

УДК 658.52.011.56:677.074

**АЛГОРИТМЫ ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ
ДЛЯ СИСТЕМ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПЕРЕКОСА УТКА
НА БАЗЕ МАТРИЧНЫХ ФОТОПРИБОРОВ
С ЗАРЯДОВОЙ СВЯЗЬЮ**

В.Е. ЗАЙЦЕВ, В.А. КЛИМОВ, В.Я. ЭНТИН

(Санкт-Петербургский государственный университет технологии и дизайна)

В настоящее время создание автоматизированных систем правки утка на отделочном оборудовании сдерживается не-

достаточной эффективностью устройств сбора информации о перекосе уточных нитей. Одной из возможностей совершенст-

ования характеристик этих устройств является использование в качестве первичного преобразователя оптической информации матричных фотоприборов с зарядовой связью (ФПЗС). Как первичный преобразователь оптической информации ФПЗС обладают рядом преимуществ: высокой разрешающей способностью, малыми габаритами и стоимостью, высокой надежностью, а также, что наиболее важно, эти приборы дают возможность получать обширную информацию о контролируемом объекте.

При использовании ФПЗС задача измерения перекося утка и плотности ткани в основном заключается в разработке эффективных математических средств анализа получаемого от ФПЗС изображения участка поверхности ткани. В качестве аппаратной части таких систем могут использоваться серийно выпускаемые ФПЗС преобразователи и микроэлектронные средства цифровой обработки сигналов.

Матричный ФПЗС представляет собой матрицу светочувствительных элементов размера $N \times K$. Для выполнения анализа матрица ФПЗС ориентируется относительно ткани так, чтобы ее строки были параллельны нитям основы, а столбцы параллельны нитям утка.

В общем случае процесс преобразования оптического сигнала $e(x, y)$, осуществляемый матрицей ФПЗС, можно представить следующим образом:

$$E(i, j) = ke(iT_{dx}, jT_{dy}), \quad (1)$$

где $E(i, j)$ – выходной сигнал матрицы; k – коэффициент пропорциональности; i, j – номер строки и столбца матрицы; T_{dx}, T_{dy} – расстояние между соседними элементами ФПЗС.

Применительно к решаемой задаче анализа двумерное изображение удобнее рассматривать как совокупность одномерных сигналов, измеренных вдоль строк изображения:

$$E_j(i) = ke_j(iT_{dx}), \quad j=0 \div N-1. \quad (2)$$

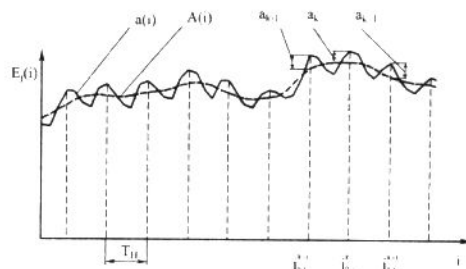


Рис. 1

На рис. 1 представлен фрагмент характерного сигнала $E_j(i)$ одной из строк изображения. Сигнал соответствует реальному образцу ткани с полотняным переплетением. При этом матрица ФПЗС воспринимает отраженный от поверхности ткани световой поток.

Сигнал $E_j(i)$ рассматривается как сумма полезной составляющей $a(i)$ и составляющей $A(i)$, обусловленной общей интенсивностью освещения. Считается, что составляющая $a(i)$ обусловлена присутствием уточных нитей. Причем уточным нитям соответствуют положительные полуволны составляющей $a(i)$ с амплитудами a_k . Реальные сигналы $E_j(i)$ характеризуются непостоянством величины составляющей $A(i)$ и значительным разбросом амплитуд положительных полуволн a_k , соответствующих различным нитям утка.

Анализ первичного изображения осуществляется следующим образом: идентифицируются координаты расположения уточных нитей, которые связываются во множества, соответствующие одноименным нитям утка. За координаты уточных нитей принимаются координаты точек локальных максимумов $i_0^{(k)}$ сигнала $E_j(i)$, где $j=0 \div N-1$.

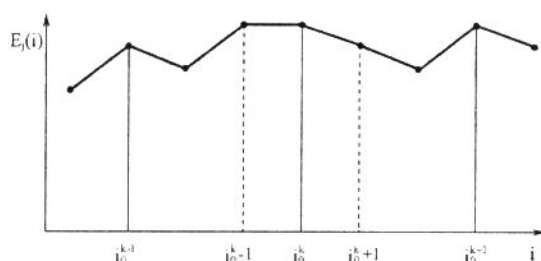


Рис. 2

На рис. 2 показано графическое изображение примера работы алгоритма по определению координаты уточных нитей.

С учетом дискретного характера задачи точка $i_0^{(k)}$ считается точкой локального максимума, если для нее выполнено условие

$$E_j(i_0^{(k)} - 1) \leq E_j(i_0^{(k)}) > E_j(i_0^{(k)} + 1) \quad (3)$$

при дополнительном условии существования хотя бы одного i в интервале $i_0^{(k-1)} < i < i_0^{(k)}$, для которого выполняется неравенство $E_j(i) < E_j(i+1)$.

