

**РАЗБРАКОВКА ТКАЦКОГО ПОЛОТНА
С ПРИМЕНЕНИЕМ МАШИННОГО ЗРЕНИЯ
ПРИ ЕГО ВЫРАБОТКЕ**

**DESIGN OF THE WEAVING CLOTH
USING MACHINE VISION
WHEN BEING MANUFACTURED**

М.И. СЕМИН, М.А. ЯКУНИН
M.I. SEMIN, M.A. YAKUNIN

(Российский заочный институт текстильной и легкой промышленности)
(Russian Correspondence Institute of Textile and Light Industry)
E-mail: office@roszitlp.ru

Приведено разделение процесса дефектации на два этапа. В первом этапе рассмотрено преобразование изображения с помощью локальных бинарных шаблонов для последующего анализа с целью поиска "дефектных областей". Во втором этапе рассмотрен вейвлет Габора, как средство выделения порока ткацкого полотна, для определения геометрических характеристик "дефектной области".

Division of the defect detection process in two stages is presented herein. The first stage deals with transformation of an image using local binary patterns, for further analysis aiming the detecting of "defective zones". At the second stage Gabor wavelet is considered as a tool for detecting a fabric defect for identifying the geometric characteristics of a "defective zone".

Ключевые слова: пороки ткани, вейвлет Габора, локальные бинарные шаблоны.

Keywords: fabric defects, Gabor wavelet, local binary patterns.

Пороки в ткачестве возникают уже на стадии выработки текстильных материалов вследствие неисправной работы ткацкого станка. Несвоевременное обнаружение пороков ведет к снижению сортности ткани и, как результат, к потере ее стоимости.

На ткацких станках всех типов используют основные и уточные остановы, которые контролируют целостность соответствующих нитей. При обрыве нитей станок останавливают. Однако остановы в силу ограниченности ассортимента рассматриваемых пороков не могут обеспечить высокого качества ткани.

Решением задачи устранения недостатков остановов служит внедрение в технологический процесс выработки ткацкого полотна комплекса разбраковки ткани.

Подобные комплексы существуют [1], [2], но из-за высокой стоимости малые и

средние предприятия не могут их приобрести.

Таким образом, исследования в области разработки приемлемого по цене комплекса поиска пороков при выработке ткани, базирующегося на доступных компьютерных средствах, имеют высокую очевидную актуальность.

В то время как техническое решение задачи является стандартным, комплекс, как правило, включает в себя: датчик изображения, компьютер и плату сопряжения с приводом двигателя станка. Разработка программного обеспечения (метода поиска) является основой исследований в данном направлении.

Ниже описан предложенный метод определения пороков ткани при ее выработке.

Как правило, решение задачи дефектации ткани основано на одном математическом аппарате. В данной работе задача по определению пороков тканей разделена на "подзадачи", и для каждой "подзадачи" найден свой метод решения.

В первую очередь, необходимо найти "дефектные" области цифрового изображения ткацкого полотна. Настоящее исследование связано с обработкой большого количества информации, поэтому для обеспечения работы в режиме on-line необходимо использовать простую преобразующую функцию.

Нами для поиска дефектов ткацкого полотна ЛБШ предлагается использовать локальные бинарные шаблоны. Впервые ЛБШ были предложены в 1996 г. для анализа текстур полутонковых изображений [3].

ЛБШ представляют собой описание окрестности пикселя изображения в двоичной форме. Оператор ЛБШ, который применяется к пикселю изображения, использует восемь пикселей окрестности, принимая центральный пиксель в качестве порога. Иными словами, пиксели, которые имеют значения большие, чем центральный пиксель (или равны ему), принимают значения "1", а те, которые меньше центрального, принимают значения "0". Таким образом, получается восьмиразрядный бинарный код, который описывает окрестность пикселя.

Часто применяется модификация ЛБШ, в которой используют пиксели окрестности, находящиеся на некотором расстоянии от центрального пикселя.

