

УДК 677.017.4

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ КЛАСТЕРНОГО АНАЛИЗА ДЛЯ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА ПАКОВОК КРЕСТОВОЙ НАМОТКИ

А.Р. ДЕНИСОВ, Л.Ю. КИПРИНА, П.Н. РУДОВСКИЙ

(Костромской государственной технологической университет)

Контроль качества выпускаемой продукции остается одной из актуальных проблем для текстильных предприятий. Учитывая специфику технологического процесса, следует отметить, что для производства высококачественного текстиля необходимо осуществлять мероприятия по управлению качеством, начиная с подготовительных операций, одной из которых является формирование паковок в подготовительном отделе ткацкого производства.

Дефекты структуры намотки, такие как жгутовая намотка, приводят к ухудшению параметров паковки, и как следствие, размотка такой бобины сопровождается увеличением обрывности, а значит и простоев оборудования, и снижением качества продукции на следующих этапах производства [1].

Для устранения жгутовой намотки в состав мотальных механизмов входят рассеивающие устройства. От их наладки зависит эффективность ликвидации брака в виде жгутов. Наладку соответствующего механизма можно оценить, разматывая полученную при его работе бобину и определяя наличие в ней дефектов в виде жгутов.

Обычно наличие жгутов определяется визуально, при этом их количественная оценка не производится. Это приводит к значительной доле субъективности и не позволяет производить эксперименты по оптимизации параметров рассеивающих устройств.

Применение современных средств технического зрения позволит автоматизировать этот процесс и количественно оценить наличие жгутов в теле намотки.

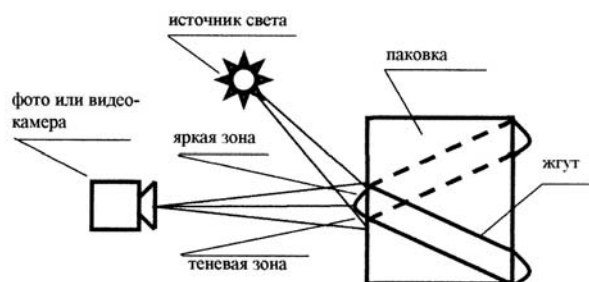


Рис. 1

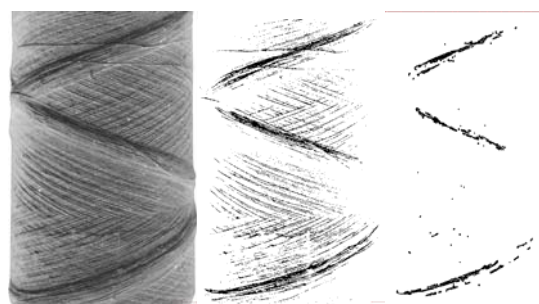


Рис. 2

Возможность применения систем технического зрения для обнаружения жгутов основывается на том, что жгут представля-

ет собой объемное тело, при правильном освещении которого (рис. 1) возникают теневые области и области повышенной

яркости. На полученном при помощи средств технического зрения изображении (рис. 2-а) эти области будут представлять собой либо темные, либо яркие пятна, которые можно выделить путем наложения фильтра на цветовые каналы RGB (красный, зеленый и синий каналы) (рис. 2-б). В результате эксперимента было выявлено, что для достижения достоверных результатов исходное изображение должно быть получено в режиме True color (2^{24} цветов или 256 оттенков для каждой составляющей цветовой модели).

На рис. 2-б видно, что кроме жгутов на изображении присутствует большое количество шумов в виде отдельно расположенных точек, которые могут быть убраны посредством специального фильтра (рис. 2-в).

Из рис. 2-в видно, что жгуты представляют собой линии, близкие к прямой, которые можно выявить, используя соответствующие методы анализа. При этом главной проблемой является невозможность быстрой обработки большого количества точек, например, изображение на рис. 2-в содержит не менее 10000 черных точек.

