

УДК 677.057.11

ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕСТНЫХ ПОРОКОВ ТКАНЕЙ С ПОМОЩЬЮ ВЕЙВЛЕТОВ

В.И. АГАФОНОВ, М.И. СЁМИН

(Российский заочный институт текстильной и легкой промышленности)

Проблема поиска местных пороков тканей в рамках современных информационных технологий подразделяется на несколько этапов.

На первом этапе с помощью элементов технического зрения наблюдатель получает изображение исследуемой ткани. В качестве примера исследовались модельные изображения реальной ткани [1].

На следующем этапе задаются критерии присутствия местного порока. Поиск "пятна" на ткани эквивалентен поиску источника излучения: при достижении уровня энергии некоторого порога T_i констатируется факт его присутствия. Сертифицированные стандарты, определяющие критерии пороков цвета и их классификацию, в настоящее время отсутствуют.

На третьем этапе согласно выбранным критериям качества изображение тканого материала подвергается математическому анализу. Непрерывно построчно сканируемое полотно ткани представляется как нестационарный сигнал. В областях изменения цвета заметны резкие повышения яркости.

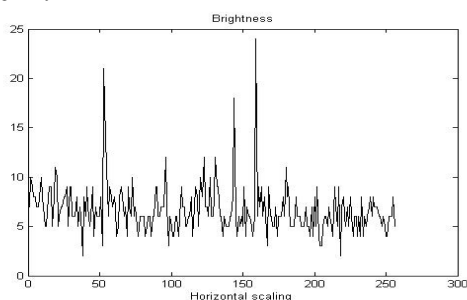


Рис. 1

На рис. 1 в качестве примера представлена зависимость функции яркости в одной из строк сканируемого изображения от поперечной координаты.

Применение методов сегментации изображений [2] предполагает очистку сигнала от "шума". Однако отсекаемая в этом случае высокочастотная составляющая сигнала несет существенные сведения о присутствии местного дефекта.

Проблема решается применением метода декомпозиции с помощью вейвлет-функций. Вейвлеты за счет свойства локальности получают существенное преимущество перед преобразованием Фурье, которое дает только глобальные сведения об исследуемом сигнале.

Вейвлет-преобразование осуществляется согласно правилу [3]:

$$W_{\psi}(a, b)f = \frac{1}{\sqrt{C_{\psi}}} \int_{-\infty}^{\infty} \frac{1}{\sqrt{|a|}} \psi\left(\frac{x-b}{a}\right) f(x) dx, \quad (1)$$

где $a \leq a_{\max}$ – масштаб и b – смещение анализирующего вейвлета ψ ; C_{ψ} – нормировочный множитель. Используемое непрерывное вейвлет-преобразование (1), несмотря на большие вычислительные затраты, при анализе сигналов приводит к аналитически более ясным результатам.

В задаче об определении локальных пороков окраски для серий расчетов используются только некоторые вейвлеты: вейвлеты Хаара, Добеши 4-го порядка,

“Мексиканская шляпа”, Мейера. Выбор оптимального вейвлета для решения задачи о локализации местных пороков тканей – предмет отдельного исследования.

Прямой анализ спектра одномерного сигнала $W_\psi(a,b)$ провести затруднительно, тем более осуществить автоматическое компьютерное исследование. В силу этих причин при моделировании используются энергетические характеристики вейвлет-преобразования [4].

Анализируемое изображение в системе цветности RGB представляет собой трехслойную трехмерную поверхность в пространстве координат (x–y–цвет) исследуемого образца, где $y \leq b_{\max}$ – ширина полотна. Каждый слой представляет собой набор точек красного, синего и зеленого цветов определенной яркости $f(x,y)$. Если $W_\psi^2(a,b)$ – плотность энергии цветового слоя, то полная энергия анализируемой строки с координатой y определяется как:

$$E_w(y) = \int_0^{a_{\max}} \int_0^{b_{\max}} W_\psi^2(a,b) db da. \quad (2)$$

Дефектность определяется по критерию:

$$\frac{E_w(y)}{\bar{E}_w(y)} > T_1, \quad (3)$$

где $\bar{E}_w(y) = \int_{y_{\min}}^{y_{\max}} E_w(y) dy$, а T_1 – энергетический порог. Область $y_{\min} \leq y \leq y_{\max}$ представляет собой часть изображения, в котором отсутствуют пороки окраски.