Нами предложено использовать модификацию ЛБШ. В силу возможной разницы между продольным и поперечным шагом переплетения целесообразно использовать окрестность из пикселей в форме эллипса – ЭЛБШ, то есть для формирования ЛБШ будут использоваться те пиксели окрестности, которые лежат на эллипсе относительно центрального пикселя. Обозначим больший радиус эллипса как A , меньший радиус – как B , количество точек в ЛБШ обозначим как m . Тогда координаты g_{ix} и g_{iy} для каждого пикселя окрестности

сти g_i ($i=1,2,\dots,m$) будут определены по формулам:

$$R_i = \sqrt{\frac{A^2 B^2}{A^2 \sin^2 \theta_i + B^2 \cos^2 \theta_i}},$$

$$g_{ix} = R_i \cos \theta_i, \quad g_{iy} = R_i \sin \theta_i,$$

где $\theta_i = \left(\frac{360}{m}(i-1)\right)^\circ$.

Таким образом, изображение преобразуется в набор ЛБШ. Такой набор ЛБШ необходимо иметь для бездефектного отреза ткани и для отрезка исследуемой ткани.

Далее проводится анализ, основанный на определении расстояния между гистограммами ткани образца и исследуемой ткани, при этом используется хи-квадрат. Расстояние между изображениями S и M определяется по формуле:

$$\chi^2(S, M) = \sum_{j=1}^{k^2} \left(\sum_{i=1}^{P(P-1)+3} \frac{(S_{i,j} - M_{i,j})^2}{S_{i,j} + M_{i,j}} \right),$$

где $S_{i,j}$ и $M_{i,j}$ – размеры столбика i из области j .

Следовательно, при "несовпадении" изображений можно утверждать, что найдена область с высокой вероятностью нахождения в ней дефекта.

Следующий этап заключается в определении геометрических характеристик "дефектной" области для последующей классификации пороков. На данном этапе были использованы вейвлет-функции. Вейвлеты отлично описывают нестационарные сигналы, поэтому являются лучшим решением для чистки от шума функции изображения [4]. В нашем случае за шум примем все, что не является пороком.

В качестве вейвлета для преобразования изображения ткацкого полотна был выбран вейвлет Габора.

Функции Габора локализованы в пространственной и частотной областях и имеют вид плоской волны с волновым вектором \vec{k} , на которую наложена гауссов-

ская огибающая функция шириной σ/k , где $\sigma = 2\pi$:

$$\psi_i(x) = \frac{k_i^2}{\sigma^2} \exp\left(-\frac{k_i^2 x^2}{2\sigma^2}\right) \left[\exp(ik_j x) - \exp\left(-\frac{\sigma^2}{2}\right) \right]. \quad (1)$$

Для вещественной функции $f \in L^2(\mathbb{R})$ вейвлет-коэффициенты будут находиться из свертки функции с вейвлетом:

$$W_i(x) = \langle f, \psi_i(x) \rangle. \quad (2)$$

Так как функции (1) локализованы в пространственной области, то $W_i(x)$ характеризуют не все изображение, а некоторую его часть, размер которой определяется параметром $\frac{k_i^2}{\sigma^2}$, а положение – аргументом "x".

Используемый набор масштабов функций Габора был предложен авторами работы [5], которые провели исследования для двух значений пространственного фактора $f = \sqrt{2}$, определяющего расстояние между соседними масштабами ядер Габора, и различных значений параметра k_{\max} , определяющего максимальный масштаб используемых ядер:

$$k_v = \frac{k_{\max}}{f^v} \left(\exp \frac{iv\pi}{8} \right),$$

где $v = \{0, \dots, 4\}$, $u = \{1, \dots, 8\}$. (3)

Из (2) и (3) получим, что результат преобразования будет состоять из сорока наборов вейвлет-коэффициентов. Эти вейвлет коэффициенты необходимо получить для изображения образца (бездефектного отрезка ткани) и для "дефектной области".

Тогда чистка изображения от шума будет происходить следующим образом:

$$W_i = |W_i^{\text{деф}} - W_i^{\text{обр}}|,$$

где $W_i^{\text{деф}}$ – вейвлет коэффициенты изображения "дефектной области"; $W_i^{\text{обр}}$ – вейвлет-коэффициенты изображения образца; $i = [1 \dots 40]$ из условия (3).

