

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК
ПЕТЛЕОБРАЗОВАНИЯ ТРИКОТАЖНОГО ПОЛОТНА
ПО КОМПЬЮТЕРНОМУ ИЗОБРАЖЕНИЮ**

**DEFINITION OF GEOMETRIC CHARACTERISTICS
OF KNITTED FABRIC LOOPING UNDER A COMPUTER IMAGE**

*О.В. СТЕНЮГИНА, Н.А. КОРОБОВ, Б.Н. ГУСЕВ, Д.А. АЛЕШИНА
O.V. STENJUGINA, N.A. KOROBV, B.N. GUSEV, D.A. ALESHINA*

**(Ивановская государственная текстильная академия)
(Ivanovo State Textile Academy)
E-mail: root@igta.asinet.iwanowo.ru**

Предложен, теоретически обоснован и реализован метод компьютерного определения геометрических характеристик петлеобразования трикотажного полотна, позволяющий существенно ускорить процесс контроля его качества.

The method of computer definition of geometric characteristics of knitted fabric looping has been offered, theoretically proved and realized. The method makes it possible to accelerate the process of its quality control essentially.

Ключевые слова: трикотажное полотно, автокорреляционная функция, кубический параметрический сплайн, геометрические характеристики петлеобразования.

Keywords: a knitted fabric, an autocorrelation function, a cubic parametric-spline, looping geometrical characteristics.

Процесс измерения начинается с операции формирования пробы трикотажного полотна, произведенного переплетением "кулирная гладь". Проба полотна размером 10×10 см размещается на рабочей поверхности оптического сканера марки Canon Pixma MP270. Пробу устанавливают таким образом, чтобы процесс сканирования проходил по длине пробы (вертикальное направление – вдоль петельных рядов) и перпендикулярно ширине пробы (горизонтальное направление – вдоль петельных столбиков). Операция сканирования пробы осуществляется в отраженном свете с разрешающей способностью 600 пикселей на дюйм.

В начальной фазе операции программной обработки отсканированного изображения трикотажного полотна выделяют небольшой участок в виде квадрата, так как при выборе участка пробы большего размера процесс его распознавания и обработки информации значительно увели-

чивается во времени. Затем смещают его первоначально по горизонтали (например, слева направо), выделяя при этом с помощью автокорреляционной функции вертикальные светлые и темные полосы, характеризующие периодически повторяющиеся нити и поры полотна. Затем локальный элемент смещают по вертикали, аналогично выделяя горизонтальные светлые и темные полосы. В итоге устанавливают периодичность изображения по горизонтали и вертикали элементов переплетения трикотажного полотна.

Смещаемый участок изображения трикотажного полотна и само его изображение рассматриваются как две случайные функции распределения коэффициента яркости изображения соответственно по горизонтали и вертикали. В плоскости изображения вводим систему прямоугольных декартовых координат Oxy . В этом случае распределение коэффициента яркости изображения по горизонтали и вертикали бу-

дет функциями этих координат: $f_1 = f(x)$, $\varphi_1 = \varphi(y)$. При смещении участка изображения на один пиксель это распределение описывается теми же функциями: $f_2 = f(x')$, $\varphi_2 = \varphi(y')$, отнесенными к смещенной системе координат:

$$\left. \begin{aligned} f_2(x') &= f_1(x + \Delta x), \\ \varphi_2(y') &= \varphi_1(y + \Delta y), \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

где Δx , Δy – величина смещения изображения трикотажного полотна соответственно по горизонтали и вертикали.

Функции $f_i = f(x)$, $\varphi_j = \varphi(y)$ являются дискретными, так как их значения вычисляются по пикселям. Таким образом, в результате смещения участка изображения получаем два набора значений функций входного сигнала яркости изображения:

$$\left. \begin{aligned} F(x) &= [f_1(x), f_2(x), \dots, f_n(x)], \\ \Phi(y) &= [\varphi_1(y), \varphi_2(y), \dots, \varphi_n(y)], \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

где n – число пикселей по горизонтали в выделенном участке изображения; m – число пикселей по вертикали в выделенном участке изображения.

В дальнейшем для каждого из наборов значений функции определяется автокорреляционная функция по следующей формуле [1]:

$$R(k, k + \ell) = \frac{E[(z_k - \mu_k)(z_{k+\ell} - \mu_{k+\ell})]}{\sigma_k \sigma_{k+\ell}}, \quad (3)$$

где z_k – значение сигнала яркости изображения в пикселе k ; $z_{k+\ell}$ – значение сигнала яркости изображения в пикселе смещенного на величину ℓ ; E – математическое ожидание; μ_k , $\mu_{k+\ell}$ – среднее значение сигнала яркости в пикселе k и $k+\ell$; σ_k , $\sigma_{k+\ell}$ – среднее квадратическое отклонение сигнала яркости изображения в пикселе k и $k+\ell$.

При анализе полученного изображения первоначально рассматриваем столбец, образованный вертикально расположенными порами полотна. Расстояние между порами является периодом следования изображения, а переплетение нитей между

собой происходит на равном расстоянии от ближайшей верхней поры и от ближайшей нижней поры, что составляет половину (0,5) периода следования изображения пробы. Поэтому высота (h) изображения трикотажной петли равна одному периоду с дополнением половины (0,5) периода. В итоге высота трикотажной петли равна полутора (1,5) периодам повторения изображения по вертикали (рис.1). По этой причине принимают высоту трикотажной петли равной $h = 1,5$, а ширину (w) петли равной $w = 2$, так как при вычислении ширины аналогично анализируют ряд горизонтально расположенными порами полотна. В дальнейшем с учетом полученных данных моделируем трикотажную петлю с помощью сплайна (s-образной кривой) [2].