Чтобы ускорить процесс обработки целесообразно использовать методы кластерного анализа, которые позволяют объединить близкорасположенные объекты в специальные группы (кластеры). Каждый кластер определяется центром (чаще всего центр тяжести объектов в кластере), а также количеством объектов в нем. При этом вводится следующее правило: объект принадлежит к тому кластеру, расстояние до центра которого минимально. В качестве меры близости чаще всего используют Евклидову меру [2].

В ходе экспериментов были проанализированы следующие методы кластерного анализа:

- метод иерархического дерева [6];
- метод К-средних [6];
- искусственные нейронные сети Кохонена (ИНСК) при различных методах обучения (метод WTA (Winner Takes All)

[3...5], метод WTA с окрестностями [5], метод "выпуклой комбинации" [3], метод "нейронного газа" [4]).

В результате эксперимента было выявлено, что объекты лучше всего группируются при использовании как ИНСК с обучением методом "нейронного газа", так и метода "К-средних". При этом метод "нейронного газа" более универсален и обладает большей точностью при группировании, однако, время работы алгоритма на тестируемых изображениях составляет около 120 с. В то же время, точность метода "К-средних" является достаточной для выявления жгутов и при этом скорость работы алгоритма составляет менее 12 с. Что делает использование метода "К-средних" преимущественным.

В результате кластерного анализа все точки группируются в кластеры, что позволяет:

1) проводить дальнейший анализ изображения не на точках, а на небольшом (не более 50)¹ наборе кластеров;

2) провести дополнительную фильтрацию изображения, исключив кластеры, объединяющие малое количество точек (менее 50), а также кластеры с низкой плотностью точек в районе центра (менее 20 в радиусе 10 пикселей).

При дальнейшем анализе среди кластеров необходимо выявить те, которые образуют линию: кластер входит в формируемую линию, если расстояние от его центра до этой линии меньше заданной погрешности (20 пикселей). При этом на существование линии накладывается ряд ограничений:

1) она должна включать в себя не менее заданного числа как кластеров (8 кластеров), так и точек (1000 точек);

2) длина линии (расстояние между крайне левым и крайне правым центрами кластеров) должна быть не менее заданного значения (100 пикселей).

Если для сформированной линии все условия выполняются, то она является образом появившегося на паковке жгута.

¹Указанные в скобках параметры получены опытным путем при анализе конкретных изображений паковок размером 640×480 пикселей.

Для проверки эффективности предлагаемый метод распознавания жгутов сравнивался с ручным способом измерения и в результате обработки экспериментальных данных было выявлено, что минимальная ширина жгута, распознаваемая системой, использующей предложенный метод, составляет 3 мм, что соответствует порогу визуального определения жгута экспертом. Это позволяет использовать предложенный метод создания специальных устройств – анализаторов структуры намотки, которые можно применять при отладке существующего и вновь создаваемого мотального оборудования.

ВЫВОДЫ

Проведенный эксперимент показал, что предложенный метод распознавания жгутовой намотки обладает эффективностью, достаточной для идентификации технологически значимых дефектов структуры паковки; время анализа одного изображения составляет от 3 до 12 с и что в качестве

средства цифрового зрения целесообразно использовать цифровой фотоаппарат с разрешением не менее 0,3 мегапикселей в режиме True color (2^{24} цветов).

ЛИТЕРАТУРА

1. *Лустgarten Н.В., Борисова Е.А.* Льноткачество. Теория и технология процесса перематывания нитей. – Кострома, КГТУ, 1998.
2. Электронный учебник по статистике. Internet: www.statistica.ru.
3. *Заенцев И.В.* Нейронные сети: основные модели: Учебное пособие. Internet: <http://neuroschoo1.narod.ru>
4. *Осовский С.* Нейронные сети для обработки информации / Пер. с польского И.В. Рудинского. – М.: Финансы и статистика, 2004.
5. Нейронные сети STATISTICA Neural Networks. – М.: Горячая Линия - Телеком, 2000.
6. *Боровиков В.* STATISTICA. Искусство анализа данных на компьютере. Для профессионалов. – СПб.: Питер, 2001.

Рекомендована кафедрой вычислительной техники. Поступила 21.06.2006.