Чтобы получить полную информацию о "дефектной области", необходимо сложить все "чищенные" вейвлет-коэффициенты то есть:

$$W = \sum_i W_i.$$

На рис. 1-а и 1-б представлены графики функций зависимости функции яркости от поперечной координаты "x", взятой в произвольной строке, и функции яркости "чищенного" изображения от поперечной координаты "x", взятой в той же строке.

В качестве исследуемого образца использовалось льняное ткацкое полотно.

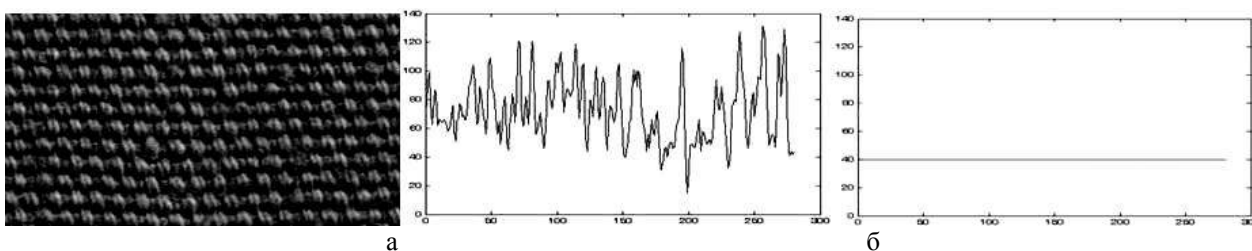


Рис. 1

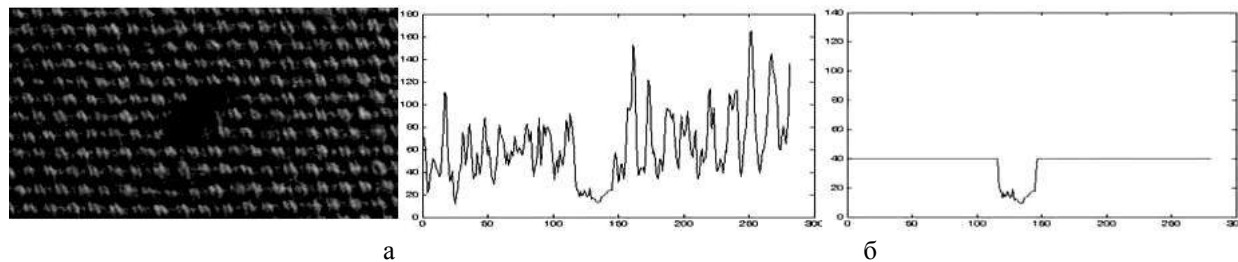


Рис. 2

На рис. 2-а и 2-б представлены графики функций зависимости функции яркости от поперечной координаты "х", взятой в строке с дефектом, и функции яркости "чищенного" изображения от поперечной координаты "х" взятой в той же строке.

Из рисунков видно, что задача по определению геометрических размеров дефекта сводится к определению размеров непостоянного отрезка сигнала.

В Ы В О Д Ы

Разделение процесса обнаружения дефектов ткани на "подзадачи" позволяет применить различные математические методы преобразования изображения для оптимизации данного процесса. Так, для поиска "дефектных областей" была применена простая форма преобразования (применены ЛБШ) с целью увлечения скорости поиска пороков, а для определения геометрических размеров применен вейвлет Габора с целью повышения достоверности информации.

1. Официальная интернет-страница производителя системы Barco Vision Электронный ресурс.: Электрон, дан. – Режим доступа: www.barco.com/textiles. – Данные соответствуют 2009 г. — Яз. англ.

2. Официальная интернет-страница производителя системы Uster Fabriscan Электронный ресурс.: Электрон, дан. – Режим доступа: www.uster.com. – Данные соответствуют 2009 г. — Яз. англ.

3. *Ojala T., Pietikainen M., Harwood D.A.* Comparative study of texture measures with classification based on feature distributions. *Pattern Recognition*. – 1996, 29(1), 51–59.

4. *Дьяконов В.П.* Вейвлеты: От теории к практике. – М.: СОЛОН-Пресс, 2004.

5. *Lades M. et al.* Distortion invariant object recognition in the dynamic link architecture // *IEEE Trans. Comput.* – 1993. Vol. 42(3). P. 300...311.

Рекомендована кафедрой технологии тканей и трикотажа. Поступила 30.13.11.