Предложенный метод идентификации координат расположения нитей слабо чувствителен к непостоянству величины составляющей $A(i)$ и разбросу амплитуд положительных полуволн a_k и обладает высокой достоверностью. В процессе исследований установлено, что точность определения координат уточных нитей существенно зависит от коэффициента масштаба $g = T_{дх}/T_n$, где T_n – период повторения уточных нитей; $T_{дх}$ – период дискретизации по оси x , равный расстоянию между светочувствительными элементами матрицы ФПЗС. Путем оптимального выбора коэффициента масштаба g точность может быть существенно повышена. Для большинства тканей оптимальное значение g составляет порядка 0,25.

Связывание точек максимумов осуществляется на основании критерия принадлежности точек максимумов одноименным нитям: две точки максимумов $i_{0,j}$ и $i_{0,j+1}$, лежащие на осях x_j и x_{j+1} и принадлежащие одной нити утка, не могут быть смещены в направлении осей x_j более чем на расстояние δ :

$$|i_{0,j} - i_{0,j+1}| \leq \delta. \quad (4)$$

От величины интервала поиска δ зависит достоверность связывания точек максимумов.

На основании условия (4) разработан алгоритм, позволяющий связывать точки максимумов во множества по признаку принадлежности одноименным нитям утка.

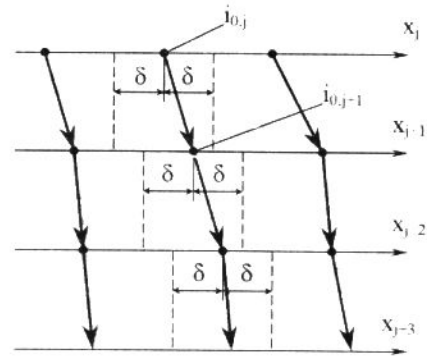


Рис. 3

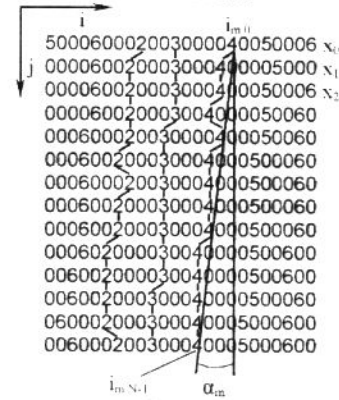


Рис. 4

Схема работы алгоритма связывания точек максимумов изображена на рис.3, а результаты работы координатного алгоритма для образца ткани с полотняным переплетением представлены на рис.4, где одинаковыми (не равными 0 с повторением) цифрами обозначены координаты точек максимумов, отнесенные алгоритмом к одноименным нитям.

По координатам начальной и конечной точек максимумов идентифицированных нитей определяется численное значение величины перегиба и его знак:

$$\operatorname{tg} \alpha_m = \frac{(i_{m,0} - i_{m,N-1}) T_{дх}}{T_{дy} N}, \quad (5)$$

где α_m – угол перегиба m -й нити утка; N – количество строк матрицы ФПЗС; $i_{m,0}$, $i_{m,N-1}$ – координаты начальной и конечной точек максимумов, принадлежащих m -й идентифицированной нити.

Реальные сигналы, поступающие от ФПЗС, оказываются искажены действием различного рода помех. Для повышения достоверности определения координат

точных нитей исходное изображение обрабатывается цифровым фильтром [1].

С учетом затрат времени оптимальный эффект дает обработка сигналов $E_j(i)$ половым рекурсивным фильтром второго порядка:

$$V_j(i) = a_0 E_j(i) + a_1 E_j(i-1) + b_1 V_j(i-1) + b_2 V_j(i-2), \quad j=0 \div N-1, \quad (6)$$

где $E_j(i)$, $V_j(i)$ – отсчетные значения входного и выходного сигналов фильтра соответственно.

Применение данного фильтра на тканях со сложными переплетениями позволяет повысить количество идентифицированных нитей на 30...40%.

Экспериментальная проверка предложенного алгоритма показала возможность измерения углов перекося в пределах $\pm 25^\circ$ с погрешностью порядка $0,5^\circ$.

ВЫВОДЫ

1. В результате экспериментов получены данные, подтверждающие возможность достоверной идентификации нитей ткани

на цифровом изображении, полученном от матричного ФПЗС преобразователя.

2. Разработан координатный метод анализа первичных изображений, позволяющий определить координаты расположенияточных нитей, и найден критерий связности координатточных нитей, позволяющий определить трассу их прохождения.

3. Установлено существенное влияние коэффициента масштаба g на достоверность определения координат нитей. Его оптимальное значение составляет 0,25.

4. Фильтрация первичного цифрового изображения значительно повышает достоверность работы алгоритма идентификации нитей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Голд Б., Рэйдер Ч. Цифровая обработка сигналов / Пер. с англ., под ред. А.М. Трахтмана. – М.: Сов. радио, 1973.

Рекомендована кафедрой автоматизации производственных процессов. Поступила 29.09.04.