой контраст участков на полученном изображении.

Работа любой программы распознавания в первую очередь зависит от контраста изображения. Чем контрастнее искомый объект на изображении, тем проще программе его найти. Поэтому для подобных программ предпочтительнее использовать черно-белые изображения. Но алгоритмы приведения изображения к черно-белому варианту, основанные в своем большинстве на пороговых методах, не дают желаемого результата при отсутствии достаточного контраста на исходном изображении. Для распознавания цифрового изображения самокрученных нитей с целью определения их крутки ключевыми местами бу-

дут являться области затенения в местах перекрытия стренг [2]. Именно о контрасте между цветом затененных областей и цветом нити на изображении пойдет речь ниже.

Существуют различные типы цветовых контрастов [3]. Вот наиболее характерные из них:

- контраст по цвету;
- контраст светлого и темного;
- контраст хроматических и ахроматических цветов;
- контраст холодного и теплого;
- контраст дополнительных цветов;
- симультанный контраст;
- контраст по насыщенности;
- контраст по площади цветовых пятен.

Поскольку изображение, получаемое от камеры ВИДЕОСКАН 2020, выполнено в градации серого [2], то наиболее важными являются два вида цветового контраста.

Контраст хроматических и ахроматических цветов проявляется непосредственно при получении цифрового изображения. Он наиболее зависим от сочетания цвета фона и цвета сканируемой нити, поскольку такие цвета как белый, черный и все оттенки серого играют важную роль в сочетаниях хроматических цветов [3]. Белый цвет ослабляет прилегающие к нему цвета, делает их более темными. Черный – наоборот усиливает контрастный цвет, соседний хроматический цвет кажется более светлым.

После получения изображения в градациях серого главную роль будет уже играть контраст светлого и темного. Поскольку черный цвет способствует появлению наиболее выраженного контраста, то рекомендуется делать снимок (сканировать) нити на черном фоне. В частности, такой вариант используется в работе [1],

когда сканируется нить, намотанная на черную доску. Однако этот метод обладает рядом ограничений, о чем в указанной выше работе не сказано. Сочетание некоторых цветов нити и черного фона может привести к снижению цветового контраста. Также на работу различных алгоритмов распознавания объектов на изображении может оказывать заметное влияние разная величина контраста. Поэтому необходимо определить зависимость цветового контраста цвета изображения нити от цвета фона.

Для этого проводились следующие эксперименты. Были получены цифровые изображения нитей трех цветов: белого, красного и темно-синего на четырех фонах разных цветов: черный (код цвета в RGB 5, 5, 5), белый (код цвета в RGB 255, 255, 255) и два в различной градации серого (коды цветов в RGB 97, 97, 97 и 170, 170, 170). После чего были проанализированы цвета фрагментов изображения с затененными и незатененными участками нити. Целью анализа являлось определение среднего цвета этих участков. Для этого рассматривались цвета всех пикселей участка и определялось усредненное значение цвета. После чего рассматривалось еще несколько аналогичных участков изображения и снова определялось среднее значение. По полученным значениям составлялись графики зависимости цвета (в кодах RGB) незатененных и затененных участков на изображении нити.

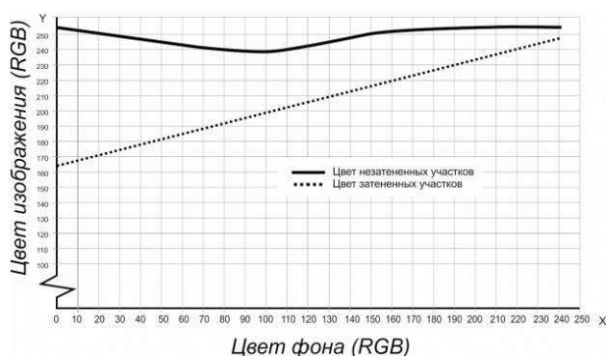


Рис. 1

Анализ изображения белой нити на различных фонах (рис. 1 – график зависимости цветов в кодах RGB различных уча-

стков белой нити от цвета фона) показывает, что действительно наиболее выраженный контраст наблюдается на изображении, полученном на черном фоне. При этом контраст снижается по мере осветления фона.

Аналогичная картина наблюдается и при анализе изображения красной нити (рис. 2 – график зависимости цветов в кодах RGB различных участков красной нити от цвета фона). Наиболее выраженный контраст проявляется на черном фоне и снижается по мере осветления фона.

