

УДК 677.019.535

**ПРИМЕНЕНИЕ ВЕЙВЛЕТ-АНАЛИЗА
ПРИ РАСПОЗНАВАНИИ ДЕФЕКТОВ ТКАНИ**

**APPLICATION OF THE WAVELET-ANALYSIS
WHEN RECOGNIZING THE FABRIC DEFECTS**

В.А. ИВАНОВСКИЙ
V.A. IVANOVSKY

(Костромской государственной технологической университет)
(Kostroma State Technological University)
E-mail: info@kstu.edu.ru

Работа посвящена разработке системы технического зрения с целью контроля качества ткани в реальном времени на ткацком станке. Вычисление параметров, необходимых для распознавания браков структуры ткани, основано на преобразовании Радона и вейвлет-анализе.

The paper is devoted to the development of the system of technical vision for the purpose of a fabric quality control in real time on a loom. Calculation of the parameters necessary for recognition of structures fabrics defects is based on transformation of Radon and wavelet-analysis.

Ключевые слова: контроль качества ткани, система технического зрения, преобразование Радона, вейвлет-анализ.

Keywords: a fabric quality control, a system of technical vision, Radon transformation, a wavelet-analysis.

При автоматизированном контроле качества ткани актуальным является создание систем технического зрения для оперативного определения и распознавания структурных пороков тканей [1], [2]. Объектом анализа является изображение ткани с видеокамер, установленных непосредственно на ткацком станке, передаваемое для анализа в ЭВМ.

При решении задачи распознавания пороков ткани учитывается как структура

порока, так и его окрестности. С этой целью целесообразно вычислять такие параметры, как расстояние между нитями (в месте дефекта), поперечник нитей по горизонтали, а также данные параметры у близлежащих нитей окрестности дефекта. Для распознавания отдельных нитей и их параметров из всего тканого полотна применены такие математические методы, как преобразование Радона и вейвлет-анализ.

Применение метода Радона [3] дает возможность преобразовать сетчатую периодическую структуру в функциональную зависимость, так как он представляет

$$R(t, \alpha) = \int_{-\infty}^{\infty} f(t \cos \alpha - y' \sin \alpha, t \sin \alpha + y' \cos \alpha) dy', \quad (1)$$

где t – расстояние от начала координат до прямой, вдоль которой суммируются яркости. Уравнение этой прямой имеет вид:

$$x \cos \alpha + y \sin \alpha - t = 0. \quad (2)$$

Связь между исходной системой координат $\{x, y\}$ и повернутой на угол α системой координат $\{x', y'\}$ определяется соотношением:

$$x = x' \cos \alpha - y' \sin \alpha,$$

собой нахождение проекций яркости изображения под различными углами, то есть интеграл от функции яркости в соответствующих направлениях:

$$y = x' \sin \alpha + y' \cos \alpha.$$

На рис. 1-а представлен образец ткани с браком недосека. В частном случае преобразование Радона представляет собой вычисление проекций изображения на горизонтальную (рис. 1-б) и вертикальную (рис. 1-в) оси. При этом для горизонтальной оси угол $\alpha=0^\circ$, тогда по выражению (2) $x=t$, и для вертикальной оси угол $\alpha=90^\circ$; $y=t$.

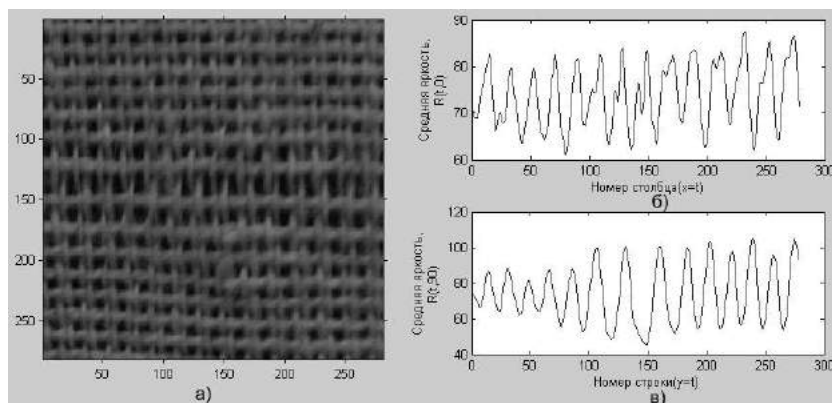


Рис. 1

Дальнейшая обработка сигнала осуществляется на спектральном анализе, основанном на вейвлет-преобразовании, которое позволяет диагностировать подобные

нестабильные сигналы. Формула прямого непрерывного вейвлет-преобразования представляет собой скалярное произведение сигнала и вейвлета [4]:

$$S(a, b) = \langle R(t, \alpha), \psi(t, a, b) \rangle = \int_{-\infty}^{\infty} R(t, \alpha) \psi(t, a, b) dt, \quad (3)$$

где $R(t, \alpha)$ – результат преобразования Радона, вычисленного по формуле (1); $\psi(t, a, b)$ – масштабированные и сдвинутые копии базисного вейвлета (4).

