

УДК 677-487.5.23.275

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РАЗНОСТНОГО ИЗОБРАЖЕНИЯ ДЛЯ РАСПОЗНАВАНИЯ ДЕФЕКТОВ СТРУКТУРЫ НАМОТКИ НИТИ НА БОБИНУ\***

*М.Н. НУРИЕВ*

(Азербайджанский государственный экономический университет)

В [1] показано, что на основе преобразований Хоха можно создать надежный алгоритм распознавания дефектов структуры намотки нити на бобину по изображению ее поверхности. Однако такой алгоритм требует значительного объема вычислений и поэтому не может работать достаточно быстро.

Большой объем вычислений связан с тем, что все точки изображения проверяются на принадлежность к определенному классу прямых линий. В том случае, когда

анализу подвергается динамическое изображение, мощным средством для сокращения объема вычислений при распознавании его элементов является сравнение последовательно отснятых кадров [2]. При анализе структуры намотки такая возможность появляется в том случае, когда анализируемая бобина разматывается. В этом случае необходимо сравнить два последовательно отснятых кадра и выделить изображение смотанной между двумя последовательными кадрами нити.

---

\* Работа выполнена под руководством проф., докт. техн. наук П.Н. Рудовского

Поскольку все остальное изображение на этих кадрах остается неизменным, то выделить требуемое изображение можно вычитанием яркости соответствующих пикселей друг из друга. В результате вычитания значения разности яркости для всех пикселей статической части изображения принимают значение, близкое к нулю, а изменившейся части изображения

$$d(x, y, i) = \begin{cases} 1, & \text{если } |f(x, y, i) - f(x, y, i+1)| \geq \theta, \\ 0, & \text{если } |f(x, y, i) - f(x, y, i+1)| < \theta, \end{cases} \quad (1)$$

где  $f(x, y, i)$  – значение яркости исходного изображения пикселя с координатами  $x, y$  на  $i$ -м кадре;  $d(x, y, i)$  – значение яркости нового изображения пикселя с координатами  $x, y$  на  $i$ -м кадре;  $\theta$  – значение порогового уровня (порога бинаризации).

Таким образом, с помощью преобразования по формуле (1) производится бинаризация изображения, что должно в дальнейшем упростить процесс распознавания.

Для исследования алгоритма были использованы тестовые видеоизображения, на которых зафиксирован процесс размотки бобин, сформированных на прядильной пневмомеханической машине БД-200 и прядильно-крутильной машине ПК-100.

Исходные кадры видеоизображения переводились в серое полутоновое изображение, затем соседние кадры попиксельно вычитались друг из друга, после чего проводилась бинаризация по правилу (1). При этом подбиралось значение порогового уровня  $\theta$  по критерию малого уровня шума при сохранении изображения нитей.

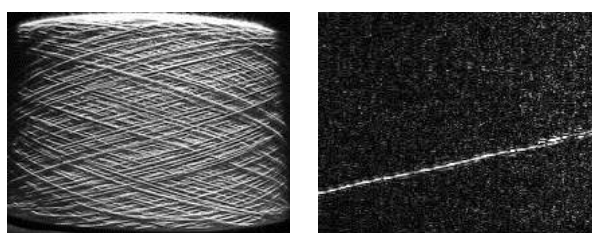


Рис. 1

– значение, отличное от нуля. Критерием близости разности яркости к нулю служит экспериментально определяемое пороговое значение  $\theta$ . Исходное изображение преобразуется в новое, предназначенное для анализа с помощью преобразований Хоха, по следующему правилу:

На рис. 1 показаны: а – кадр (720×576 пикселей) исходного видеоизображения бобины, б – фрагмент (210×170 пикселей) изображения, полученного как разность исходного и следующего за ним кадра. На рис. 2: а – бинаризованное изображение (порог бинаризации 40). Как видно, после бинаризации уровень шума на изображении высокий. При увеличении порога бинаризации до 120 (рис. 2-б) уровень шума на изображении снижается, однако при этом изображение нити не получается сплошным, оно разбито на участки, причем ширина разрывов сравнима с шириной целых участков. Это может создавать определенные трудности для работы алгоритмов распознавания образа нити на изображении.

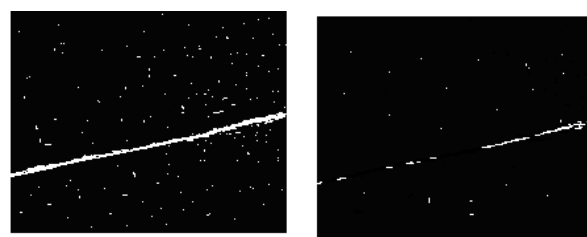


Рис. 2

Анализ влияния условий съемки на порог бинаризации показал, что для получения приемлемого качества изображения нельзя установить фиксированное значение порога. Оно изменяется в весьма широких пределах от 30 до 240. При низком пороге бинаризации хорошо сохраняется изображение нити, но велик уровень шумов. При высоком пороге бинаризации шумы могут практически отсутствовать,

но пиксели изображения нити частично утрачиваются (количество пикселей, принадлежащих нити, может уменьшиться в 2...20 раз). Таким образом, порог бинаризации при построении алгоритма распознавания структуры намотки не может быть постоянным. Его назначение оператором внесет большую долю субъективизма в работу системы и существенно замедлит ее работу.