Таким методом при непрерывном сканировании рулона ткани находятся “дефектные строки”. На основе подобных идей в каждой дефектной строке определяются точки, в которых существует порок окраски. Предполагается, что каждая дефектная область является непрерывной. На ее границах велики градиенты функции яркости [5], а значит, вейвлет-коэффициенты $W_\psi(a,b)$ на всех масштабах испытывают резкое увеличение.

Начало и конец дефектных областей в каждой строке определяются согласно критерию:

$$\frac{W_a^2}{\bar{W}_a^2} > T_2, \quad (4)$$

$$\text{где } W_a^2 = \int_0^{a_{\max}} W_\psi^2(a,b) da, \quad \bar{W}_a^2 = \frac{\int_0^{b_{\max}} W_a^2 db}{b_{\max}}.$$

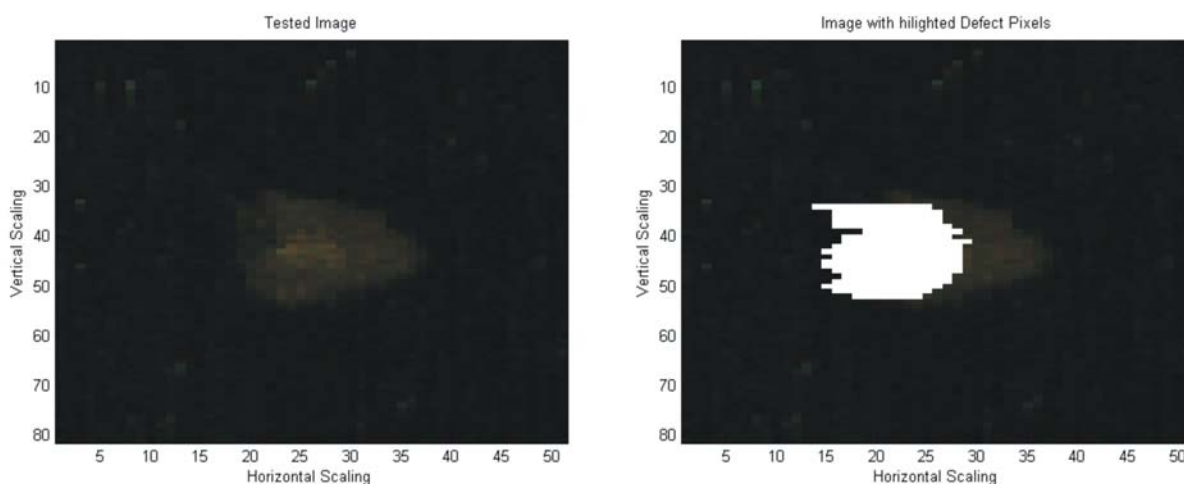


Рис. 2

При испытаниях реальных образцов тканей (рис. 2) выявилась зависимость ве-

роятности обнаружения порока окраски от контраста дефекта: флуктуации яркости

оказались сравнимы с величиной шума, что устраняется применением оптических датчиков более высокого класса [3]. На рис. 2 представлен фрагмент исследуемой ткани и результат определения местоположения локального порока. Выявленные "дефектные" точки закрашены белым цветом. Небольшой сдвиг выявленной области относительно дефекта обусловлен применявшимся в расчетах вейвлетом Добеши, имеющим ярко выраженную асимметрию.

ВЫВОДЫ

Внедрение автоматизированной системы контроля качества и разбраковки тканых полотен на основе современного математического аппарата вейвлет-техноло-

гий позволяет повысить достоверность обнаружения местных пороков.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Агафонов В.И., Сёмин М.И.* Определение местных пороков тканей на базе визуальной информационной системы // Сб. научн. тр.: Современные информационные технологии. Вып. 2. – М.: РосЗИТЛП, 2006. С.61...67.
2. *Гонсалес Р., Вудс Р.* Цифровая обработка изображений. – М.: Техносфера, 2005.
3. *Добеши И.* Десять лекций по вейвлетам. – Ижевск: НИЦ "Регулярная и хаотическая динамика", 2001.
4. *Дьяконов В.* Вейвлеты. От теории к практике. – М.: СОЛОН-Пресс, 2004.
5. *Дремин И.М., Иванов О.В., Нечитайло В.А.* Вейвлеты и их использование // Успехи физических наук. – М., 2001, № 5. Т. 171. С.465...501.

Рекомендована кафедрой физики. Поступила 29.01.08.