Анализ сигнала удобно производить симметричными аналитическими вейвлетами. В рамках данной работы был выбран базисный вейвлет МНАТ (Mexican Hat) [4]:

$$\psi(t, a, b) = \frac{1,0314}{\sqrt{a}} \exp \left[- \left(\frac{t-b}{a} \right)^2 \right] \left[1 - 2 \left(\frac{t-b}{a} \right)^2 \right], \quad (4)$$

где a – параметр масштаба вейвлета, $a=1..N$; N – число сдвигов масштаба (гармоник); b – параметр сдвига вейвлета, $b=t$.

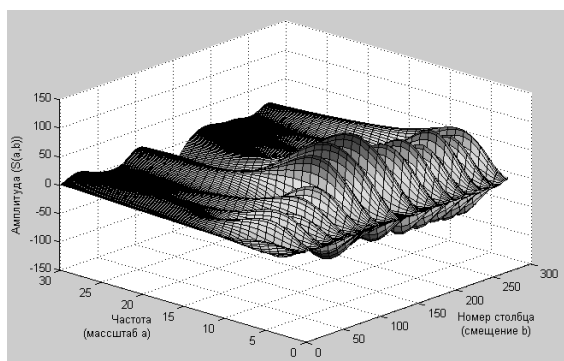


Рис. 2

В результате преобразования получаем матрицу со значениями вейвлет-коэффи-

циентов $S(a, b)$ – рис. 2 – отображен анализ вертикального преобразования Радона.

На рис. 3-а представлена проекция преобразования на плоскость частот (масштабов a). Ярко выражены колебания по частоте, что характеризует неравномерность расстояний между нитями. На рис. 3-б представлена проекция преобразования на плоскость амплитуд ($S(a,b)$).

Здесь отчетливо видно, что всплески коэффициентов вейвлет-анализа (вследствие его свойств) проходят через нулевой уровень. Расстояние между нулевыми значениями положительного всплеска характеризует поперечник нити по горизонтали. Расстояние между нулевыми значениями отрицательного всплеска характеризует расстояние между нитями.

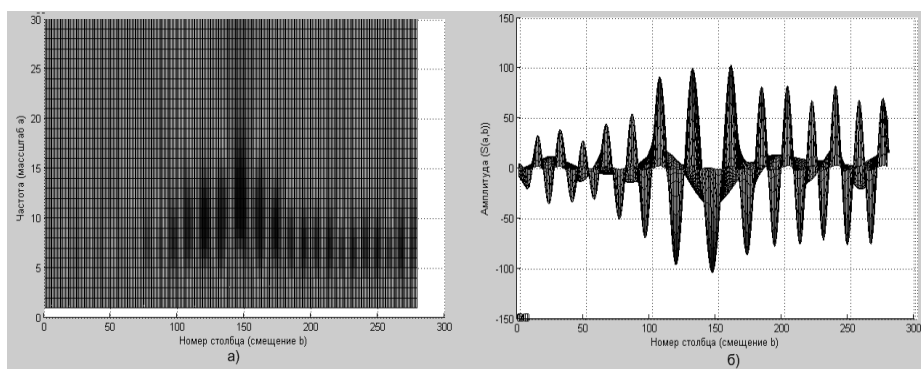


Рис.3

Таким образом, вейвлет-анализ дает возможность анализировать нестационарные сигналы, а также выявлять координаты амплитудных и частотных неравномерностей и всплесков.

ВЫВОДЫ

Применение совокупности методов, таких как преобразование Радона и вейвлет-анализа, позволило разработать алгоритм, определяющий необходимые для распознавания дефектов параметры: поперечник нитей по горизонтали и расстояния между нитями.

ЛИТЕРАТУРА

1. Федосеев В.Н. Автоматизация контроля в технологии поверхностной обработки текстильных материалов. – Иваново, Изд-во ИвТИ, 1990.
2. Коробов Н.А. Развитие теории и практики построения методов измерения характеристик строения текстильных материалов с использованием современных информационных технологий. – Иваново. Изд-во ИвТИ, 2007.
3. Грузман И.С. Математические задачи компьютерной томографии // Соросовский образовательный журнал. – 2001, №5.
4. Витязев В.В. Вейвлет-анализ временных рядов: Учебное пособие. – СПб.: Изд-во С.-Петерб. ун-та, 2001.

Рекомендована кафедрой технологии машиностроения. Поступила 03.06.11.