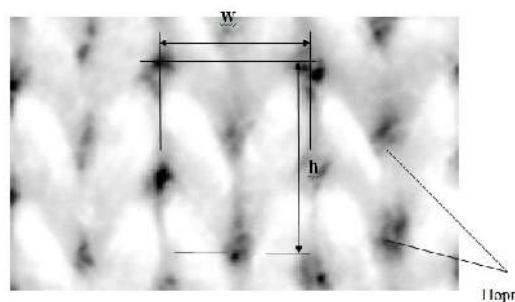


Рис. 1

На следующем этапе распознавания изображения трикотажного полотна вычисляем размеры сетки, которая представляет собой прямоугольную матрицу, для чего используем уже полученные в программе данные по ширине и высоте трикотажной петли, а также количество периодов по горизонтали (k_g) и вертикали (k_v).

Узлы на сетке (рис. 1) с учетом свойства их симметричности отмечены следующим образом: нечетные номера знаком "о", четные – знаком "х". Учитывая, что изображения петель в вертикальном направлении накладываются друг на друга со сдвигом $1/3$ от высоты петли h , прямоугольник сетки полотна разбит по высоте на три равные зоны. Одно полное изображение петли задано узлами начиная с номера 3 и заканчивая номером 11. Остальные узлы (1, 2 и 12, 13) необходимы для того, чтобы построить сплайн (s-образную

кривую) и затем отбросить результаты интерполяции для этих узлов, поскольку у крайних узлов отсутствует по одной соседней точке (краевое условие), и сплайн в их окрестности рассчитывается иначе, чем для точек, имеющих две соседние точки, то есть узлы 3 и 11 не должны быть крайними. Расчет и определение промежуточных точек трикотажной петли с помощью s-образной кривой происходит из условия, что трикотажная петля является симметричной фигурой так же, как и сама s-образная кривая.

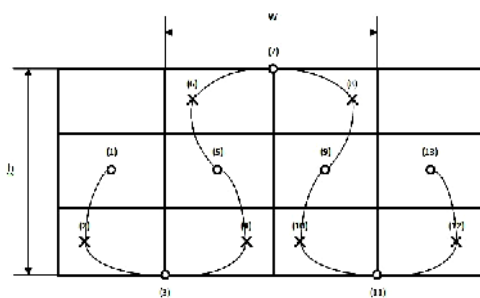


Рис. 2

На следующем этапе распознавания изображения полотна задают координаты нечетных узлов трикотажной петли, затем аналогично вычисляют координаты четных узлов. После вычисления координат узлов определяют масштабные коэффициенты по $x(mx)$ и по $y(my)$, чтобы изображение трикотажной петли геометрически совпадало с условием:

$$\left. \begin{aligned} mx &= w / (x(11) - x(3)), \\ my &= h / (y(7) - y(11)). \end{aligned} \right\} \quad (4)$$

В дальнейшем вычисляют промежуточные точки между основными заданными узлами (13 узлов). На основании данного расчета программа для ЭВМ выводит конечное изображение смоделированной трикотажной петли пробы, по которому на основе известных зависимостей [3] рассчитывают остальные геометрические характеристики петлеобразования трикотажного полотна.

Результаты функциональных возможностей рассмотренного метода по расчету

геометрических характеристик петлеобразования трикотажного полотна представлены в итоговом протоколе по форме рис. 3.

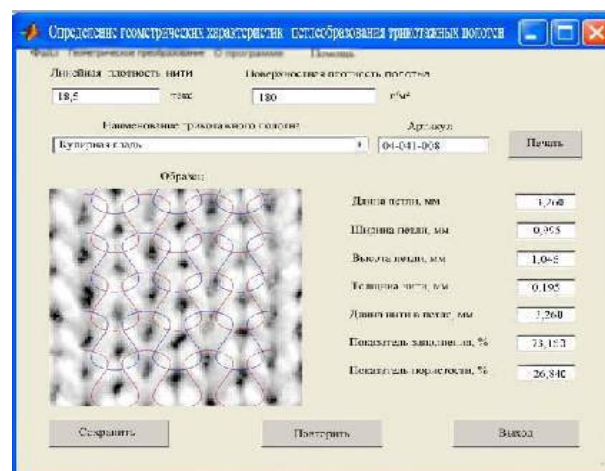


Рис. 3

Проведенные исследования по свойству быстродействия относительно стандартного метода измерения [3] показывают, что скорость расчета геометрических характеристик пробы с использованием предлагаемого компьютерного метода сканирования выше примерно в 10 раз.

ВЫВОДЫ

Предложен, теоретически обоснован и реализован метод компьютерного определения геометрических характеристик петлеобразования трикотажного полотна, позволяющий существенно ускорить процесс контроля его качества.

ЛИТЕРАТУРА

1. Калинина В.Н., Панкин В.Ф. Математическая статистика. – М.: Высшая школа, 1994.
2. Бурова И.Г., Демьянович Ю.К. Минимальные сплайны и их приложения. – Санкт-Петербург.: Изд-во Санкт-Петербургского университета, 2005.
3. ГОСТ 8846–87. Полотна и изделия трикотажные. Методы определения линейных размеров, перекоса, числа петельных рядов и петельных столбиков и длины нити в петле. – М.: ИПК "Издательство стандартов", 1989.

Рекомендована кафедрой материаловедения, товароведения, стандартизации и метрологии. Поступила 04.10.11.