Автоматизировать выбор порога бинаризации можно на основе анализа гистограмм яркости пикселей разностного изображения. В этом случае назначается количество самых ярких пикселей, которое должно остаться на изображении после обработки. Этот параметр должен зависеть от размера изображения, однако в задаче распознавания структуры намотки анализируемый фрагмент изображения может оставаться постоянным, а поэтому количество пикселей изображения после обработки можно зафиксировать на постоянном уровне.

На рис.3 показана гистограмма яркости пикселей разностного изображения. По гистограмме выбирается порог, при котором после бинаризации останется заданное количество наиболее ярких точек. На рис.4-а приведено изображение, для которого этот параметр равен 1000, что соответствует порогу бинаризации, равному 65. Шум на изображении достаточно эффективно устранен. Незначительное количество ярких точек на изображении существенным образом не скажется на эффективности работы алгоритма распознавания нити.

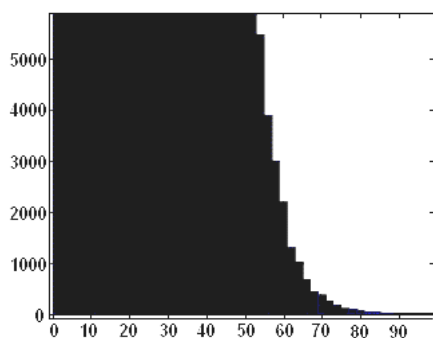


Рис. 3

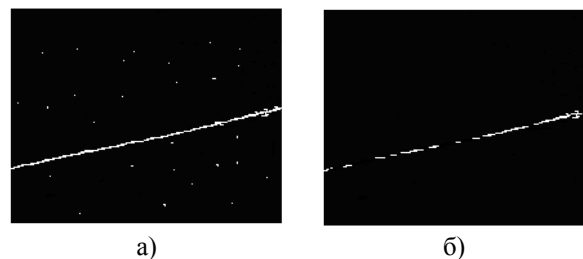


Рис. 4

Для улучшения качества изображения перед бинаризацией можно использовать шумоподавляющие фильтры [3]. Суть их работы заключается в том, что яркость пикселя определяется в зависимости от яркости окружающих его пикселей. Количество окружающих пикселей определяется размером маски, которая представляет собой, как правило, квадратную матрицу. Фильтрация осуществляется перемещением слева направо (или сверху вниз) маски на один пиксель. При каждом положении маски производится перемножение элементов матрицы, содержащей весовые множители на соответствующие значения яркостей точек исходного изображения с последующим суммированием этих произведений. Полученное значение присваивается пикселю изображения, соответствующего центральному элементу маски. Обычно это значение делится на заранее заданное число — нормирующий множитель. Маска содержит нечетное число строк и столбцов, чтобы центральный элемент определялся однозначно.

Очевидно, что чем больше размер маски, используемой для фильтрации, тем большее время требуется для выполнения этого процесса.

Подготовка изображения к распознаванию включает в себя следующие операции: копирование цветного изображения из буфера видеокамеры в буфер программного приложения (5 мс); получение серого полутонового изображения из цветного (15 мс); получение разностного изображения; фильтрация разностного изображения одним из фильтров (40 мс); построение гистограммы разностного изображения и расчет порога бинаризации (20 мс); бинаризация разностного изображения (10 мс).

Здесь также приведены средние временные затраты при обработке одного кадра изображения для каждой операции.

На рис.4-б показано изображение с порогом бинаризации 40 мс и сглаживающим фильтром 7×7 элементов. Шумы на изображении практически устранены, однако, несмотря на низкий порог бинаризации, изображение нити получается тонким и разорванным.

## ВЫВОДЫ

1. Сравнение двух последующих кадров при видеосъемке формируемой бобины позволяет выделить изображение наматываемой нити.

2. На основе анализа гистограммы распределения яркостей точек изображения можно построить алгоритм автоматического определения порога бинаризации.

## ЛИТЕРАТУРА

1. *Нуриев М.Н.* Обнаружение дефектов структуры намотки по изображению поверхности бобины с помощью преобразования Хоха // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности.– 2008, №3. С.128...131.

2. *Садыков С.С., Стулов Н.Н.* Методы и алгоритмы выделения признаков объектов в системах технического зрения – М.: Горячая линия – Телеком, 2005.

3. *Грузман И.С., Киричук В.С., Косых В.П., Перетягин Г.И., Спектор А.А.* Цифровая обработка изображений в информационных системах: Учебное пособие – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2000.

Рекомендована кафедрой теоретической механики и сопротивления материалов. Поступила 22.03.08.