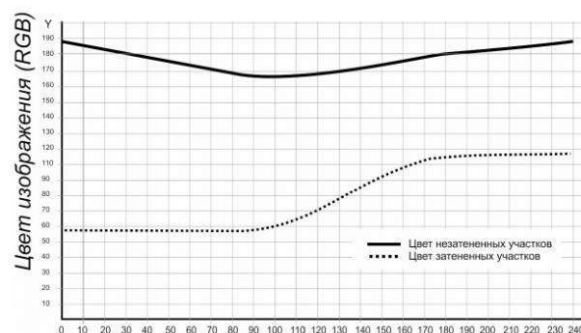


Рис. 2

Однако при анализе изображения темно-синей нити (рис. 3 – график зависимости цветов в кодах RGB различных участков синей нити от цвета фона) наблюдается увеличение контраста при осветлении фона и его значение достигает максимума при применении белого фона.

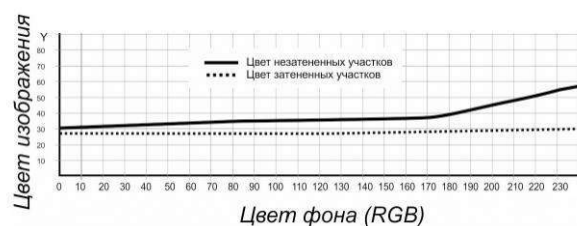


Рис. 3

Таким образом, применение черного фона наиболее эффективно для получения цифровых изображений нитей светлых и нейтральных цветов. Эффективность его применения значительно снижается для анализа изображений нитей темного цвета. Для них предпочтительнее белый фон.

Однако необходимые для полноценной работы процесса распознавания величины контраста могут быть разными для различных алгоритмов. Поэтому необходимо определение функциональной зависимости величины контраста затененных и незатененных участков от цвета сканируемой нити. Функциональная зависимость определяется при черном цвете фона, как наиболее приемлемом для большинства случаев. Из полученных ранее данных можно построить график изменения цвета затененных участков нитей разных цветов при черном цвете фона (рис. 4 – график изменения цвета затененных участков изображения нитей разных цветов при черном цвете фона).

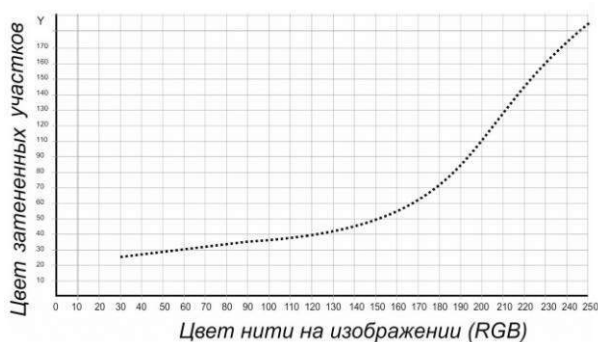


Рис. 4

С помощью регрессионного анализа [4] по данному графику была построена функция зависимости цвета затененных участков нитей разных цветов при черном цвете фона. Она имеет экспоненциальный вид. С помощью функционала пакета MathCAD определялись коэффициенты. Окончательно функция имеет вид:

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

где  $y$  – цвет затененных участков нити;  $x$  – цвет нити.

Тогда значение контраста  $m$  для определенного цвета нити  $x$  на черном фоне будет вычисляться по формуле:

$$m = x - 5,86e^{0,013x} - 4,7. \quad (2)$$

С помощью вычисления значения цветового контраста между затененными и незатененными участками цифрового изображения нити можно будет определять возможность работы методов распознавания изображения для определенного цвета нити на черном фоне. Если значение контраста будет недостаточным для работы метода, то распознавание нити заданного цвета будет невозможно.

## 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. Использование черного фона для получения цифрового изображения нити является приоритетным в большинстве случаев.

3. Получено выражение для определения контраста между цветом ключевых мест и цветом нити при определенном фоне, которое позволит возможность работы методов распознавания изображения для определенного цвета нити на черном фоне.

## ЛИТЕРАТУРА

1. *Зубко Д.П.* Разработка методов компьютерного измерения показателей скрученности пряжи: Дис. ... канд. тех. наук. – Кострома, 2002.
2. *Волгин А.Б.* Обоснование выбора аппаратной части комплекса для анализа геометрических параметров нитей // Научный вестник КГТУ. – 2011, №2 [www.vestnik.kstu.edu.ru]. URL: <http://vestnik.kstu.edu.ru/16/viewnumber.aspx>.
3. *Яцюк О.* Основы графического дизайна на базе компьютерных технологий. – БХВ-Петербург, 2004. – цифровая книга.
4. *Воскобойников Ю.Е.* Построение регрессионных моделей в пакете MathCAD. – Новосибирск : НГАСУ (Сибстрин), 2009.

Рекомендована кафедрой теоретической механики и сопротивления материалов. Поступила 01.06.12.